

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. И. И. ПОЛЗУНОВА

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ

МАТЕРИАЛЫ

XVIII ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

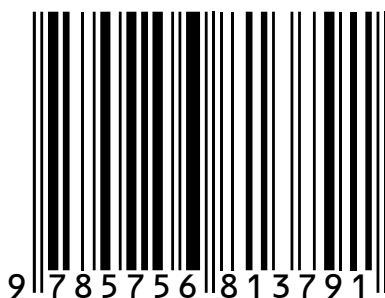
ТОМ 1

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Часть 2

(19-23 апреля 2021 г.)

ISBN 978-5-7568-1379-1



БАРНАУЛ

АлтГТУ • 2021

ББК 72.5+74.480.278
УДК 62

Ответственный редактор:
Хребто Алексей Олегович – ст. преподаватель, зам. зав. кафедры
«Строительство автомобильных дорог и аэродромов»
Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова

Наука и молодежь: материалы XVIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (19–23 апреля 2021 года, г. Барнаул) : в 2 т. / Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова ; отв. редактор А.О. Хребто. – Барнаул: АлтГТУ, 2021. – Том 1, Часть 2. – 374 с. URL: https://journal.altstu.ru/konf_2021/2021_2/84/. – Текст: электронный.

ISBN 978-5-7568-1379-1 (Т.1, Ч.2)
ISBN 978-5-7568-1377-7

Конференция посвящена актуальным вопросам научных исследований в области строительства, безопасности жизнедеятельности, биотехнологии, пищевой промышленности, природоохранной и химической технологии, электроэнергетики и электротехники. Сборник включает материалы конференции, проведенной 19-23 апреля 2021 года в г. Барнауле. Материалы конференции издаются в авторской редакции.

Материалы конференции

Минимальные системные требования
Yandex (20.12.1) или Google Chrome (87.0.4280.141) и т.п.
скорость подключения - не менее 5 Мб/с, Adobe Reader и т.п.

Дата подписания к использованию 29.07.2021. Объем издания – 11,0 Мб.
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46, <https://www.altstu.ru>.

ISBN 978-5-7568-1379-1 (Т.1, Ч.2)
ISBN 978-5-7568-1377-7

© Алтайский государственный технический
университет им. И. И. Ползунова, 2021

[вперед \(содержание\)](#)

СОДЕРЖАНИЕ
СЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬСТВО»
ПОДСЕКЦИЯ «АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ»

<u>Азанов И.В. Новые технологии и материалы, применяемые при ремонте водопропускных труб.....</u>	<u>12</u>
<u>Анохин В.С. Об использовании катионной быстрораспадающейся битумной эмульсии в качестве связующего вещества между слоями асфальтобетонного покрытия.....</u>	<u>14</u>
<u>Дудник Д.В. Современная технология обеспыливания щебеночно-песчаных покрытий с применением холодного ресайклинга со вспененным битумом.....</u>	<u>16</u>
<u>Дорошенко И.О., Сураев Д.А. Процессы формирования наледей подземных вод и их влияние на автомобильные дороги в условиях Алтайского края</u>	<u>18</u>
<u>Захаров В.А. Ремонт существующей железобетонной трубы с применением вставки металлической трубы.....</u>	<u>20</u>
<u>Кустов Д.А. Применение геотекстилья SP 600 при реконструкции автомобильной дороги</u>	<u>22</u>
<u>Лавицкий Д.С. Об особенностях проведения разбивочных работ при строительстве дорог.....</u>	<u>24</u>
<u>Родин Р.В. Актуальность применения геотекстилья при устройстве конструктивных слоёв дорожной одежды</u>	<u>26</u>
<u>Фролова М.Н. Устройство слоев оснований дорожных одежд из грунтов, укрепленных портландцементом с помощью ресайклера фирмы WIRTGEN</u>	<u>28</u>
<u>Шилов К.С. Особенности технологии выполнения горизонтальной разметки термопластиком и двухкомпонентным химпластиком</u>	<u>30</u>

ПОДСЕКЦИЯ «ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ»

<u>Бабакаева Д.М. Современные инженерные конструкции из дерева. Деревянные небоскребы</u>	<u>32</u>
<u>Герман Н.М. Интеграции программных комплексов для определения сметной стоимости строительства и систем информационного моделирования объектов строительства</u>	<u>35</u>
<u>Голубцов Н.А. Реновация застроенных территорий – перспективное направление развития жилищного строительства в г. Барнауле</u>	<u>37</u>
<u>Гончаров П.А. Сравнение российских и зарубежных стандартов на арматурный прокат</u>	<u>38</u>
<u>Гордеев В.К. Методы устранения повреждений конструкций здания по адресу Ельцовский район с. Ельцовка, ул. Садовая 20.....</u>	<u>40</u>
<u>Дударенко Д.А., Кирьяков Е.А. Узел перехлёста покрытия кровли с фальцевыми картинами настенного желоба</u>	<u>42</u>
<u>Ефремов Ю.А. Применение технологии легких стальных тонкостенных конструкций в малоэтажном строительстве</u>	<u>45</u>

<u>Зайков В.Р. Моделирование архитектурно-строительной части здания по облакам точек....</u>	<u>47</u>
<u>Красулина К.А. Применение спаренных С- и Сигма- образных стальных холодногнутых профилей в сжатых элементах ферм.....</u>	<u>49</u>
<u>Лопухов Н.Е. О необходимости анализа причин аварий зданий.....</u>	<u>51</u>
<u>Меркурьев К.М. О возможности снижения расхода арматуры путем использования сталей большей прочности.....</u>	<u>53</u>
<u>Минасян А.А. Усовершенствование стены одноэтажного здания с каркасом из ЛСТК с целью улучшения теплотехнических характеристик.....</u>	<u>55</u>
<u>Никитин В.С. Универсальная сборно-монолитная строительная система для сейсмических условий.....</u>	<u>57</u>
<u>Паневин В.О. Усиление конструкций двухэтажного жилого здания по адресу: г. Барнаул, ул. Петра Сухова, 16</u>	<u>60</u>
<u>Пономарев С.Э. Повышение энергоэффективности в малоэтажном строительстве.....</u>	<u>62</u>
<u>Сапай А.А. Применение стальных тонкостенных холодногнутых профилей в качестве прогонов покрытия и автоматизация процесса проектирования</u>	<u>65</u>
<u>Сергеев Д.С. Опыт применения сервиса BIM 360 для организации совместной работы</u>	<u>67</u>
<u>Сырых И.А. Актуальные вопросы точечной застройки территории</u>	<u>69</u>
<u>Терещенко А.Ю. Усовершенствование крыши одноэтажного здания с каркасом из ЛСТК с целью улучшения теплотехнических свойств.....</u>	<u>71</u>
<u>Федяев А.А. Возможности применения арматуры А600С</u>	<u>74</u>
<u>Чубуков Б.А. О надёжности и экологической эффективности «зелёной» энергетики.....</u>	<u>76</u>
<u>Шершнева Д.Д. Применение существующих разработок в VBA-EXCEL для реновации г. Барнаула</u>	<u>78</u>
<u>Юрина Ю.С. Сравнительный анализ возможностей систем Revit, ArchiCAD и Renga для информационного моделирования зданий студентами при выполнении курсового проекта по архитектуре.....</u>	<u>80</u>

ПОДСЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ»

<u>Вагнер Е.Е. Системы панельно-лучистого потолочного отопления и охлаждения.....</u>	<u>83</u>
<u>Гордиенко С.М. Разработка стенда «Умный дом»</u>	<u>85</u>
<u>Еськова Н.Е., Попова В.В. Создание аксонометрической схемы магистральных трубопроводов системы отопления в Revit</u>	<u>87</u>
<u>Кириллова А.Е., Шупике Е.К. Расширительные баки в системе отопления.....</u>	<u>91</u>
<u>Куницкая П.В. Технологический процесс по врезке в газопровод под давлением.....</u>	<u>93</u>

<u>Матвеев К.В. Моделирование инженерных систем по облаку точек</u>	<u>95</u>
<u>Меркишкина К.В., Семенихина Ю.Е. Применение платформы визуального программирования Dynamo при проектировании систем отопления жилых зданий в Алтайском крае</u>	<u>97</u>
<u>Митусов А.В. Обеспечение возможности регулирования выходных параметров гидромолота МГП-2 на стадии проектирования</u>	<u>100</u>
<u>Писаренко Н.В. Использование информационного моделирования при проектировании зданий с целью повышения энергоэффективности</u>	<u>103</u>
<u>Семененко А.А. Когенерация. Принцип работы. Энергоэффективность</u>	<u>105</u>
<u>Ставский Д.А. О создании лаборатории типа FabLab «Умный дом» в АлтГТУ. Разработка стенда «Умный дом»</u>	<u>107</u>
<u>Яровая Е.Д., Ильдярякова П.С. Способы подключения пожарных шкафов при проектировании в Revit</u>	<u>109</u>

ПОДСЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»

<u>Алиева К.Э., Максимова К.В. Исследование собственных деформаций бетона панелей для зданий КЖД.....</u>	<u>112</u>
<u>Величко Е.В., Серебрякова С.М. Изготовление и изучение вяжущего для высококачественных бетонов</u>	<u>114</u>
<u>Зверев А.И., Швец В.А. Исследование собственных деформаций безусадочного строительного раствора в зимних условиях</u>	<u>116</u>
<u>Кириллов С.Ю., Малясова А.А. Разработка сухих смесей для штукатурных фасадных поризованных растворов</u>	<u>119</u>
<u>Музюкин А.М., Федоров Е.Е. Исследование прочности известково-пуццолановых вяжущих на основе прокаленной глины и кислой золы ТЭЦ</u>	<u>122</u>
<u>Поморцев П.Д., Рыбалко И.Е. Исследование собственных деформаций растворов для монтажа панелей зданий КЖД</u>	<u>124</u>

ПОДСЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА»

<u>Ананьев С.А. Краткая геологическая характеристика Приказахстанского природного округа</u>	<u>127</u>
<u>Гранкин Н.С. Подъемно-транспортное и вспомогательное оборудование в высотном строительстве</u>	<u>129</u>
<u>Доронина В.В. Современные технологии строительства деревянных домов.....</u>	<u>131</u>
<u>Коледаев И.Д. Реконструкция зданий с надстройкой мансардного этажа</u>	<u>133</u>
<u>Кучина Т.В. Автоматизация календарного планирования строительства на основе программных комплексов Microsoft Project, Spider Project</u>	<u>135</u>

Масловская В.Е. Исследование и выбор методов и технологий армирования монолитных бетонных и многослойных конструкций с применением композитных материалов и композитной арматуры..... 137

Панина А.Э. Повышение эффективности использования топлива за счет применения конденсационных котельных агрегатов в системе жилищно-коммунального хозяйства 139

Саванович А.П. Проблемы реализации программы капитального ремонта многоквартирных домов в Алтайском крае 141

Сираждинова И.С. Сравнительный анализ крупнопанельного и монолитного методов строительства 143

Шевцов К.С. Технология и организация процессов возведения подземной части здания методами «Top-Down» И «Up-Down» 144

Шмидтке В.В. Проблемы и решения технического задания на проектирование 147

ПОДСЕКЦИЯ «ФУНДАМЕНТЫ И ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ»

Гулькина Ю.Е. Устройство армированных грунтовых подушек на слабых грунтах 150

Долгополов В.А. Оценка интерактивного поведения между грунтами и различными двумерными многосекционными каркасными конструкциями 152

Евсикова Ю.Ю. К вопросу о паводковой ситуации в России 154

Захарова Т.М. Методы создания искусственных оснований при строительстве многоквартирного дома со встроенными объектами общественного назначения по адресу г. Барнаул, ул. 65 лет Победы, 12 157

Лукьяненко А.Ю. Методы обследования свайных фундаментов существующих зданий и сооружений 159

Миндалев А.О. Применение метода прогрева уложенной бетонной смеси при устройстве монолитной фундаментной плиты на объектах г. Барнаула 162

Митин А.В. Некоторые особенности возведения фундаментов в инженерно- геологических условиях г. Санкт-Петербург 165

Носков К.И. Строительство из «огнестойкой» соломы 167

Сетковский В.В. Укрепление просадочных грунтов 169

СЕКЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ТЕХНОСФЕРЕ»

Госниц С.Е. Пропаганда безопасности жизнедеятельности при пожарах в образовательных учреждениях 172

Илюхина К.Г. Современные проблемы гигиены окружающей среды и экологии человека в Алтайском крае 174

Кодиров Ш.И. Борьба с наркотиками в России 177

<u>Лакман Е.В. Мероприятия по минимизации риска травмирования при работе на ленточнопильном станке.....</u>	<u>178</u>
<u>Нгуен Ч.Х. Глобальные проблемы загрязнения воздуха, вызванные воздействием дизельных двигателей на окружающую среду.....</u>	<u>181</u>
<u>Прокопенко В.Р. Применение новых технологий при обнаружении лесных пожаров</u>	<u>184</u>
<u>Розный А.А. Изучение влияния утомления на безопасность трудового процесса</u>	<u>187</u>
<u>Рутковский А.А. Обеспечение безопасности труда в строительстве.....</u>	<u>190</u>
<u>Сиваков А.С. Безопасное поведение на водоемах в зимний период.....</u>	<u>192</u>
<u>Стеганцев Д.С. Влияние электромагнитных приборов на труд работников в офисе.....</u>	<u>195</u>
<u>Шмаков Д.Е. Причины несчастных случаев на сельскохозяйственных предприятиях Алтайского края</u>	<u>197</u>

СЕКЦИЯ «ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

ПОДСЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА И ТЕХНОЛОГИЯ ХЛЕБА, МАКАРОННЫХ, КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ»

<u>Запорожан Е.А. Современные подходы к разработке и обогащению растительных аналогов молока</u>	<u>201</u>
<u>Калинина Е.В. Обоснование применения псиллиума в рецептуре безглютенового печенья</u>	<u>204</u>
<u>Лобашова А.А. Зеленая гречка как обогащающая добавка при производстве продуктов питания.....</u>	<u>206</u>
<u>Подольный Д.Е. Влияние продуктов переработки бананов на ход технологического процесса и качество хлебобулочных изделий</u>	<u>209</u>
<u>Татьянченко М.А. Качество и пищевая ценность зефира с добавлением брусники и лаванды</u>	<u>212</u>
<u>Шляхова О.В. Ржаной хлеб с мукой из грецкого ореха</u>	<u>215</u>

ПОДСЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ»

<u>Аврамова А.С. Основные виды итальянских сыров. Сыр Качотта.....</u>	<u>218</u>
<u>Афанасьева Ю.Г. Исследование пророщенной пшеницы и ржи для производства хлебобулочных изделий</u>	<u>220</u>
<u>Борзова Д.В. Особенности разработки рационов питания частных детских садов</u>	<u>224</u>
<u>Васильева А.В., Афанасьева Ю.Г. Базы данных химического состава как инструмент проектирования пищевых продуктов.....</u>	<u>226</u>

Гофман Е.С. Физиологический эффект пищевых волокон в питании детей дошкольного возраста 229

Исраилов М.К. Исследование предпочтений потребителей свежих овощей Алтайского края 230

Семенченко К.М. Разработка новой продукции детского питания с добавлением толокна и пробиотиков..... 233

Ушакова Н.А. Разработка плавленого творожного сыра, обогащенного пищевыми волокнами 236

Червякова Н.В. Разработка рецептур макаронных изделий функционального назначения 238

ПОДСЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ БРОДИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ВИНОДЕЛИЯ»

Грушин Р.В. Повышение качественных характеристик светлого пива при использовании ягод вишни 241

Дворяткина И.Б. Анализ способов производства безалкогольного пива в условиях небольших пивоварен на территории Алтайского края..... 244

Колесник Н.Е. Исследование экстрактов растительного сырья для производства холодного чая 246

ПОДСЕКЦИЯ «МАШИНЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

Голубь В.В., Голубь А.И. Получение высокобелковой муки 249

Дуюнова Я.С., Шефер А.Е. Регулирование содержания белка в продуктах размола зерна с помощью пневмокласификации 251

Кудрин К.А. Предпроектные решения по разработке зернохранилища 253

Пономаренко М.С. Модернизация молотковой дробилки..... 257

Союстов А.А. Установка для выпаривания пищевых сред..... 259

СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ» **ПОДСЕКЦИЯ «ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

Воронин Н.А. Сорбция ионов цинка лузгой гречихи и подсолнечника..... 262

Лапшин Д.А. Системы накопления «зеленой» энергии..... 264

Пушкарева К.И. Очистка поверхностного стока с территории г. Барнаула 266

ПОДСЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Андреева А.С. Поиск оптимальных условий протекания процесса ацилирования лигнина системой «ацетилхлорид - пиридин» 270

<u>Бикмаева Н.А., Николаева Е.А. Влияние температуры на взаимодействие лимонной кислоты с древесиной</u>	<u>271</u>
<u>Ваганник К.П., Книсс Т.А., Костинская В.А. Определение содержания лигнина в продуктах взрывного автогидролиза оболочек овса посевного.....</u>	<u>273</u>
<u>Гридина Е.Н. Оценка состава вредных выбросов в атмосферу на предприятиях химических производств</u>	<u>275</u>
<u>Комаров П.В. Получение аминопроизводных лигнина на основе капролактама</u>	<u>278</u>
<u>Лебедева А.Ю. Изучение возможности замены капронового корда в каркасе радиальных шин</u>	<u>280</u>
<u>Никитина Т.В. Получение аминокапроноватов целлюлозы из капролактама.....</u>	<u>282</u>
<u>Серова Ю.Е. Технология получения калиевых мыл из растительного сырья.....</u>	<u>284</u>
<u>Штепенко Д.Е., Гречко А.Н. Исследование взаимодействия ПЭГ с адипинатом целлюлозы</u>	<u>287</u>
<u>Шумилова Е.Ю. Синтез сукцинатов крахмала, спшитых с полиэтиленгликолем</u>	<u>289</u>

СЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»

ПОДСЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ»

<u>Карачев А.А. Использование средств ВІМ-моделирования для учебного проектирования электроснабжения</u>	<u>292</u>
<u>Кречетов А.Д. О повышении эффективности определения места и устранения коротких замыканий в сетях с изолированной нейтралью</u>	<u>293</u>
<u>Меновщикова А.О. Влияние накопителей на потери в распределительных сетях</u>	<u>296</u>
<u>Павличенко И.А., Пестов М.И. Использование АЭК для объединения зон свободного перетока</u>	<u>298</u>
<u>Рассохина Е.О. Анализ существующих методов и подходов к формированию тарифов в электроэнергетической сфере в России</u>	<u>301</u>
<u>Роговой А.В., Павличенко И.А. Когенерация на примере сельских населённых пунктов Алтайского края</u>	<u>303</u>
<u>Сатонин К.В., Пестов М.И. Актуальность использования методов волнового ОМП в магистральных сетях России</u>	<u>305</u>
<u>Тюрина Н.А. Разработка модели для определения удельной электрической мощности наружных осветительных установок</u>	<u>308</u>

ПОДСЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И БЫТА»

<u>Арышев А.В. Реализация программы цифровой трансформации в части релейной защиты на энергообъектах Алтайского края.....</u>	<u>311</u>

<u>Борисова Ю.А., Гусева А.А. Обоснование условий реализации принципов проектирования защиты от коротких замыканий с учетом пережога проводов.....</u>	<u>313</u>
<u>Васильев В.Ю. Теоретическая оценка времени пережога провода током дугового короткого замыкания</u>	<u>314</u>
<u>Габова М.А. Моделирование рисков опасности эксплуатации электроустановок в человеко-машинной системе</u>	<u>317</u>
<u>Корюгин Г.В. Моделирование сигналов ультразвукового прибора с помощью программы Scilab 5.5.2.....</u>	<u>319</u>
<u>Кривошеева А.П. Анализ энергосберегающих мероприятий при компенсации реактивной мощности</u>	<u>322</u>
<u>Максимов Н.И. Опытная модель устройства защиты от импульсных перенапряжений.....</u>	<u>323</u>
<u>Соловской А.С. Прогнозирование чрезвычайных ситуаций техногенного характера на основе нейронных сетей</u>	<u>325</u>
<u>Титова Т.А. Проблематика уточнения методики определения технических потерь электроэнергии.....</u>	<u>328</u>
<u>ПОДСЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД»</u>	
<u>Глуховский Д.Д. Полупроводниковое устройство запуска трехфазного асинхронного электродвигателя от однофазной сети</u>	<u>331</u>
<u>Еремочкин С.Ю., Дорохов Д.В. К вопросу выбора устройства запуска трехфазного электропривода геологоразведочного оборудования от однофазной сети</u>	<u>332</u>
<u>Елишев А.В. Усовершенствование устаревших производственных линий с использованием современных технологий</u>	<u>334</u>
<u>Жуков А.А. Построение имитационной модели преобразователя векторно-алгоритмического типа для трехфазного асинхронного электродвигателя.....</u>	<u>337</u>
<u>Иванов И.А. Разработка комплекса электроснабжения автономного потребителя.....</u>	<u>340</u>
<u>Карнушин А.В. Исследование эффективности метода поверхностно-распределительного нагрева с помощью МКЭ в устройствах подогрева зерна</u>	<u>343</u>
<u>Клепиков Ф.П. Антиобледенительная система главного корпуса АлтГТУ на основе композиционных электрообогревателей</u>	<u>346</u>
<u>Кречетов Д.С. Устройство опроса инкрементальных многовыводных оптоэлектронных датчиков линейных перемещений, применяемых в станках с числовым программным управлением</u>	<u>349</u>
<u>Купреев К.А. Разработка системы управления подпиточными насосами паровой котельной на базе многофункционального логического контроллера Суна.121.0000.220.....</u>	<u>353</u>

<u>Малыгин М.Д. Устройство оценки величины ошибки перемещения координаты для станков с числовым программным управлением, построенных на приводе с шаговыми двигателями</u>	<u>354</u>
<u>Матвеев М.А. Применение электрообогревателей для поддержания требуемой температуры эксплуатации оборудования в шкафах управления и автоматики</u>	<u>358</u>
<u>Осипов Н.Е. Исследование скалярного и векторного режимов управления асинхронным электроприводом.....</u>	<u>359</u>
<u>Попов Д.О. Использование программируемых логических контроллеров для построения автоматических систем управления технологическим процессом котельной.....</u>	<u>362</u>
<u>Родт С.А. Потери электрической энергии в распределительных сетях в сельской местности</u>	<u>363</u>
<u>Рязанова Е.Д. Регулируемый династор.....</u>	<u>366</u>
<u>Сухинин С.Е. Особенности электропривода протяженного ленточного конвейера</u>	<u>368</u>
<u>Хоренко П.Е. Перспективы развития солнечной энергетики</u>	<u>370</u>
<u>Шумских Д.В. Перспективы термоядерной энергетики</u>	<u>373</u>

СЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬСТВО»

ПОДСЕКЦИЯ «АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ»

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ РЕМОНТЕ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ

Азанов Игорь Вячеславович, бакалавр кафедры «Строительство автомобильных дорог и аэродромов», e-mail: azanovigor1564@yandex.ru

Научный руководитель - Медведев Никита Владимирович, старший преподаватель,
e-mail: megohat@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассмотрены возможности применения технологий и материалов при ремонте водопропускных труб. Приведены наиболее распространенные методы ремонта водопропускных сооружений, выделены их преимущества и недостатки. Рассмотрена смесь ЕМАСО, проанализирован ее состав и цели ее применения. Представлена пропитка - гидрофобизатор Master Protect на водной основе, принцип ее действия, а также возможности ее применения для ремонта водопропускных сооружений.

Ключевые слова: водопропускные трубы, технология полимерного рукав, смесь ЕМАСО, пропитка Master Protect, технология анкерного листа.

Одним из наиболее распространенных видов искусственных сооружений являются водопропускные трубы. Основная их цель заключается в отводе воды от насыпи для уменьшения риска ее разрушения [1]. Классифицируя водопропускные трубы по материалу, из которого они изготовлены, можно выделить:

- металлические трубы;
- бетонные трубы;
- трубы из железобетона;
- трубы из полимерных материалов.

Наиболее распространенным решением для водоотвода являются железобетонные конструкции. Причиной популярности в равной степени стала как относительно низкая стоимость, так и высокие показатели прочности и герметичности. Однако, в течение срока службы, трубы подвергаются негативному воздействию влаги и температурным изменениям, в результате чего образуются дефекты. Полная замена водопропускного сооружения подразумевает высокие денежные затраты, а также необходимость создания временного объезда, поэтому наиболее предпочтительным вариантом является ремонт [2].

Для заделки трещин широко применяется смесь ЕМАСО. В зависимости от их размеров варьируется марка, рекомендуемая к использованию. По своей сути смесь является составом на основе портландцемента с полимерным наполнителем. При смешивании с водой имеет высокий показатель адгезии с бетонными поверхностями. Важным свойством является то, что смесь не имеет усадки, как в пластичном, так и в твердом состоянии. Так же состав широко применяется для заделки швов в теле трубы. Среди положительных качеств смеси ЕМАСО выделяют надежность и долговечность. Так же стоит отметить, что работы по укладке смеси выполняются достаточно быстро благодаря высоким показателям эластичности [3].

Внутренние стенки водопропускных сооружений регулярно подвергаются воздействию влаги, которое с течением времени способствует возникновению различного рода дефектов и деформаций. Для того, чтобы минимизировать негативные последствия и продлить срок службы труб следует применять водоотталкивающие пропитки. Одним из таких является раствор Master Protect Н 303, который, по своей сути, собой представляет гидрофобизатор на водной основе [4]. При нанесении на бетонную поверхность состав проникает вглубь пор и полимеризуется, тем самым образуя пленку, через которую не проходит влага. Превосходство данного состава в сравнении с дешевыми аналогами состоит в том, что пленка на бетонной поверхности способна пропускать пар, что препятствует накоплению конденсата и появлению грибка и плесени.

Нередко ремонт водопропускных сооружений подразумевает более комплексные мероприятия. Одним из таких является гильзование. Его суть заключается в том, что внутрь трубы, нуждающейся в ремонте, протягивается труба меньшего диаметра. Данная технология подразумевает относительно низкие затраты и выполняется в довольно короткие сроки. Но, несмотря на простоту метода, он не является идеальным решением и имеет свои отрицательные стороны. В первую очередь, из-за того, что нагрузка переходит к трубе, размер сечения которой меньше проектного, что в долгосрочной перспективе может привести к негативным последствиям.

При необходимости избежать уменьшения диаметра ремонтируемой трубы применяется метод полимерного рукава. Суть технологии заключается в том, что через водопропускное сооружение протягивается полимерный рукав, который под воздействием горячего пара обволакивает стенки трубы и затвердевает. Данный метод отлично подходит в том случае, если основной задачей ремонта является восстановление пропускной способности трубы и устранение протечек. Но если при реконструкции стоит необходимость повышения несущей способности, данная технология не актуальна.

Одним из наиболее эффективных методов ремонта искусственных сооружений является технология с применением анкерного листа V-LOCK. Ее суть состоит в следующем:

- создается арматурный каркас из металлических обручей;
- устанавливается и сваривается анкерный лист;
- конструкция помещается в трубу и заливается бетоном через заранее проложенные трубки.

По окончании работ металлические обручи, служившие временной опалубкой, извлекаются из трубы. Таким образом, достигается:

- увеличение несущей способности трубы;
- минимальное отклонение от исходного диаметра;
- возможность избежать неравномерное заполнение раствором, а также исключить риск повреждения насыпи при проведении ремонта.

Подводя итог можно сделать вывод о том, что каждый из методов может быть актуальным, в зависимости от задач и целей, которые необходимо достичь в результате ремонта водопропускного сооружения. Также не маловажную роль играют финансовые затраты на производство ремонтных работ. В связи с тем, что зарубежные материалы являются достаточно дорогостоящими, то рекомендуется предпочтение отдавать отечественным производителям, которые изготавливают не уступающие зарубежным аналогам материалы и изделия. При выборе оптимального варианта производства ремонтных работ рекомендуется проводить детальный сравнительный анализ возможных материалов и технологий для выбора наиболее рационального способа проведения ремонтных работ.

В настоящее время в регионах России при ремонте водопропускных труб активно применяются смеси ЕМАСО, которые показывают высокие технические показатели и на длительный период продлевают срок службы искусственного сооружения. В более редких случаях, когда водопропускная труба сильно повреждена, рекомендуется использовать технологию раструба, которая позволит сократить расходы на разработку старой водопропускной трубы и монтажа новой трубы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Империял: Инженерные сети и коммуникация : сайт. Санкт-Петербург. 2021. URL: <https://www.imperialprof.ru/> (дата обращения 07.04.2021).
2. Регионгеоснаб: Описание технологии анкерного листа : сайт. Рязань. 2021. URL: <https://rgeosnab.ru/> (дата обращения 07.04.2021).
3. Емасо: Современные технологии производства строительной химии : сайт. Москва. 2016. URL: <https://www.emaco-msk.com/> (дата обращения 06.04.2021).
4. Производственная компания САЗИ: Российский производитель профессиональных материалов для герметизации, гидроизоляции и гидрофобизации : сайт. Москва. 2021. URL: <https://www.sazi-group.ru/articles/sostav-gidrofobizatorov/> (дата обращения 07.04.2021).

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КАТИОННОЙ БЫСТРОРАСПАДАЮЩЕЙСЯ БИТУМНОЙ ЭМУЛЬСИИ В КАЧЕСТВЕ СВЯЗУЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА МЕЖДУ СЛОЯМИ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ

Анохин Владислав Сергеевич, бакалавр кафедры «Строительство автомобильных дорог и аэродромов», e-mail: vlad.anokhin.99@mail.ru

Научный руководитель – Меренцова Галина Степановна, д.т.н., зав. кафедрой САДиА, e-mail: adio-06@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В материалах рассмотрено производство катионной быстрораспадающейся битумной эмульсии, а также о ее составляющих материалах. Приведены существующие классы эмульсии и виды их применения. Возможные способы нанесения на поверхность и техника, используемая для производства данного вида работ, изучены свойства и определено значение в современном дорожном строительстве. Также приведены сроки, и время работы с битумной эмульсией.

Ключевые слова: катионная эмульсия, быстрораспадающаяся эмульсия, битум, эмульсия, ЭБК, ЭБК.

Использование битумных эмульсий в области дорожного строительства, которые применяют вместо битума, в ряде случаев более рационально. Этот вяжущий материал был изобретен в Соединенных Штатах и на протяжении долгого времени с определенным успехом используется во всем мире в качестве одной из составляющих дорожного строительного материала.

До нашего времени в области дорожного строительства и ремонте дорог главную роль занимал дорожный битум. Несмотря на это, с точки зрения технологий, даже в этой ситуации на практике в применении битума люди сталкивались с различными трудностями. Основной являлось достижение максимально менее вязкого вещества. Существует несколько различных методов для уменьшения вязкости:

Первый метод – это эмульгирование с образованием эмульсии.

Второй метод – нагревание материала.

Третий метод – добавление растворителей [1].

Катионная быстрораспадающаяся битумная эмульсия представляет собой эмульгированный жидкий битум, получаемый путем смешивания битума и водного раствора эмульгатора. Эмульгатор является практически главным звеном из всех состоящих битумной эмульсий, на прямую влияющий на качество и характеристики получаемого вещества. Роль эмульгатора при приготовлении водно-битумной эмульсии выполняет **поверхностно-активное вещество (ПАВ)**. По химической природе поверхностно-активного вещества, применяемого в качестве эмульгатора, битумные эмульсии подразделяют на анионные и катионные. К катионной быстрораспадающейся битумной эмульсии относят ЭБК-1 (применяется для устройства слоев поверхностной обработки) и ЭБК-1 (применяется для подгрунтовки). Для приготовления используют нефтяные дорожные вязкие битумы с глубиной проникания иглы не менее 60,1 (по ГОСТ 22245). Приготовленная эмульсия обладает высокой клеящей способностью. Катионная битумная быстрораспадающаяся эмульсия имеет положительный заряд и может использоваться с холодным и мокрым минеральным материалом, имеющим отрицательный заряд. При контакте этих материалов происходит химическая реакция, в результате которой происходит распад эмульсии – битум остается на обрабатываемой поверхности, образуя клейкий слой, а вода испаряется. Битум, окутывая поверхность минерального вещества, придает ему отличные клеящие способности. После применения в дорожных работах она превращается в равномерно распределенную битумную пленку для того, чтобы выполнить свою главную функцию – надежную адгезию между слоями дорожных материалов, а также для защиты дорожного покрытия. Низкая вязкость ЭБК позволяет на должном уровне обрабатывать поверхность дорожных материалов [2].

Таким образом, быстрораспадающийся битум выполняет следующие функции:

- вяжущая функция - заключается в использовании эмульсии для связывания минеральных материалов (щебень, гравий, песок, минеральный порошок), а также различных частиц между собой, это является нужным условием при приготовлении асфальтирующих смесей (эмульсионно-минеральных, чернощебеночных, холодных и др.) [3,4];
- защитная функция - заключается в защите от воздействия агрессивных сред материалов и поверхностей.

Использование битумных эмульсий катионного типа, широко распространено по всему миру. Данный вид эмульсии позволяет равномерно распределять вяжущее тонким слоем и упрощает технологию исполнения работ в связи с возможности использования эмульсий в холодном состоянии, а также проводить работы в прохладную и сырую погоду. Это обстоятельство дает возможность снизить количество потребляемой энергии на 30-40 % по сравнению с технологиями, в которых преобладает способ нагрева.

Главным преимуществом использования битумной эмульсии является экономия ресурсов и энергии. Общая стоимость затрат на производство снижается благодаря большому эксплуатационному сроку эмульсии. Выполнение дорожно-ремонтных работ с использованием данного материала возможно производить с самого начала весны и до конца осени. Помимо этого, технология использования битумной эмульсии для создания дорожного покрытия является экологически чистой, выбросы в атмосферу от растворителей отсутствуют, также, как и опасность взрыва во время обработки и транспортировки битумного раствора.

Битумная эмульсия в первую очередь является связующим материалом для подгрунтовки. Для распределения битумной эмульсии применяют специальную дорожную технику – автогудронатор или ручной гудронатор, которые дают возможность значительно экономить расход материала благодаря его эффективного распределения по обрабатываемой поверхности основания. Расход эмульсии напрямую зависит от вида выполняемой работы и способа нанесения [1,4].

При строительстве дорог битумная эмульсия используется в следующих случаях:

- для создания асфальтобетонного покрытия в условиях большой влажности и низкой температуры,
- для ямочного ремонта с помощью технологии пропитки;
- для поверхностной обработки изношенных слоев.

Использование битумной эмульсии очень практично в эксплуатации для многослойного дорожного покрытия. Обработка данным вяжущим веществом позволяет предупредить преждевременное разрушение дорожных покрытий, а также для улучшения сцепления автомобильных шин с покрытием дороги. Покрытие, обработанное битумной эмульсией, становится более износоустойчивым [1].

Использование битумной эмульсии в современном дорожном строительстве имеет огромное значение во всем мире. От ее качества зависит срок службы дорожного покрытия, а также различные эксплуатационные показатели.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. GlobeCore: Битумно-эмульсионное оборудование. Использование битумных эмульсий в дорожном строительстве : сайт. Курск, 2021. URL: www.emulsion.globecore.ru/ispolzovanie-bitumnyh-ehmulsij-v-do.html (жата обращения 07.04.2021).
2. Селена: Научно-производственная химическая компания. Битумные эмульсии : сайт. Шебекино, 2021. URL: www.npfselena.ru/technologies/bituminous-emulsions/ (дата обращения 07.04.2021).
3. ГОСТ Р 52128-2003. Эмульсии битумные дорожные. Технические условия: дата введения 2003-10-01. Москва. 2003. 31с.
4. ГОСТ Р 58952.1-2020. Дороги автомобильные общего пользования. Эмульсии битумные дорожные. Технические требования: дата введения 2020-12-01. Москва. 2020. 24 с.

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕСПЫЛИВАНИЯ ЩЕБЕНОЧНО-ПЕСЧАНЫХ ПОКРЫТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛИНГА СО ВСПЕНЕННЫМ БИТУМОМ

Дудник Денис Владимирович, бакалавр кафедры «Строительство автомобильных дорог и аэродромов», e-mail: logotip323@yandex.ru

Научный руководитель – Меренцова Галина Степановна, д.т.н., зав. кафедрой САДиА, e-mail: adio-06@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Приведено описание современной технологии обеспыливания щебеночно-песчаных покрытий с применением холодного ресайклинга со вспененным битумом. Даны рекомендации по проведению подготовительных и основных работ с указанием технологических параметров. Указана величина допустимых отклонений при выполнении работ по обеспыливанию покрытий переходного типа методом холодной регенерации.

Ключевые слова: холодный ресайклинг, вспененный битум, обеспыливание, технология, допустимые отклонения.

Перед началом проведения работ по обеспыливанию щебеночно-песчаных покрытий оценивают следующие показатели эксплуатационного и технического состояния дорог:

- ширину полотна проезжей части, м;
- ширину обочин, м;
- толщину покрытий, см;
- влажность материала покрытия, %;
- пылимость, мг/м^3 [1].

Перед началом производства работ по обеспыливанию покрытий переходного типа с применением технологии холодного ресайклинга со вспененным битумом устанавливают ограждения и технические средства организации дорожного движения.

Отобранные образцы минеральных смесей с существующего покрытия исследуют на соответствие требованиям ГОСТ 25607-2009 и ГОСТ 23735-2014 по гранулометрическому составу и содержанию пылевидных и глинистых частиц.

Влажность материала покрытия необходимо определять не менее чем в пяти точках на длину определенной сменной захватки обрабатываемой поверхности согласно ГОСТ 21718-1985.

При выполнении работ по обеспыливанию покрытий переходного типа с применением технологии холодного ресайклинга со вспененным битумом следует использовать специализированный отряд с ведущей машиной ресайклером на колесном ходу.

В состав специализированного отряда машин для выполнения работ по обеспыливанию покрытий переходного типа вспененным битумом должны входить следующие машины:

- ресайклер на колесном ходу;
- поливомоечная машина;
- битумовоз, заполненный горячим вязким битумом;
- комбинированные катки со статической нагрузкой или специализированное звено дорожных катков для уплотнения слоя.

Существующее покрытие переходного типа следует выравнивать автогрейдером с обеспечением требуемого проектного поперечного профиля.

Ресайклер производит обеспыливание методом фрезерования переходного типа покрытия на расчетную глубину (не более 10 см) и смешением его со вспененным битумом в требуемом количестве. Контроль расхода вспененного битума осуществляется системой дозирования ресайклера. Подача битума в ресайклер для дальнейшего его вспенивания производится из емкости автогудронатора через соединительный шланг.

Движение ресайклера при фрезеровании необходимо производить полосами от краев к оси дороги. При движении ресайклера по второй и последующей полосам, фрезерование

должно производиться с перекрытием сфрезерованной полосы на 15-30 см. Количество полос фрезерования зависит от ширины регенерируемого слоя и ширины ротора ресайклера. При проходе по последней полосе необходимо предусмотреть отключение нескольких форсунок системы дозирования ресайклера таким образом, чтобы предотвратить повторное введения вспененного битума в регенерируемый слой.

После прохода ресайклера рекомендуется произвести предварительную прикатку обеспыленного покрытия самоходным комбинированным катком массой не менее 12 т за 4 прохода по одному следу. Это позволит скрыть следы протектора колес ресайклера и получить предварительно ровный слой.

Профилирование покрытия производят автогрейдером с учетом коэффициента запаса материала на уплотнение, обеспечивая требуемый поперечный профиль покрытия от 20 % до 25 %.

Уплотнение покрытия производят гладковальцовыми самоходными или прицепными катками среднего типа на пневматических шинах или комбинированными и осуществляют от краев к середине с перекрытием на 1/3 предшествующего слоя. Количество проходов катков по одному следу, устанавливаемое на пробной захватке, должно быть не менее 8 для комбинированных и 10 - для пневматических. Окончательное количество проходов определяется методом пробного уплотнения.

Скорость движения катков должна соответствовать требованиям при профилировании покрытий переходного типа.

В течение суток после окончания работ по обеспыливанию для обеспечения стабилизации покрытия и снижения воздействия проезжающего автотранспорта (разгона - торможения) ограничивают его скорость движения до 40 км/ч согласно ОДМ 218.8.009-2017 [2].

При выполнении работ по обеспыливанию покрытий переходного типа необходимо соблюдать величину допускаемых отклонений по ширине покрытия и основания, поперечным уклонам и ровности, а также по величине пылимости.

Открытие движения по свежееуложенному покрытию разрешается не менее чем через 1 - 1,5 часа после укладки. Движение не открывается, если покрытие не сформировалось, например, в холодную погоду.

В случае внезапных дождей время закрытия участка дороги продлевается как минимум на 2 часа после его окончания.

Демонтаж временных технических средств организации дорожного движения, направляющих и ограждающих устройств осуществляется незамедлительно после завершения всех технологических циклов работ при открытии движения.

Реконструкция грунтовых дорог переходного типа укреплением их органическим вяжущем может быть выполнена путем обработки минеральной части вспененным битумом с последующим нанесением тонкого щебеночного или иного защитного слоя. Преимуществами этого способа являются, отсутствие пыли от движения транспорта в сухое время и более безопасные условия движения в дождливую погоду, с меньшей вероятностью потери устойчивости транспортными средствами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги: актуализир. ред. СНиП 2.05.02 – 85: дата введения 2013-07-01. Москва: Союздор НИИ, 2012. 112 с.

2. ОДМ 218.8.009-2017. Методические рекомендации по технологии обеспыливания автомобильных дорог с переходным типом покрытия с использованием битумной эмульсии: издан на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 28.03.2017 N 524-р. Москва: ИПНГ СО РАН, 2017. 64 с.

ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ НАЛЕДЕЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ИХ ВЛИЯНИЕ НА АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Дорошенко Илья Олегович, бакалавр кафедры «САДиА», e-mail: dogifog22@gmail.com
Сураев Данил Александрович, магистр кафедры «САДиА», e-mail: danil-suraev@mail.ru
Научный руководитель – Медведев Никита Владимирович, старший преподаватель,
e-mail: megohat@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Была рассмотрена проблема формирования грунтовых наледей в условиях Алтайского края, так как в настоящее время в крае, особенно в предгорных и горных районах наблюдается активное образование наледей. Помимо поверхностных наледей, которые являются весьма распространенными, на некоторых участках образуются грунтовые наледи, которые отличаются своими размерами и опасностью для безопасности дорожного движения, так как зачастую такие наледи выходят на поверхность дороги и могут полностью парализовать движения автомобильного транспорта.

Ключевые слова: наледи, грунтовые наледи, автомобильные дороги, искусственные сооружения, экзогенные процессы.

Наибольшее распространение на территории Алтайского края получили наледи, образованные от поверхностных вод, таких как небольшие ручьи и ключи, которые являются весьма распространенными в предгорных и горных районах края, а также наледи от талых вод, которые активно развиваются в весенний период из-за резких перепадов дневных и ночных температур [1].

Помимо горных районов наледи от талых вод могут образовываться и в достаточно равнинных районах. Одним из таких районов является Усть-Калманский район Алтайского края, на автомобильных дорогах которого в некоторые годы происходит образование наледей в местах, где автомобильная дорога проходит в низине и в нулевых отметках, и талая вода скапливается вдоль дороги в дневное время, после чего происходит ее замерзание ночью и постепенное образование наледи.

Реже в регионе встречаются наледи подземных вод, которые являются весьма неизученными в связи с тем, что требуют детальных геологических изысканий в местах их появления. Чаще всего их образование происходит в местах, где водоносный горизонт расположен близко к поверхности земли и при сильных морозах происходит его перемерзание. Это приводит к тому, что грунтовая вода не может пробиться по своему естественному подземному руслу, в результате чего она начинает пробиваться на поверхность земли и с учетом низких зимних температур в горных районах Алтайского края происходит ее быстрое замерзание [2]. Так как поток грунтовых вод продолжает выходить на поверхность земли, то происходит постоянное питание наледи и ее рост, который может достигать от нескольких сотен кубических метров до нескольких тысяч в объеме и иметь толщину до 6 м.

Одна из таких наледей ежегодно образуется в Солонешенском районе Алтайского края и полностью парализует движение на 129 километре автомобильной дороги «Быканов мост – Солонетка – Солонешное – граница Республики Алтай». Образование наледи на данном участке происходит на косогоре из-за близко расположенного к поверхности земли водоносного горизонта, который перемерзает в зимний период, вследствие чего ключевая вода выходит на поверхность косогора и постепенно стекает к автомобильной дороге. Отличительная особенность наледи на данном участке состоит в том, что косогор имеет относительно небольшой уклон и обильную растительность в виде высокого травяного покрова, который в зимний период служит утеплителем для ключевой воды, стекающей по косогору, а наличие большого количества деревьев на косогоре способствует защите наледной воды от действия сильного холодного ветра в зимний период, который способствовал бы образованию наледи на косогоре и таянию наледи в весенний период из-за недостаточного попадания солнечных лучей на косогор (рисунок 1).



Рисунок 1 - Наледь, образовавшаяся на участке автомобильной дороги «Быканов мост – Солоновка – Солонешное – граница Республики Алтай»

Для отвода стекающей с косогора ключевой воды на данном участке автомобильной дороге предусмотрена открытая водоотводная канава, которая предусмотрена для того, чтобы отводить в летне-осенний период поверхностные воды от дождевых осадков в пониженные места рельефа в существующий ручей через деревянную водопропускную трубу, которая находится на удалении 100 м от места образования наледи. В зимний период из-за большого расстояния до водопропускной трубы ключевая вода, протекающая вниз по водоотводной канаве к трубе, замерзает, и наледь начинает выходить на покрытие автомобильной дороги, создавая аварийные ситуации и со временем полностью перекрывая движение на данном участке, в связи, с чем приходится предусматривать объездную дорогу. Помимо рассмотренного участка такие же проблемные места встречаются и на других автомобильных дорогах.

Для того чтобы избежать проложения автомобильной дороги по участкам образования наледей от грунтовых вод необходимо еще на этапе изысканий проводить детальные геологические обследования участков будущего проложения трассы не только непосредственно на участке полосы отвода, но также и на косогорных участках. Это связано с особенностью горных районов, где могут наблюдаться близкорасположенные к поверхности земли водоносные горизонты в верхних участках косогора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Меренцова Г.С., Медведев Н.В. Условия образования наледей на автомобильных дорогах и искусственных сооружения Западной Сибири и их устранение // Четвертый Всероссийский Дорожный Конгресс «Перспективные технологии в строительстве и эксплуатации автомобильных дорог»: сб. науч. тр. М: МАДИ, 2015. С. 232-236.
2. Меренцова Г.С., Медведев Н.В. Образование наледей и борьба с ними на автомобильных дорогах и искусственных сооружениях // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2017. Т.3, №3.

РЕМОНТ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ТРУБЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВСТАВКИ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ТРУБЫ

Захаров Владимир Александрович, бакалавр кафедры «Строительство автомобильных дорог и аэродромов», e-mail: zeronolb@yandex.ru

Научный руководитель – Меренцова Галина Степановна, д.т.н., зав. кафедрой САДиА, e-mail: adio-06@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассмотрены вопросы ремонта существующей водопропускной железобетонной трубы с применением вставки металлической трубы. Представлены преимущества применения сборных секционных гофрированных труб при ремонте железобетонных водопропускных труб, рассмотрены основные этапы технологии ремонта. Такая технология позволяет снизить стоимость ремонтных работ.

Ключевые слова: ремонт, труба, секция, вставка, стальной.

Капитальный ремонт железобетонных водопропускных труб проводится в соответствии с проектной документацией, требованиями нормативных документов и технических регламентов [1,2,3]. Это позволяет обеспечить защиту земляного полотна от негативного влияния потоков воды, проходящих через трубу. Метод ремонта путем вставки металлической трубы применяют, если сужение диаметра ремонтируемой трубы не повлияет на пропуск водного потока, а так же имеющие следующие дефекты (рисунок 1):

- нарушение гидроизоляции;
- отклонение геометрического положения трубы более чем на 3,0 % от оси ее диаметра;
- нецелесообразность иных видов ремонта.

Данный метод позволяет:

- проводить ремонт водопропускных труб в «стесненных условиях»;
- снизить стоимость ремонта;
- восстановить способность трубы пропускать воду;
- устранить течь в поврежденных участках;
- сократить срок ремонта приблизительно до двух рабочих дней;
- проводить ремонтные работы без перекрытия движения по дороге, т.е. без устройства объездных путей.

Для вставки в основном применяются Спиралевидные Металлические Гофрированные трубы, которые состоят из секций. Секции изготовлены методом гофрирования и спиральной наливки в трубу из оцинкованной или покрытой полимерами листовой стали толщиной, в основном, от 2,0 до 4,0 мм. Длина секций может составлять до 13,5 м, а также ограничена возможностями транспортного средства, используемого для их перевозки.

Секции трубы соединяются между собой при помощи бандажей, которые подразделяются на:

- гладкие, стягиваемые болтами или шпильками – используются при соединении труб с гладкими участками на концах;
- гладкие с выпрессовками, стягиваемые болтами или шпильками – этот и следующий варианты используются при соединении труб с навивкой по всей длине;
- спиральные гофрированные, стягиваемые болтами;
- с кольцевым гофром, стягиваемые болтами – используются при соединении труб с участками гофрирования на концах.

Секции труб диаметром до трех метров изготавливаются из углеродистой и низкоуглеродистой стали по ГОСТ 14918 или стали с цинковым и другими видами покрытия. При диаметре более трех метров используются те же виды стали, но повышаются требования к их качеству.

Основные работы по ремонту включают в себя:

- 1) Подготовительные работы.

На этапе подготовительных работ выполняется изоляция участка рабочей зоны от воды, очистка трубы и поврежденных мест от мусора и грязи, заделка трещин и мест просачивания грунтовых вод, создание надлежащих условий для беспрепятственного протаскивания секций стальной трубы.

2) Монтаж секций.

Монтаж выполняется путем протаскивания стальным тросом секций внутренней трубы по направляющим. Направляющие устанавливаются в проектное положение относительно оси трубы и высотных отметок.

Вначале при помощи монтажного крана выставляется первая секция, так, чтобы снаружи осталась ее часть для последующей установки бандажа и крепления следующей секции, затем лебедкой (или другими средствами) и подготовленным стальным тросом секция протаскивается в трубу, а на конец последней снова устанавливается бандаж. Таким образом, происходит монтаж всех секций.

3) Омоноличивание межтрубного пространства.

При омоноличивании пустоты между вставленной трубой и ремонтируемой заполняются кирпичами, а затем заливаются бетонной смесью маркой не ниже П4 с помощью ранее протянутого шланга. Необходимо следить, чтобы шланг не пережимало. Контроль заполнения бетонной смесью пазух осуществляется методом простукивания внутри трубы резиновым молотком, а также путем сравнения объемов уложенной смеси с объемами, указанными в проекте.

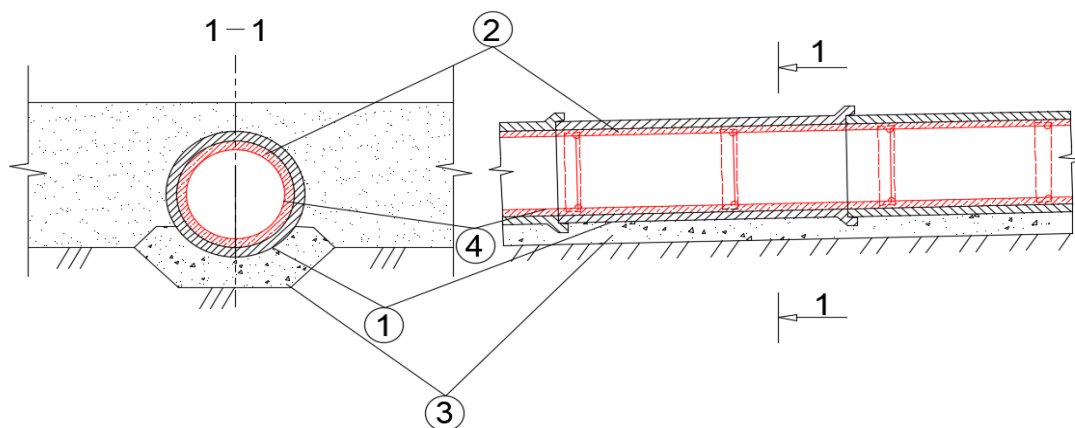


Рисунок 1 – Ремонт трубы по способу гильзования металлической трубой:

- 1 – существующая железобетонная труба;
- 2 – омоноличивание межтрубного пространства;
- 3 – гравийно-песчаная подготовка;
- 4 – металлическая труба

Таким образом, использование спиралевидных металлических гофрированных труб при ремонте водопропускных труб существенно уменьшает трудоемкость работ и позволяет проводить ремонт в сложных условиях с получением более долговечного результата.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ОДМ 218.3.099-2017. «Рекомендации по капитальному ремонту водопропускных труб методом гильзования металлическими гофрированными спиральновитыми трубами» : принят и введен в действие распоряжением Федерального дорожного агентства от 06.09.2018 г. N 3356-р. Доступ из нормативной базы «Техэксперт», (дата обращения 05.04.2021).

2. ОДМ 218.2.087-2017 «Рекомендации по проектированию и строительству водопропускных сооружений из спиральновитых металлических гофрированных труб» : принят и введен в действие распоряжением Федерального дорожного агентства от 15. 05. 2017 г. №940-р. Доступ из нормативной базы «Техэксперт», (дата обращения 05.04.2021).

3. ОДМ 218.2.001-2009 «Рекомендации по проектированию и строительству из металлических гофрированных структур на автомобильных дорогах общего пользования с учетом региональных условий (дорожно-климатических зон)» : принят и введен в действие распоряжением Федерального дорожного агентства от 21 июля 2009 г. N 252-р. Доступ из нормативной базы «Техэксперт», (дата обращения 05.04.2021).

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОШПУНТОВ SP 600 ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Кустов Денис Александрович, бакалавр кафедры «Строительство автомобильных дорог и аэродромов», e-mail: denis.kustov.2014@mail.ru

Научный руководитель – Меренцова Галина Степановна, д.т.н.,
зав. кафедрой САДиА, e-mail: adio-06@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В связи с тем, что не всегда имеется возможность возводить насыпь земляного полотна, отвечающей требованиям устойчивости, то в некоторых случаях предусматривается устройства шпунта Ларсена, который позволяет сохранить устойчивость земляного полотна. Но у этого технологического решения есть большой недостаток в его стоимости, поэтому целесообразно использовать шпунты из ПВХ (геошпунты). Были рассмотрены свойства и преимущества применения геошпунтов в дорожном строительстве при возведении насыпей земляного полотна.

Ключевые слова: геошпунты, шпунты ПВХ, шпунт Ларсена, земляное полотно, реконструкция автомобильных дорог

В качестве противофильтрационных завес больше 100 лет используют шпунт Ларсена, который представляет собой металлический профиль в виде желоба с пазами или замками. У этого решения есть ряд недостатков: высокая цена, сложный монтаж, подверженность коррозии. В современных условиях целесообразно использовать шпунт из ПВХ (геошпунт), имеющий замки, вертикально соединяющие один профиль с другим для создания «стены в грунте».

Изготовление шпунта осуществляется на высокопроизводительных экструзионных линиях с использованием уникального высокотехнологического процесса соединения двух различных пластичных масс в единый профиль. В результате получается коэкструзионный профиль повышенной прочности [1]. Геошпунт имеет следующие свойства:

- стойкость к ультрафиолету и атмосферным осадкам;
- морозостойкость;
- высокая ударная прочность, устойчивость к старению;
- высокие противопожарные качества (не распространяет горение);
- химическая стойкость;
- низкая теплопроводность;
- влагостойкость.

Установлены следующие преимущества применения:

- снижение себестоимости объекта строительства (экономичность в сравнении с металлом);
- снижение сроков выполнения работ;
- экологически чистый материал;
- возможность проведения работ в любых погодных условиях;
- монтаж стандартной строительной техникой;
- малый вес конструкции;
- эстетичность конструкции;
- отсутствие необходимости выемки грунта и его транспортировки;
- возможность многократного использования;
- высокая несущая способность;

- возможность формирования изгибов;
- долговечность.

Настоящими исследованиями установлены следующие области применения геопунта:

1. Берегоукрепление.

2. Противофильтрационная завеса.

Противофильтрационная завеса - это искусственная преграда, ограничивающая фильтрацию воды через грунт. Идеально подходит для экологической защиты массивов и водоемов от химстоков, реконструкции нулевого цикла сооружений в подтопленных грунтах.

3. Противофильтрационная завеса в автодорожном строительстве.

В подтопленной местности (болота, долины рек) где уровень грунтовых вод близок к отметкам поверхности земли и грунты основания непригодны для строительства автомобильных дорог.

В настоящее время в автодорожном строительстве востребован геопунт SP 600[1] (основные характеристики: прочность при растяжении не менее 37 МПа, допустимый момент 22,42 кН-м/м, момент сопротивления – 976 см³/м, момент инерции – 11022 см⁴/м, теплопроводность – 0,19 Вт/м*К, модуль упругости 2000 МПа). При помощи замков, геопунт крепится между собой и создаёт нерушимую, устойчивую стену, за счёт этого грунт земляного полотна не разъезжается, сохраняя качественное дорожное покрытие. Во время дождя, паводков, такую стену из геопунтов сложно выдавить из грунта.

Использование геопунта как противофильтрационной завесы в автодорожном строительстве показано на рисунке 1:

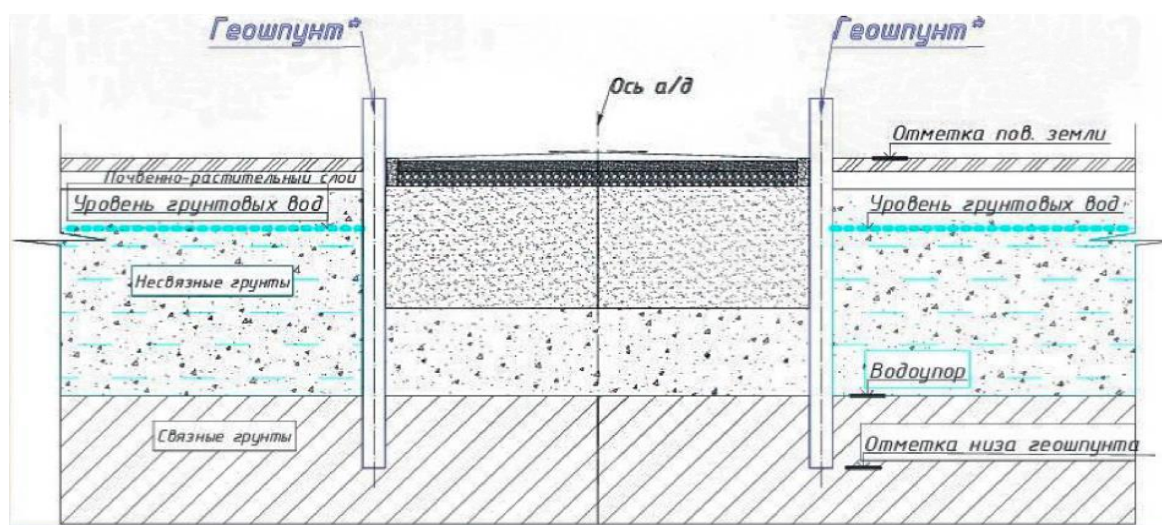


Рисунок 1 – Противофильтрационная завеса

Вывод: Геопунт SP 600 востребован в строительстве автомобильных дорог в подтопленной местности. Отличается своей экономичностью. Выдерживает температурные показатели в соответствии с колебанием температур в Алтайском крае.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Центр Геотехнологий : сайт. Белгород, 2021. URL: <http://centrgeotech.ru/tovary/geoshpunt/> (дата обращения 15.04.2021).

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРОВЕДЕНИЯ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДОРОГ

Лавицкий Денис Сергеевич, бакалавр кафедры «Строительство автомобильных дорог и аэродромов», e-mail: lavitskiy2000@mail.ru

Научный руководитель – Меренцова Галина Степановна, д.т.н., зав. кафедрой САДиА, e-mail: adio-06@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В данной статье рассмотрены особенности проведения разбивочных работ при строительстве дорог, а также их этапы. Актуальность данной темы выражается в том, что разбивочные работы являются обязательными при любой строительной деятельности и для правильности построения последующих этапов, а также создания проекта и его коррекции нам необходимы данные разбивки, которая учитывает важные нюансы условий, в которых будет осуществлен проект.

Ключевые слова: разбивочные работы, этапы, строительные работы, геодезический контроль, земляное полотно.

Разбивочные работы в процессе строительства дорог являются неотъемлемым сопроводительным этапом работы. Это отражается в том, что при разбивке, необходимо учитывать абсолютно все элементы, которые попадают и являются совместной частью дорожного полотна. То есть это не только само дорожное полотно, а все его содержимое. Без учета всех особенностей идет полное отклонение от траектории проекта, который был установлен для работы. По факту – это не только провал проекта – это еще сооружение небезопасного объекта, не окупаемость проекта, которая приведет к большим финансовым потерям. Поэтому нам очень важно знать все особенности разбивочных работ и быть грамотными профессионалами в данной деятельности.

Последовательность разбивочных работ, чтобы понимать алгоритм и структуру процесса: подготовительные работы; восстановление трассы и осей сужений; создание опорных сетей строительства и перенесение на местность запроектированных осей инженерных сооружений; детальные разбивочные работы; геодезическое управление работой строительных машин; геодезический контроль за строительными работами; исполнительные съемки и приемка инженерных сооружений в эксплуатацию.

Применяются следующие этапы разбивки:

- 1 этап – на нем осуществляется привязка и закрепление трассы и осей сооружения к опорной сети, восстановление и закрепление знаками положений главных осей сооружения и сгущение опорной сети строительства;

- 2 этап - здесь производится точная разбивка элементов дороги.

- 3 этап - производится геодезический контроль над работой механизмов для строительства дорожных конструкций;

- 4 этап – здесь производят последнюю разбивку элементов дороги для отделочных и монтажных работ;

- 5 этап – последний, производится исполнительная съемка дороги.

За пределами земляных работ колышки, вехи с высотными отметками устанавливаются по схеме, приведенной на рисунке 1.

При разбивке для определения мест фиксации, где есть конструктивные особенности земляного полотна, используются колышки, которые регулируют строительные работы и упрощают производство земляных работ [1].

Высотные отметки выставляются на каждой вариации и изменении продольного профиля.

Так же при разбивке насыпей, производимых в несколько слоев, используют переносные шаблоны, их мы можем увидеть на рисунке 2.

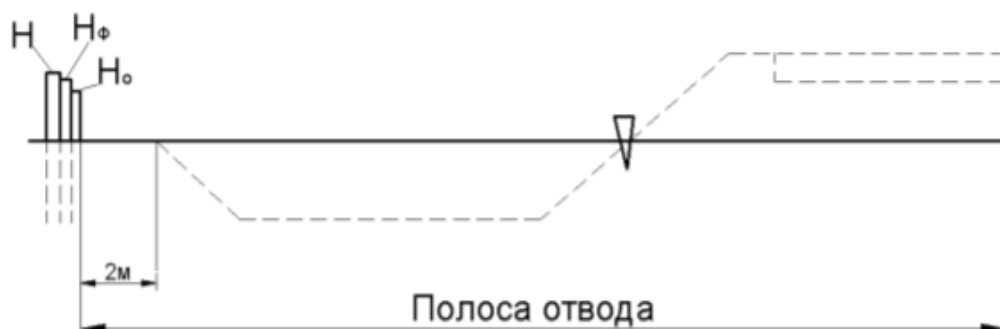


Рисунок 1 – Схема установки колышков на обрезах с нанесением на них высотных отметок

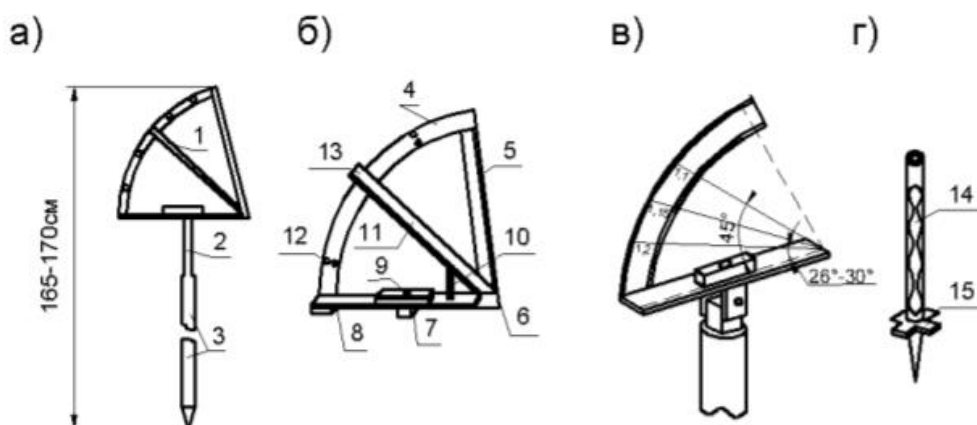


Рисунок 2 – Приспособление для разбивки откосов насыпей и выемок

Данный аппарат используется для контроля выполняемой работы, непосредственно – это контроль откосов при строительстве дороги, что будет напрямую влиять на ее качество.

Разбивочные работы очень важны в процессе дорожного строительства, так как от них зависит правильность строительства будущей дороги, потому что это напрямую влияет на качество исполнения работы, ведь важно не только рационально использовать материалы при строительстве сооружений и объектов, но и правильность выполнять дорожно-строительные работы.

Каждое изменение рельефа и ландшафта местности должно быть учтено, измерено с помощью специального оборудования, действенность которой доказана на практике, но без учета особенностей и знания тонкостей данной деятельности, исполнить и проконтролировать данную работу будет просто невозможно.

Разбивочные работы согласно ВСН-5-81 состоят из восстановления трассы, развития опорной сети, перенесения проектов сооружений на местность, детальной разбивки сооружений [1]. Эти работы являются неотъемлемой частью любого дорожно-строительного процесса и обязательны для выполнения перед проведением строительных работ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ВСН 5-81 Инструкция по разбивочным работам при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте автомобильных дорог и искусственных сооружений / Минавтодор РСФСР. М.: Транспорт, 1983.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОСЕТОК ПРИ УСТРОЙСТВЕ КОНСТРУКТИВНЫХ СЛОЁВ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

Родин Роман Владимирович, бакалавр кафедры «Строительство автомобильных дорог и аэродромов», e-mail: romanbest1999@mail.ru

Научный руководитель – Меренцова Галина Степановна, д.т.н., зав. кафедрой САДиА, e-mail: adio-06@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассмотрены вопросы применения геосетки при уширении дорожной одежды. Установлена эффективность использования геосеток, уложенных слоем дорожного покрытия для совместной работы слоёв уширения. Технология армирования асфальтобетонов и цементобетонов геосеткой позволяет предотвратить разрушение асфальтобетонных покрытий.

Ключевые слова: геосинтетические материалы, геосетки, применение геосеток, технология армирования.

Рост интенсивности дорожного движения ставит перед дорожными службами задачу повышения пропускных способностей автомобильных дорог, обеспечения безопасности дорожного движения. Одним из вариантов экономичных конструктивно- технологических решений является увеличение ширины укрепленной поверхности дороги. Повышению надежности и долговечности дорожных одежд, предотвращению образования трещин в зоне сопряжения, обеспечению равной прочности основной дорожной одежды и полосы уширения способствует использование армирующей прослойки из жестких, минимально растяжимых синтетических материалов – геосеток. Геосетка позволяет повысить эксплуатационную надежность, срок службы дорожного полотна, качество работ, усовершенствовать технологию строительства, уменьшить сроки строительства, сократить расход строительных материалов, объемы работ,

Технология армирования устраняет деформации и разрушения асфальтобетонных покрытий: температурные и продольные трещины. Геосетка принимает на себя растягивающие напряжения, которые, в силу физико-механических свойств, наиболее опасны, сдвиговые деформации (колея и волны). Способность геосетки распределять высокие нагрузки позволяет увеличить рабочую зону нижних слоев покрытия и основания, таким образом, устранив в них пиковые напряжения.

Геосетка укладывается между двумя слоями асфальтобетона, обработанными битумной эмульсией. Укладка геосетки производится путем раскатывания по поверхности дороги рулонов в продольном направлении, поочередно, с нахлестом верхнего слоя на нижний не менее чем 150 мм. Укладка геосетки подразумевает обязательный фактор в виде отсутствия волн, которые будут мешать правильной укладке второго слоя и повлияют на технические характеристики сетки. Для их устранения и для лучшей сцепки сетки с битумной эмульсией или битумом геосетку прокатывают специальными ручными валиками или катками. С помощью строительных дюбелей производится крепление сетки к нижнему слою асфальтобетона [1].

С использованием данной технологии произведен ремонт покрытий в городах Владимирской области, Красноярского края, Алтайского края, при реконструкции участков федеральных дорог: «Крым», «Урал», «Каспий», «Волга», «Холмогоры», «Балтия» и другие.

Разнообразие таких материалов и их характеристик требует проверки на соответствие нормативным значениям. Так при проведении лабораторных испытаний геосетки «Армосет» С33 производства ООО «Фабрика нетканых материалов» установлено, что разрывная нагрузка образцов ниже нормативных показателей.

Рассмотрим эффективность применения геосетки при уширении дорожной одежды из асфальто-цементобетона на участке дороги «Бийск-Белокуриха» (рисунок 1). В 2007 году Бийским ДСУ-1 была произведена укладка геосетки марки ГСК-50 на уширение существующей дорожной одежды. Применение геосетки при уширении дорожной одежды было обусловлено уменьшением количества продольных трещин.

Длина укладки геосетки на двух участках составила 100 м, величина уширения 1,5 м. Ширина укладки геосетки составляла 2,4 м, что обеспечивало перекрытие зоны стыка. Укладка геосетки осуществлялась на существующее покрытие автомобильной дороги. Перед укладкой геосетки осуществлялся розлив битума марки БНД 90/130 при помощи гудронатора на базе КАМАЗ. Ширина розлива автогудронатора составляла от 2,2 до 4,5 м., что удовлетворяла ширине укладки сетки (1,5 метра). При укладке геосетки возникали обрывы и неровности, вследствие слипания рулона из-за плохого качества вяжущего материала. Для устранения недостатков и закрепления сетки осуществлялась забивка дюбелей, из-за больших неровностей дюбели забивались в три ряда [2].

К недостаткам технологии укладки можно отнести отсутствие подкатки ручным катком, а также отсутствие шайб у забиваемых дюбелей. Кроме этого отрицательную роль сыграло плохое качество связующего материала. При обследовании описанных участков дороги установлено, что место сопряжения дефектов не имеет, отсутствуют трещины и выбоины.

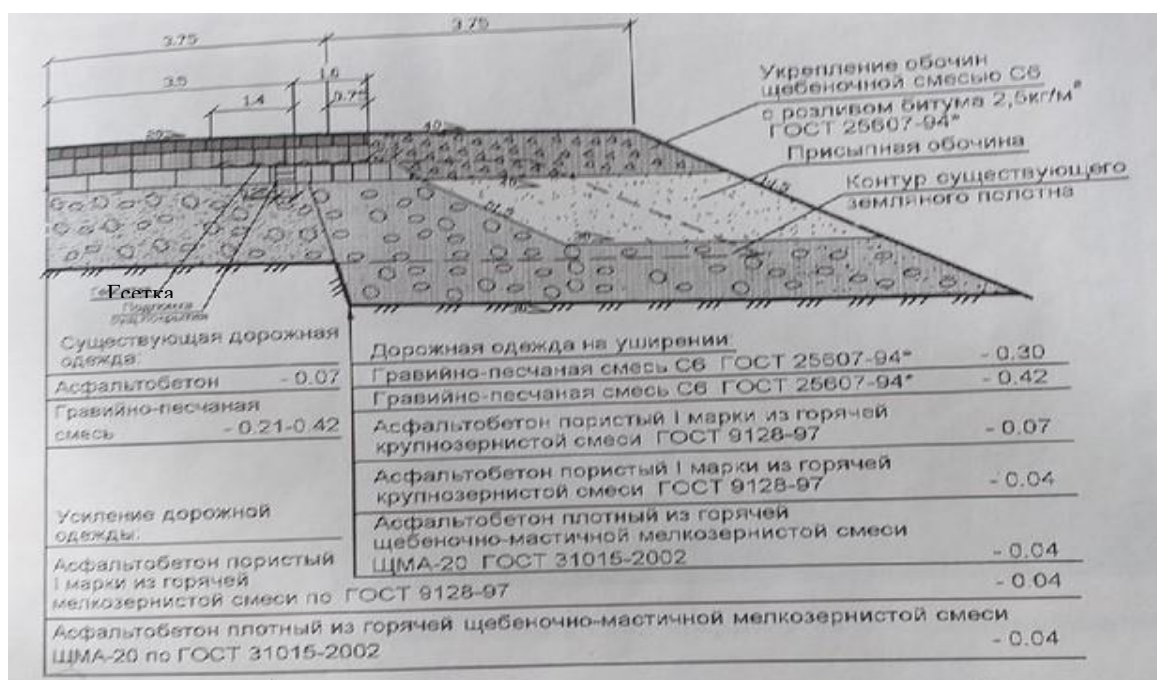


Рисунок 1 - Поперечный профиль конструкции дорожной одежды на автомобильной дороге «Бийск – Белокуриха».

Изучение опыта применения геосеток позволяет сделать вывод, что использование данного материала позволяет значительно увеличить интервалы между ремонтными работами, повышает упругие свойства асфальтобетона, увеличивая его сопротивляемость растягивающим усилиям при длительных и многократно прикладываемых нагрузках. В результате применения геосетки покрытия дороги выдерживают перепады температур и повышенную нагрузку за счет равномерного распределения возникающих напряжений, что увеличивает срок службы участка дороги.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ОДМ 218. 5.003-2010 «Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог»: принят и введен в действие распоряжения Федерального дорожного агентства от 01 февраля 2010 г. N 71-р. Доступ из нормативной базы «Техэксперт» (дата обращения 05.04.2021).

2. Меренцова Г.С. Повышение трещиностойкости и эксплуатационной надежности асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог: монография / Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2018. 107 с.

УСТРОЙСТВО СЛОЕВ ОСНОВАНИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ИЗ ГРУНТОВ, УКРЕПЛЕННЫХ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТОМ С ПОМОЩЬЮ РЕСАЙКЛЕРА ФИРМЫ WIRTGEN

Фролова Маргарита Николаевна, бакалавр кафедры «Строительство автомобильных дорог и аэродромов», e-mail: margaritafrolova8302@gmail.com

Научный руководитель - Хребто Алексей Олегович, старший преподаватель,
e-mail: aleksei.hrebto@inbox.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассмотрены вопросы внедрения новых технологий в дорожном строительстве с использованием современной техники. Приведены основные технологические операции по укреплению грунтов цементом для строительства оснований дорожных одежд. Предложены рекомендации по уплотнению конструктивного слоя основания дорожной одежды.

Ключевые слова: укрепленный грунт, ресайклер, основание дорожной одежды, портландцемент, неорганические вяжущие, строительство автомобильных дорог.

В настоящее время дорожная отрасль в нашей стране претерпевает большие изменения. Осуществляется интенсивное внедрение современных технологий, материалов, машин и оборудования в дорожных организациях, что позволяет увеличить объемы строительства, капитального ремонта и реконструкции автомобильных дорог, а также значительно продлить их эксплуатационный срок службы.

С 2014 года в дорожных организациях Алтайского края было начато опытное применение технологии холодного ресайклинга дорожных одежд, которая предполагает измельчение и повторное использование большей части материалов существующей конструкции с добавлением новых минеральных материалов и вяжущего с последующим перемешиванием. Это удешевляет производство работ за счёт снижения потребности в материалах и их доставке на объекты, а требуемые показатели прочности и долговечности конструкций достигаются введением в перемешиваемый объём различных вяжущих: минеральных (цемента), органических (битума или битумной эмульсии) или комплексных (смеси цемента и органического вяжущего). Данная технология позволяет также приготавливать укрепленные грунты для устройства верхних слоёв земляного полотна и оснований дорожных одежд, чем достигается дополнительная экономия каменных материалов при одновременном повышении долговечности и надёжности конструкций.

Отмечено, что отечественные нормативная база и технологические документы на выполнение ресайклинга с применением различных вяжущих материалов недостаточно подробны и не описывают всех технических нюансов процесса. Таким образом, существует необходимость в разработке стандартов дорожных организаций, регламентирующих технологические особенности производства работ с использованием ресайклеров.

При укреплении местных грунтов по данной технологии работ предусматривалась следующая последовательность операций:

- профилировка и начальная прикатка укрепляемого слоя;
- внесение минеральных материалов для создания необходимой гранулометрии (при необходимости);
- размельчение комков при наличии связных грунтов;
- дозировка и внесение вяжущих (одиночного или комплексного);
- добавление воды до оптимальной влажности смеси;
- смешивание исходного грунта с дополнительно вносимыми материалами, вяжущими и водой;
- профилировка и укатка смеси;
- уход за укрепленным слоем.

На дороге осуществлялась профилировка исходного грунта при помощи автогрейдера, при которой учитывается толщина слоя по проекту. Далее осуществлялась прикатка слоя

уплотняющими механизмами. При использовании связных грунтов они размельчались до необходимых агрегатных размеров. В приготовленном к укреплению слое наличие глинистых агрегатов диаметром больше 10 мм было не более 10 % (по массе), а больше 5 мм - 25 % (по массе). Для необходимости создания проектного гранулометрического состава, внесение и распределение минеральных материалов осуществлялось по всей ширине нижележащего слоя [1].

При производстве работ ведущими машинами являются высокопроизводительные грунтосмесительные машины – ресайклеры (рисунок 1).



Рисунок 1 – Ресайклер фирмы WIRTGEN

При применении неорганических вяжущих заблаговременно, перед проходом ресайклера осуществлялось распределение по поверхности портландцемента с добавками. Ресайклер перемешивал все составляющие за один проход, одновременно подавая в смесь определенное количество воды, необходимое для доведения смеси до оптимальной влажности. При смежных проходах перекрытие на всей длине захватки находилось в интервале 0,1 - 0,2 м, величина которого была задана заранее. При этом было осуществлено перекрытие некоторого количества форсунок для подачи воды ресайклера, чтобы избежать переувлажнения слоя, который подлежал дальнейшему уплотнению [1].

После прохода смешивающей машины осуществлялась профилировка поверхности слоя автогрейдером, после чего всё завершалось укаткой смеси комбинированными катками. Длина захватки в зависимости от конкретных условий определялась при разработке проекта производства работ (ППР) и составляла 400 м.

При уплотнении комбинированным катком первоначальные 4 - 6 проходов (по одному следу) производилось вальцом вперёд на скорости 2 - 3 км/ч в режиме статики (без вибрации). Уплотнение слоя осуществлялось к середине от краёв так, чтобы перекрывали каждый след от прохода при последующем движении на 0,3 - 0,4 м. Дальнейшие 2 - 3 прохода комбинированного катка по одному следу осуществлялось на скорости 4 - 6 км/ч с включённой вибрацией. При появлении малейших значимых дефектов вибрация выключалась. Технологическая стадия уплотнения завершалась 3 - 5 проходами по одному следу среднего гладковальцового катка на скорости 4 - 6 км/ч в режиме статики [1].

После устройства слоя основания, укрепленного портландцементом, осуществлялся технологический перерыв перед устройством следующего слоя в течение первых 5 - 10 суток для достижения 70 % от проектной прочности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ОДМ 218.3.119-2019. Методические рекомендации по применению нежестких дорожных одежд с основаниями из укрепленных или обработанных вяжущими каменными материалами и грунтов. Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), Москва, 2019, 117 с.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВЫПОЛНЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ РАЗМЕТКИ ТЕРМОПЛАСТИКОМ И ДВУХКОМПОНЕНТНЫМ ХИМПЛАСТИКОМ

Шилов Константин Сергеевич, бакалавр кафедры «Строительство автомобильных дорог и аэродромов», e-mail: prokazza1995@gmail.com

Научный руководитель – Медведев Никита Владимирович, старший преподаватель, e-mail: megohat@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Организация дорожного движения играет немаловажную роль в обеспечении безопасности движения на автомобильных дорогах. В связи с этим одну из главных ролей при организации движения играет дорожная разметка, которая разделяет потоки движущегося транспорта, тем самым обеспечивая безопасность движения. Поэтому необходимо, чтобы разметка была правильно нанесена на дорожное покрытие, была долговечной и не вводила в заблуждение участников дорожного движения.

Ключевые слова: дорожная разметка, термопластик, химпластик, автомобильные дороги, организация дорожного движения.

Дорожный термопластик и двухкомпонентный химпластик применяется для нанесения маркировочной символики, которая способствует упорядоченному движению транспортных средств и пешеходов, что повышает безопасность дорожного движения. Данный материал рекомендуется для нанесения толстослойных стрелок, линий и других знаков безопасности на дорожных покрытиях, вне зависимости от того асфальтобетонные они или цементобетонные. Долговечность такой разметки обеспечивается благодаря тому, что она может выдерживать экстремальные температуры от - 40°C до + 50°C. Также дорожный термопластик и двухкомпонентный химпластик хорошо показали себя при эксплуатации на автомагистралях с высокой интенсивностью движения, что говорит о их износостойкости.

Рекомендуется использовать следующие методы для нанесения дорожной разметки термопластиками и химпластиками с применением самоходных разметочных машин:

- гравитационный (с использованием каретки);
- экструдерный;
- распылением (спрей-метод) [1].

При нанесении горизонтальной дорожной разметки термопластиками и двухкомпонентным химпластиком ручным способом целесообразно применять гравитационный метод, который основывается на особенностях термопластика и химпластика ровно ложиться на асфальт, вытекая под «собственным весом» через сопла разметочного прибора.

Термопластики и химпластики имеют решающие преимущества перед другими материалами, используемые для разметки на автомобильных дорогах, а именно:

- они достаточно стойки к воздействию дорожных уборочных машин, а также автомобильных колес легкового и грузового транспорта;
- обеспечивают хорошую видимость разметки в любое время суток и в разных погодных условиях, в том числе и зимой при правильной их эксплуатации (своевременной очистки от снега и льда);
- имеют высокое сцепление с покрытиями дорог из асфальтобетона и цементобета, что позволяет их использовать на всех автомобильных дорогах с капитальным и облегченным типом покрытием;
- обладает эластичностью, твердостью и однородностью с высокой степенью яркости в любое время суток;
- позволяют добиться практически идеальной геометрии форм и линий разметки, что способствует повышению безопасности движения;
- благодаря отсутствию в составе термопластика и химпластика в составе растворителя, то обеспечивается экологическая безопасность при их использовании;

- достаточно долгий срок эксплуатации в любых климатических условиях, который составляет до 3 лет.

Еще одной особенностью использования термопластика и химвластика при нанесении разметки является то, что их можно наносить на предыдущую разметку без потери эксплуатационных характеристик, а совместное использование со стеклянными микрошариками позволяет увеличить их отражающую способность в ночное время, особенно на автомобильных дорогах, находящихся за пределами населенных пунктов.

При применении данных материалов допускается возобновлять движение на автомобильных дорогах по истечению часа. Это связано с тем, что термопластик и химвластик имеют быструю скорость высыхания.

В некоторых случаях, когда нанесение горизонтальной дорожной разметки с использованием самоходных машин, при незначительном объеме является нецелесообразным, то по согласованию с заказчиком можно применять на таких участках ручной способ нанесения и возможную замену термопластика холодным пластиком.

При нанесении горизонтальной дорожной разметки термопластиком и химвластиком рекомендуется следующая последовательность проведения работ:

- оградить место производства работ и подготовить разметочную машину к работе;
- подготовить маточный котел и котел разметочной машины к плавлению материала (термопластика);
- заполнить котел термопластиком и обеспечить его последующее плавление;
- загрузить микростеклошарики в разметочную машину;
- нанести горизонтальную дорожную разметку на дорожное покрытие;
- монтаж и последующий демонтаж временных технических средств организации дорожного движения, защищающих новую горизонтальную дорожную разметку от наездов транспортных средств и движения пешеходов до полного отверждения материала.

При использовании химвластика, в котором отвердитель вводится в основную массу, соотношение компонентов рекомендуется определять в зависимости от рекомендации производителя и применять гравитационный метод, если в рекомендациях по его применению не указана другая технология.

Для обеспечения равномерного перемешивания компонентов отвердитель вводится в ёмкость, в которой содержится основная масса материала, порциями в соответствии с инструкцией производителя материала [2]. После достижения требуемой в инструкции производителя материала длительности перемешивания химвластика полученную смесь выливают в каретку разметочной машины и наносят горизонтальную дорожную разметку до полной выработки материала в каретке с последующей полной ее очисткой от оставшегося материала.

В заключение можно сказать, что дорожная разметка играет одну из ключевых ролей в дорожном строительстве, так как она помогает водителям легче ориентироваться в транспортном потоке и придерживаться выбранной полосы, что способствует предотвращению опасных ситуаций и как следствия дорожно-транспортных происшествий. Применение термопластика и химвластика также позволяет повысить эксплуатационную безопасность автомобильных дорог, благодаря их высокой отражающей способности, долговечности и изностостойкости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. ОДМ 218.6.020-2016. Методические рекомендации по устройству дорожной разметки: издан на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 29.08.2016 N 1731-р. Москва: ООО ЦИТИ "Дорконтроль", 2016. 110 с.
2. ГОСТ Р 51256-2018. Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования: дата введения 2018-06-01. Москва, 2018. 41 с.

ПОДСЕКЦИЯ «ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ»

СОВРЕМЕННЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДЕРЕВА. ДЕРЕВЯННЫЕ НЕБОСКРЕБЫ

Бабакаева Дарья Максимовна, специалист кафедры «Строительные конструкции»,
e-mail: darya_babakaeva@mail.ru

Научный руководитель – Вербицкая Елена Васильевна, старший преподаватель,
e-mail: alenapantushina@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Затронута проблема экологии и актуальность высотных зданий. Рассмотрена тема влияния строительства на экологию и то, какие технологии позволят уменьшить вред окружающей среде. Показано, какие материалы используются при строительстве деревянных небоскребов и то, как их получают. Рассказано о плюсах высотных деревянных зданий. Приведены примеры уже реализованных проектов, также рассмотрены проекты, которые только предстоит реализовать.

Ключевые слова: экологическое строительство, конструкции, дерево, небоскребы, актуальность.

На сегодняшний день в больших городах начинает преобладать строительство многоэтажных зданий и это достаточно объяснимо. Как правило, при увеличении населения требуется значительное расширение жилой площади. Многоэтажные дома наиболее рациональны в строительстве, обеспечении такими ресурсами как электричество, вода, тепло. Конечно же, благодаря своей большой площади по заселению, большому количеству людей могут предоставить жилье. В статье немного затронута и тема экологической безопасности. Современные люди стремятся жить в экологически благоприятном мире и также обеспечить экологически безопасную жизнь своему поколению. Именно поэтому рассмотрим эту тему наиболее серьезно. Как мы знаем строительство оказывает на экологию большое влияние. В связи с этим возникает вопрос о поиске экологически чистых материалах и технологиях. Именно такой технологией и является строительство высотных зданий из деревянных конструкций. А применяют в строительстве следующие материалы: LVL брус, он используется в качестве несущего каркаса и CLT панели в качестве перекрытий, ограждающих конструкций и покрытий. Давайте же разберемся с вами более подробно в этих строительных материалах. LVL брус (от англ.) Laminated Veneer Lumber – клееный брус. Для его изготовления используют хвойные породы деревьев, например ель, сосна и лиственница. Выбирают древесину очень тщательно, без каких-либо пороков дерева, в основном надкорневую. Как мы знаем в основании дерева находится самая сформировавшаяся часть без веток, следовательно, самая плотная. Со спиленными деревьями производят полную обработку, добываясь до слоя, образующего шпон. Шпон снимают толщиной по 3 мм с параллельным размещением волокон, что обеспечивает прочность по краям. После слои шпона склеивают под прессом. Благодаря этому такой брус способен выдерживать большие нагрузки на изгиб, а так же обладает высокой стойкостью к воздействиям окружающей среды. Что нам обеспечит безопасность, специалисту уверенность в несущем каркасе. Что же такое CLT панели? CLT панели (от англ.) Cross-Laminated Timber. Панели изготавливают из ламелей (высушенных досок древесины хвойных пород). Каждый новый слой располагают перпендикулярно предыдущему. После укладки слоёв их склеивают под прессом, а затем производят вырезку оконных и дверных проёмов, отверстий для коммуникаций и пазов для укладки утеплителя. Важно заметить, что перпендикулярно направленные слои обеспечивают акустический эффект [1].

Есть ли уже реализованные проекты? Как они выглядят?

Приведем несколько примеров наиболее эффективных проектов.

Ванкувер, 2017 год. Завершилась работа над небоскребом из дерева. Высотное здание является студенческим общежитием Brock Commons (рисунки 1).



Рисунок 1 - Студенческое общежитие Brock Commons.

Брумундал, 2019 год. Деревянная постройка, которое стоит заметить является самым высоким деревянным зданием - Mjøstårnet («Мьёсторнет») высотой 85,4 м. Это невероятно красивое и необычное здание побило рекорд канадского небоскреба. Высотка состоит из колонн, балок и поперечных конструкций из клееного бруса (рисунок 2).



Рисунок 2 - Деревянная постройка - Mjøstårnet («Мьёсторнет»)

Стокгольм. Готовый многоэтажный дом, созданный из древесины (рисунок 3). Его построило архитектурное бюро Wingards Arkitekter по заказу компании Folkhem.



Рисунок 3 - Жилой деревянный многоэтажный дом в Стокгольме

В высоту здание составляет 26м. В этом необычном здании находится 31 квартира, площадь которых составляет от 55 до 130 квадратных метров.

Важно заметить, что это лишь начало, в будущем это будет целый микрорайон, состоящий из четырех деревянных домов (рисунок 4).



Рисунок 4 - Проект «деревянного» микрорайона в Стокгольме

Компания Folkhem занимается не только строительством подобных зданий, но и сама изучает новые экологически «чистые» материалы и подталкивает к схожим экспериментам других. Что, несомненно, сказывается на создании многих других зданий.

Многие проекты уже воссозданы, но каким только предстоит реализация?

В 2023 году в Стокгольме построят одно из самых необычных зданий в Европе – высотное здание с названием «Big Wood». Важно заметить, что небоскреб будет не только из дерева, что является экологически верным решением, но также в строительстве будут применены солнечные батареи (рисунок 5).



Рисунок 5 - Big Wood – деревянный небоскреб в Стокгольме

Сообщается, что лишь фундамент и ядро-сердечник (так часть где будут расположены лифты и инженерная инфраструктура) будут выполнены из монолитного железобетона. Остальные конструкции: балки, перекрытия, колонны, стены – будут изготовлены из твердых пород дерева [2].

Подводя итог, можно сказать, что такие материалы, как сталь, бетон и металл выходят из моды, а мы с вами должны постигать новые вершины. И пусть они будут, вершинами деревянных небоскребов. Ведь именно сейчас – дерево, становится новым трендом в строительстве. Из этого материала специалисты могут строить не только небольшие постройки, но и внушающих размеров небоскребы. Несомненным плюсом так же являются экологически «чистые» материалы и их возобновляемость (дерево природно-возобновляемый материал).

А готовы ли вы к таким переменам? Решитесь ли вы жить в небоскребе из дерева? Хотели бы вы видеть в вашем городе небоскребы именно из дерева?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сугробов Н.П., Фролов В.В. Строительная экология: учебное пособие. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 416с.
2. Деревянные небоскребы: новый экотренд, который изменит мир // INMYROOM: сайт. [Б. м.], 2012-2021. (дата обращения: 26.03.2021).

ИНТЕГРАЦИИ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА И СИСТЕМ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

Герман Никита Михайлович, магистрант кафедры «Строительные конструкции»,
e-mail: imshiza92@yandex.ru

Научный руководитель - Соколова Валентина Васильевна, к.т.н., доцент,
e-mail: vvsok@rambler.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассматривается концепция интеграции программных комплексов для определения сметной стоимости строительства и систем информационного моделирования объектов строительства. Анализируются сметные программные комплексы, содержащие средства для интеграции сметных расчетов в BIM-процессы и реально используемые в технологии информационного моделирования. На основе анализа обоснована возможность использования 5D Смета как промежуточного этапа между BIM-системой Revit и программным комплексом РИК.

Ключевые слова: интеграция сметных расчетов в BIM-процессы, сметные свойства, сметные программы, BIM-технология.

Одним из элементов цифровизации строительной отрасли является внедрение информационных моделей объектов, которое предполагает не только объемно-строительное информационное моделирование, но и максимально полное определение стоимостных характеристик объектов строительства. Разработка сметной документации на основе информационного моделирования (BIM) является важной частью цифровизации строительства. Информационная модель со стоимостными параметрами (5D модель) позволяет не только определить, во сколько обойдутся те или иные строительные работы, но и сделать прогнозный срез бюджета строительства на любой его стадии.

В настоящее время наибольшее распространение в России получили две BIM платформы: Autodesk Revit и Renga Architecture. Но в них, как и во всех других BIM-системах, отсутствуют функции определения сметной стоимости и формирования сметной документации.

В СП 333.1325800.2017 в разделе «Формирование цифровых моделей в целях подсчета объемов строительных работ и составления сметной документации» рекомендуется осуществлять применение цифровых моделей для подсчета объемов строительных работ и оценки сметной стоимости строительства путем интеграции используемых в процессе проектирования программного обеспечения с программными средствами для сметных расчетов [1]. Такой подход предполагает промежуточный этап между информационной моделью и сметными расчетами.

Сейчас на рынке существуют десятки различных сметных программ, но работающих решений по интеграции с BIM-системами немного. Можно отметить разработки фирм НТЦ "Гектор" (5D Смета) [2], НПП "АВС-Н" (программа BIM-смета) [3], Визардсофт (BIM Wizard) и некоторых другие. К сожалению, для используемых в Алтайском крае программных комплексов (РИК, Гранд-Смета) такие решения практически отсутствуют. Так программный комплекс РИК [4] для связи с BIM-системой Revit обеспечивает только загрузку ведомостей физических объемов при создании новой локальной сметы.

Все разработанные программные средства интеграции BIM-систем с программами сметных расчетов формируют модель для расчета сметной стоимости. Непосредственно расчет сметной стоимости производится в сметной программе, для которой сформирована модель. Формат представления данных в модели различен и определяется той сметной программой, для которой сформирована модель для расчета.

После проведенного нами анализа имеющихся на рынке программных средств для интеграции сметных расчетов с BIM-системами оказалось возможным использование 5D

Смета как промежуточного этапа между БИМ-системой Revit и программным комплексом РИК.

Для выбора использовались два основных критерия:

- Обеспечение связи с БИМ-системой Revit;
- Совместимость формата сформированной модели для расчета сметной стоимости с форматом загрузки смет для РИК.

В состав 5D Смета входит конвертор из формата 5D-XML в формат АРПС 1.10 и XLS. Единый формат АРПС 1.10 был создан в 2000 г для обмена документацией между сметными программами. Формат АРПС устанавливает только способ и структуру записи информации и не обеспечивает полной совместимости форматов для различных сметных программ. Однако формат АРПС 1.10, в который конвертируется сметная информация модулем 5D Смета «Преобразование 5D XML – АРПС», хорошо совместим с форматом АРПС 1.10, реализованным в ПК РИК, что и позволяет интегрировать Revit и ПК РИК, используя 5D Смета.

5D Смета может использоваться также для выгрузки информации в Гранд-Смету для расчета сметной стоимости проектируемых объектов и составления сметной документации.

Схема работы программы 5D Смета представлена на рисунке 1.

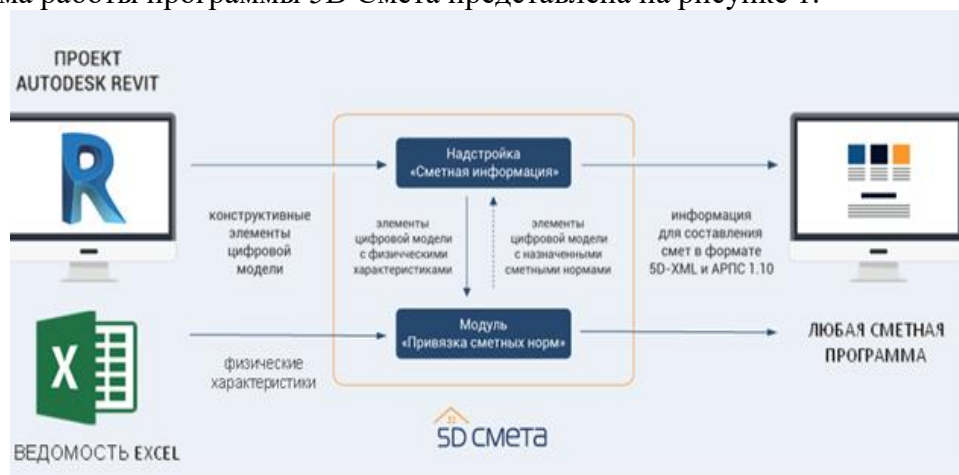


Рисунок 1 - Схема работы программы 5D смета.

Использование информационного моделирования (BIM) позволяет значительно ускорить процесс разработки смет, что в значительной мере зависит от функциональных возможностей средств сопряжения БИМ-систем и сметных программных комплексов. В настоящее время уже появилась возможность выбора наиболее подходящего средства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. MINSTROYRF.GOV.RU: СП 333.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла (приказ от 18.09.2017 г. № 1227/пр) : сайт. Москва, 2021. URL: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/16405/> (дата обращения 24.03.2021).
2. 5DSMETA.RU: 5D Смета. Интеграция сметных расчетов в Autodesk Revit: сайт. – Москва, 2021. URL: <https://5dmeta.ru/> (дата обращения: 29.03.2021).
3. ABCCTNTER.RU: ABC – Сметные решения: сайт. Новосибирск, 2021 . URL: <https://abccenter.ru/> (дата обращения 24.03.2021).
4. SMETARIK.RU: Группа компаний РИК: Программное обеспечение для ценообразования в строительстве: сайт. Москва, 2021. URL: <https://www.smetarik.ru/> (дата обращения 19.02.2021).

РЕНОВАЦИЯ ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В Г. БАРНАУЛЕ

Голубцов Никита Андреевич, студент кафедры «Строительные конструкции»,
e-mail: golubczov@bk.ru

Научный руководитель – Перфильев Виктор Васильевич, к.т.н., доцент,
e-mail: v.v.perf@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассмотрено существующее состояние жилищного строительства в г. Барнауле. Проведен анализ застроенных территорий города, пригодных для комплексного развития. Выдвинуты предложения, которые можно применить при реновации территорий города Барнаула.

Ключевые слова: реновация, тепловая энергия, аварийное жилье, инвестиционная привлекательность, программное обеспечение.

Большинство крупных городов Российских городов практически утратило возможности экстенсивного развития. Увеличение площади городской застройки приводит к увеличению времени перемещений горожан, разрастанию и усложнению инженерных сетей и транспортных коммуникаций. В то же время существенная доля жилого фонда городов находится в критическом состоянии, что приводит к многочисленным аварийным ситуациям, зачастую с трагическим исходом. В плачевном положении пребывают также инженерные коммуникации [1].

Барнаул не является исключением, причем расширение его территории кардинально затруднено, так как город располагается в излучине р. Обь, застройка противоположного пойменного берега осложняется многометровыми колебаниями уровня реки во время паводков. С противоположной стороны находится аэропорт, а также реликтовый бор [2].

В связи с этим в нашем городе наблюдается дефицит земельных участков для жилой застройки. Как следствие, в Барнауле в 2020 году выдали всего 21 разрешение на строительство высотных жилых домов. В 2019 году их было 25, в 2018 году количество согласованных проектов составило - 61, в 2017 их было 27, в 2016 - 30, в 2015 - 44. Больше всего в 2014 году - 67. В первые месяцы жилищное строительство в г. Барнауле сдает свои позиции. По сравнению с 2020 г. площадь жилья, введенного в эксплуатацию, снизилось более, чем на 40 %.

Положение может существенно измениться к лучшему в результате изменения статуса земель в районе аэропорта им. Г.С. Титова. Здесь находится порядка 800 га свободной земли. Учитывая ограничения, теоретически из этой площади можно использовать для строительства 400 га, что обеспечит минимум 5–6 лет освоения. Однако, и здесь имеются серьезные проблемы: отсутствует единая методика для расчета границ приаэродромных зон, причем исходные данные могут быть недостоверными или неполными; нормативные требования по допустимому уровню шума завышены и не соответствуют международной практике; проектировщики по одним и тем же исходным данным абсолютно по-разному составляют карты размещения территорий с особыми условиями; установление ограничений в зоне аэропорта поставит под вопрос существование большого количества существующих объектов недвижимости; согласование документации требует от проектировщиков больших затрат времени; перспективные земельные участки не выведены из-под ограничений, нет разрешительной документации, плана развития инженерных сетей; затруднено взаимодействие органов власти с застройщиками.

И, наконец, рассмотрим процесс расселения аварийного жилого фонда в Алтайском крае и в городе Барнауле. Отметим, что Алтайский край вошел в перечень регионов, которые выполнили целевой показатель по расселению аварийного жилья. В 2020 году переселено 77,41 тыс. человек (141,78 % от плана) и расселено 1 235,01 тыс. кв. метров (123,5 %). В 2021 г. 1 340 жителей аварийных домов Барнаула, Бийска, Новоалтайска, Рубцовска, Камня-на-Оби и Славгорода переедут в новое жилье либо получают деньги на его покупку. По нацпроекту

«Жилье и городская среда» из Фонда содействия реформированию ЖКХ и краевого бюджета направят на переселение людей почти 777 млн. рублей. Площадь расселяемого жилья составит более 24 тыс. кв. метров.

В столице региона реализуется краевая адресная программа «Переселение граждан из аварийного жилищного фонда» на 2019-2025 годы. В Барнауле 652 дома попали в программу по расселению аварийного жилья. Общая площадь аварийных жилых помещений составляет 212 тыс.кв.м.; в них проживает 13,6 тыс. человек.

Вместе с тем целевые показатели 2019 и 2020 годов по переселению жителей из аварийных домов г. Барнаула выполнены на 105 % (план составлял 10 607 кв. м, фактически расселено 11 123 кв. м). Для этого потребовалось дополнительно выделить из городского бюджета 144 млн. рублей.

Таким образом, очевидно, что реновация застроенных территорий является перспективным направлением развития жилищного строительства в г. Барнауле. Отметим, что особое внимание при этом уделяется освобождению от аварийных домов на территориях, прилегающих к пр. Ленина – центральной магистрали города.

В заключение отметим, что комплексное развитие застроенных территорий является успешной альтернативой освоению новых неосвоенных земельных участков. При софинансировании городского бюджета с федеральным и краевым данное направление развития жилищного строительства имеет все шансы на успех.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сборщикова С.Б., Доможиллов Ю.Н., Монастырев П.В., Никитина Н.С., Вейкко Кауппила, Юхта-Антти Койвонен, Теуво Аро. Техничко-экономические основы эксплуатации, реконструкции и реновации зданий. Москва: Ассоциация строительных вызовов, 2007. 189 с.

2. Харламов И.В., Перфильев В.В., Немченко И.О., Иляхин А.В. Обновление существующей жилой застройки Барнаула // Ползуновский альманах – 2017 – №2 – с. 264-267.

СРАВНЕНИЕ РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ СТАНДАРТОВ НА АРМАТУРНЫЙ ПРОКАТ

Гончаров Павел Алексеевич, студент кафедры «Строительные конструкции»,
e-mail: pavelgon4rov@mail.ru

Научный руководитель – Халтурин Юрий Васильевич, к.т.н., доцент,
e-mail: khalt.yuriy@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье рассматриваются российские и зарубежные стандарты на производство арматурного проката. Проводится их сравнительный анализ с целью выявления расхождений в параметрах производства. При сравнении стандартов оцениваются преимущества тех или иных ограничений, а также поясняется, на что влияют данные параметры. Делается вывод о сравнении российских и зарубежных норм и стандартов на производство арматурного проката.

Ключевые слова: арматурный прокат, сталь, стандарты, деформация, углерод, свариваемость.

С каждым годом в мире повышается сложность строительных объектов, а значит и повышается их ответственность. Это необратимо влечет за собой применение материалов отвечающих высоким требованиям безопасности. Применение тех или иных материалов обуславливается их физическими свойствами, которые напрямую зависят от состава материалов. В данной статье мы сравним российские и зарубежные стандарты по производству арматурного проката – одного из материалов наиболее часто применяемых при строительстве различных зданий и сооружений.

В современном мировом строительстве практически на любом объекте применяют арматурный прокат, позволяющий повысить надежность и безопасность эксплуатации здания или сооружения на долгие годы. Данный прокат определяет работу конструкций из сборного

и монолитного железобетона. Ведь арматура в железобетоне воспринимает растягивающие усилия и не дает разрушаться бетону в местах растяжения. Повсеместное использование арматуры обуславливается ее различными физическими свойствами, подходящими для каждого объекта строительства. Свойства арматурного проката напрямую зависят от его химического состава, который строго регламентируется стандартами по всему миру.

Анализ некоторых европейских норм показал, что арматурные стали классифицируют прежде всего по показателю пластичности арматуры [1]. В передовых странах мира в качестве основных характеристик арматурного проката используются: пластичность и равномерное удлинение. Это закреплено и в стандартах на прокат, и в нормах проектирования зданий и сооружений. Очевидно, что с повышением пластичности арматурного проката, повышается надежность здания или сооружения. Нормирование уровня пластичности арматурного проката в стандартах, наряду с проектированием с применением передовых деформационных моделей – это одно из важных условий для снижения расхода металла в железобетонных конструкциях при обеспечении требуемой безопасности.

Европейские арматурные стали подразделяются на три вида: с индексами «А», «В» и «С», которым соответствуют характеристики деформации 2,5 %, 5,0 % и 7,5 % (Таблица 1).

Таблица 1 – Свойства арматурного проката по Еuronормам EN 1992-1-1

Форма продукции	Стержень в бунтах и мерной длины			Проволока для сетки		
	А	В	С	А	В	С
Характеристика предела текучести f_{yk} или $f_{0,2k}$, МПа	От 400 до 600					
Минимальное отношение $k=(f_t/f_y)*k$	$\geq 1,05$	$\geq 1,08$	$\geq 1,15 < 1,35$	$\geq 1,05$	$\geq 1,08$	$\geq 1,15 < 1,35$
Характеристика деформации при максимальном усилии A_{gt} , %	$\geq 2,5$	$\geq 5,0$	$\geq 7,5$	$\geq 2,5$	$\geq 5,0$	$\geq 7,5$

В России согласно ГОСТ 34028-2016 [2], в обычных условиях строительства применяется в основном стандартный прокат, который соответствует низшей категории «А» европейской классификации, за исключением арматуры А400, которая по ГОСТ 34028-2016 имеет максимальное удлинение 5 %. Выпускаются и арматурные прокаты повышенной и высокой пластичности с максимальным удлинением 5 и 7 %, соответственно. Такая арматура применяется чаще всего при строительстве в районах наиболее высокой сейсмичности.

Также можно заметить существенное различие в ограничении по содержанию углерода в сталях, количество которого в зарубежных стандартах более строго ограничивается. В нормах ISO 6935-2:2019 [3] и EN 10080:2005 для свариваемого арматурного проката содержание углерода ограничивается 0,22 %, стандартом Великобритании BS 4449:2005 – 0,27 % и стандартом США ASTM A706/A706M-08 – 0,3 %. В ГОСТ 34028-2016 этот показатель равен 0,34 % (Таблица 2). Соответствуют этому условию (в термомеханически упрочненном состоянии) низкоуглеродистые стали марок СтЗсп, СтЗпс, СтЗГпс, а также низколегированные стали 18Г2С, 20ГС, 28С, которые и применяются для изготовления арматуры.

Таблица 2 – Нормы по содержанию углерода в сталях российских и зарубежных стандартов

Наименование нормы (стандарта)	Содержание С, %
ISO 6935-2:2019	0,20 (0,22)
EN 10080:2005	0,20 (0,22)
BS 4449:2005	0,25 (0,27)
ASTM A706/A706M-08	0,28 (0,30)
ГОСТ 34028-2016	0,32 (0,34)
<i>Примечание:</i> Без скобок указана массовая доля элементов в стали по ковшовой пробе, в скобках – в готовом прокате.	

Увеличение содержания углерода в составе сталей влечет за собой повышение вероятности хрупкого разрушения, а, следовательно, уменьшение пластических деформаций. Немаловажным фактором ограничения содержания углерода является и такое свойство стали как свариваемость. При увеличении содержания углерода понижается свариваемость материала, а также повышает вероятность хрупкого разрушения сварных соединений.

Анализ стандартов Российской Федерации показал, что установленный уровень свойств проката арматурного по пластичности и свариваемости ниже, чем в зарубежных нормах, соответственно, ниже надежность железобетонных конструкций, а также зданий и сооружений с использованием таких конструкций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Европейский стандарт EN 1992-1-1:2009 (Е). Еврокод 2: Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий : офиц. сайт. Режим доступа: https://prozask.ru/d/798454/d/en1992-1-2_obshchiye_pravila_opredeleniya_ognestoykosti_sayt.pdf (дата обращения: 28.03.2021).

2. ГОСТ 34028-2016. «Прокат арматурный для железобетонных конструкций» : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 8 декабря 2016 г. N 50) : дата введения 01.01.2019. Режим доступа: <https://internet-law.ru/gosts/gost/64321/> (дата обращения: 28.03.2021).

3. Международный стандарт ISO 6935-2:2019 Арматура стальная для бетона. Часть 2. Арматура периодического профиля: офиц. сайт. Режим доступа: <https://regbar.com/wp-content/uploads/2019/09/ISO-6935-2-2007-Steel-for-the-reinforcement-of-concrete-ribbed-bars.pdf> (дата обращения: 28.03.2021).

МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ ПО АДРЕСУ ЕЛЬЦОВСКИЙ РАЙОН С.ЕЛЬЦОВКА, УЛ. САДОВАЯ 20

Гордеев Виктор Константинович, бакалавр кафедры «Строительные конструкции»,
e-mail: althaveek@gmail.com

Научные руководители - Пантюшина Лариса Николаевна, к.т.н., доцент,
e-mail: pantushinalarisa@mail.ru

Вербицкая Елена Васильевна, старший преподаватель, e-mail: alenapantushina@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье приведены результаты обследования разрушающегося здания. Рассмотрен метод усиления конструкций с использованием металлических поясов. Представлены преимущества выбранного метода и наглядно представлены конструктивные решения усиления здания.

Ключевые слова: усиление, трещины, швеллер, напрягаемые пояса.

Период безопасной эксплуатации здания зависит от многих факторов как на стадии проектирования и строительства, так и во время его использования.

Различные повреждения приводят к снижению надежности конструкций и зданий, поэтому вопросы усиления конструкций каменных зданий являются актуальной задачей в современном строительстве. Рассматриваемое нами здание было построено во второй половине 20 века на территории Ельцовского района в условиях 7 балльной сейсмической активности, на грунтах 2 категории - скальные грунты выветрелые и сильновыветрелые.

Конструкции в КГБУЗ "ЦРБ Ельцовского района" стали терять свою безопасность по причине неправильной технологии выполнения работ по пристройке входной группы.

В 2019 году было принято решение разделить один корпус ЦРБ на два – взрослое и детское отделение. Летом 2020 года был разработан грунт под устройство ленточного фундамента для крыльца детского отделения, но по причине сильных и длительных дождей

строительство приостановили, не обеспечив разработанный котлован с оголенным фундаментом здания необходимой защитой от подмывания. Вследствие этого фундамент был подмыт и начались разрушения несущих стен из-за общей просадки здания. Здание буквально «разрывало» пополам.

На момент обследования в здание насчитывалось более десятка трещин в перегородках раскрытием свыше 2-3 мм (рис.1.а), сквозные трещины в стенах здания, а также разрушение напольного покрытия первого этажа (рис.1.б), провисание и трещины плит перекрытий (рис.1.в). Помимо повреждений, появившихся в результате просадки фундаментов было замечено частичное отсутствие отмостки.

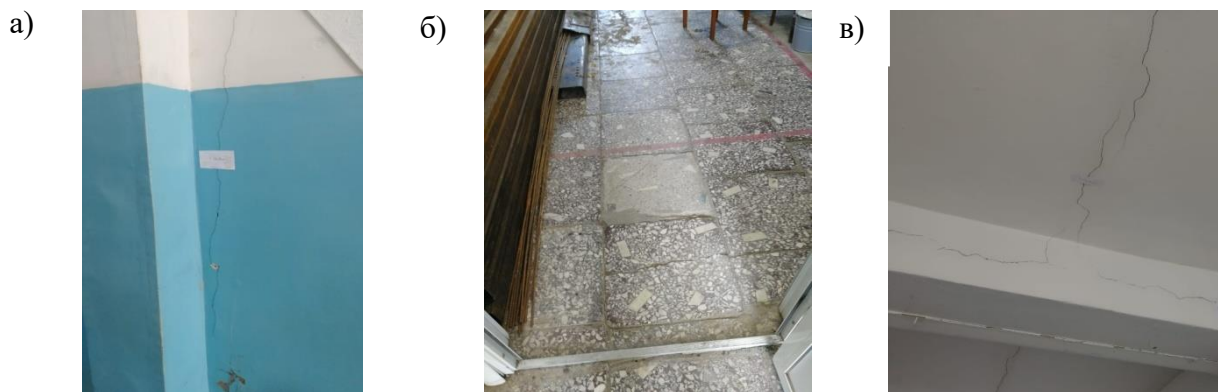


Рисунок 1 – Повреждения в здании по адресу Ельцовский район с.Ельцовка, ул. Садовая 20:
а) трещина в перегородке раскрытием 3 мм; б) разрушение напольного покрытия первого этажа; в) трещины плит перекрытий

По результатам обследования зданию был присвоен статус аварийного и было принято решение усилить его несущие конструкции и заменить перегородки, а также устранить просадку фундаментов [1].

Так как каменные конструкции в основном испытывают сжимающие усилия, устройство различных обойм является наиболее эффективным способом.

В итоге основным методом усиления каменных конструкций здания больницы было выбрано устройство напряженных поясов конструкции Козлова (рис. 4). Данные пояса целесообразно применять в зданиях, в стенах которого имеются трещины, характеризующиеся значительной шириной раскрытия и большой протяженностью.

Сущностью метода является передача растягивающих напряжений на элементы усиления, то есть на металлические элементы, имеющие хорошую работу на растяжения. При этом кладка полностью работает на сжатие и повышается пространственная жесткость здания в целом. По сравнению с другими методами, конструкция Козлова имеет некоторые преимущества: во-первых, пояс способствует выравнивание неравномерных деформаций здания; во-вторых, обеспечивает выполнение работ по усилению и восстановлению при нормальной эксплуатации здания; в-третьих, не требуется замена поврежденной части кирпичной кладки на новую; в-четвертых, уменьшает расход металла на усиление и восстановление поврежденных конструкций и здания.

Натяжение металлических поясов осуществлялось с помощью муфт с правой и левой резьбой, размещаемые – в средней части здания. Усилие тяжей контролировалось по показаниям динамометрического ключа и равно 5тн. Муфты были изготовлены из проката круглого сечения Ø 73мм. Сами же металлические пояса были изготовлены из швеллера №16.

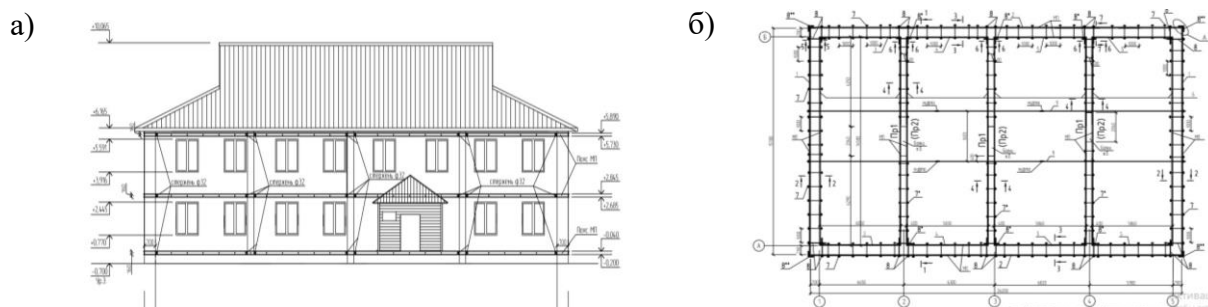


Рисунок 4 - Усиление здания напрягаемыми поясами:
а – фасад; б – план части здания [2]

Не остались без внимания и места разрушения оконных проемов, было решено усилить швеллером с обрамлением проема уголками. Выбор данного метода обусловлен простотой его реализации и его прочностными характеристиками.

Кирпичные перегородки были разобраны и возведены на металлических каркасах из гипсокартона, что существенно уменьшило давление на плиты перекрытий и предотвратило дальнейшее образование трещин.

Метод Козловского безусловно является оптимальным и традиционным вариантом решения проблем разрушения здания, однако он не единственный. Альтернативным методом решения проблемы могли быть выбраны инновационные решения усиления конструкций, такие как армирование композиционными материалами, но по причине дороговизны заказчик принял решение отказаться от данного способа.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния : принят Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (протокол N 39 от 8 декабря 2011 г.) : введен в действие 01.01.2014. Доступ из нормативной базы «Техэксперт», (дата обращения 05.04.2021).

2. Проектная документация ООО АСБ «АР-Деко». Аварийно-восстановительные работы по зданию поликлиники КГБУЗ «ЦРБ Ельцовского района» по адресу: с. Ельцовка, ул. Садовая, 20.

УЗЕЛ ПЕРЕХЛЁСТА ПОКРЫТИЯ КРОВЛИ С ФАЛЬЦЕВЫМИ КАРТИНАМИ НАСТЕННОГО ЖЕЛОБА

Дударенко Дмитрий Александрович, магистрант кафедры «Строительные конструкции», e-mail: dmitriydudarenko@mail.ru

Кирияков Егор Андреевич, магистрант кафедры «Строительные конструкции», e-mail: georg6888@gmail.ru

Научный руководитель - Веригин Юрий Алексеевич, д.т.н., профессор, e-mail: xvergin2005@mail.com

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рост темпов жилищного строительства требует освоения новых территорий. Застраиваются не только целые жилые массивы в новых спальных районах города, но и точно центральная часть. Старый фонд многоквартирных домов требует качественного, соответствующего всем требованиям нормативно-технической документации, ремонта. Рассмотрен узел перехлёста покрытия кровли с фальцевыми картинами настенного желоба. Проанализированы существующие узлы устройства крыши и нормативную документацию. Рассмотрена возможность описания данного узла в технической документации.

Ключевые слова: узел перехлёста покрытия кровли с фальцевыми картинами настенного желоба, капитальный ремонт, покрытие кровли, нормативно-техническая документация, настенный желоб, капитальный ремонт крыши.

Рост темпов жилищного строительства требует освоения новых территорий. Застраиваются не только целые жилые массивы в новых спальных районах города, но и точечно центральная часть, так называемый «старый город». А что же со старым фондом многоквартирных домов? К концу нулевых годов ситуация была такова, что выполнение текущего ремонта многоквартирных домов, выполнялись управляющими компаниями и товариществами собственников жилья с отсутствием какого-либо качества строительно-монтажных работ и тем более без соблюдения требований нормативно-технической документации.

В 2014 году в каждом субъекте Российской Федерации был основан «Региональный оператор «Фонд капитального ремонта многоквартирных домов». Цель была непростая: своевременное выполнение качественного, соответствующего всем требованиям строительной нормативно-технической документации, капитального ремонта, как конструктивных систем, так и инженерных систем многоквартирных домов. 80 % от общего количества всех требующих капитального ремонта домов, первоначально нуждаются в капитальном ремонте крыш.

Советское и постсоветское строительство оставило нам огромное наследие многоквартирных домов. Это и крупнопанельное домостроение («хрущёвки») и кирпичные дома разной этажности. Всех их объединяет плачевное состояние в первую очередь их крыш. Согласно постановлению правительства Алтайского края № 162 от 13.04.2020 г. [1], крыши в первую очередь подразделяются на вентилируемые (имеющие объёмное под кровельное чердачное пространство) и на вентилируемые (это плоские наплавленные крыши, а также крыши с железобетонными лотковыми плитами). Рассмотрим вентилируемые крыши. Существуют различные варианты исполнения разных видов кровельного покрытия скатных шатровых крыш. Это в первую очередь получивший огромное распространение и популярность кровельный металлический профилированный лист, имеющий в простонародье имя нарицательное по названию организации-гигимона на рынке кровельных материалов. Конечно же это «Металл Профиль». Так же это очень популярный в частном домостроении вид покрытия-металлическая черепица. Каждый из этих двух видов покрытия в варианте исполнения крыши с так называемым настенным желобом организованного водоотвода осадков, требует пристального внимания в узле перехлёста кровельного покрытия (профилированного листа или черепицы) на фальцевые картины настенного желоба. Какая должна быть величина перехлёста для обеспечения корректного отвода осадков с крыши? Должны ли герметизироваться места стыков? Если да, то чем? Никакая нормативно-техническая документация не рассматривает и не регламентирует этот важный узел кровельных систем. Давайте же рассмотрим его.

Рассматривая конструктивную сторону устройства металлических кровель из профилированного листа возникает проблематика их совмещения, а именно кровельных водосточных систем и профилированного листа. Так при устройстве на кровле здания подвесной водосточной системы необходимое совмещение профилированного листа с водосборным желобом регламентируется СП 17.13330.2017 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76 [2], указаны размеры свесов углы наклона, конструктивная сборка. Так же данный конструктивный узел полностью развернут и изучен производителями водосточных систем, кровельных материалов. Однако у данной компоновки есть один большой минус, так при наступлении осенне-зимнего периода данные элементы, а именно подвесной водосборный желоб постоянно забивается снегом, а при наступлении положительных температур происходит обледенение, приводящее к ограниченно-работоспособному состоянию, а чаще всего к частичному разрушению (отрыву желоба или его разгибанию (деформации) на северных (наметённых) участках кровли. Хотелось бы отметить СП 17.13330.2017 Кровли [2] регламентирует данный недостаток установкой тепловых кабелей в подвесных желобах и водосточных трубах, но рассматривая в разрезе жилых многоквартирных домов и исходя из практического применения, обслуживающие организации, чаще всего не устанавливают данные элементы по причине возрастания

стоимости ОДН. Так же хотелось бы отметить, что при использовании профилированного листа, где длина ската составляет более 4-х метров, то «удары» (сход) снеговой массы даже с использованием снегозадерживающих устройств не исключает проблематику отрыва и деформации данных элементов даже если они выполнены из более толстой стали толщиной до 0,75мм. Использование данной компоновки в основном применимо для частных строений где длина ската не превышает 4-х метров и использованы все необходимые элементы безопасности кровли, но для крупных многоквартирных жилых домов необходимо постоянное правильное обслуживание для исключения аварийных ситуаций.

При анализе, кровель многоквартирных домов которым предстоит выполнение капитального ремонта чаще всего применено совмещение асбестоцементных листов (шифера) с устройством настенного желоба. Настенный желоб-это выполненная кровельная картина из стали, которая конструктивно применяется для фальцевых кровель, соединённых между собой в замковом (фальцевом) соединении без применения гвоздей, а именно на скрытые крепления кляммеры. Данное совмещение шиферных кровель и кровельных картин СНиП II-26-76 [2] в упрощенном виде описано, однако при этом полностью отсутствуют нормативные размеры и требования. Если рассматривать данную компоновку с использованием вместо шифера, профилированный лист, то в СП 17.13330.2017 [2] полностью отсутствует информация о том, как совмещать и применять данные элементы. Если рассматривать каждый элемент в отдельности, то к примеру кровельные картины фальцевой кровли крепятся исключительно на кляммерах, но при применении профилированного листа и их совмещении на карнизном скате (нахлёсте) данное крепление не позволяет выполнить перехлест так как уровень картины и профилированного листа будет на разных высотах, что изначально приведет к дефекту. Отсутствие нормативной базы приводит к постоянной проблематике при сдаче выполненных работ, так как отсутствие трактовки приводит к коллизиям и спорам исполнителей и заказчиков.

Рассматривая эксплуатационную сторону данной компоновки, то использование кровельных картин более устойчиво и менее требовательно к эксплуатации. Использование картин из оцинкованной стали толщиной 0,7 мм и креплений из стали толщиной 4 мм, почти полностью исключает деформации при сходах снеговых масс и обледенений, однако не исключает протечек при возникновении обледенения, так как очистка кровель должна производиться своевременно, что и регламентируется сводом правил СП 17.13330.2017 [2].

Исходя из вышеизложенного, необходимо внести дополнения в действующую нормативную документацию для систематизации и исключения двоякой трактовки при выполнении строительно-монтажных работ и проектирования, которые зачастую приводят к ухудшению качества строительных работ.

Многолетний опыт производства работ по капитальному ремонту крыш, по устройству данного узла, а также эксплуатация таких крыш показывает, что величина нахлёста кровельного покрытия (металлического профилированного листа или металлической черепицы) на фальцевую кровлю картин настенного желоба должна быть не менее 500 мм. Величина отступа от нижнего края кровельного покрытия до верхнего угла настенного желоба должна составлять не менее 100 мм. Данный узел должен герметизироваться самоклеящимся пористым уплотнителем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Томенко В.П. Постановлению правительства Алтайского края № 162 от 13.04.2020 г. Барнаул: Правительство Алтайского края, 2020. 3 с.
2. Гранёв В.В., Гликин С.М., Воронин А.М., Пешкова А.В. СП 17.13330.2017 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76. Москва: АО «ЦНИИПромзданий», Минстрой России, 2017. 48 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕГКИХ СТАЛЬНЫХ ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В МАЛОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Ефремов Юрий Александрович, бакалавр кафедры «Строительные конструкции»,
e-mail: efremov.brn@yandex.ru

Научный руководитель – Кикоть Андрей Александрович, к.т.н., доцент,
e-mail: deltaing@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассмотрены преимущества и недостатки легких тонкостенных конструкций в контексте малоэтажного строительства в России. Проведен общий анализ конструкции малоэтажного дома, построенного по технологии ЛСТК.

Ключевые слова: ЛСТК, термопрофили, каркасно-обшивные стены, достоинства, недостатки.

Возведение зданий из металлических конструкций является на данный момент одной из перспективных ветвей развития строительства. Каркасы из легких стальных тонкостенных конструкций, в частности, активно применяют в гражданском и промышленном строительстве: склады, ангары, торговые центры, офисы, фасадная отделка зданий, стропильные конструкции и т.д. В последнее время наблюдается рост числа малоэтажных жилых домов, построенных по этой технологии [1].

Легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК) – строительная быстровозводимая конструкция, в основе которой лежат тонкостенные профили из оцинкованной стали толщиной от 0,7 мм до 3 мм [2]. Первые здания из ЛСТК были построены в Северной Америке в середине прошлого столетия (рисунок 1). Стоит отметить, что в странах Европы уже достаточно давно применяют данную технологию, однако Российские застройщики до сих пор ее опасаются.



Рисунок 1 – Пример малоэтажного дома из ЛСТК

Одним из главных преимуществ ЛСТК перед другими строительными материалами – это, конечно же, легкость: здания из ЛСТК можно строить на слабых грунтах, отсутствие усадки позволяет переходить к отделке сразу после монтажа конструкции. Также легкость конструкции позволяет применять более простые фундаменты, требующие меньшую трудоемкость. Отсутствует необходимость использовать краны или любые другие грузоподъемные механизмы. Скорость возведения: все элементы каркаса производят на заводе, а его сбор осуществляется по принципу конструктора. Бригада из нескольких человек способна полностью собрать каркас дома площадью 600 кв. м. всего за 2-3 недели. Теоретически дом можно даже разобрать на отдельные элементы и перенести в другое место

дислокации. Следующее преимущество – геометрическая точность профилей: после возведения каркаса все вертикальные и горизонтальные поверхности не будут нуждаться в выравнивании, что в значительной степени снижает стоимость отделки. Конструкция ЛСТК предоставляет многовариантность фасадных систем: можно использовать и облицовочный кирпич, и натуральный камень, и сайдинг, и многое другое. С точки зрения конструктивных особенностей данный каркас можно возводить в любое время года и в любую погоду т.к. в монтаже отсутствуют «мокрые» процессы. Элементы ЛСТК не впитывают и не выделяют химикаты, это означает, что воздух в помещениях наиболее пригоден для астматиков и людей, чувствительных к химикатам и аллергии [1,2].

Из недостатков можно отметить меньший срок эксплуатации, невысокое качество большинства продукции, а также необходимость в герметизации всех стыков для недопущения образования мостиков холода [2]. Но самый главный недостаток – высокая зависимость от квалификации рабочих, так называемой «культуры строительства». Если, например, для постройки дома из блоков ячеистого бетона достаточно одного человека, умеющего ровно класть эти блоки, то в случае с металлоконструкциями дела обстоят куда сложнее: для возведения каркаса необходимо уметь читать чертежи.

Конструкция жилого здания из ЛСТК (рисунок 1) состоит из стеновой системы, перекрытия и кровли [1].

Стены, как правило, представлены каркасно-обшивными. Это многослойная конструкция, состоящая из каркаса с теплоизоляционным слоем, обшивки, пароизоляции, ветрозащиты и наружной облицовки. Несущие КОС воспринимают нагрузку от перекрытий, которые также выполнены на основе каркаса из холодногнутых профилей, и передают ее на фундамент. Балки перекрытия соединены со стойками каркаса при помощи самонарезающих винтов. Ненесущие стены (навесные стены) крепятся к несущему каркасу и передают на него ветровую нагрузку и собственный вес. Крепление навесных стен происходит при помощи специальных кронштейнов. Ненесущие каркасно-обшивные стены монтируются после возведения несущего каркаса. Для стоек каркаса внутренних стен применяют профили сплошного сечения, а для наружных – термопрофили. Для внутренней обшивки зачастую используют гипсокартон.

Перекрытия выполнены из стальных балок С-образного сечения или ферм с параллельными поясами. По низу балок выполняется подшивной потолок из гипсокартонных листов по направляющим из омегапрофилей. Напольное покрытие укладывается на листы ГВЛВ (гипсоволокнистые листы), выступающие в роли выравнивающей стяжки, которые, в свою очередь, крепятся на несущие профилированный настил по балкам перекрытия.

Кровля состоит из стропильной системы из термопрофилей, оснащенной теплоизоляцией, обрешеткой, и покрытием. Поверх обрешетки, в зависимости от типа кровельного покрытия, возможна укладка твердого листового материала, несущего функцию подосновы под покрытие. Кровля, как правило, выполняется с вентилируемым зазором, по которому происходит циркуляция воздуха от карниза к коньку, оборудованных также щелями.

Таким образом, ЛСТК вполне успешно могут служить основой для малоэтажного строительства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Конструирование зданий и сооружений. Легкие стальные тонкостенные конструкции / Н.И. Ватин [и др.] ; Санкт–Петербургский государственный политехнический университет. Санкт-Петербург: С-Пб. 2012. 260 с.

2. Проектирование металлических конструкций. Часть 1: «Металлические конструкции. Материалы и основы проектирования» : учебник для ВУЗов / С. М. Тихонов, [и др.]; под общей. ред. А. Р. Туснина. М.: Издательство «Перо», 2020. 468 с., ил.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ ЗДАНИЯ ПО ОБЛАКАМ ТОЧЕК

Зайков Владислав Романович, студент кафедры «Строительные конструкции»,
e-mail: zaikov.vlad@yandex.ru

Научный руководитель – Кирколуп Евгений Романович, к.т.н., e-mail: kircolup@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье описан процесс моделирования архитектурно-строительной части здания по облаку точек от момента получения исходного файла облака, до момента сдачи объекта, а также особенности данного процесса, и некоторые правила, которые были выявлены при непосредственной работе с данной технологией.

Ключевые слова: Autodesk Revit, лазерное 3D-сканирование, Autodesk ReCap, облако точек, информационная модель, несущие конструкции, ограждающие конструкции.

Процесс моделирования архитектурно-строительной части здания можно осуществлять, используя рабочую документацию проекта. Но не редко бывают случаи, когда на здание отсутствуют те или иные чертежи. В таком случае получить точную 3D-модель не является возможным без облака точек.

Облако точек – это большой набор точек, полученный с использованием лазерного 3D-сканирования или других технологий и позволяющий создавать 3D-представления существующих конструкций [1]. Каждая точка облака имеет свои координаты X, Y, Z, благодаря которым она имеет определенное положение в пространстве.

Благодаря появлению технологии лазерного сканирования появилась возможность моделировать существующие объекты с достаточно высокой точностью, получить реальную картину здания или сооружения, оценить отклонение конструкции от проектного положения.

Чтобы получить качественное облако точек необходимо соблюдать следующие правила при сканировании:

- 1) в сканируемом помещении избавиться от лишних предметов и деталей, исключить строительный мусор;
- 2) не сканировать зеркала;
- 3) освободить помещение от людей и других движущихся объектов.

Работа с облаком точек начинается с того, что необходимо уменьшить его плотность точек для того, чтобы его можно было загрузить в Revit. Облака точек в исходном виде в большинстве случаев в Revit загрузить не получится из-за большого информационного объема [2].

Для более удобной работы с облаком точек необходимо привязать его к системе координат через Autodesk ReCap [3], после чего облако подгружается в проект по общим координатам. Это делается для того, чтобы облако точек имело четкую привязку положения. Перед началом работы с облаком точек желательно открыть в Autodesk ReCap несжатое облако, для того чтобы видеть более детальную картину, так как в сжатом облаке зачастую не видно некоторых деталей.

После того как облако подгружено можно начинать моделирование ограждающих и несущих конструкций здания. Рекомендуется в начале работы проверить, соответствуют ли уровни чистого пола, которые были приведены в документации, тем, что можем увидеть в облаке. При несоответствии уровней их необходимо изменить. Это необходимо сделать в самом начале, так как, минуя этот шаг при дальнейшей работе, все равно потребуются привести уровни в соответствие. Однако, когда часть конструкций уже смоделирована, то при изменении уровней конструкции тоже сдвинутся, при этом не так, как изначально было запроектировано. Кроме того, при моделировании несущих конструкций по облакам точек необходимо настроить секущий диапазон так, чтобы четко было видно сечение элемента.

Процесс моделирования в Revit начинали с перекрытий с помощью одноименного инструмента, при необходимости использовали субэлементы. Так как по облаку точек можно было достаточно точно определить толщину перекрытия. Затем приступали к моделированию стен. При моделировании стен необходимо помнить о том, какие бывают их типоразмеры.

Допустим, не бывает кирпичной перегородки 90 мм, соответственно, надо полагать, что эта стена сделана из другого материала. Однако бывают и исключения. Так, например, в зданиях 19 века не было четкого наблюдения за процессом строительства, соответственно стены могут быть нестандартных размеров (рисунок 1).



Рисунок 1 – Пример моделирования стен с нестандартными размерами

После стен переходили к моделированию балок и колонн по облаку точек. В данном случае, при моделировании балок и колонн можно было определить соответствует ли типоразмер элемента проектной документации или не соответствует. Так как нередко прямо на строительной площадке принимаются решения использовать другие сечения элементов, при этом изменения не заносятся в проектную документацию. И уже после того как были смоделированы все ограждающие и несущие конструкции приступали к моделированию архитектурных элементов, таких как окна, двери и т.д. Именно в такой последовательности моделирования строительного объекта по облаку точек удалось получить оптимальные сроки выполнения задания.

Отметим преимущества и недостатки моделирования архитектурно-строительной части здания по облакам точек. Плюсы данной методики:

- 1) Увеличение скорости моделирования.
- 2) Увеличение точности моделирования.
- 3) Получение реальной картины здания или сооружения.

К недостаткам следует отнести:

- 1) Цена оборудования.
- 2) Размер файлов.
- 3) Необходимость подходящей мощности ПК.

В заключение отметим, что моделирование строительных объектов по облакам точек это не технология будущего, оно уже применяется в настоящее время. В данный момент реконструкция какого-либо здания не представляется возможным без облака точек, так как зачастую проектной документации недостаточно или она и вовсе отсутствует.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шеина С.Г., Упенников Д.К. Современные технологии, приборы и оборудования для трехмерного моделирования памятников архитектурного наследия // Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 3 (28). С. 134.
2. СП 333.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла: дата введения 2018-03-19. М.: Минстрой России, 2017. 33 с.
3. Autodesk: Официальный сайт Autodesk. Поддержка и обучение : офиц. сайт. Autodesk, Inc., 2021. URL: <https://knowledge.autodesk.com/support> (дата обращения: 01.04.2021).

ПРИМЕНЕНИЕ СПАРЕННЫХ С- И СИГМА- ОБРАЗНЫХ СТАЛЬНЫХ ХОЛОДНОГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ В СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ФЕРМ

Красулина Ксения Андреевна, студентка кафедры «Строительные конструкции»,
e-mail: Kraska906@mail.ru

Научный руководитель – Кикоть Андрей Александрович, к.т.н., доцент,
e-mail: deltaing@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье приведено сопоставление спаренных С- и Сигма-образных профилей, применяемых в центрально сжатых стержневых элементах ферм. Исследованы влияния высоты сечения и ширины пояса на эффективность применения профиля. За критерий эффективности принято отношение несущей способности профиля к площади поперечного сечения, характеризующей расход стали. Изменяя параметры сечения так, чтобы площадь поперечного сечения С- и Сигма-образных сечений оставалась постоянной, была произведена оценка критерия эффективности и выявлены тенденции эффективности применения профилей.

Ключевые слова: стальные тонкостенные холодногнутые профили, С-образный профиль, Сигма-образный профиль, несущая способность, эффективное сечение, CFSteel.

Строительные конструкции из стальных тонкостенных холодногнутых профилей обладают рядом эксплуатационных и технологических достоинств: малый удельный вес, экономичность, простой монтаж. Благодаря этому такие конструкции находят всё более широкое применение в различных областях промышленного и гражданского строительства, в том числе ферм покрытия малых и средних пролётов.

Применение наиболее эффективных типов поперечных сечений с рациональными геометрическими размерами обуславливает снижение расхода стали в фермах. В работе поставлена цель выявления влияния геометрических параметров Сигма-профиля на его эффективность и сравнение с соответствующим С-профилем.

Рассматриваются сечения, выполненные из спаренных С- и Сигма-образных профилей в центрально сжатых стержнях с длинами, характерными для ферм: $l = 1, 2$ и 3 м (рисунок 1). Постоянные параметры сечений: $c = 20$ мм, $s = 8$ мм, $h_1 = 72$ мм, $h_2 = 30$ мм, $d = 19$ мм. Материал профилей – Сталь 350 по ГОСТ Р 52246.

За критерий эффективности принято отношение минимальной несущей способности стержневого элемента N , определяемой по критерию устойчивости плоской формы изгиба в обеих плоскостях и по крутильной/изгибно-крутильной форме, к площади поперечного сечения A , отражающей расход материала. Для каждой длины элемента рассмотрены высоты С-образных сечений 140, 160, 180 и 200 мм при $t = 1, 1,5, 2$ и $2,5$ мм. Варьирование высоты сечения h и ширины пояса b_f Сигма-профиля сохраняет его площадь A равной площади С-профиля.

Исследования осуществлялись с помощью расчётного комплекса CFSteel [1], в котором реализован расчёт по российским нормам СП 260.1325800.2016 [2].

Результаты расчётов приведены на рисунках 2, 3 и 4.

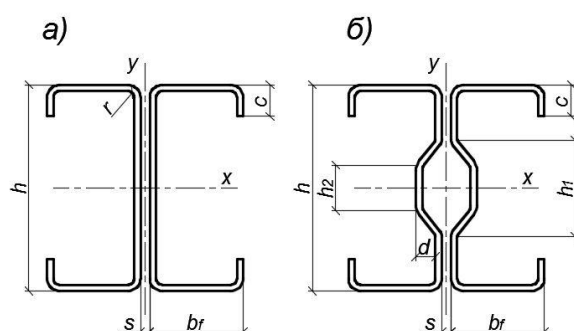
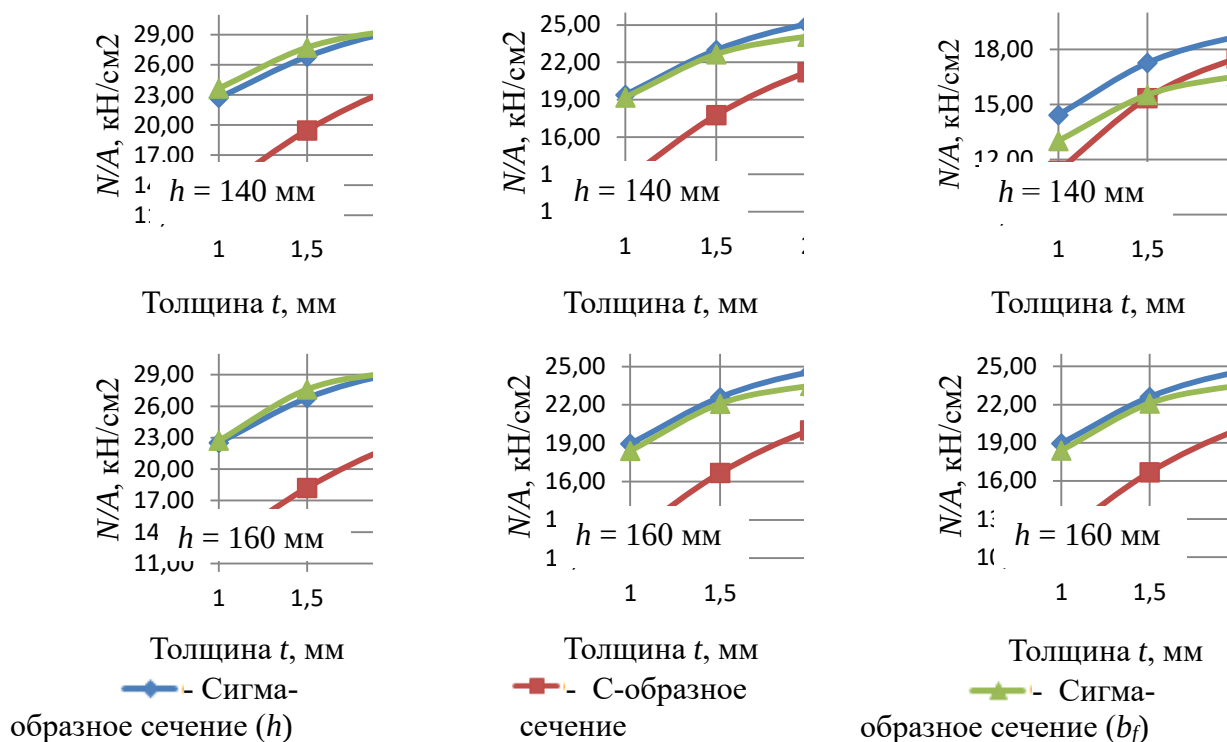


Рисунок 1 – Сравнимые варианты поперечных сечений:

а) С-образное сечение; б) Сигма-образное сечение



Более эффективным является Сигма-образный профиль. Это наиболее ярко выражено в коротких стержнях и малых толщинах, где влияние потери местной устойчивости в сечении на потерю общей устойчивости элемента максимально.

При малых длинах элемента ($l = 1$ м) способ достижения равенства площади поперечного сечения Сигма-образного профиля (изменение высоты h или ширины поясов b_f) незначительно влияет на эффективность сечения. При $h = 140, 160$ мм разница не превышает 3,5 %. Здесь более эффективным является уменьшение ширины пояса.

С увеличением длины элемента разница становится всё более существенной. При $l = 2$ м она составляет 4-6 % с максимумом при $t = 2,5$ мм. В длинных элементах ($l = 3$ м) разница ещё больше и достигает 15 % при $t = 2,5$ мм. В элементах $l = 2$ м и $l = 3$ м более эффективным является увеличение ширины пояса с одновременным снижением высоты профиля h .

Кроме того, при $l = 3$ м при $t > 1,5$ мм более эффективным становится применение С-образного профиля по сравнению с Сигма-образным с узкими поясами. Изменение высоты профиля ($h = 140, 160, 180, 200$ мм) практически не влияет на приведённые выше тенденции.

На основании проведённых исследований можно сделать следующий вывод. В целом, в центрально сжатых элементах Сигма-образные профили обладают большей эффективностью по сравнению с С-образными сечениями. Это обусловлено сравнительно более высокой местной устойчивостью стенки Сигма-профиля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. CFSteel. Документация. Том I. Руководство пользователя // НПК Дельта Инжиниринг : сайт. URL: <https://www.cfsteel.ru> (дата обращения: 01.04.2021).
2. СП 260.1325800.2016. Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Москва, 2016. 116 с.

О НЕОБХОДИМОСТИ АНАЛИЗА ПРИЧИН АВАРИЙ ЗДАНИЙ

Лопухов Никита Евгеньевич, студент кафедры «Строительные конструкции»,
email: nelopukhov@mail.ru

Научный руководитель – Халтурин Юрий Васильевич, к.т.н., доцент,
email: khalt.yuriy@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье рассматривается необходимость исследования надежности конструкций зданий и сооружений, указываются и анализируются основные причины аварий, приведены примеры крупных аварий. Указаны организации, занимающиеся статистическим сбором данных об авариях. Сделан вывод о необходимости систематических научных исследований в области аварий зданий и сооружений.

Ключевые слова: надежность, анализ аварий, обрушение, ошибки при проектировании.

Обеспечение надежности зданий и сооружений – одна из важнейших и актуальных проблем на всех этапах функционирования здания или сооружения (проектирование, строительство, эксплуатация). Надежность – не только техническая, но и экономическая категория, поскольку снижение частоты ремонтов и увеличение сроков эксплуатации объектов строительства приводят к большому экономическому эффекту. Обеспечение безотказной работы и минимальных затрат времени и средств на эксплуатацию и ремонты зданий и сооружений является основной целью изучения данной области. Это предусматривает целенаправленное исследование эксплуатационной надежности конструктивных элементов здания, в том числе путем анализа причин аварий.

Далее под аварией будет пониматься согласно [1]: «неожиданное полное или частичное обрушение, разрушение, изменение формы или перемещение строительной конструкции или здания и сооружение, опасное для жизни или здоровья людей, наносящее ущерб окружающей среде, либо вызывающее остановку или нарушение производственного процесса».

Причины аварий бывают самые разные, допускаемые на разных этапах жизненного цикла зданий и сооружений. Так среди ошибок, допускаемых при проектировании В. В. Леденев выделял [2] следующие:

- 1) в основаниях и фундаментах (образование недопустимых деформаций грунта основания, неправильный выбор конструкции фундамента и т.д.);
- 2) в каменных конструкциях (отсутствие деформационных швов, отсутствие гидроизоляции, неправильный выбор материалов кладки и т.д.);
- 3) в железобетонных конструкциях (неправильное армирование, неверный выбор класса бетона, класса и марки арматуры и т.д.);
- 4) в металлических конструкциях (недостаточное обеспечение устойчивости, ошибки в конструкции узлов соединения конструкций, неверный выбор марки стали);
- 5) в деревянных конструкциях (проектирование непригодных для деревянных конструкций узлов, неучет снеговых мешков и всех вариантов распределения нагрузок по покрытию в целом).

Помимо этих причин к появлению аварийного состояния приводят ошибки при возведении и эксплуатации зданий и сооружений. Не мало трагедий случается и во время реконструкции эксплуатируемых объектов в результате неверного расчета или даже сфальсифицированного проекта.

Учетом и систематизацией аварий зданий и сооружений до 1991 года занимался Госстрой СССР, собранные данные передавались в институт ЦНИИСК, где проводился комплексный анализ аварий конструкций для дальнейшего совершенствования нормативных документов.

В 1991-1992 годах практически не проводился учет аварий, с 1993 по 2003 на территории РФ этим занималась Главная инспекция Госархстройнадзора России. Ежегодно ими проводился анализ причин произошедших аварий, который затем с рекомендациями по

их предупреждению отправлялся в исполнительные органы власти. После упразднения Госархстройнадзора России дальнейшая работа в этой области стала осуществляться общественными организациями.

По собственной инициативе статистику обрушений зданий и сооружений вела группа компаний «Городской центр экспертиз» из г. Санкт-Петербурга. Ежегодно они подготавливали отчет, в котором отражали общее количество аварий и причины их возникновения. Однако с 2018 статистика не публикуется в открытых источниках, либо и вовсе не ведётся.

Результаты постоянного мониторинга открытых источников с информацией по выявлению причин аварий и происшествий учитываются при разработке технических документов и предложений о внесении изменений в законодательство, чтобы в дальнейшем избежать ошибок при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений.

В 2004 г. произошло обрушение покрытия аквапарка «Трансвааль парк» (рисунок 1), которое вызвало большой общественный резонанс. 5000 м² купола здания упали на водную часть комплекса, в результате погибло 28 человек, свыше 200 были ранены. Причиной аварии явились ошибки при проектировании железобетонной оболочки покрытия в сочетании с низким качеством работ по ее устройству. Такая авария послужила ужесточению контроля при экспертизе строительных объектов.

В 2011 в г. Санкт-Петербурге произошло обрушение покрытия гипермаркета «Окей» (рисунок 2) на площади 500 м², 14 человек пострадало, один из них погиб. Причиной аварии явились изготовление конструкций на заводе с отступлениями от проекта в сочетании с нарушениями при эксплуатации здания, в том числе большое количество скопившегося снега из-за несвоевременной уборки. В дальнейшем комитетом по строительству правительства г. Санкт-Петербурга был разработан и утвержден региональный методический документ «Снеговые нагрузки для Санкт-Петербурга» для обеспечения надежности и безопасности зданий и сооружений при проектировании с учетом формирования снегового покрова.

Опыт, накопленный при изучении аварий, может позволить минимизировать их количество и тяжесть последствий. Научные исследования при этом должны быть системными и являться основой внедрения конкретных предупреждающих мероприятий.



Рисунок 1 – Обрушения покрытия аквапарка «Трансвааль парк»



Рисунок 2 – Обрушения покрытия гипермаркета «Окей»

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СТО НОСТРОЙ 2.33.79-2012. Обследование ограждающих конструкций зданий и сооружений в натурных условиях и оценка их технического состояния. Правила, контроль выполнения и требования к результатам работ. Москва : Издательство «БСТ», 2013. 56 с.

2. Леденев В.В. Аварии в строительстве : учебное пособие. Тамбов : ТГТУ (университет), 2014. 210 с.

О ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ РАСХОДА АРМАТУРЫ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАЛЕЙ БОЛЬШЕЙ ПРОЧНОСТИ

Меркурьев Кирилл Максимович, студент кафедры «Строительные конструкции»,
e-mail: merkurev.kirill_1999@mail.ru

Научный руководитель – Халтурин Юрий Васильевич, к.т.н., доцент,
e-mail: khalt.yuriy@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассмотрена проблема снижения расхода арматуры путем использования сталей большей прочности. Проанализированы температурные условия эксплуатации и характер нагружения при выборе видов арматуры. Приведен сравнительный анализ альтернативных видов арматурного проката с оценкой их достоинств и недостатков. Также проведен анализ достоинств и недостатков различных профилей арматуры, предложены рекомендации по выбору арматуры.

Ключевые слова: арматура, арматурный профиль, прочность, металл, железобетон, прочностные характеристики.

Актуальной проблемой металлургической промышленности на сегодня, является эффективное применение арматурных сталей, не только с целью снижения их себестоимости, но и увеличения надёжности железобетонных конструкций. Возможный путь снижения стоимости железобетонных конструкций – это уменьшение расхода арматуры посредством использования сталей большей прочности, например, арматуры класса 500 МПа вместо А400.

Арматуру марки 35ГС класса А-III (А400) создали в середине предыдущего столетия путем модификации стали Ст5. При этом прочностные характеристики (предел текучести и временное сопротивление) были увеличены за счет повышения в составе стали процентного содержания кремния и марганца. Изготовлению стали соответствующей классу А-III с устойчивыми прочностными характеристиками способствовало высокое содержание углерода: от 0,3 до 0,39 %. Однако из-за высокого содержания углерода снизились пластичность, свариваемость и хладостойкость стали. Данную арматурную сталь можно применять только при температуре не ниже минус 30 °С [1]. Согласно требованиям зарубежных норм, сварка арматуры при содержании углерода выше 0,22 % – не допускается. В нашей стране многократно фиксировались случаи обрушения железобетонных конструкций при низкой температуре (как на стадии строительства, так и эксплуатации) в результате хрупкого разрушения сварных соединений арматуры из стали марки 35 ГС. Снижение объемов применения такой арматуры будет способствовать повышению надежности строительных конструкций и безопасности зданий и сооружений.

С начала 2000-х годов применяется качественная термомеханически упрочненная арматура класса А500С, количество которой в России достаточно для обеспечения спроса, но в большинстве случаев применяется арматура класса А400, что не рационально с точки зрения расхода металла. Сегодня есть выбор между проверенной временем горячекатаной арматурой марки 25Г2С класса А400 (А-III) и новой холоднодеформированной арматурой с двухсторонним серповидным периодическим профилем из стали класса А500С.

При выборе арматуры надо следовать указаниям СП 63.13330.2018 п.6.2.2 [1], согласно которым для армирования железобетонных конструкций необходимо применять арматуру следующих видов:

- горячекатаную гладкую и периодического профиля с постоянной и переменной высотой выступов (кольцевой и серповидный профили соответственно) диаметром 6–50 мм;
- термомеханически упрочненную периодического профиля диаметром 6–50 мм;
- холоднодеформированную периодического профиля диаметром 3–16 мм (А500С);
- арматурные канаты диаметром 6–18 мм.

При этом следует учитывать температурные условия применения арматуры, условия эксплуатации и характер нагружения, приведенные в п. 6.2.5 СП 63.13330.2018 [1]. Например, арматура класса А400 из марки стали 35ГС может применяться при расчетной температуре до

минус 30°C, а арматура А500С – до минус 55°C, что делает её более универсальной при почти одинаковой себестоимости.

К недостаткам арматуры А400 следует отнести также невозможность выполнения крестообразных соединений дуговой сваркой прихватками (исключение – сталь марки 25Г2С). Уменьшенное количество углерода, а также легирующие добавки делают сталь более пластичной и позволяют выполнять такие соединения арматуры А500С любой марки.

Сегодня в России выпускается арматура по ГОСТам, ТУ и СТО с разными видами периодических профилей (рисунки 1-3). На рисунке 1 приведены профили, выпускаемые по ГОСТ 5781: а – кольцевой, по ГОСТ Р 52544, СТО АСЧМ 7-93: б – серповидный двусторонний и по ТУ 14-1-5526-2006: в – серповидный четырехсторонний.

По ГОСТ 34028-2016 [2], введенному взамен ГОСТ 10884-94 и ГОСТ 5781-82*, арматура может изготавливаться четырех форм, две из которых приведены на рисунках 2 и 3.



Рисунок 1 – Типы периодического профиля арматуры, выпускаемой в РФ

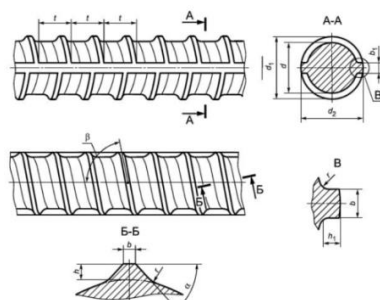


Рисунок 2 – Конфигурация и параметры периодического профиля по форме 1ф ГОСТ 34028-2016

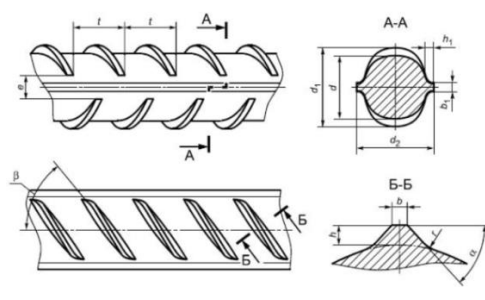


Рисунок 3 – Конфигурация и параметры периодического профиля по форме 2ф ГОСТ 34028-2016

Арматура периодического профиля с двумя продольными и поперечными наклонными к оси ребрами кольцевого сечения с равномерной толщиной полуколец, (рисунки 1, а и 2) имеет недостаток – концентрация напряжений в местах сопряжения продольных и наклонных ребер. У арматуры с серповидным двусторонним профилем (рисунки 1, б) этот недостаток убрали, но возникла проблема: снизилась площадь проекции поперечных ребер на плоскость, перпендикулярную к оси проката, а соответственно увеличилась вероятность проскальзывания арматуры в бетоне. НИИЖБ разработал арматуру с серповидным четырехсторонним профилем. Установлено, что, заменив профиль А400 на А500СП (рисунок 1, в), можно увеличить прочность сцепления на 20 %, жесткость – на 30 %, при этом в работу включается больше бетона. Такой профиль позволяет сохранять прочность сцепления даже при возникновении в арматуре больших пластических деформаций.

Таким образом, будущее за универсальной высокопрочной арматурой, обладающей одновременно хорошей пластичностью и свариваемостью. Ее использование позволяет не только снизить расход стали и снизить себестоимость, но и повысить надежность объектов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции : принят Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 19 декабря 2018 г. N 832/пр и введен в действие с 20 июня 2019 г. Москва: Стандартинформ, 2019. 119 с.
2. ГОСТ 34028-2016. «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»: принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 8 декабря 2016 г. N 50) : дата введения: 2018-01-01. Москва: Стандартинформ 2019. 42 с.

3. О новом межгосударственном стандарте ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций» / О. О. Цыба [и др.] // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №3. С. 23-31.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТЕНЫ ОДНОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ С КАРКАСОМ ИЗ ЛСТК С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Минасян Ашот Арменович, бакалавр кафедры «Строительные конструкции»,
e-mail: ashot_minasyan_1999@mail.ru

Научный руководитель - Харламов Иван Викентьевич, к.т.н., профессор,
e-mail: hiv@mailaltstu.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Строительство каркасных зданий по технологии ЛСТК набирает популярность так как дома быстро строятся, обладают хорошими теплоизоляционными качествами и разнообразием планировки, но имеют один существенный недостаток высокую воздухопроницаемость. В статье разработан и обоснован новый тип конструктивного решения стены каркасного дома из ЛСТК с хорошими теплоизоляционными качествами и низкой воздухопроницаемостью.

Ключевые слова: ЛСТК, стены, теплоизоляция, воздухопроницаемость, усовершенствование.

Технология возведения зданий и сооружений из тонкостенных легких стальных конструкций (ЛСТК) была разработана в Канаде в 1950-х годах. Основным толчком к появлению данной технологии явилась необходимость строительства большого количества малоэтажных домов для среднего класса, что соответствует климатическим условиям страны. Однако главным фактором развития ЛСТК по-прежнему оставалась возможность промышленного серийного производства стальных профилей и доступность материалов. Преимущество зданий и сооружений, возводимых из ЛСТК, - это экологичность, скорость возведения за счет простого и легкого монтажа конструкций, высокие показатели экономии тепла, стабильность и точность геометрических размеров профилей.

В качестве примера рассмотрена реальная стена, взятая по проекту фирмы OPTIMUMHOUSE (рис.1). Стена обладает хорошей несущей способностью и теплоизоляционными качествами, но имеет один существенный недостаток, высокую воздухопроницаемость

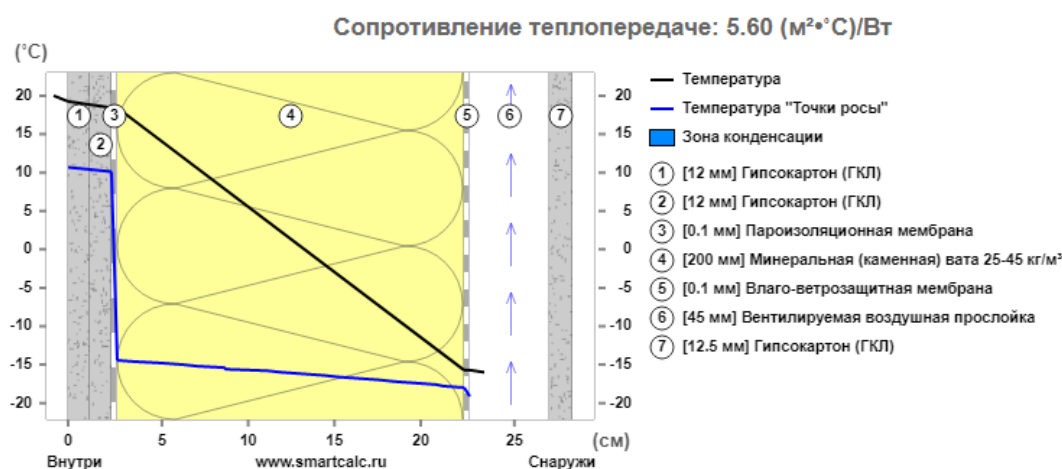


Рисунок 1 – Схема реальной стены

Для усовершенствования стены необходимо уменьшить воздухопроницаемость, но не потерять теплоизоляционные качества для этого были рассмотрены различные варианты добавления дополнительной ветрозащиты на позиции (5) в виде различных листовых

материалов таких как: гипсокартон, ориентированно-стружечная плита, цементно-стружечная плита. Все эти варианты позволяют решить проблему с воздухопроницаемостью, но появляется другой недостаток возникновение зоны конденсации (рис. 2)

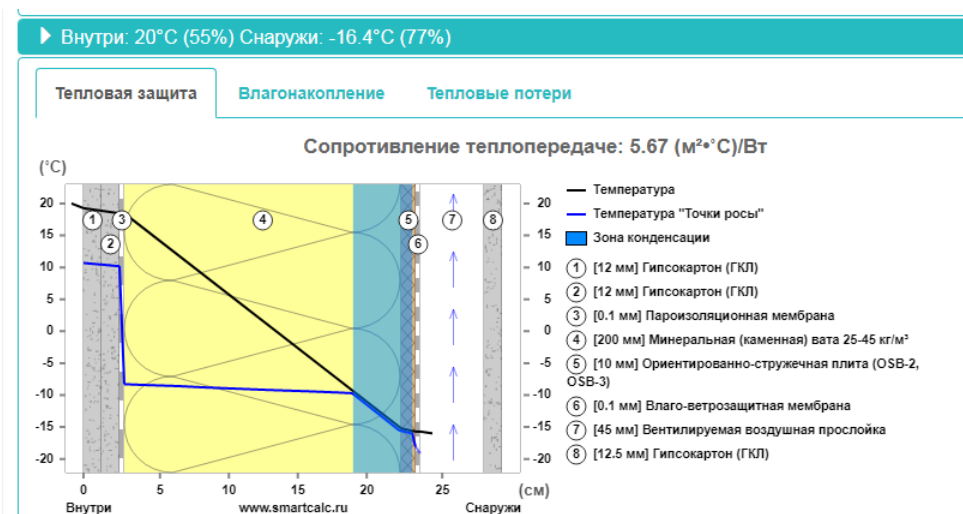


Рисунок 2 – Схема измененной стены

Поэтому было принято решение попробовать почти полностью изменить состав стены, чтобы добиться хороших показателей теплоизоляции и воздухопроницаемости. После проверки различных вариантов был найден наиболее хороший вариант (рис. 3). Стена состоящая из двух листов гипсокартона, пароизоляционная мембрана, швеллера 100мм внутрь которого укладывается утеплитель, лист гипсокартона, пенополистерол (ПСБ-15), лист гипсокартона. Данная стена имеет хорошие теплоизоляционные и воздухопроницаемые свойства и позволяет избежать зоны конденсации а так же использование 100 мм швеллера позволяет сэкономить сталь, но для проверки надежности данной конструкции стены необходимо провести расчет по несущей способности.

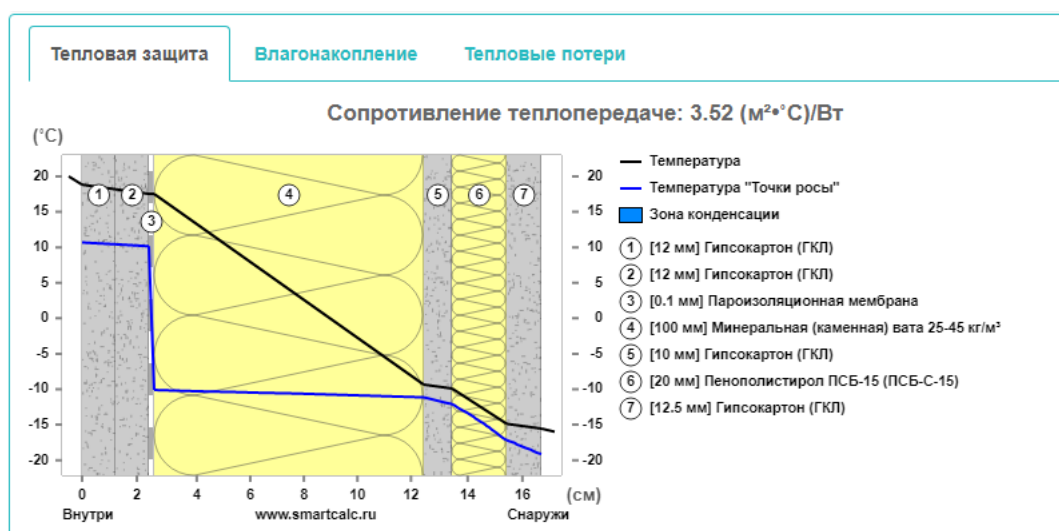


Рисунок 3 - Схема усовершенствованной стены

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Проекты загородных домов : сайт. URL: <http://optimumhouse.ru/mimi3.html> (дата обращения 31.03.2021).
2. Расчет утепления и точки росы : сайт. URL: <https://www.smartcalc.ru/> (дата обращения 31.03.2021).

УНИВЕРСАЛЬНАЯ СБОРНО-МОНОЛИТНАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Никитин Владимир Сергеевич, студент кафедры «Строительные конструкции»,
e-mail: vladimirnik.1999@gmail.com

Научный руководитель – Харламов Иван Викентьевич, к.т.н., профессор,
e-mail: hiv@mail.altstu.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Строительство является сложным процессом, а строительство в сейсмических районах накладывает дополнительные трудности. Исходя из того, что в Алтайском крае был повышен уровень сейсмичности [1], стандартные конструктивные системы могут быть неподходящими. Поэтому требуется найти новую конструктивную систему, удовлетворяющую современным нормам проектирования, и при этом не удорожалось строительство и не требовало переквалификации рабочих. «Универсальная строительная система» может помочь в решении проблемы.

Ключевые слова: сейсмические условия, каркас, сборно-монолитный, строительная система, строительства.

В связи с повышением уровня сейсмичности в Алтайском крае [1], возникает проблема поиска надежной конструктивной системы зданий. На наш взгляд представляет интерес «Универсальная строительная система» (УСС) [2]. Проанализируем основные достоинства УСС.

Данная система обладает рядом преимуществ:

- использование до 80 % сборных элементов каркаса, изготовленных в заводских условиях;
- в сборке каркаса существует не более 3-х простых в монтаже узлов, что позволяет любым монтажникам средней квалификации освоить приемы строительства в короткие сроки;
- снижение расходов железобетона на 1 м² площади здания;
- возможность создания надежной пространственной системы;
- значительное сокращение трудоёмкости работ на строительной площадке;
- свободная планировка квартир.

Этапы строительства

В начале строительства разрабатывают котлован под будущее здание. После подготовки котлована выполняют бетонную подготовку. Заливают фундаментную плиту размером под всё здание. После этого монтируют колонны нижнего яруса, для этого в фундаментной плите высверливают отверстия под выпуски арматурных стержней колонн, а также выполняют заливку стен подвала. Далее выполняют монолитное перекрытие подвала, и засыпают пазухи котлована.

Далее идет возведение типовых этажей. Монтируются колонны. Затем устанавливают временные стойки под ригели. В тоже время выполняют бетонирование монолитных элементов: диафрагм жесткости, лифтовых шахт и лестничных клеток. Кроме того, диафрагмы жесткости, панели шахт лифтов могут быть сборными и изготавливаться на заводе, совместно с другими элементами системы. После выполнения лестничных клеток туда устанавливают сборные опорные балки под лестничные марши, лестничные площадки и далее монтируют лестничные марши. Когда ригели установили на стойки, в них закладывают арматурный каркас монолитной части ригеля. Для скрепления ригелей с колонной используют дополнительное верхние и нижние армирование ригеля. На ригель монтируют плиты перекрытия, после чего всё заливают бетоном. Весь процесс продолжается с этажа на этаж.

Основные сборные железобетонные изделия

1. Сборная многопустотная плита перекрытия безопалубочного формования

Плита для районов с высокой сейсмичностью имеет петлевые выпуски по длинной стороне плиты (Рис. 1). На короткой стороне, в верхней части плиты, имеются вырезы для установки анкерных стержней. В пустотах плиты устанавливаются ограничители бетона, для предотвращения затекания бетона в пустоты.

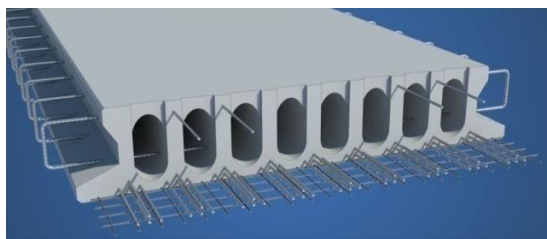


Рисунок 1 – Сборная многопустотная плита перекрытия

2. Сборная деталь ригель

Представляет собой перевернутый п-образный профиль (рис.2). Внутри ригеля имеются рифления для лучшего сцепления бетона с ригелем. Ригель армируется высокопрочной предварительно напряженной проволокой, а также сварной арматурной сеткой.

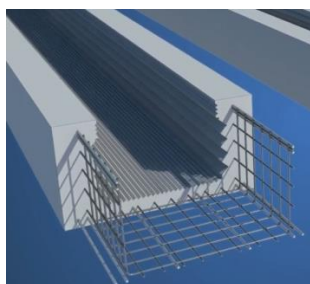


Рисунок 2 – Сборная деталь ригель

3. Сборная железобетонная колонна

Колонны могут изготавливаться как на один, так и на два этажа. На концах колонны имеются арматурные выпуски (рис. 3), для обеспечения прочного соединения арматур верхнего и нижнего ярусов с помощью обжимных муфт.

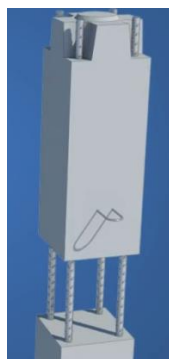


Рисунок 3 – Колонна для сейсмоактивных районов

Основные узлы

Продольный стык сборных плит перекрытия, применяемый в сейсмических районах: По длинной стороне плиты устраиваются петлевые выпуски (рис.1), которые при монтаже двух плит образуют прямоугольные контуры. В эти контуры устанавливаются продольные арматурные стержни по углам (рис.4). После установки арматуры, стык заливают бетоном на мелкозернистом заполнителе.



Рисунок 4 – Продольный стык плит перекрытия

Стык сборных колонн в сейсмических районах: На арматурные выпуски колонны нижнего яруса (рис.3) устанавливаются обжимные муфты. После этого колонна верхнего яруса устанавливается на нижнюю на центрирующий элемент, так что бы её арматурные выпуски попали в обжимные муфты. Далее муфты сжимают для более плотного соприкосновения с арматурой и устанавливают хомуты, свариваемые между собой (рис.5). После полной установки колонны стык замоноличивают бетоном на мелком заполнителе.

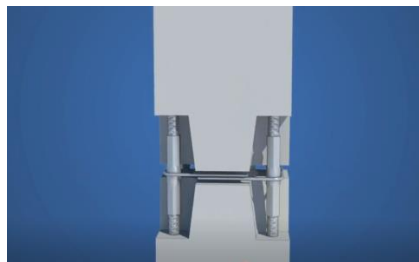


Рисунок 5 – Стык колонн в сейсмических районах

Узел опирания сборных плит на сборно-монолитный ригель для сейсмических районов: На верхнюю часть сборной детали ригеля (рис.2) наносят постель из цементно-песчаного раствора. Сверху кладут сборные многопустотные плиты и в промежуток между ними, а также в пустое пространство ригеля, укладывают арматурный каркас монолитной части ригеля (рис.6) с дополнительными анкерными стержнями, обеспечивающими более надежное поперечное соединение плит между собой. После установки каркаса стык замоноличивают.

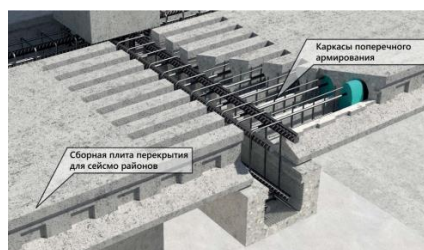


Рисунок 6 – Узел опирания плит для сейсмоактивных районов

Опорный узел: Ригель соединяется с колонной при помощи арматурных каркасов монолитной части ригеля. Четыре ригеля устанавливаю в месте, где в колонне отсутствует часть бетона, через арматурные каркасы пропускаю дополнительные верхние и нижние расчетные арматуры (рис.7), которые и соединяют ригели с колонной. Далее все бетонируют.



Рисунок 7 – Опорный узел

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах» : принят приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 24 мая 2018 г. N 309/пр и введен в действие с 25 ноября 2018 г. Доступ из нормативной базы «Техэксперт», (дата обращения 05.04.2021).
2. АСП ВИАКОН.ПРО – архитектурно-строительное проектирование: [Сайт]. URL: <https://www.viakonpro.ru> (дата обращения 02.04.2021).

УСИЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ДВУХЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ ПО АДРЕСУ: Г. БАРНАУЛ, УЛ. ПЕТРА СУХОВА, 16

Паневин Владислав Олегович, бакалавр кафедры «Строительные конструкции»,
e-mail: vladislavpanevin@gmail.com

Научные руководители - Пантюшина Лариса Николаевна, к.т.н., доцент, Вербицкая Елена Васильевна, ассистент, e-mail: pantushinalarisa@mail.ru, alenapantushina@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье рассмотрена тема усиления конструкций и продление срока службы старых зданий, которые играют важную роль в сохранении исторического облика города. Были рассмотрены дефекты и примеры усиления конструкций двухэтажного жилого здания, а именно усиление кирпичной кладки с использованием композитных материалов, достоинства и особенности этого метода, а также метод усиления балконов.

Ключевые слова: усиление, балкон, кирпичная кладка, здание, трещины, дефекты.

В большом количестве малоэтажных зданий города Барнаула стены выполнены из кирпичной кладки. Как правило, это здания старого фонда, которые дают историческое представление о том, каким город был много лет назад. Воздействие атмосферных осадков, неравномерной осадки грунтов, а также перепады температур влияют на процесс разрушения основных конструктивных элементов здания, которые определяют срок службы здания. Целью нашей работы является применение современных методов усиления конструкций здания с целью сохранения его исторического вида [2].

Объектом исследования является двухэтажный жилой дом по адресу г. Барнаул, ул. Петра Сухова, 16. В ходе внешнего обследования здания были выявлены дефекты кирпичной кладки в виде трещин.



Рисунок 1 - Дефекты кирпичной кладки

Для устранения данных дефектов мною был выбран метод усиления кирпичной кладки композитными материалами [1].

Данный метод заключается в наклейке с помощью специального эпоксидного клея на поверхность конструкции высокопрочных холстов. Усиление выполняется по подготовленной поверхности кладки, с пропиткой и грунтовкой поверхностного слоя. В качестве армирующего компонента могут выступать волокна органического и неорганического происхождения. К неорганическим относят углеволокно, стекловолокно и базальтовое волокно. К органическим – льняные, конопляные и арамидные волокна.

Из всех вариантов армирующих компонентов мною выбрано стекловолокно, так как по данным производителей несмотря на большее количество требуемого материала, такое армирование обойдется примерно в 2 раза дешевле, чем усиление углеволокном или арамидоволокном.

Эпоксидный клей обеспечивает быстрое включение материала усиления в совместную работу с конструкцией, но его применение требует обеспечения обязательных правил при исполнении работ, так как его пары опасны для человека. Работы должны проводиться обязательно в проветриваемых помещениях и с использованием специальной одежды и перчаток.

Разрушения балконов происходят из-за того, что металлические конструкции подвергаются атаке газов атмосферного воздуха. В бетоне существуют поры, и жидкость в этих порах меняет свою щелочную реакцию, вследствие чего происходит разрушение стальной арматуры. Для бетона опасны кислые газы, содержащиеся в воздухе, которые проникают в поры плиты конденсируют в них влагу и образует кислоты, разрушающие бетон. Значительная часть балконов изнашивается раньше других частей здания.

Все эти процессы меняют такие свойства бетона, как упругость и пластичность. Последствия таких воздействий представлены на рисунке 2.

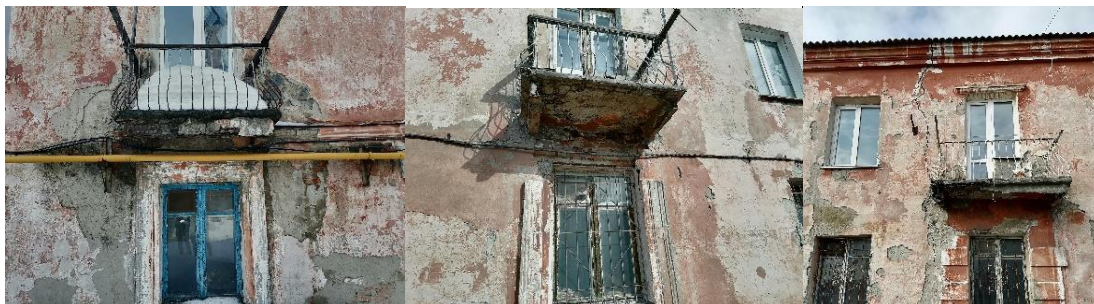


Рисунок 2 - Разрушение балконов

Для данного здания не применимы способы усиления с помощью приставного или подвесного метода, так как это приведет к изменению архитектурного вида здания.

Для усиления балконов без изменения их внешнего вида нужно провести следующие работы:

- На чистую плиту кладется арматура из стальной проволоки $\varnothing 5$ мм из расчета 3 продольных и 3 поперечных прута на 1 п.м.
- Пересечения прутков обязательно заваривают электросваркой.
- Между плитой и арматурой образуется зазор для жидкой фракции бетонной стяжки.
- Заливается арматурная сетка бетоном толщиной минимум в две толщины арматуры.
- Стяжка тщательно железнится.

В статье мною был рассмотрен метод усиления кирпичной кладки композитными материалами и вариант усиления балконов, были рассмотрены предположительные причины разрушения конструкций. Важно помнить, что выбор оптимального решения при ремонте конструкций здания является сложной задачей и носит комплексный характер. В своей работе

я постарался найти варианты решения для сохранения исторического облика здания, так как это и было моей первостепенной задачей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. С.А. Старцев, А.А. Сундукова. Усиление кирпичной кладки композитными материалами и винтовыми стержнями // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 6. С. 17-23.
2. А.Н. Шихов. Реконструкция гражданских и промышленных зданий : монография. Пермь : ИПЦ «ПрокростЪ». 2015. 400 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В МАЛОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Пономарев Станислав Эдуардович, магистрант кафедры «Промышленное и гражданское строительство», e-mail: stas.96@inbox.ru

Научный руководитель – Манохин Павел Евгеньевич, к.т.н., доцент,
e-mail: pmanohin@bk.ru

Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова,
г. Ижевск, Россия

В статье освещена проблема необходимости внедрения энергосбережения в нашей стране. Сформулированы мероприятия, направленные на уменьшение тепловых потерь и оптимизацию потребления энергоресурсов в малоэтажных объектах недвижимости. Выявлены основные барьеры на пути повышения энергетической эффективности зданий и предложены их возможные решения. Также представлен пример энергоэффективного дома для типовой застройки.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, повышение энергоэффективности, малоэтажное строительство.

Вопрос энергетической эффективности и энергосбережения зданий и сооружений является актуальным на данный момент. Рост потребления энергетических ресурсов на нашей планете с каждым годом становится больше. По расчету различных экспертов исчерпаемых энергетических ресурсов в мире хватит еще максимум на 100 лет [1]. Следовательно, одним из методов снижения расхода энергоресурсов является улучшение энергоэффективности зданий и сооружений. В малоэтажном строительстве это особенно актуально. Поскольку за счет сокращения потребления энергоресурсов эксплуатация таких объектов недвижимости становится экономичной.

Под понятием энергосбережение подразумевается процесс сокращения потребления электроэнергии путем повышения эффективности ее использования. Данный эффект энергосбережения определяется разностью затрат в соответствующих единицах измерения до проведения мероприятий по повышению энергетической эффективности и после. Под энергоэффективностью подразумевается процесс рационального использования энергетических ресурсов. Само понятие «энергоэффективность» пришло к нам из европейских стран, где уже повсеместно ведутся работы по ее повышению [2]. Германия, Финляндия и Дания являются лидерами в данном направлении, где приняты государственные программы по энергосбережению и строительству энергосберегающих зданий. Стоимость затрат на строительство энергоэффективных зданий выше на 10–15 %, но за счет экономии энергозатрат при эксплуатации в европейских странах здание окупается за 5-10 лет.

Проводя анализ перспектив повышения энергоэффективности зданий в нашей стране стоит отметить, что в зданиях, построенных еще в 1980-х годах энергетическое потребление может превышать 600 кВтч/(м²*год). Однако, здания построенные и эксплуатирующиеся после выхода СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», потребляют около 350 кВтч/(м²*год), что по сравнению относительно стандартов потребления в европейских странах со схожими природно-климатическими условиями выше более чем в 3 раза.

В осознании данной проблемы нашим государством был разработан и принят Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», в соответствии с которым, начиная с 2012 года стали внедряться паспорта энергоэффективности промышленных и жилых зданий.

Говоря о внедрении энергосберегающих технологий в строительстве, стоит учитывать, как новые здания, так и здания, сданные в эксплуатацию до середины последнего десятилетия XX века. Поскольку доля зданий, построенных в эти годы, во многих городах нашей страны составляет 80 %.

Основные причины нерационального расходования тепловой энергии являются [3]:

- несовершенство естественной вентиляции;
- недостаточное теплоизоляционное качество ограждающих конструкций;
- отсутствие приборов учета, контроля и регулирования на системах отопления и горячего водоснабжения;
- протяженная цепь тепловых сетей с недостаточной или поврежденной теплоизоляцией;
- устаревшее котельное оборудование;
- недостаточное использование источников альтернативной энергии.

Таким образом, приоритетным направлением повышения энергетической эффективности здания является сокращение теплопотерь и оптимизация потребления энергетических ресурсов. В настоящее время на территории Российской Федерации распространен именно такой подход.

Однако, на данный момент в нашей стране существует множество барьеров, стоящих на пути повышения энергоэффективности [2]. Рассмотрим основные из них:

1. Несбалансированная структура цен на энергоносители в Российской Федерации.

Срок окупаемости объектов недвижимости с внедренными мероприятиями по энергосбережению в нашей стране в десятки раз выше чем в европейских странах. Поскольку стоимость 1 кВтч/(м²*год) в России ниже в 10 раз по сравнению с Европой. Осознание гражданами проблемы исчерпаемых энергоресурсов и повышение цен на энергоносители поможет решить данную проблему.

2. Отсутствие стимулирования населения к снижению энергозатрат своих квартир/домов/производств.

В данной ситуации решением может являться введение различных льгот как в кредитовании, так и в налогообложении для покупателей/владельцев энергоэффективных объектов недвижимости.

3. Отсутствие квалифицированного инженерного состава и топ-менеджеров.

Решением этой проблемы может стать дополнительное обучение и подготовка квалифицированных инженеров для внедрения энергосберегающих технологий.

4. Малоинформированность населения о проблеме энергосбережения.

Необходимо распространение информации о технических, организационных и финансовых возможностях энергосбережения для повышения интереса к данной проблеме и привлечения потенциальных потребителей/инвесторов.

5. Высокая стоимость строительства энергоэффективных объектов недвижимости.

Появление массовой типовой застройки энергоэффективных зданий поможет уменьшить стоимость строительства за 1 м². Также повысит спрос на инновационные строительные материалы, что позволит стимулировать адаптацию технологий производства данных материалов в России.

Для максимального снижения затрат энергии еще на этапе проектирования малоэтажных домов закладываются следующие планировочные, конструктивные и инженерно-технические решения [4]:

1. Правильная ориентация и планировка здания.

Правильно расположив здание относительно сторон света и розы ветров, можно добиться существенного снижения потребления энергоресурсов за счет обеспечения солнечной энергией, тепла и естественного освещения. Правильная планировка поможет избежать потерь тепла за счет уменьшения площади ограждающих конструкций.

2. Расчет толщины и утепления ограждающих конструкций.

Правильный подбор строительных материалов и их толщины обеспечивает минимальный процент тепловых потерь.

3. Система вентиляции с рекуперацией.

Система рекуперации необходима для нагревания поступающего воздуха и снижения теплопотерь.

4. Герметизация контура.

Ограждающие конструкции должны быть максимально герметичными, тепло и воздухонепроницаемыми, исключая наличие «мостиков холода».

5. Правильный выбор окон и дверей.

По статистике, 30 % тепловых потерь здания приходится на окна и двери. Для уменьшения данного показателя устанавливают оконные блоки и входные двери с повышенными параметрами энергосбережения. Также, чтобы дополнительно сократить теплопотери, используют роллеты и теплоизоляционные алюминированные нейлоновые шторы. Аналогичные технологии можно применить и к уже введенным в эксплуатацию зданиям.

Примером строительства энергоэффективного жилого дома может служить дом, построенный по Канадским технологиям, где природно-климатические условия схожи с условиями в России. Еще на стадии проектирования дом ориентируют по сторонам света. Предусматривается входной тамбур. Стены выполнены из бетонных блоков с дополнительной теплоизоляцией. На северной, восточной и западной стенах закладывают минимальное количество оконных проемов при этом южная стена полностью остеклена. Но, для естественного освещения и инсоляции помещения используется только третья часть от всей остекленной поверхности. Две третьих части – покрытая черной краской стеновая панель, выполненная из железобетона, так называемая – солнечная стена Тромба. Черный цвет стеновой панели используется для поглощения солнечной радиации. За счет этого происходит нагрев стены и передача тепла в жилые комнаты. В пространстве между стеклами двойного остекления, устанавливаются по всей длине фасада теплоизоляционные алюминированные нейлоновые шторы. Данные шторы приводятся в движение электродвигателем, которым управляют термочувствительные элементы. Принцип действия данных штор заключается в сокращении теплопотерь здания в ночное время и защиты помещения от перегрева в летние солнечные дни. Кровля состоит из слоя пароизоляции, утеплителя (экструдированного полистирола) и гидроизоляции из полимерной мембраны. Циркуляцию воздуха в помещениях обеспечивает принудительная вентиляция с системой рекуперации. Применение напольных обогревателей вместо печей, также дает экономию.

Наличие высококвалифицированного инженерного состава будет являться главным условием строительства таких домов. Это связано с тем, что необходимо качественное соблюдение всех технологий строительства.

Сокращение невозобновляемых энергетических ресурсов на нашей планете заставляет задуматься о более сознательном их использовании. Таким образом, важным направлением в энергосбережении является появление зданий, энергоэффективность которых как минимум достигает действующих норм либо превышает их. На российском рынке уже достаточно много представлено строительных материалов и инженерных систем для возведения и реконструкции таких зданий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Энергетическая проблема и истощаемость топливных ресурсов. Режим доступа: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/82593/1/sueb_2020_012.pdf (дата обращения 15.03.2021).

2. Каллагур Г.Ю., Гаврилова Т.Ю. Мировой опыт повышения энергетической эффективности объектов жилой недвижимости // Строительство. Экономика и управление. 2020. №4. С. 46-53.

3. Немова Д.В. Энергоэффективные технологии в ограждающих конструкциях // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2012. № 3(3). С. 77-82.

4. Толстолицкая А.А. Основные технологии, применяемые в строительстве энергоэффективного малоэтажного жилья в России // Образование, наука, производство. 2015. С. 1361-1364.

ПРИМЕНЕНИЕ СТАЛЬНЫХ ТОНКОСТЕННЫХ ХОЛОДНОГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ В КАЧЕСТВЕ ПРОГОНОВ ПОКРЫТИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Сапай Алина Александровна, студент кафедры «Строительные конструкции»,
e-mail: alina.sapay@mail.ru

Научный руководитель – Кикоть Андрей Александрович, к.т.н., доцент,
e-mail: deltaing@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье рассматриваются тонкостенные холодногнутые профили, преимущества их применения, чаще применяемые системы раскладки прогонов. Затронут вопрос важности процессов автоматизации проектирования прогонов из тонкостенных холодногнутых профилей.

Ключевые слова: *стальной тонкостенный холодногнутый профиль, Z-образный профиль, прогон, прогонная система, автоматизация, BIM.*

В строительстве все большее распространение получают стальные тонкостенные холодногнутые профили. Интерес к использованию данных профилей для проектирования связан с рядом преимуществ: легкость и малый расход стали, значительная экономия материала, снижение расходов на транспортировку и монтаж конструкций, отсутствие необходимости в тяжелых фундаментах, стойкость к сейсмическим воздействиям и возможность использования материала в разнообразных климатических условиях. Использование тонкостенных гнутых профилей создает значительную экономию и ускоряет сроки возведения.

За рубежом применение прогонных систем тонкостенных холодногнутых профилей (ТХП) достаточно распространено. В России данные технологии находятся на этапе внедрения. Несущая конструкция кровли, выполненная с применением таких систем, обладает низкой металлоемкостью, а, следовательно, малым весом. Это достигается за счет использования профилей из тонколистового проката и многовариантной раскладки прогонов.

Формы сечений гнутых профилей достаточно разнообразны. Наиболее распространенными для создания прогонных систем являются Z-, Сигма- и С-образный профили [1]. В редких случаях применяются более сложные профили открытого и замкнутого сечения.

Существуют различные системы прогонов. Среди них наибольшее распространение получили разрезная однопролетная система прогонов, однопролетные и двухпролетные прогоны с перехлестами или накладками [2]. В качестве примера на рисунке 1 приведены некоторые системы раскладки прогонов.

Для увеличения скорости проектирования, изготовления и монтажа, а также точности и уменьшения вероятности возникновения ошибок процесс проектирования может быть, автоматизирован. Это осуществимо путем создания BIM-модели, содержащей в себе параметры конструкций и ее элементов для передачи их на производство. Существует возможность быстрого формирования ведомостей элементов на основе данной модели, исправления коллизий элементов, что минимизирует возникновение неточностей на

строительной площадке. Для дальнейшего расчета модель можно экспортировать в расчетные комплексы.

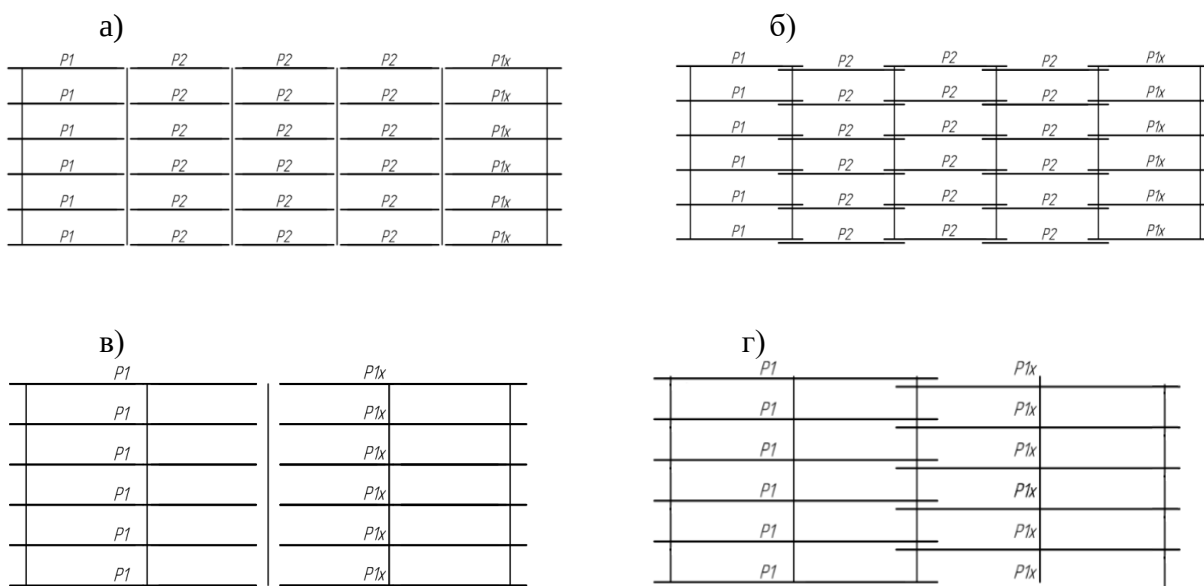


Рисунок 1 - Системы прогонов:

а - однопролетная схема раскладки, б - однопролетной схемы раскладки прогонов с перехлестами, в - двухпролетной схемы раскладки прогонов, г - двухпролетной схемы раскладки прогонов с перехлестами

В программном комплексе Autodesk Revit в общем виде была выполнена модель одной из систем раскладки прогонов - однопролетной с перехлестами (рисунки 2 и 3). При создании модели была использована база Z-образных профилей от производителя холодногнутох профилей в Западной и Восточной Европе Lindab [3]. Данную модель планируется использовать для изучения процессов автоматизации проектирования, поиска путей для быстрого и эффективного создания моделей и возможностей применения.

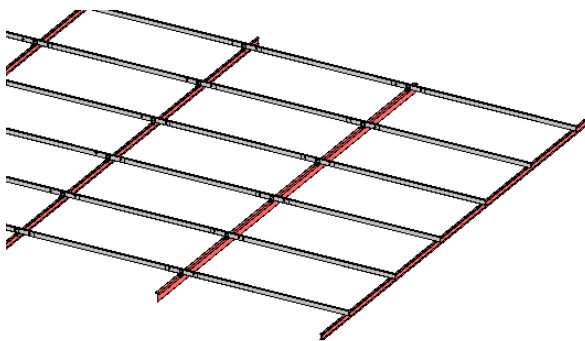


Рисунок 2 - Общая модель однопролетной схемы раскладки Z-образных профилей с перехлестами

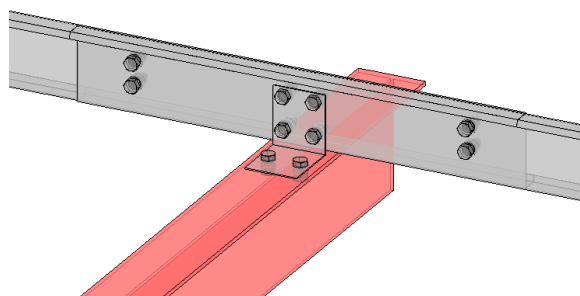


Рисунок 3 – Узел опирания Z-образных прогонов

Прогонные системы покрытия, выполненные из холодногнутох профилей, имеют большой потенциал применения. Следовательно, автоматизация их проектирования весьма актуальна и требует глубокого изучения и развития.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 260.1325800.2016 Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутох оцинкованных профилей и гофрированных листов : утвержден Приказом Министерства

строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 3 декабря 2016 г. N 881/пр и введен в действие с 4 июня 2017 г. Москва, 2016. 117 с.

2. Z AND C-SECTIONS for building shell and mezzanine floor applications Metsec plc : сайт. URL: <https://www.metsec.com/products/purlins-side-rails/purlins/sleeved-purlin-system/> (дата обращения: 5.03.2021).

3. Библиотека Lindab Revit: сайт. URL: <http://www.lindab.com/ru/pro/software/building-components/pages/lindab-revit-library.aspx> (дата обращения 5.03.2021).

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СЕРВИСА BIM 360 ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ

Сергеев Денис Сергеевич, студент кафедры «Строительные конструкции»,
e-mail: 83855825513@mail.ru

Научный руководитель – Кирколуп Евгений Романович, к.т.н., доцент,
e-mail: kirkolup@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье описан инструмент хранения информации BIM 360 и практика его использования в реальном проекте. В ходе исследования было замечено, что BIM 360 оказался наиболее эффективным при координации строительной и проектной модели.

Ключевые слова: Autodesk BIM 360, информационная модель, координация, проектирование, строительство.

С внедрением технологии информационного моделирования зданий возникает потребность в координации процессов проектирования и строительства и их взаимосвязи [1]. Именно поэтому в настоящее время все больше становятся популярными платформы для управления строительством, для организации и оптимизации проектов на всех этапах строительства. Наиболее интересной и многофункциональной из существующих решений, на наш взгляд, является платформа BIM 360 [2].

BIM 360 – это инструмент для взаимодействия всех участников процесса строительства. Данный сервис работает по тому же принципу что и популярные облачные хранилища, например, Google Диск, Яндекс. Диск и пр. Но главным преимуществом BIM 360 является то, что сервис адаптирован для ведения всех этапов проекта и взаимодействия всех участников процесса строительства. В BIM 360 каждый участник процесса строительства (ГИП, ГАП, проектировщик, прораб, сметчик и т.д.) найдет для себя свой инструмент.

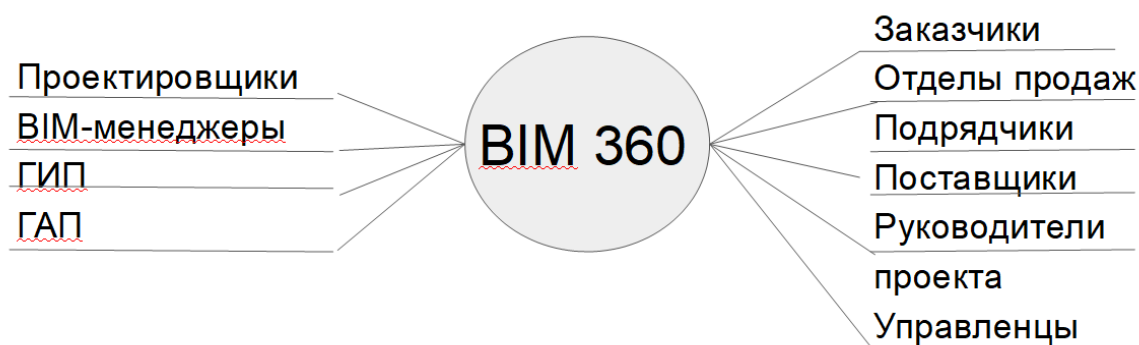


Рисунок 1 – Участники процессов строительства

Функционал BIM 360 разнообразен:

- имеется возможность обмена документами (информацией) в облаке;

- осуществляется совместная работа над моделями Revit (для проектирования в режиме реального времени, т.е. возможна работа нескольких проектировщиков, находящихся в разных городах/странах, над одной моделью);
- удобен для координации процесса проектирования, облегчает взаимодействие всех специалистов;
- удобен для контроля всех процессов в любом месте (доступ с мобильных устройств без необходимости установки какого-либо ПО и приложений);
- обеспечивает эффективное сотрудничество на этапе строительства;
- сервис BIM 360 разбит на пакеты и в зависимости от решаемой задачи можно выбирать тот или иной пакет;
- BIM 360 Docs – данный пакет подойдет всем, кому требуется контролируемый доступ к информации;
- BIM 360 Design – предоставляет доступ к совместной работе с моделями Revit, подходит для удаленной работы над файлами, или если участники находятся в разных городах или странах;
- BIM 360 Coordinate – с помощью данного пакета можно осуществлять координацию и проверку всех специалистов работающих в моделях;
- BIM 360 Build – подходит для эффективного сотрудничества команд на стадии строительства.

Одним из недостатков сервиса BIM 360 является то, что серверы, на которых размещено облачное хранилище, находятся за территорией нашей страны. Поэтому существует ограничение на использование сервиса BIM 360 для объектов капитального строительства, финансирование которых осуществляется из средств государственного бюджета.

В качестве примера опишем опыт использования сервиса BIM 360 при сопровождении строительной модели ПАО Технопарк Сбербанк. Т.к. модель данного объекта была большой и имела значительный объем рабочей документации, то было решено использовать для сопровождения объекта пакет BIM 360 Docs, который позволил оптимально структурировать рабочие папки проекта и организовать обмен информацией между участниками проекта. Следует отметить, что в проекте участвовали проектировщики из разных городов и стран. Интернациональный состав участников никак не повлиял организацию совместной работы над проектом. С помощью инструментария пакета BIM 360 Docs BIM-менеджер мог настраивать уровни доступа к папкам и отдельным файлам проекта, а у участников проекта, в свою очередь, не возникало путаницы в поисках нужного документа. Очень интересной оказалась функция оставления замечаний на документах. Благодаря данной функции при обнаружении ошибки, можно было быстро указывать месторасположение дефекта, и назначать ответственного за устранение этого дефекта. При этом ответственным за внесение изменений мгновенно приходило уведомление об ошибке. Заказчик данную функцию в последствие стал использовать, для формирования реестра предписаний и их эффективного устранения при строительстве объекта, т.к. информация об объекте постоянно находится в BIM 360 и получить доступ к этой информации можно даже с мобильного устройства, что очень удобно в условиях стройки.

Эффективен BIM 360 оказался и при координации строительной и проектной модели. Т.к. проектировщики даже на этапе строительства постоянно что-то меняют, приходится вносить эти изменения в строительную модель, для того чтобы застройщик мог бы более точно подсчитывать объемы материалов. В этом случае была использована возможность сравнивать версии моделей, что помогало отслеживать, какие элементы проектировщик убрал из модели, а какие добавил или изменил. Помимо этого, благодаря экспорту информации в Excel, можно было сортировать и фильтровать информацию по любой интересующей категории. Кроме того, при выгрузке с информации об изменениях выгружаются ID элементов, что может впоследствии позволить автоматизировать процесс координации строительной и проектной модели, например, с помощью плагина Dynamo.

В заключении отметим, что использование BIM 360 подходит для работы с большими объемами информации и документации, а это позволяет экономить не только время, но и деньги заказчика. Поэтому в эпоху цифровизации процессов строительства многие компании должны осваивать подобного рода инструменты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 333.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла : утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 18 сентября 2017 г. N 1227/пр и введен в действие с 19 марта 2018 г. дата введения 2018-03-19. М.: Минстрой России, 2017. 33 с.

2. Autodesk: Официальный сайт Autodesk. Поддержка и обучение : офиц. сайт Autodesk, Inc., 2021. URL: <https://knowledge.autodesk.com/support> (дата обращения: 05.04.2021).

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТОЧЕЧНОЙ ЗАСТРОЙКИ ТЕРРИТОРИИ

Сырых Ирина Александровна, студент кафедры «Строительные конструкции»,
e-mail: syrykh.i@bk.ru

Научный руководитель – Куликова Людмила Владимировна, старший преподаватель
кафедры «Строительные конструкции», e-mail: lyutova_lyudmila@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Авторы представленной статьи обращают свой взгляд на острую проблему современной городской застройки. Проведен сравнительный анализ, отражены плюсы и минусы точечного строительства и комплексного освоения территории. Влияние на сложившуюся ситуацию государства, путем внесения изменений в градостроительный кодекс. Показаны актуальные проблемы девелоперов и пути их решения. Также приведена оценка перспектив комплексного освоения территории.

Ключевые слова: территория, застройка, комплексное, точечная, плюсы, минусы, грамотное освоение, девелоперы, власть.

В последнее время вопросы уплотнительной (точечной) застройки районов города воспринимаются неоднозначно и приобретают все большую актуальность. При грамотном исполнении такой вид освоения территории может сделать город удобнее для жизни и сэкономить городские ресурсы, но все чаще наблюдается обратное. Девелоперы, стремясь получить как можно больше выгоды, вводят в эксплуатацию дома, не соответствующие окружению, как с точки зрения градостроения, так и с точки зрения социальной, инженерной и транспортной инфраструктуры.

У любого города не так много вариантов развития: он может расти вширь или вверх, уплотнять существующую застройку или реализовывать программы по замене существующего жилого фонда. Как правило, точечная застройка возникает благодаря «случайно найденному кусочку земли». Точечная она потому, что строительство идёт на пустых участках в сложившихся кварталах или же подразумевает повышение этажности, пристройку блока к существующим зданиям. Такая застройка предполагает наличие однозначных, установленных городской администрацией правил, которые накладывают ограничения на параметры уплотнения. В результате новое здание не должно нарушать сложившуюся среду района: имеет соразмерный другим строениям масштаб и внешне вписано в контекст. Такое уплотнение не имеет ничего общего с российской практикой точечной застройки, когда, например, на месте бывшей детской площадки появляется высотка.

Первый минус точечной застройки – это отсутствие или небольшие размеры придомовой территории, так как по проекту дом не рассчитан на большое количество жильцов. Во-вторых, проект, плохо вписанный в уже существующую застройку, может

вызвать негативное отношение старых жильцов к новым соседям. Несмотря на близость детских садов и школ, собственник будет вынужден отвозить ребёнка в детский сад в другом районе. Это может произойти из-за отсутствия свободных мест в переполненных садах, что является третьим и достаточно весомым минусом. Так же, в центре города, как правило, большинство домов и их инженерные сети были построены ещё в прошлом веке, что говорит о возможных проблемах с подключением, а также эксплуатацией инженерных систем. Возможны поломки или отключение систем водоснабжения и водоотведения. Заключительный, пятый минус, это, конечно же, стоимость квадратного метра. Благодаря месту в центре города, девелопер вынужден приобрести данный земельный участок за большую сумму, что, в последствие, значительно скажется на цене квартиры.

Негативное восприятие уплотнительной застройки породило необходимость поиска новых решений - всё больше покупателей склоняются к покупке квартиры в новом районе города с комплексным освоением территории. Существенным фактором является то, что покупателями новостроек в спальных районах, как правило, являются молодые семьи. Первый плюс такой покупки это тихий, спокойный, уютный район, без шумных ночных компаний и «гонщиков» по улицам города. Комплексное освоение территории предусматривает строительство школ, детских садов и больниц для новых жильцов, а это значит, что дети, живущие в этом районе, будут обеспечены местом в детском саду и школе. На первых этажах новостроек чаще всего располагаются продуктовые и хозяйственные магазины, что является плюсом, не только для жителей этих домов, но и для предпринимателей города. Четвёртым плюсом является то, что эта застройка грамотно спланирована. Помимо детских садов, школ и больниц, застройщик облагораживает территорию всего района парками, скверами и заботиться о едином архитектурном облике города. Что благоприятно влияет на экологию района и градостроительство в целом. Заключительным плюсом такой застройки является небольшая стоимость квартир.

Множество плюсов не исключает минусов данного вида строительства. Самый важный из них это логистика, магистрали в центр города и обратно значительно перегружены. Количество времени, потерянное в пробках может исчисляться несколькими часами. Конечно, если работа новых жильцов находится в спальном районе или, например, «на дому», то для них это не является проблемой. Вторым минусом является строительство объектов, располагающихся рядом с выбранным домом. Но, если собственники заезжают в квартиру, когда квартал полностью достроен и благоустроен, то они не столкнутся с такой проблемой. Но, как правило, большинство квартир раскупается ещё на стадии строительства нулевого цикла, и жильцы заселяются в квартиры сразу после сдачи дома в эксплуатацию.

Несмотря на все минусы и плюсы, застройщики идут на такое строительство довольно неохотно. Комплексное освоение территории – это «молодое» направление в строительстве, вследствие чего отсутствует достаточная законодательная база в нашей стране. Несогласованность властей и девелоперов, а также, желание второго лица получить больше прибыли приводит к таким проблемам как: кто ответственен за строительство социальных объектов, за развитие дорожно-транспортной сети, как и в каком объеме это будет оплачено бюджетом – именно эти и многие другие вопросы должны быть решены на законодательном уровне. Но, хотелось бы отметить, что власти нашей страны уже ведут обширную работу в данном направлении. Так, с января 2021 года Федеральным законом 494-ФЗ внесены изменения в Градостроительный кодекс, благодаря которым застройщики будут обязаны строить микрорайоны с инфраструктурой [1].

Анализируя всё вышесказанное, можно утверждать, что точечная застройка перестала быть актуальной, она пагубно сказывается на архитектурном облике города и существенно проигрывает комплексному освоению территории. Комплексное освоение сегодня – это основательный и перспективный выбор застройщиков, ведь создается не просто жилой дом, а целая комфортная среда обитания. Приобретая квартиру в таком объекте, покупатель получает не только жилье, но и возможность приятно провести свободное время на территории своего квартала. А с внесением изменений в градостроительный кодекс, которые создают условия

для оптимального взаимодействия муниципальных властей и застройщиков, развитие кварталов будет осуществляться комплексно, и, главное, последовательно [2].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон "О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях обеспечения комплексного развития территорий" от 30.12.2020 N 494-ФЗ (последняя редакция): офиц. сайт. Москва, 1997-2021. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372677/ (дата обращения: 05.04.2021 г);
2. Социальные обязательства застройщиков: кто кому и сколько должен школ и детских садов: сайт. Москва, 2003-2021. URL: <https://www.irn.ru/articles/39966.html> (дата обращения: 02.04.2021 г).

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КРЫШИ ОДНОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ С КАРКАСОМ ИЗ ЛСТК С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Терещенко Андрей Юрьевич, студент кафедры «Строительные конструкции»,
e-mail: drew6814@yandex.ru

Научный руководитель - Харламов Иван Викентьевич, к.т.н., профессор,
e-mail: hiv@mail.altstu.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В современном мире одной из основных задач всего человечества становится уменьшение энергопотребления и рациональный расход энергоресурсов, особенно в сфере строительства. Каркас из ЛСТК удерживает заданную геометрическую форму независимо от колебаний влажности, температуры и деформаций при усадке несущих стен. Однако возникает вопрос теплопроводности каркаса и образования мостиков холода в основных элементах. В статье разработан и обоснован новый тип конструктивного решения крыши каркасного дома из ЛСТК.

Ключевые слова: ЛСТК, крыша, теплоизоляция, мостики холода, конденсирование.

Внедрение машиностроительных методов в строительную индустрию открыло возможность повышения точности, а, следовательно, качества возведения каркасных зданий и сооружений, сокращение сроков строительства и снижение затрат на производство работ. Основные несущие элементы в малоэтажном каркасном строительстве все чаще заменяются профилем из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК).

За основу взят проект индивидуального жилого дома Z7V2 компании OPTIMUMHOUSE [5]. Конструкция крыши представляет собой оцинкованный профиль с заполнением утеплителя из каменной минеральной ваты Rockwool толщиной 250 мм. На несущие балки натягивается ветровлагозащита, устраивается обрешетка из шляпного профиля ПШП45х0,7 и металлочерепица (рис. 1). Данный тип кровли обладает хорошими теплоизоляционными свойствами.

Благодаря шляпному профилю имеется воздушная прослойка, позволяющая утеплителю "дышать". Но в тоже время имеет недостаток – образование мостиков холода в местах крепления шляпного профиля и несущих стропильных балок.

Для решения проблемы теплопередачи несущих и ограждающих конструкций, образования мостиков холода рассмотрен вариант с добавлением дополнительного слоя теплоизоляции. В качестве дополнительного утеплителя выбрана рулонная минеральная вата плотностью 15 кг/м³ толщиной 50 мм, укладываемая перпендикулярно главным балкам. Шляпный профиль крепится к несущим балкам самонавинчивыми, самонарезаемыми винтами. За счет упругих свойств минеральной ваты в местах соединения несущих балок и шляпного исключается прямой контакт металлических элементов (рис. 2).

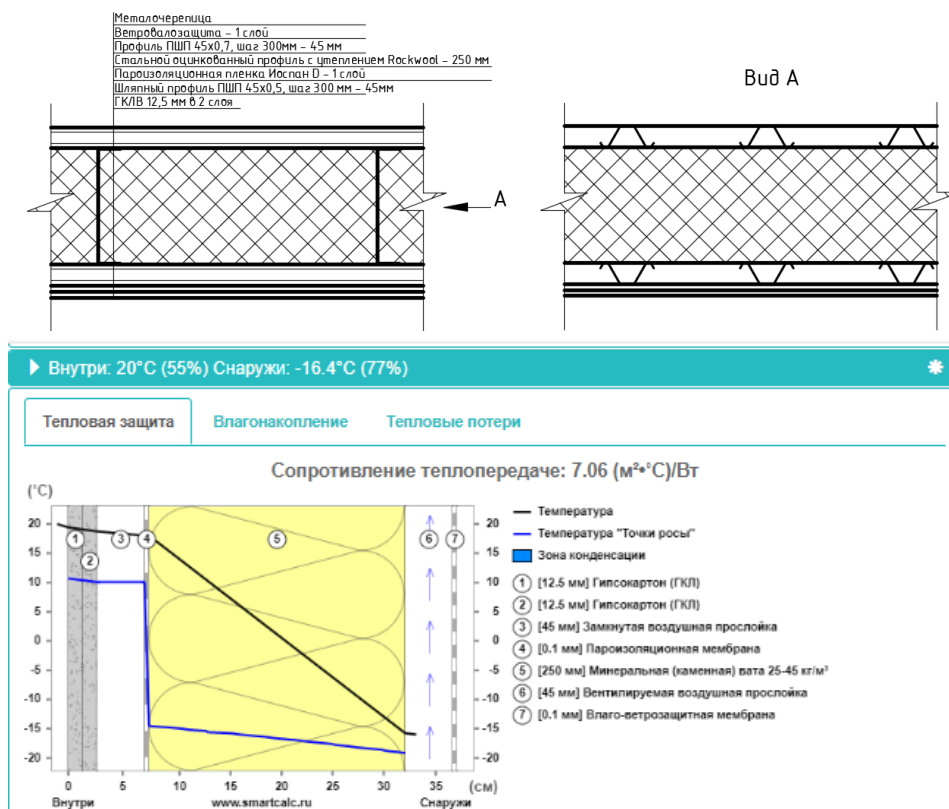


Рисунок 1 –Конструкция покрытия по проекту Z7V2

Однако если аналогичным образом расположить еще дополнительную минеральную вату толщиной 50 мм между шляпными профилями после листов ГКЛ и пароизоляции, то получится также минимизировать контакт металлических элементов каркаса и уменьшить теплотери.

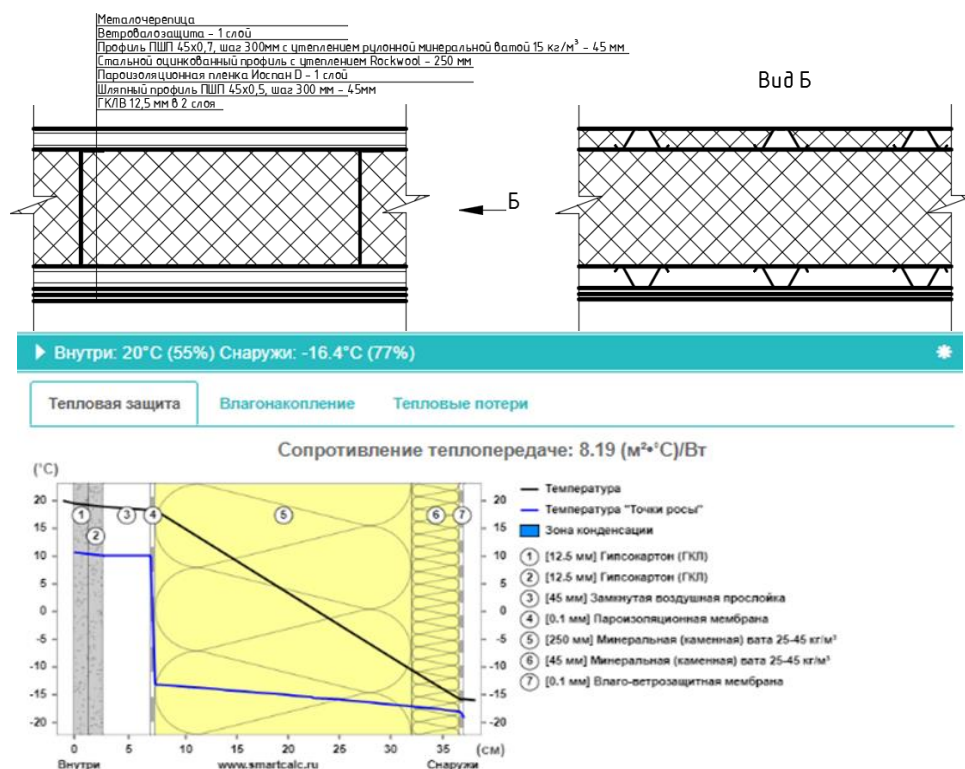


Рисунок 2 – Конструкция покрытия с использованием рулонной минеральной ваты

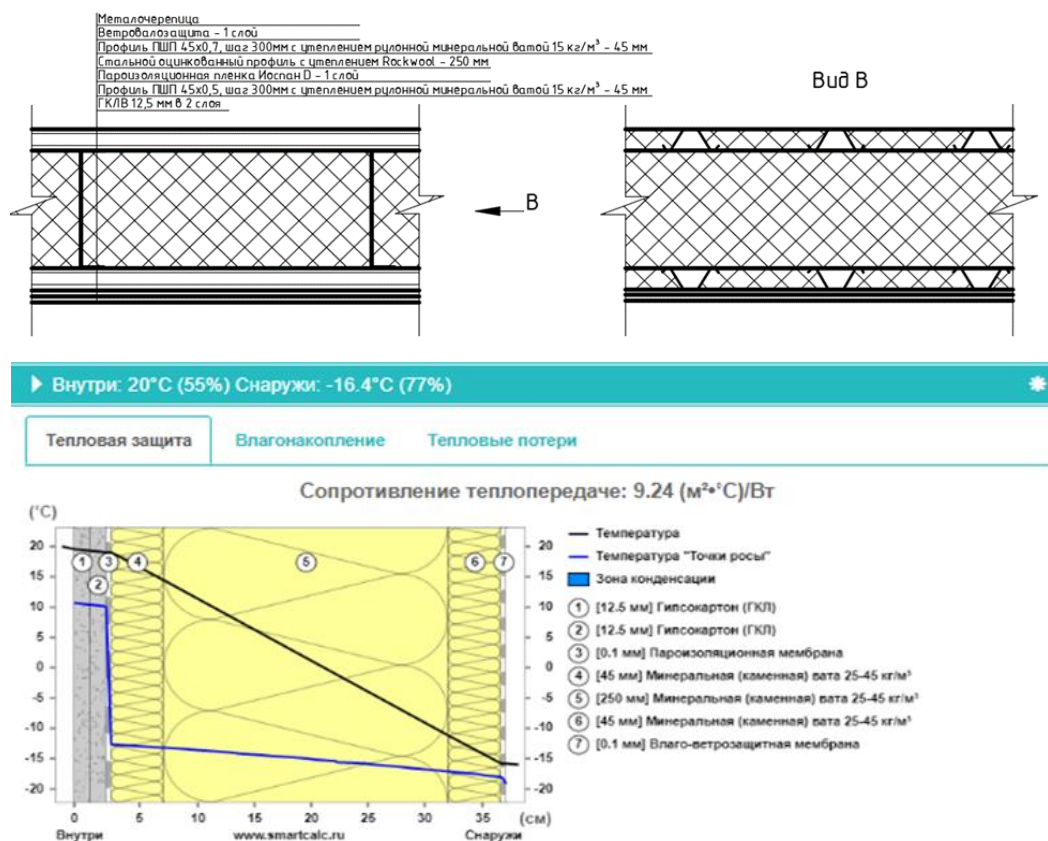


Рисунок 3 – Усовершенствованная конструкция покрытия

Получившаяся ограждающая конструкция покрытия (рис. 3) позволяет минимизировать образование мостиков холода в местах соединения основных элементов каркаса и имеет хорошие теплотехнические показатели.

СПИСОК ИСПОЛЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Проекты загородных домов : сайт. URL: <http://optimumhouse.ru/mimi3.html> (дата обращения 05.04.2021).
- 2 Расчет утепления и точки росы : сайт. URL: <https://www.smartcalc.ru/> (дата обращения 05.04.2021).

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АРМАТУРЫ А600С

Федяев Андрей Алексеевич, студент кафедры «Строительные конструкции»,
e-mail: madrid1sta.andrew@gmail.com

Научный руководитель – Халтурин Юрий Васильевич, к.т.н., доцент,
e-mail: khalt.yuriy@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Оценены возможности применения арматуры А600С в железобетонных конструкциях, выявлены её преимущества, сферы применения, представлены результаты экспериментальных исследований изменчивости свойств современного арматурного проката, произведено сравнение современных и традиционных видов арматуры.

Ключевые слова: «АрмаНорма», А600С, арматура, надежность, железобетон, предел текучести, временное сопротивление, модуль упругости.

Неотъемлемой составляющей железобетона являются арматура и арматурные изделия, от качества которых зависит надежность железобетонных конструкций и сроки службы сооружений. Стержневая арматура составляет около 80 % (по сути, основной объем) потребляемой стали для железобетона. Один из путей снижения стоимости железобетонных конструкций – это уменьшение расхода арматуры за счет использования сталей более высокой прочности.

А600С – «АрмаНорма» (ПАО «Северсталь») – новый вид арматуры, который обладает многими преимуществами: главное из которых – это универсальность, дающая возможность ее использования в широкой сфере; сочетание высокой прочности с высокой пластичностью; надежность сварных соединений арматуры с сохранением пластичности и др. «АрмаНорма» не теряет свои прочностные свойства при нагреве до 700°C (что на 100-150°C выше, чем у термомеханических упрочненных арматурных сталей) и при последующем охлаждении. Она может применяться в конструкциях, которые эксплуатируются при температуре до -70°C. Высокая прочность стали при сохранении высокой пластичности обеспечивается введением микролегирующих элементов: ванадием, ниобием.

Арматура «АрмаНорма» может применяться во всех видах железобетонных конструкций, в том числе в высотных зданиях, объектах инфраструктуры (мосты, метро, тоннели), в крупных промышленных, в том числе и химических объектах, при строительстве на прибрежных территориях.

Производство нового вида арматурного проката освоил ЕВРАЗ 3СМК. Данный вид арматуры имеет высокий класс, универсален, устойчив к изменению температур и коррозии. Прокат прошел все необходимые испытания в НИИЖБ, по их результатам был получен сертификат на данный вид продукции.

В рамках государственной программы НИОКР в 2015 г. проводились экспериментальные исследования по оценке изменений свойств современного российского проката арматуры при нагреве и последующем охлаждении: горячекатанного (Stretching) класса А500С стали марки 25Г2С, термомеханически упрочненного класса А600С стали марки 18Г2СФ и класса А500С стали марки Ст3Гпс, холоднокатанного класса В500С стали марки Ст3пс [1].

По результатам проведенных испытаний на растяжение образцов арматурных стержней по ГОСТ 12004-81 [2], а также испытания при нагреве и при охлаждении после нагрева были установлены закономерности поведения различных видов арматуры во время кратковременного воздействия как повышенных (до 200°C) и высоких (свыше 200°C до 800°C) температур, так и после охлаждения. Было установлено:

1. Класс А500С стали марки 25Г2С: при кратковременном воздействии температур до 300-350°C механические свойства (предел текучести и временное сопротивление) не снижаются при нагреве и при охлаждении; при нагреве до 400°C, 500°C и до 600°C –

снижаются на 8 %, 13 % и 24 %, соответственно; при дальнейшем росте температуры – значительно снижаются. В охлажденном состоянии после нагрева до 600°C прочностные свойства восстанавливаются полностью, после 600-800°C – уже частично. После нагрева до 400°C предел текучести увеличивается на 30 %, что говорит об упрочнении арматуры; выше 400°C – начинает снижаться, при 600°C снижается на 7 %, при 800°C – на 40 %; после охлаждения – полностью восстанавливается.

2. Класс А600С стали марки 12Г2СФ: механические свойства при нагреве до 200°C, до 400°C, до 600 и до 800°C снижаются на 8 %, на 24 %, на 31 % и на 87 %, соответственно. Интенсивное снижение происходит при нагреве выше 600°C. При охлаждении после нагрева до 500°C прочностные свойства восстанавливаются практически полностью, после нагрева выше 500°C – частично, аналогично изменяется модуль упругости.

Сравнительный анализ с данными для арматуры класса А600 из таблицы 5.5 СТО [3] показал, что прочность упрочненной арматуры А600С начинает снижаться сразу с ростом температуры и более интенсивно, чем у А600.

3. Класс А500С стали марки СтЗГпс: при нагреве до 200°C, до 400°C, до 600°C и до 800°C механические характеристики снижаются на 3 %, на 13 %, на 28 % и на 83 %, соответственно. Интенсивное снижение при нагреве выше 500°C. В охлажденном состоянии после нагрева до 500°C и выше 500°C восстанавливаются полностью и частично соответственно. Модуль упругости при нагреве также снижается с полным восстановлением после охлаждения при нагреве до 700°C и частично от нагрева выше 700°C.

Сравнительный анализ с коэффициентами для арматуры А500 по таблице 5.5 СТО [3] показал, что прочностные свойства арматуры А500С начинают снижение сразу с ростом температуры и рост происходит менее интенсивно, чем у А500.

4. Класс В500С стали марки СтЗГпс: снижение механических свойств происходит при нагреве выше 500°C. При охлаждении после нагрева выше 500°C свойства арматуры не восстанавливаются. Модуль упругости при нагреве до 500°C и после охлаждения не снижается, при этом необратимое снижение начинается при нагреве выше 500°C.

Арматура В500С оказалась более устойчивой к воздействию температуры чем В500.

Развитие технологии производства и использования новых видов арматуры требуют исследований изменчивости свойств при температурных воздействиях. Проведенные исследования выявили существенные закономерности изменчивости свойств для четырех классов современной арматуры, а также их отличия от ранних классов сталей из СТО [3].

Данные результаты дают обоснования применению новых эффективных видов высокопрочной арматуры при проектировании железобетонных конструкций, с гарантией обеспечения их надежности и безопасности, в том числе и при пожаре. Каждый вид арматуры имеет свой оптимальный температурный диапазон применения. Арматура А600С обладает многими преимуществами: главное из которых – это универсальность, дающая возможность ее использования в широкой сфере; сочетание высокой прочности с высокой пластичностью.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Отчет о научно-исследовательской и опытно-конструкторской работе: Исследование физико-механических свойств арматуры классов прочности 500 и 600 Н/мм² при высокотемпературном нагреве и охлаждении для расчетов огнестойкости железобетонных конструкций. НИИЖБ им. А. А. Гвоздева АО "НИЦ "Строительство", 2015. 132 с.

2. ГОСТ 12004-81. Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение: межгосударственный стандарт: дата введения 01.07.83 Москва: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ». 2009. 11 с.

3. СТО 36554501-006-2006. Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций. Москва: ФГУП "НИЦ "Строительство". 2006. 79 с.

О НАДЁЖНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ «ЗЕЛЁНОЙ» ЭНЕРГЕТИКИ

Чубуков Борис Александрович, студент кафедры «Строительные конструкции»,
e-mail: boris.chubukov@mail.ru

Научный руководитель – Халтурин Юрий Васильевич, к.т.н., доцент,
e-mail: khalt.yuriy@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассматривается возобновляемая энергетика, ее виды, особенности при эксплуатации ветроэлектрических установок, влияние низких температур на ВЭУ, решение проблемы образования наледи, действие ветроэлектрических установок на окружающую среду, технологии по переработке лопастей, проблемы с работоспособностью ветроэлектрических установок, разбор причин неисправностей.

Ключевые слова: возобновляемая энергия, ветроэлектрическая установка, генератор, ветроколесо, ВЭУ.

Актуальной проблемой общества становится загрязнение окружающей среды. Снизить загрязнение и остановить изменение климата может позволить использование энергии из возобновляемых источников. Возобновляемая энергия – это энергия, которая является по сути неисчерпаемой. Её получают из таких процессов как: движение воздушных масс, воды, электромагнитное излучение и другие.

Человечество придумало массу различных генераторов возобновляемой энергии, одним из них является ветроэлектрическая установка (ВЭУ). ВЭУ (рис. 1) создана для преобразования кинетической энергии ветра в электрическую, путём вращения ветром ветроколеса, а затем и ротора генератора.

ВЭУ имеет ряд особенностей при эксплуатации, из которых можно отметить:

- Негативное влияние отрицательных температур на ВЭУ. Это проявляется в обледенении лопастей и узлов генератора (рис. 2), из-за чего увеличивается масса ветроколеса, происходит уменьшение эффективности работы ветроэлектрической установки. Для улучшения ситуации с обледенением при изготовлении частей ВЭУ могут применяться морозостойкие материалы, системы подогрева лопастей, а также разбрызгивание специального противообледенительного состава с помощью вертолёт. Все эти методы достаточно дорогие.

- Изменчивость силы ветра. Из-за неё возможны простои ВЭУ или снижение их эффективности. Для предотвращения нехватки электроэнергии должны использоваться батареи (аккумуляторы), или дублирующие источники энергии (традиционные). Батареи накапливают электроэнергию при штатной работе генератора.



Рисунок 1 – Ветроэлектрическая установка



Рисунок 2 – ВЭУ с наледью на лопастях

- Для размещения ветроэлектрических установок требуются открытые возвышенные территории или водные пространства с хорошим ветровым потенциалом. От лопастей турбин гибнут птицы и летучие мыши. Например, по данным Национальной академии наук США в стране от них погибает от 20 тысяч до 37 тысяч птиц ежегодно. ВЭУ изменяют пути миграции птиц. Генераторы создают шум, который можно сравнить с шумом автомобиля, движущегося со скоростью 70 км/ч. Это вызывает дискомфорт у человека и отпугивает животных [1].

- Проблема переработки лопастей ветряных турбин. По данным WindEurope к 2023 году в Европе будет выведено из эксплуатации 14 000 лопастей ветряных турбин (примерно 40-60 тысяч тонн композитных отходов). На данный момент применяются следующие технологии по переработке лопастей: изготовление из измельчённых лопастей плит (панелей) для покрытия полов и стен, поддонов для складских помещений, материалов для наружной отделки применения и т.п., измельчение до волокон и использование в качестве добавок к бетонам. Существует метод захоронения, он предполагает погружение в грунт отработанных лопастей (рис. 3) [2].



Рисунок 3 – Захоронение лопастей

К сожалению, в современной истории не единожды возникали проблемы с работоспособностью ВЭУ. Так в США, штат Техас, 15 февраля 2021 года температура воздуха упала до минус 18 °С, возник рекордно высокий спрос на обогрев помещений, вследствие чего вышла из строя энергосистема. В ветроэлектрических установках, на которых в штате производилось до 20 % электроэнергии, не была предусмотрена эксплуатация при отрицательных температурах, что повлекло за собой образование наледи на лопастях ВЭУ (рисунок 2), и, как следствие, – их остановку [3]. Поскольку наряду с этим оборудованием, обеспечивающее работу газовых и угольных электростанций, также не было рассчитано на такие низкие температуры, то снизилась выработка электричества и на них, без света осталось несколько миллионов человек.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что ветроэнергетика может быть рентабельна, но при учёте всех вышеописанных условий, в том числе – случаев нештатных ситуаций. Кроме того, необходимо наличие мощного производственного потенциала не только в производстве ветроэлектрических установок, но и для их утилизации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Энергетика и промышленность России: сайт. СПб, 2001. URL: <https://www.eprussia.ru/epr/311-312/8740486.htm> (дата обращения 27.03.2021).
2. Энерговектор: сайт. Москва, 2011. URL: <https://www.energovector.com/energoznanie-preodolenie-prochnosti.html> (дата обращения 27.03.2021).

3. BBC News Русская служба: сайт. Лондон, 2002. URL: <https://www.bbc.com/russian/features-56113245> (дата обращения 27.03.2021).

ПРИМЕНЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ РАЗРАБОТОК В VBA-EXCEL ДЛЯ РЕНОВАЦИИ г. БАРНАУЛА

Шершнева Диана Дмитриевна, магистрант кафедры «Строительные конструкции»,
e-mail: sasori.0811@gmail.com

Научный руководитель – Перфильев Виктор Васильевич, к.т.н., доцент,
e-mail: v.v.perf@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Изучены основные проблемы, возникающие при развитии города. Выявлена возможность их решения с помощью перехода на компьютерные технологии. Рассмотрены существующие разработки в среде Visual Basic for Applications (VBA) Excel и сделаны выводы о возможности их применения при реновации территорий города Барнаула.

Ключевые слова: реновация, тепловая энергия, аварийное жилье, инвестиционная привлекательность, программное обеспечение, комплексное развитие территории.

Развитие Барнаула путем освоения новых территорий невозможно, поскольку город ограничен зоной аэропорта, рекой Обь и реликтовым бором. Ещё одной проблемой для столицы Алтайского края является рост ветхого и аварийного фонда жилья, проживание граждан в таких постройках является крайне небезопасным. Решением этих проблем может стать развитие застроенных территорий. Однако, необходим комплексный подход к данному вопросу, а именно, обеспечить не только расселение, непригодных для проживания домов, но и провести реконструкцию инженерных сетей и дорожного хозяйства для дальнейшего развития освободившейся территории. Для реализации этих задач целесообразно применение компьютерных технологий. Данное решение позволит произвести комплексный анализ нескольких вариантов развиваемых территорий в короткие сроки. В дальнейшем эта информация может быть использована для информационной модели здания.

При комплексном развитии территорий необходимо обратиться к закону о всероссийской реновации территорий № 494-ФЗ от 30.12.2020. Данный закон позволяет сносить существующие дома и комплексно застраивать освободившиеся участки новыми зданиями. К изъятию у собственников в рамках программы подлежат следующие многоквартирные дома (далее – МКД): ветхие и аварийные, с высоким износом конструкций, требующие слишком дорогого капремонта, возведенные в период индустриального домостроения, в ограниченно работоспособном техническом состоянии, несоответствующие градостроительному регламенту. На данный момент в Барнауле насчитывается 2 944 МКД. Из этих домов 83 – построены сто лет назад, 154 – возведено в довоенные и военные годы, 2072 – в период индустриального домостроения. Данные дома уже соответствуют критериям программы реновации [1].

Однако из всего многообразия следует выбрать участки, реновация которых является первоочередной. Поскольку реновация представляет собой проект, то в первую очередь необходимо провести анализ его эффективности: оценить последствия для социума и экологии и затраты. Рассчитывать данные участки по всем показателям и затем сравнивать результаты является очень трудоемким процессом. Поэтому для повышения эффективности проводимых расчетов и повышения точности обработки исходных данных на данном этапе целесообразно применение компьютерных технологий.

Для этого необходимо учесть и дополнить уже существующие разработки по данной теме. Ранее преподавателями и студентами строительно-технологического факультета АлтГТУ было создано Excel-приложения по организации системы теплоснабжения, а также

для расчета максимального количества жителей в заданном районе. Расчет нагрузок систем теплоснабжения происходит по следующим методикам:

- методика, изложенная в приложении В СП 124.13330.2012 (Расчет по удельным показателям максимальной тепловой нагрузки на отопление и вентиляцию жилых домов);
- расчет в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации №306 от 23 мая 2006 г. (ред. от 14.02.2015) «Об утверждении Правил установления и определения нормативов потребления коммунальных услуг»;
- расчет в соответствии с нормативами значения нормируемого годового удельного расхода тепловой энергии на отопление многоквартирного дома или жилого дома [2].

Еще одной важной разработкой является программно-информационное обеспечение, позволяющее проводить основные расчеты в рамках оценки территорий, программа позволяет значительно сократить время на выполнение предварительных расчетов, а также повысить их точность. Данное программное обеспечение выполняет следующие виды вычислений:

- расчет тепловой энергии – определяет будет ли достаточно тепловой энергии после сноса аварийных домов на отопление и горячее водоснабжение возводимых зданий;
- затраты на расселение - производится на основании площади жилых помещений, занимаемых жильцами в расселяемых домах;
- расчет тепловых сетей - подсчет затрат, необходимых для реконструкции системы теплоснабжения;
- дорожное хозяйство - подсчет затрат, необходимых для реконструкции дорожного хозяйства;
- объекты социальной инфраструктуры – используется для оценки обеспеченности потребности территории местами в детских садах и школах согласно нормативам градостроительного проектирования Алтайского края [3].

Однако в данном комплексе не реализован расчет стоимости строительства по укрупненным нормативам цены строительства. Данный показатель необходим для вычисления показателей эффективности проекта, чтобы понять его инвестиционную привлекательность.

Предлагается объединить данные разработки в один программный комплекс и дополнить его расчетом стоимости строительства. Данное решение позволит выделить районы, реновация которых будет наименее затратной, а положительный эффект от проекта будет выше. В результате проведенных расчетов будет видна полная картина, поскольку будут учтены практически все виды затрат, от расселения до строительства новых зданий и реконструкции инженерных сетей. Это позволит провести полный анализ необходимой территории, а также даст исходные данные для проектирования новых объектов, а также предоставит возможность исследовать множество вариантов развития событий, учесть при расчете разные факторы влияния, а так же вносить корректировки в расчеты в случае неблагоприятных итогов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях обеспечения комплексного развития территорий : федер. закон от 30 дек. 2020 г. № 494-ФЗ // Собрание законодательств РФ. 2021. № 1(ч.1). Ст. 33. С. 125-161.
2. Логвиненко В.В., Веприков А.К. Excel-приложение для реновации в варианте с сохранением тепловой мощности сети на примере района г. Барнаула в границах пр. Ленина, пр. Калинина, ул. Северо-Западная, ул. Аносова// Ползуновский альманах. 2018. №1 С. 124-129.
3. Перфильев В.В., Соколова В.В., Киреева И.А. Использование программно-информационного обеспечения при обновлении и реконструкции существующей городской застройки // Ползуновский альманах. 2018. №1 С. 186-190.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМ REVIT, ArchiCAD И Renga ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ СТУДЕНТАМИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ПО АРХИТЕКТУРЕ

Юрина Юлия Сергеевна, студент кафедры «Строительные конструкции»,
e-mail: silkeleds@gmail.com

Научный руководитель – Корницкая Маргарита Николаевна, к.т.н., доцент,
e-mail: kornic_stud@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Проблема выбора актуального и производительного инструмента проектирования затрагивает не только крупные строительные организации, но и рядовых студентов. С учетом развития технологий растет спрос на повышение качества проектирования и подготовку квалифицированных кадров. В данной работе проведен анализ возможностей актуального программного обеспечения для проблемной области.

Ключевые слова: BIM-технологии, информационное моделирование, Revit, ArchiCAD, Renga.

В строительной отрасли на данный момент происходит стремительное инновационное развитие, которое обосновывается процессом интеграции BIM-технологии (Building Information Modeling), обеспечивающей повышение качества работы, снижение процента ошибок, наглядное представление объекта, снижение экономических затрат. Кроме того, данный подход является распространенным требованием для специалистов нового уровня на рынке труда, что обуславливает повышенный интерес студентов к актуальному инструменту работы.

В работе проанализированы наиболее известные программные комплексы для информационного моделирования – Revit, Archicad и Renga, изученные автором как в рамках учебного курса, так и самостоятельно. В качестве объектов проектирования были выбраны архитектурные проекты автора – 16-этажное многоквартирное жилое здание и 42-этажное торгово-офисное здание спиралевидной формы.

Сравнение программ было выполнено по актуальным критериям. С учетом учебной программы автора, анализ систем ограничен архитектурной составляющей проекта.

Основная информация. Revit – программный комплекс для автоматизированного проектирования с помощью инструментов информационного моделирования объектов строительства, разработанный компанией Autodesk (США) и выпущенный на рынок в 2000 году [2]. Archicad – многофункциональная система информационного моделирования зданий, разработанная в 1984 году в фирме Graphisoft (Венгрия). Поддерживает принципы открытого взаимодействия [3]. Renga – первая отечественная разработка BIM-системы двух фирм-лидеров российской IT-индустрии – «1С» и «АСКОН». Первый продукт в виде архитектурной части системы представлен в 2015 году [4].

Интерфейс. Значительным преимуществом Revit является привычный ленточный интерфейс, особенно после перехода с AutoCAD. Рабочее пространство программы позволяет расположить несколько динамически связанных окон на экране. Система имеет удобный диспетчер проекта, содержащий необходимые виды, листы, используемые семейства. Интерфейс ArchiCAD отличает удобная работа с панелями, содержащими инструменты для моделирования и документирования. ArchiCAD не позволяет разместить на рабочем пространстве несколько динамических видов. Renga обладает лаконичным, интуитивно понятным интерфейсом, что является определенным плюсом для студента.

Библиотеки элементов. В библиотечных элементах закладывается информация о характеристиках объекта – название, габариты, производитель, материалы, стоимость и т.д. Библиотеки позволяют быстро наполнить проект объектами и деталями, а также сформировать спецификации и ведомости.

Подходы к библиотекам кардинально различаются во всех трех рассматриваемых программах.

В Revit работа с библиотечными элементами осуществляется через семейства, которые являются набором объектов, объединённых общими параметрами. Семейства можно создавать с помощью встроенного редактора, подключать из шаблонов или из сети Интернет. Работа с редактором требует умения создавать и параметризировать сложную геометрию. Как показал опыт использования внешних семейств в студенческом проекте, большинство из них разработаны в ранних версиях Revit, довольно сложно найти бесплатные библиотеки с необходимым качеством выполнения элементов.

Библиотечные элементы ArchiCAD (более 1000) устанавливаются вместе с программным комплексом, что достаточно для студенческого проекта. Кроме того, на официальном сайте ArchiCAD приведен список электронных библиотек элементов, рекомендуемых для загрузки. Для создания собственных элементов необходимо знание языка программирования GDL.

Renga позволяет изменять габариты элементов в редакторе стилей элементов. Но в текущий момент он не обладает универсальностью. Разработчики Renga ведут изготовление каталогов элементов совместно с передовыми компаниями, выпускающими необходимую продукцию, а также самостоятельно проектируют элементы, соответствующие ГОСТу. Renga позволяет импортировать модели твердотельной и полигональной 3D-геометрии, однако качество импортированной модели может оказаться ниже ожидаемого.

Работа с сложными архитектурными формами. Для моделирования нестандартных элементов в Revit используется инструмент «Форма», позволяющий создавать объемные криволинейные формы, которые можно использовать как основу для создания конструкций по граням, так и для подсчета технико-экономических показателей. В ArchiCAD вопрос моделирования криволинейных элементов решен с помощью инструмента «Морф». Созданные морфы могут являться как опорными элементами для более сложных построений, так и отдельными объектами. Создавать на основе граней части конструкций здания невозможно, однако сам морф может быть выполнен с необходимой толщиной, а затем с помощью назначения материала играть роль конструкции, например, стены. В программном комплексе Renga отсутствуют аналоги форм и морфов, что затрудняет создание криволинейной геометрии. Разработчики предлагают для создания сложных элементов оперировать имеющимися инструментами, например, балками, перекрытиями и др.. В данном случае простые элементы заставляют использовать смекалку и становятся нестандартной задачей, требующей больших усилий и времени. Также возникает вопрос спецификации таких элементов.

Спецификации и документирование. Программы BIM-моделирования обладают очень мощными инструментами автоматического создания спецификаций. В Revit спецификации являются интерактивными и позволяют находить элементы в пространстве модели одним щелчком мыши. В Renga процесс создания спецификаций упрощен, т.к. они формируются автоматически соответственно российским стандартам.

При работе в BIM-системах формирование чертежей является лишь следствием построения модели. Поэтому корректность чертежей напрямую зависит от детальности проработки модели. В Revit формирование комплекта чертежей происходит быстро, если модель разрабатывалась в шаблоне с преднастройками на российские стандарты. Листы формируются с помощью привычной панели свойств, которая позволяет также заполнить все необходимые поля в рамке чертежа. Видовые экраны быстро компонуются в пространстве листа, что делает процесс вывода необходимой документации простой задачей. При комплектации чертежей в ArchiCAD придется столкнуться с множеством окон и неудобной системой макетов. При постоянном использовании ArchiCAD появляются уже преднастроенные макеты, которые упрощают работу с ними, однако для использования в единичном курсовом проекте придется потратить больше времени на их настройку, чем в других программных комплексах. Соответствие оформления чертежей российским стандартам придется отслеживать в процессе проектирования, задавая необходимые по ГОСТу параметры отметкам уровня, осям, размерным цепочкам и т.д. Среди рассматриваемых

систем особым преимуществом обладает Renga, специально разработанная под российские стандарты. Стоит отметить удобное пространства листа, которое имеет миллиметровку и дает наглядное представление. Шаблоны Renga представлены в обозревателе проекта и быстро настраиваются под необходимый формат документа. Из-за отсутствия необходимости настройки документа по стандартам, на документирование уходит меньше времени, чем в остальных программах. Все системы имеют инструменты 2D-проектирования, которые позволяют внести небольшие правки и дополнения в проект, однако не являются основными, т.к. сама концепция BIM-моделирования предполагает жесткую связь чертежей с моделью.

Популярность. Компанией «Конкуратор» было выпущено исследование уровня применения BIM в России за 2019 год. По данным исследования [5] самыми популярными BIM-продуктами стали Revit (61 %) и ARCHICAD (32 %). Renga в данном исследовании указана на 4 месте (11 %). При сравнении данных систем необходимо учесть, что Revit и ARCHICAD находятся на мировой арене 21 и 37 лет соответственно, а Renga выпущена на рынок всего 6 лет назад, но уже занимает существенную позицию в рейтинге систем.

Вывод. Программы BIM-моделирования являются мощным инструментом современного проектирования. Но программное обеспечение должно быть рационально использовано в масштабе проекта. В работе проектирование 16-этажного многоквартирного жилого здания выполнено во всех описанных программах, а 42-этажное торгово-офисное здание спиралевидной формы - в Revit и ArchiCAD в связи с отсутствием моделирования сложных форм в Renga. Revit – имеет понятный интерфейс, дает большие возможности для создания элементов проекта и подходит для проектирования сложных архитектурных форм. Также является программным обеспечением с довольно жесткой логикой, процесс освоения которой может вызывать определенные трудности и на первых этапах проектирования сделать процесс работы трудоемким и утомительным. Обладает высокими системными требованиями. ArchiCAD является самодостаточной системой для использования студентами за счет обширной библиотеки элементов. Система является интуитивно понятной и обладает дружелюбным интерфейсом. Для проработки архитектурной части проекта ArchiCAD является отличным инструментом. Но высокие требования к техническим характеристикам компьютера могут омрачить опыт работы с данной системой. Renga дает техническое и экономическое преимущество для внедрения BIM-системы в процесс работы организации. Данного программного комплекса достаточно для начального уровня BIM-проектирования, знакомства с подходом и быстрого приобретения первоначальных навыков для проектировщиков. Renga вызывает сложности при работе со сложными элементами архитектуры, однако таковые встречаются крайне редко, особенно в регионах. Renga показывает себя как рациональный инструмент для использования на малых предприятиях при проектировании объектов небольших объемов. Renga можно уверенно рекомендовать для выполнения курсовых проектов студентами даже на начальных этапах обучения, т.к. программа легко осваивается и обладает оптимальными системными требованиями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Продукты Revit, поддержка и обучение: сайт : Портал Autodesk Knowledge Network. Москва, 2021. URL: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/revit-products> (дата обращения 30.03.2021).
2. База знаний и руководства ARCHICAD: сайт : Graphisoft Help Center. Мюнхен, 2021. URL: <https://helpcenter.graphisoft.com/ru/> (дата обращения 28.03.2021).
3. Renga – российская BIM-система для проектирования: сайт : Renga. Санкт-Петербург, 2016. URL: <https://rengabim.com/> (дата обращения 29.03.2021).
4. Отчет по исследованию «Уровень применения BIM в России 2019»: сайт : Concurator. Ваша BIM-стратегия. Москва. 2015. URL: http://concurator.ru/information/bim_report_2019/ (дата обращения 25.03.2021).

ПОДСЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ»

СИСТЕМЫ ПАНЕЛЬНО-ЛУЧИСТОГО ПОТОЛОЧНОГО ОТОПЛЕНИЯ И ОХЛАЖДЕНИЯ

Вагнер Егор Евгеньевич, магистрант кафедры «Технология и механизация строительства», e-mail: egor_vagner@bk.ru

Научный руководитель – Вольф Анна Владимировна, к.т.н., доцент,
e-mail: volf.anna@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Современные проблемы отопления жилых помещений имеют огромную актуальность. Наиболее передовые устройства и приспособления, такие как инфракрасные панели отопления, постепенно вытесняют со своих позиций чугунные радиаторы, масляные батареи и конверторные системы. Особенно остро стоит проблема отопления зданий с высокими потолками, таких как спортзалы, промышленные здания, ангары, склады и др.

Ключевые слова: Потолочные излучающие панели, отопление и охлаждение, энергоэффективность, ocupание системы, надежность, гигиена, Zehnder.

Потолочные излучающие панели Zehnder обогревают и охлаждают здание энергоэффективно, с комфортом общей системы. Панели можно устанавливать в различных помещениях на высоту до 30 м. При этом, с их помощью можно сэкономить до 40 % энергии по сравнению с «стандартными» системами, так как температура теплоносителя не превышает 40°C. Потолочные излучающие панели Zehnder представлены широким типоразмерным рядом. Точная монтажная длина задается индивидуально под соответствующий объект. Также возможны специальные исполнения, которые можно стыковать друг с другом через пресс коллектора, что увеличивает их общую производительность (рисунок 1) [1].

Инфракрасные панели отопления безопасны для аллергиков, так как при их эксплуатации существенно снижается циркуляция воздуха по сравнению со «стандартными» системами, и отсутствует непрерывное движение пыли. Предотвращается рост плесени, ионизируется воздух отрицательными ионами, положительно влияя на самочувствие и здоровье человека [1].

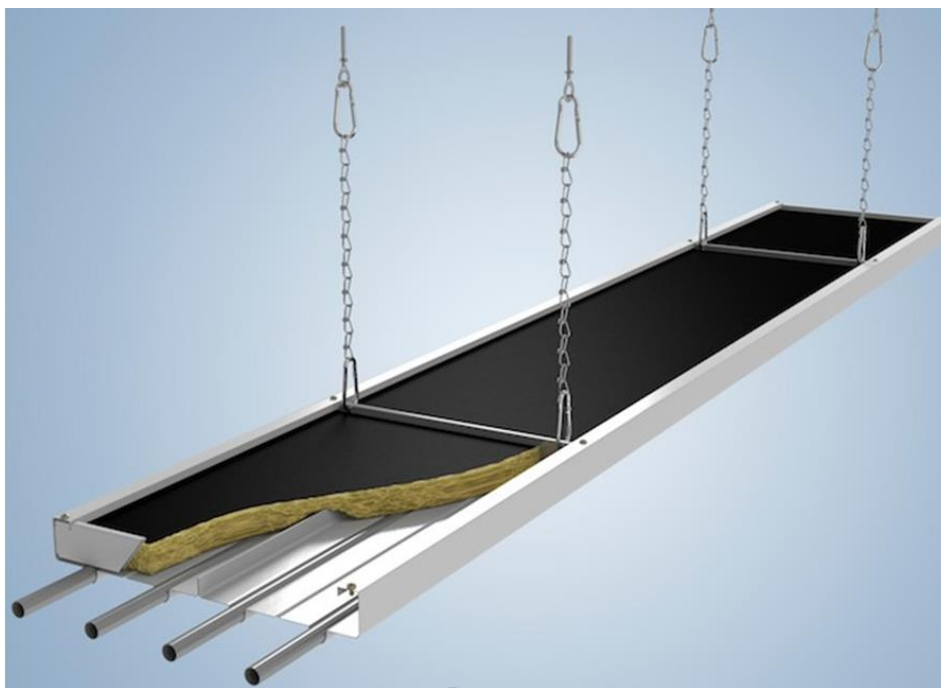


Рисунок 1 – Инфракрасная панель

В отличие от обычных конвекционных радиаторов отопления, в инфракрасных панелях отопления теплоносителем являются все поверхности в помещении (пол, стены, потолок, корпусная мебель, предметы). Благодаря отсутствию быстрой циркуляции воздуха вокруг инфракрасной панели отопления, комнатная температура плавно выравнивается. Разница в температуре между воздушными слоями не превышает 2°C. Это снижает энергопотребление системы до 40 % в сравнении с обычными системами отопления. Для сравнения, разность температур между верхним и нижним слоями воздуха при работе обычного нагревательного радиатора может достигать 10°C. [1]

Специальные исполнения ик-панелей Zehnder и дополнительные возможности их оснащения:

- при необходимости вставки в панель различных устройств – осветительных приборов, датчиков пожарной сигнализации, динамиков и т.п. – производитель, в панелях ZBN, может выполнить эти технологические отверстия по техзаданию заказчика;

- при использовании излучающих панелей в спортивных сооружениях, возможна установка на их тыльной стороне выпуклой стальной оцинкованной сетки «анти-мяч»;

- для применения в помещениях с повышенным содержанием пыли, возможно исполнение с пылезащитной тыльной листовой панелью, которую удобно и легко очищать;

- места соединений панелей, а именно труб и коллекторов, могут закрываться с применением декоративных панелей аналогичных самой поверхности основной излучающей панели;

- угловая стыковка панелей. Для создания особого дизайна потолочной зоны сооружения или в целях ее интересного визуального восприятия предприятие Zehnder предлагает возможность углового исполнения соединений панелей с декорированием их специальными планками;

- при наличии в кровле окон или фонарей верхнего света, можно использовать так называемое прерывистое исполнение, прерывистый вариант соединения панелей. При таком решении потолочные тепловые конструкции не будут закрывать дневной естественный свет, и он будет беспрепятственно проникать во внутрь сооружения [2],[3].

В конечном итоге система потолочных инфракрасных панелей отопления изначально дороже обычных аналогов, но в процессе эксплуатации через определенное время (в зависимости от площади самого объекта) система начинает себя окупать, и даже экономить финансы, которые идут на затраты за теплоноситель и обслуживание системы. Так же данные системы решают вопрос отопления зданий с высокими потолками и «улетучивания» тепла под потолок, так как их принцип прогрева сверху вниз с помощью инфракрасного излучения тепла, а не снизу в вверх (рисунок 2).

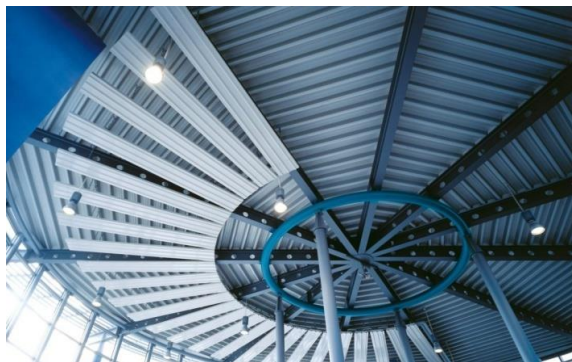


Рисунок 2 – Пример объекта с расположением инфракрасных панелей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Российское представительство Zehnder, GmbH Zehnder ZBN Система потолочного отопления и охлаждения Проектная документация / Российское представительство Zehnder GmbH, Москва, ZRU, Октябрь 2008 г.С.4-39.

2. Российское представительство Zehnder, GmbH Профессионалы в спортзале: потолочные инфракрасные панели Zehnder / Российское представительство Zehnder GmbH, Москва, ZRU, Октябрь 2007 г.С.3-19.

3. Российское представительство Zehnder, GmbH Системы панельно-лучистого потолочного отопления и охлаждения Zehnder для подвесных потолков / Российское представительство Zehnder GmbH, Москва, ZRU, Октябрь 2007 г.С.4-47.

РАЗРАБОТКА СТЕНДА «УМНЫЙ ДОМ»

Гордиенко Семен Михайлович, студент кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика», e-mail: semengord45@gmail.com

Научный руководитель – Логвиненко Владимир Васильевич, к.т.н., доцент,
e-mail:logvinvv@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Сформировалась область автоматизации инженерных сетей жилых зданий под названием «умный дом». Требуется подготовка, обучение специалистов, разработка и внедрение учебных курсов, оборудования и стендов в области Умного дома. Предприятие «Эктострой» безвозмездно предоставило АлтГТУ устройства системы дистанционного контроля и управления EctoControl в количестве 10 аппаратов и датчиков. На этой основе на кафедре был создан Стенд «Умный дом на базе EctoControl». Приведена схема, фото и подробное описание стенда. Стенд используется в учебе студентов и профориентации школьников.

Ключевые слова: разработка, внедрение, учебные курсы, оборудование, стенды, Умный дом, схема.

Автоматизация инженерных систем жилых зданий интенсивно развивается как подраздел цифровой экономики. Переход на цифровую автоматизацию произошел очень быстро и сейчас наступает этап использования для обеспечения микроклимата в зданиях искусственного интеллекта. Решающим преимуществом и цифровой экономики, и искусственного интеллекта является максимально возможное достижение энергосбережения и энергоэффективности при эксплуатации инженерных сетей зданий. В последнее время сформировалась область автоматизации инженерных сетей жилых зданий под названием Умный дом. Именно по этой причине развитие изучения, обучения, проектирования, монтажа, наладки и эксплуатации автоматизации «Умный дом» является актуальным для Алтайского края как средство повышения комфорта, энергосбережения и энергоэффективности жилых домов. Потенциал энергосбережения и энергоэффективности жилых домов технологии «Умный дом» составляет до 30 % от потребляемых домами энергоресурсов. Поэтому требуется подготовка, обучение специалистов, разработка и внедрение учебных курсов, оборудования и стендов в области Умного дома.

На кафедре «Теплогазоснабжение и вентиляция», ныне «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика» в течение четырех лет развивается дисциплина «Умный дом». Она была включена в рабочие планы направленностей «Теплогазоснабжение и вентиляция» и «Инженерные системы жизнеобеспечения в строительстве». В начале лабораторные работы выполнялись в ООО «ТОП-СМАРТ», под руководством кандидата технических наук П.С. Черемисина. На рис. 1 демонстрируется лабораторная установка ООО «ТОП-СМАРТ» на базе оборудования Smart-Bus. Далее фирма «ТОП-СМАРТ» стала специализироваться на сложных промышленных системах для промышленных предприятий.

Для первоначального обучения по Умному дому нужна была простая система и таковой стала система фирмы ООО «ЭКТОСТРОЙ» [1]. Начали они с простых недорогих систем и за 5 лет стали наиболее продвинутой фирмой в области относительно простых систем. Основой является GSM-система EctoControl. Удалось провести конференцию [2]. Заключен договор о стратегическом партнерстве между Алтайским государственным техническим университетом им. И. И. Ползунова и предприятием «Эктострой».



Рисунок 1 – Лабораторная установка ООО «ТОП-СМАРТ» EctoControl



Рисунок 2 – Стенд «Умный дом на базе EctoControl»

Предприятие безвозмездно предоставило АлтГТУ устройства системы дистанционного контроля и управления для помещений EctoControl в количестве 10 аппаратов и датчиков. На этой базе на кафедре был создан Стенд «Умный дом на базе EctoControl», фото приведено на рисунке 2. На рисунке 3 приведена схема стенда. Стенд смонтирован на плате 750 x 560 мм из диэлектрика, трехполюсный пакетный выключатель обесточивает установку и соединяет с заземлением. Задняя крышка стенда закрывает все соединительные провода, на передней части стенда силовые устройства закрыты чехлами из диэлектрика.

Блок управления двумя проводными розетками - позиция 1, позволяет включать и выключать подключенные электроприборы. Управляется с помощью SMS, голосовых команд, через Личный кабинет или приложение в смартфоне. Модель: ES-SOMB-02, световая индикация состояния каналов.

Блок управления двумя беспроводными розетками - позиция 1, позволяет включать и выключать подключенные электроприборы. Управляется с помощью SMS, через Личный кабинет или приложения. Возможность аварийное ручного управления с помощью кнопки на корпусе. Световая индикация состояний. Модель: ES-SORD-01. Аккумулятор - позиция 6, 12В, 7,0Ач позволит увеличить время автономной работы системы EctoControl до нескольких дней. Модель: ES-BACC-07. EctoControl - позиция 7. Оповещение о любых изменениях по SMS или звонком на телефоны. Подключение до 67 датчиков (проводных и беспроводных). Встроенные реле для управления оборудованием.

Работа по сети Wi-Fi и GSM. Беспроводной датчик температуры - позиция 8, Измерение температуры воздуха с погрешностью до 0,9 градуса Цельсия. Беспроводной датчик протечки - позиция 9, предназначен для обнаружения протекания воды. Устанавливается на поверхность, на которой возможно появление жидкости. Срабатывание при намокании контактов; Модель: ES-LARD-01. Контактор позиция 10 -КМИ-11810 18А, предназначен для дистанционного включения цепей освещения, нагревательных приборов и других устройств мощностью до 4кВт.

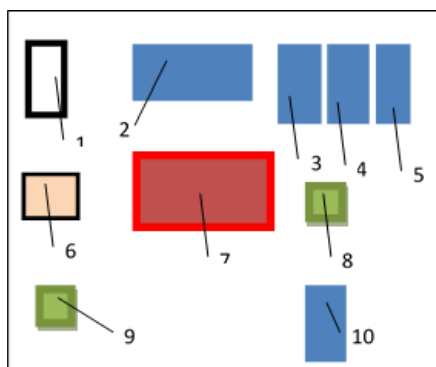


Рисунок 3 – Схема Стенда «Умный дом на базе EctoControl»

- 1 - пакетный выключатель,
- 2 - блок управления двумя проводными розетками,
- 3 - блок управления двумя беспроводными розетками,
- 4 - блок управления двумя проводными розетками,
- 5 и 6- аккумулятор,
- 7 - GSM-система EctoControl,
- 8 - беспроводной датчик температуры,
- 9 - беспроводной датчик протечки,
- 10 - контактор переменного тока 4 кВт

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Система EctoControl Дистанционный контроль помещений, управление котлом и оборудованием: сайт. URL:<https://ectostroy.ru/>) (дата обращения 28.03.2021).
2. В АлтГТУ состоится конференция «Умный дом» : сайт АлтГТУ. URL: <https://www.altstu.ru/structure/chair/istig/news/archive/2019/12/3> (дата обращения 28.03.2021).

СОЗДАНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ В REVIT

Еськова Надежда Евгеньевна, магистрант кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика», e-mail: nadyaeskova@mail.ru

Попова Виктория Викторовна, студент кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика», e-mail: viktoria_porowa@mail.ru

Научный руководитель – Бахтина Ирина Алексеевна, к.т.н., доцент,
e-mail: bia-altai@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассмотрена последовательность действий создания аксонометрической схемы магистральных трубопроводов при проектировании системы отопления в программном комплексе Revit. Описаны достоинства проектирования инженерной системы отопления в Revit в сравнении с традиционным проектированием.

Ключевые слова: система отопления, аксонометрическая схема, магистральные трубопроводы, 3D вид, панель инструментов.

Все аксонометрические схемы в программе Revit создаются в 3D виде. Трехмерная картина (3D) позволяет легко увидеть, как идут сети в проекте. Это облегчает процесс проектирования и монтажа (своевременное исключение коллизий), а также контроля за процессом. На этапе проектирования это позволяет избежать многие проблемы: к примеру, пересечения магистральных участков и отдельных элементов сетей, перегруженности некоторых зон здания и создать комфортные условия для дальнейшего обслуживания смонтированных систем.

В системах отопления создаются два вида аксонометрических схем – схемы магистральных трубопроводов и схемы стояков системы отопления.

Первый шаг создания 3D вида магистральных трубопроводов – это выбор всей системы на плане: секущей рамкой слева направо выделяем всю систему.

Далее переходим на 3D вид, выбирая функцию «рамка выбора» на панели «Изменить». Изначально 3D вид может открыться в некорректной ориентации, для того что бы разместить схему в правильное положение необходимо в правом верхнем углу экрана нажать на символ «К главному виду» [1, 2].

После того как схема примет правильную ориентацию с помощью границ 3D вида необходимо откорректировать область видимости элементов, магистральные трубопроводы оставляем в пределах границ, стояки отсекаем. Стояки входной группы, выходящие лишь на первый этаж, оставляем видимыми на схеме – рисунок 1.

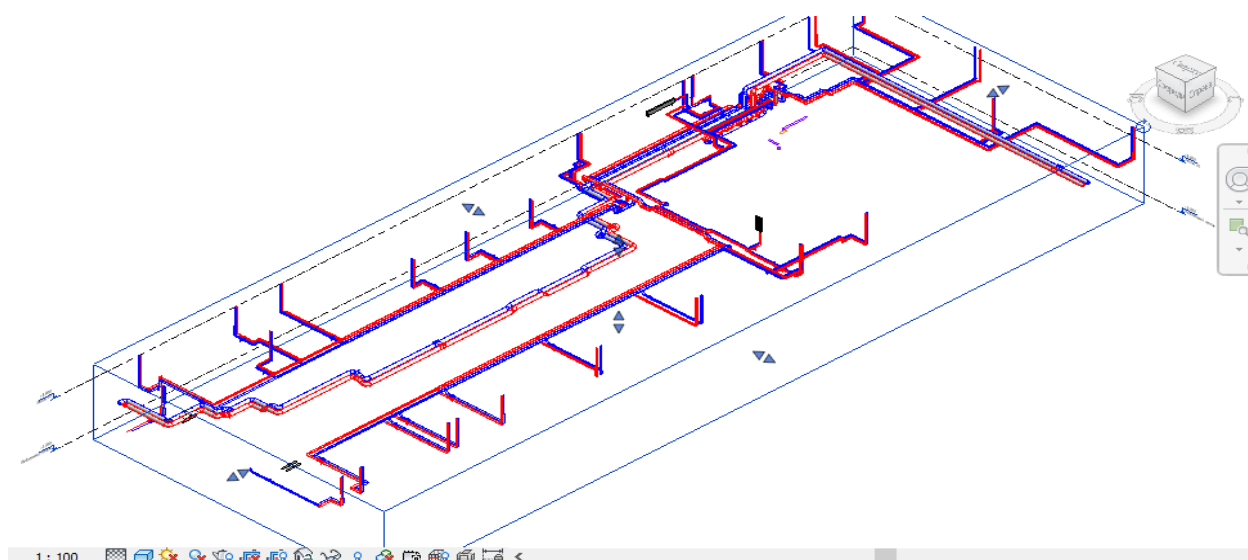


Рисунок 1 – Корректирование видимости схемы

Полученный вид необходимо закрепить и присвоить имя, выбрав символ «Разблокированный 3D вид» на нижней панели инструментов – рисунок 2.

В результате данный вид с присвоенным ему именем переносится в папку «Виды», которую можно найти в диспетчере проекта.

Далее переходим к оформлению схемы: необходимо проставить высотные отметки, промаркировать трубы, обозначить уклоны труб, пометить узлы подключения подводов к магистралям. Можно воспользоваться стандартными марками и текстом, либо загрузить свое семейство.

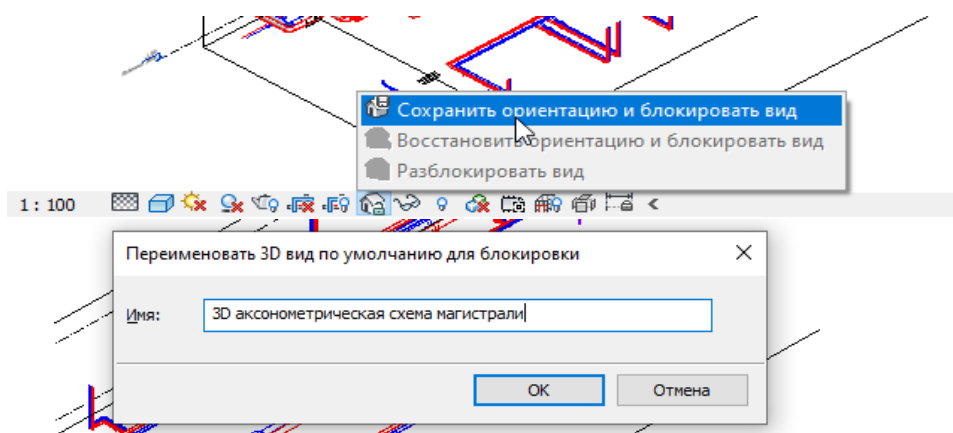


Рисунок 2 – Закрепление и присвоение имени

Для маркировки необходимо открыть вкладку аннотации и выбрать параметр «Маркировать по категории» (рис. 3). Узлы подключения рисуем линией детализации, находящейся так же на вкладке аннотации (рис. 4) [1, 2].

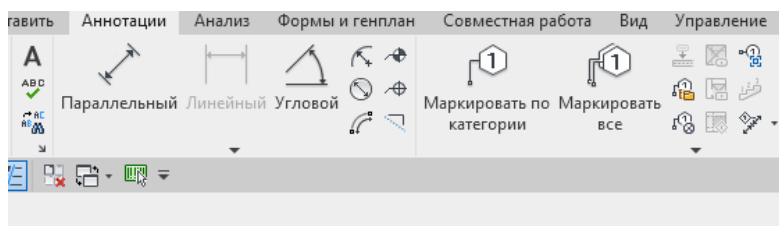


Рисунок 3 – Панель «Аннотации». «Маркировать по категории»

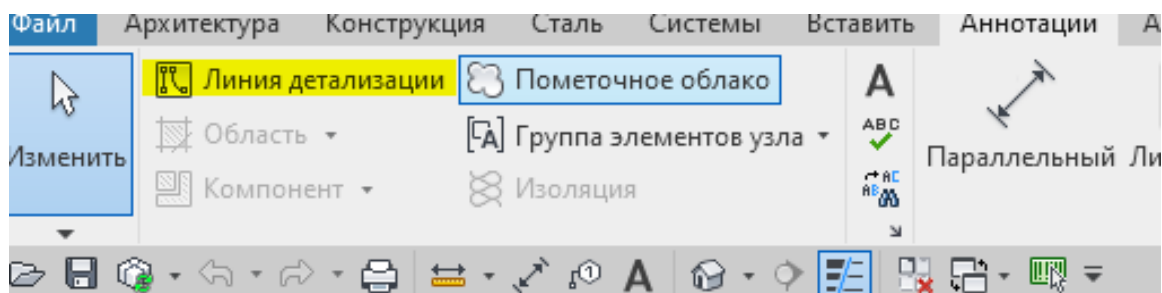


Рисунок 4 – Панель «Аннотации». Линия детализации

Текст для обозначения узлов добавляем из семейств, для простоты выбора можно задать поиск по всем семействам (рис. 5).

Найденное семейство с текстом выносим в рабочую область чертежа. На вкладке «Изменить» добавляем необходимое количество выносок.

По окончании оформления, скрываем границы 3D вида и получаем результат (рис. 6).

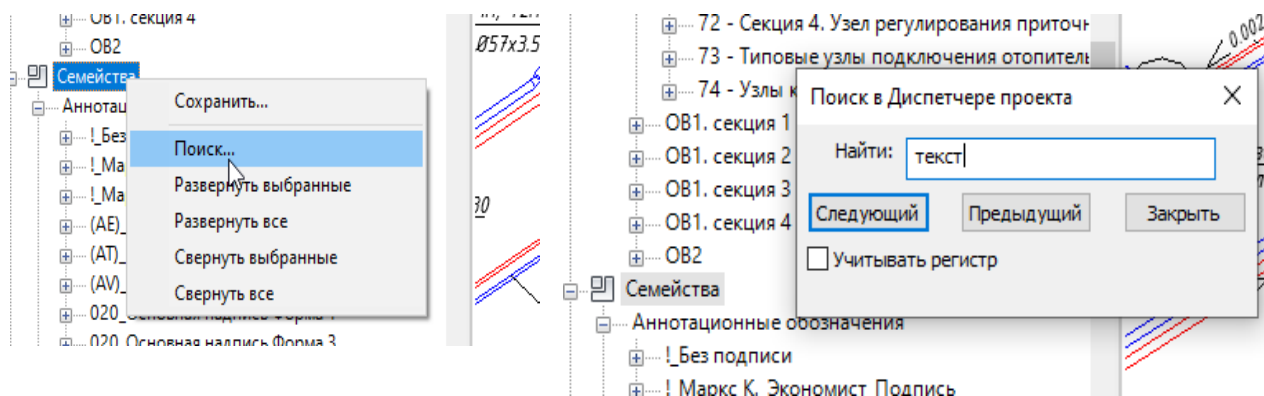


Рисунок 5 – Поиск семейства

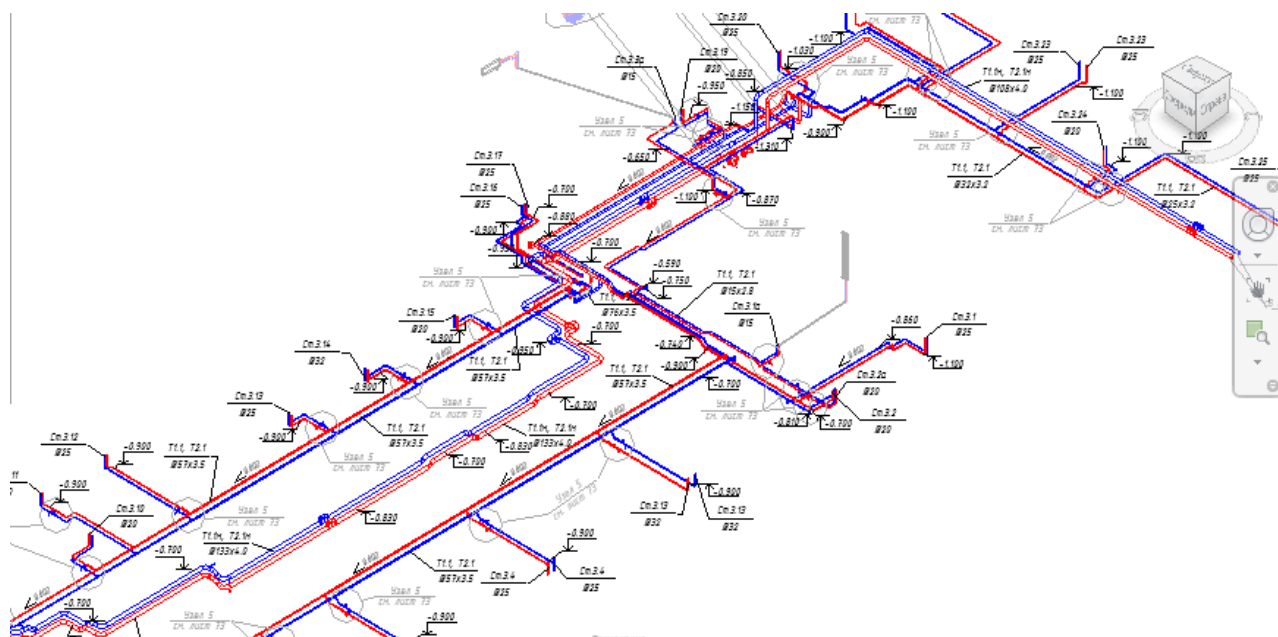


Рисунок 6 – Оформленная схема магистральных трубопроводов системы отопления

Таким образом, получаем оформленную схему магистральных трубопроводов системы отопления, по которой возможно определить потери давления и при необходимости для циркуляции теплоносителя подобрать насос [3].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 333.1325800.2017. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла. М.: ФГУП ЦПП, 2018. 12 с.
2. СП 328.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели. М.: ФГУП ЦПП, 2020. 26 с.
3. Кириллова А.Е., Бахтина И.А., Корнеев А.Н. Анализ современного насосного оборудования на системы отопления // В сборнике: Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы. Материалы X Всероссийской научно-практической конференции. Рубцовский индустриальный институт. 2020. С. 176-181.

РАСШИРИТЕЛЬНЫЕ БАКИ В СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ

Кириллова Анастасия Евгеньевна, магистрант кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика», e-mail: 2020nk@mail.ru

Шупике Егор Константинович, студент кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика», e-mail: egorshupike@yandex.ru

Научный руководитель – Бахтина Ирина Алексеевна, к.т.н., доцент, e-mail: bia-altai@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассмотрены виды расширительных баков, применяемых в системах отопления и их сравнительные характеристики. Описан принцип действия и приведена поэтапная схема работы мембранного (закрытого) расширительного бака. Для мембранного (закрытого) бака перечислены исходные данные и приведена расчетная методика его подбора.

Ключевые слова: расширительный бак, открытый бак, закрытый (мембранный) бак, схема работы, методика расчета.

В системах отопления и охлаждения возникает необходимость компенсации температурных расширений теплоносителя. Для этого применяют расширительные баки [1, 2]. Они подразделяются на баки открытого и закрытого типа. Баки открытого типа характеризуются следующими недостатками: 1) ввиду постоянного контакта между рабочей жидкостью и атмосферным воздухом возникает насыщение теплоносителя растворенным кислородом, который начинает выходить при прогреве теплоносителя, что может приводит к возникновению воздушных пробок в трубопроводах, нарушению циркуляции теплоносителя, возникновению кавитации в насосах, появлению шума и дефектов, связанных с коррозией и др.; 2) ввиду наличия открытой поверхности происходит испарение жидкости, а, следовательно, необходимо регулярно пополнять систему для соблюдения необходимого массового расхода теплоносителя.

В расширительных баках закрытого типа (мембранных баках) данные недостатки отсутствуют. В мембранных баках имеются две полости: с рабочей жидкостью и газом, которые разделены высокопрочной резиновой мембраной. В качестве газа, как правило, применяют азотосодержащая смесь. При увеличении объема теплоносителя при его температурном расширении мембрана выгибается, газовая «подушка» сжимается, за счет чего происходит поступление воды в бак. При охлаждении теплоносителя происходит расширение газовой «подушки», газ выдавливает жидкость и происходит пополнение системы жидкостью. За счет того, что газовая «подушка» всегда находится под давлением, мембранный расширительный бак можно устанавливать в любой точке системы (как в верхних, так и в нижних, например, в подвале или непосредственно в тепловом пункте).

Рассмотрим схему работы мембранного расширительного бака на примере системы отопления.

Первый этап – заполнение системы. При этом воздух, находящийся внутри бака за счет создаваемого им давления плотно прижимает диафрагму к водяной части бака и бак не заполнен водой – рисунок 1.

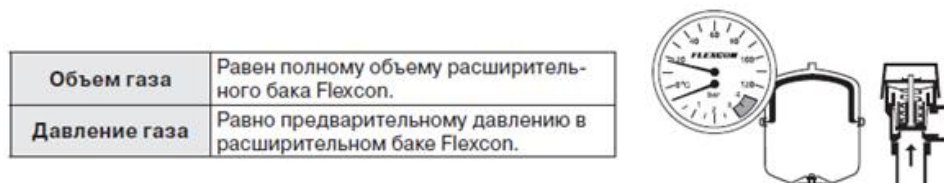


Рисунок 1 – Схема заполнение системы

Второй этап – работа системы. Схема данного этапа приведена на рисунке 2 и описана выше.

Объем газа	Газ внутри бака сжимается. Расширительный бак Flexcon частично заполнен водой.
Давление газа	Равно рабочему давлению системы в месте установки расширительного бака.

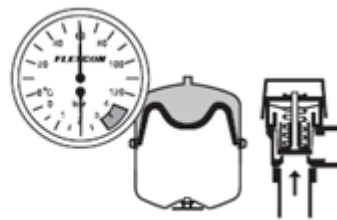


Рисунок 2 - Схема работы системы

Третий этап – заполнение бака до максимального давления. Схема этапа приведена на рисунке 3.

Объем газа	Расширительный бак заполнен водой до максимума. Газ занимает минимальный объем.
Давление газа	Равно максимальному давлению системы.

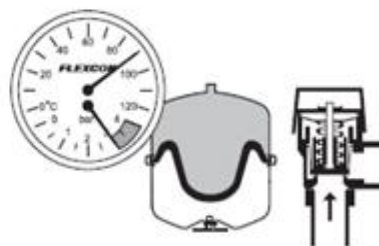


Рисунок 3 – Схема заполнения бака до максимального давления

Расширительный бак снабжен предохранительным клапаном, который срабатывает при превышении давления больше максимально допустимого значения (рисунок 4). Это обеспечивает сохранность оборудования и безаварийность работы расширительного бака.

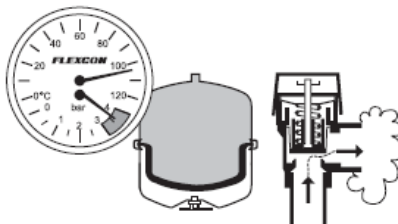


Рисунок 4 – Схема срабатывания предохранительного клапана

Основными исходными данными для подбора и расчета расширительного бака закрытого типа являются: объем теплоносителя в системе отопления ($V_{\text{сист.}}$, л), предварительное давление ($P_{\text{предв.}}$), максимальное рабочее давление в месте установки расширительного бака ($P_{\text{макс.}}$); средняя температура системы в процессе работы ($T_{\text{ср.}}$, $^{\circ}\text{C}$).

Методика расчета мембранного расширительного бака приведена ниже.

1. Т.к. объем бака должен учитывать, как объем теплоносителя в системе отопления, так и увеличение объема за счет температурного расширения теплоносителя, то с помощью таблиц или диаграмм для данного вида теплоносителя определяют коэффициент расширения жидкости $K_{\text{расш.}}$ (прирост объема, %) при ее нагреве(охлаждении) от 10°C (принимается, что система заполняется при температуре 10°C) до средней температуры системы.

2. С учетом температурного расширения теплоносителя определяют объем расширения $V_{\text{расш.}}$ (л), т.е. объем жидкости, вытесняемый из системы при ее нагреве от 10°C до средней температуры системы.

$$V_{\text{расш.}} = V_{\text{сист.}} \times K_{\text{расш.}}$$

3. С учетом максимального рабочего и предварительного давления определяют коэффициент заполнения бака (коэффициент эффективности) – $K_{\text{зап.}}$. Данный коэффициент

характеризует максимальный объем жидкости (в процентах от полного объема расширительного бака), который может вместить расширительный бак.

$$K_{\text{зап.}} = \frac{(P_{\text{макс.}} - P_{\text{предв.}})}{P_{\text{макс.}}}$$

4. С учетом коэффициента запаса определяют полный объем расширительного бака: V, (л). В расчетах также вводится дополнительный коэффициент увеличения объема 1,25.

$$V = \frac{1,25 \times V_{\text{расш.}}}{K_{\text{зап.}}}$$

По полному объему бака подбирают по каталогам типовой бак, так чтобы его объем был не менее расчетного, что обеспечит устойчивость работы системы отопления [3].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование: актуализированная редакция СНиП 41-01-2003: дата введения 2017-06-17. Москва
2. Р НП "АВОК" 3.3.1-2009 Рекомендации АВОК. Автоматизированные индивидуальные тепловые пункты в зданиях взамен центральных тепловых пунктов. Нормы проектирования: дата введения 2009-01-12. Москва: НП "АВОК". 2009.
3. Кириллова А.Е., Бахтина И.А., Корнеев А.Н. Анализ современного насосного оборудования на системы отопления : сборник трудов // Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы. Материалы X Всероссийской научно-практической конференции. Рубцовский индустриальный институт. 2020. С. 176-181.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПО ВРЕЗКЕ В ГАЗОПРОВОД ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Куницкая Полина Владимировна, студент кафедры «Инженерные сети,
теплотехника и гидравлика», e-mail: kunitskaya.polina1@yandex.ru
Научный руководитель – Лютова Татьяна Евстафьевна, старший преподаватель,
e-mail: lut-t@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Описана подготовка к началу строительно-монтажной работы по врезке в газопровод. Приведен перечень необходимых документов для осуществления заявки. Подробно разобраны особенности двух способов врезки. Представлены основные требования к рабочему персоналу.

Ключевые слова: газопровод, инженерные сооружения, врезка, сварочные работы, участок

Газопровод – инженерное сооружение, предназначенное для транспортировки газа при помощи трубопровода. Врезка – это присоединение нового газопровода к действующему для подключения новых потребителей [1].

Для подачи заявки необходимо предоставить определенные документы: письменное заявление потребителя, разрешение на подключение, фотография участка, на котором будет осуществляться врезка и технический паспорт объекта.

В случае если дом находится в стадии возведения, необходимо предоставить всю архитектурно проектную документацию, а также согласие соседей на технологическое присоединение [2].

Перед началом основных работ участок, выбранный для врезки в газопровод, необходимо ограждать предупреждающими знаками и табличками. Запрещается разведение огня или курение на территории.

После того как территория будет ограждена, необходимо провести контрольную опрессовку, выполняемой воздухом или инертными газами. Это необходимо для проверки

трубопровода на герметичность и выявления мельчайших утечек газа. Мероприятия по врезке разрешаются только в том случае, если газопровод прошел проверку контрольной опрессовкой.

Процесс врезки в газопровод - это присоединение новой трубы. Благодаря этому, газ от центральной магистрали будет транспортироваться потребителю. На данный момент подключения осуществляют, без прерывания подачи газа в сети [1].

Существуют несколько возможных способов присоединения, самые популярные из которых – холодная врезка и сварка.

Холодная врезка – достаточно молодой и наиболее безопасный метод. Сам процесс не требует остановки функционирования газопровода, что позволяет сэкономить время и ресурсы. Данный способ подходит как для газопроводов низкого давления и проводится без снижения давления газа, так и для среднего и высокого давления со снижением давления до 400–1000 Па.

Следует выделить основные этапы технологического процесса:

1) Установка хомута: хомут должен полностью соответствовать диаметру участка трубопровода, где будет осуществляться врезка. Поверхность трубы следует очистить, затем установить хомут и плотно затянуть крепежные болты.

2) Установка задвижки: задвижка крепится к фланцу хомута. Задвижка должна плотно зарываться, это следует проверить до выполнения сверления.

3) Установка сверлильного оборудования: устройство представляет собой бур с крышкой, которая крепится к задвижке. Необходимо убедиться, что сверло свободно проходит через задвижку и его длины достаточно для выполнения отверстия.

4) Выполнение процесса сверления

Врезка осуществляется без проведения огнеопасных работ. К минусу данного присоединения можно отнести его частое применение при нелегальных врезках [2].

Сварка – метод применяется для металлических труб. Главное преимущество данного вида врезки заключается в надежности прочного соединения труб.

Прежде чем приступить к сварочным работам, трубы тщательно очищают. Если работы проходят на магистральных сетях, то во избежание снижения давления в трубе, при проведении сварочных работ применяют задвижку или ПГВМ. Готовые швы обстукивают молотком, очищают от шлака и проверяют на плотность мыльной эмульсией при рабочем давлении газа.

Сварка требует особой квалификации и строгое соблюдение технологического процесса и техники безопасности. В связи с этим к работе по присоединению допускаются только сварщики высокого разряда [1].

Для завершения процесса необходимо произвести обход трассы газопровода, сделать отметку в наряде допуска на газоопасные работы о выполнении работ по присоединению, внести соответствующие записи в строительный паспорт газопровода. Наряд на выполнение работ по присоединению и план работ со схемами должны быть приложены к исполнительной документации на газопровод и храниться вместе с ней.

Следует помнить, что газопровод, как и все инженерные сооружения имеет свой срок эксплуатации. Полиэтиленовые трубопроводы при правильном функционировании могут использоваться 50 лет, стальные 40. При проведении ремонтных работ следует осуществить контроль качества соединений, позволяющих выявить возможные дефекты, возникшие в ходе эксплуатации газопровода.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Справочник химика : сайт : 21 ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ. URL: <https://chem21.info/info/1505223/> (дата обращения 26.04.2021).

2. Холодная врезка в трубопровод : сайт : Холодная врезка в трубопровод под давлением. URL: <https://parlini.ru/holodnaya-vrezka-v-truboprovod-holodnaya-vrezka-v-truboprovod-pod-davleniem.html/> (дата обращения 27.04.2021).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ПО ОБЛАКУ ТОЧЕК

Матвеев Константин Владимирович, студент кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика», e-mail: stim22848@mail.ru

Научный руководитель – Кирколуп Евгений Романович, к.т.н., e-mail: kirkolup@mail.ru.
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье описан процесс создания информационной модели инженерных сетей по облаку точек. Рассмотрен процесс настройки облака точек в программе Autodesk Recap и дальнейший перевод его в проект программы Autodesk Revit, с последующим моделированием инженерных систем. Перечислены преимущества и недостатки метода моделирования инженерных систем по облаку точек.

Ключевые слова: Autodesk Revit, Autodesk Recap, информационная модель, облако точек, лазерное сканирование, инженерные сети, уровень детализации, моделирование.

Технология лазерного сканирования объектов и дальнейшего моделирования инженерных сетей по полученным данным широко используется в современном мире. Причиной этого является высокая точность моделирования инженерных сетей уже построенных зданий и сооружений. Точность моделирования может достигать 1 мм. При моделировании инженерных сетей по облаку точек происходит перевод облака точек в информационную 3D модель, позволяющую более точно отобразить реальную обстановку на объекте и принять решения по реставрации инженерных сетей.

Первым этапом подготовительных работ для моделирования инженерных сетей по облаку точек является создание самого облака точек и передача его подрядчику. Для создания облака точек пользуются наземным лазерным сканером, с помощью которого снимают всю обстановку внутри строительного объекта: стены, инженерные сети и все остальное, что находится в помещении. После чего данная информация обрабатывается на компьютере где добавляются общие координаты точек съемки, помогающих четко поставить облако точек в проект. Как правило необходимо снимать помещения с нескольких ракурсов (точек съемки), для более точного отображения происходящей картины на объекте, чем больше точек съемки, тем лучше видно обстановку. Но необходимо не забывать, что с добавлением новой точки съемки информационный объем файла становится больше, поэтому стоит учитывать это и соблюдать «золотую середину». Также необходимым считается уборка мусора с объекта и исключение попадания во время съемки движущихся объектов, затрудняющих в дальнейшем просмотр облака точек подрядчику объекта.

Вторым этапом подготовительных работ для моделирования инженерных сетей по облаку точек является поступление облака точек к подрядчику от заказчика. При помощи программы Autodesk Recap подрядчик может рассмотреть облако точек с точек съемки, и, перемещаясь по 3D пространству, оценить обстановку и объемы работ. В программе Recap при хорошей съемке отчетливо видны мельчайшие детали не только инженерных сетей, но и объекта в целом.

Третий этап подготовительных работ для моделирования инженерных сетей по облаку точек это постановка облака точек подрядчиком в проект программы Autodesk Revit. Для постановки облака точек первым делом необходимо уменьшить информационный объем облака точек, методом сжатия файла. При уменьшении объема файла исчезают точки съемки и большой процент точек в пространстве, следовательно, ухудшается детализация облака точек. Всё это делается с целью облегчения работы с облаком точек в программе Revit. Если какую-либо часть инженерных сетей плохо видно в Revit, в любой момент можно посмотреть это место в программе Recap, которая, как правило, открыта параллельно с Revit.

После уменьшения информационного объема облака точек подрядчик вставляет его в проект. Поставить облако точек в проект можно по общим координатам, либо вручную. Постановка по общим координатам является более точным методом постановки облака точек в проект, в отличие от метода «вручную». При отсутствии общих координат облако точек

ставят вручную, это происходит с помощью перемещения его в пространстве по тем деталям проекта, которые были смоделированы по рабочим чертежам проекта. Если же отсутствуют чертежи на объект, то облако точек ставится в проект Revit с ориентацией по сторонам света, расположение которых также приходит от заказчика.

После подготовительных работ для моделирования инженерных сетей подрядчик приступает к самому моделированию систем вентиляции, отопления, водоснабжения, водоотведения, электрических сетей и других инженерных систем [1]. Моделирование инженерных систем происходит при использовании стандартных инструментов программы Revit [2], с использованием стандартных типоразмеров. В случае отличия оборудования или типоразмеров элементов инженерных систем в облаке точек от стандартных элементов семейств Revit, необходимо создавать новые элементы семейств на основе уже существующих. Следует отметить, что при моделировании инженерных сетей по облаку точек можно без проблем моделировать самые сложные разводки таких мест как тепловые узлы и вентиляционные камеры при помощи детализации инженерных сетей в Rescap и наглядного представления облака точек в проекте Revit. После того, как облако точек реального сооружения переведено в информационную 3D модель, проектировщик вносит изменения по реставрации, ссылаясь на действующие нормативные документы и согласовывая свои действия с заказчиком.

В методе моделирования инженерных систем с помощью облаков точек имеется ряд преимуществ, которые помогают сократить время создания проекта, улучшить его качество и максимально детально отобразить обстановку на моделируемом объекте.

1) Более точное моделирование за счет того, что видно, как и где проходят инженерные сети в реальном здании или сооружении. Зачастую реальное расположение инженерных сетей отличается от проектных. Это происходит при обнаружении ошибок на этапе проведения монтажных работ и не внесения изменений в рабочие чертежи проекта. Также бывают случаи, когда инженерные системы добавляют дополнительно, либо демонтируют уже существующие инженерные сети.

2) Возможность моделировать инженерное оборудование, непосредственно связанное с инженерными сетями, на которое отсутствуют рабочие чертежи. Во время эксплуатации объекта может измениться оборудование: насосы, вентиляторы, запорная арматура, различные приборы контроля инженерных сетей, происходит это из-за поломок и ухудшения работы оборудования инженерных сетей, а также изменения их параметров.

3) Возможность моделировать инженерные сети с наличием различных деформаций, включая временные, к примеру, можно с точностью до 1 мм смоделировать воздуховод, который под влиянием силы тяжести и времени изогнулся в пространстве. Это помогает более точно подсчитать объем работ при реставрации зданий и сооружений.

При моделировании инженерных сетей с помощью облаков точек есть свои недостатки, которые приводят к ухудшению модели:

1) Невозможность видеть параметры инженерных сетей и их оборудования: внутренние диаметры, расходы, толщины изоляции трубопроводов и воздуховодов, наименование инженерной сети, наружный диаметр при наличии изоляции на трубопроводе или воздуховоде.

2) Нет видимости прохождения инженерных сетей через стены и потолка, что в свою очередь ухудшает качество модели, поскольку подрядчик моделирует инженерные сети в этих местах исходя из СП, ГОСТов, логики и догадок. Бывают случаи, когда инженерные сети проходят через стены не под прямым углом и при большом количестве трубопроводов или воздуховодов сложно определить какой элемент необходимо соединить с тем, который находится по другую сторону стены либо потолка.

Проанализировав вышесказанную информацию, можно сделать вывод, что для построения максимально информативной модели, отражающей реальную обстановку на объекте подрядчику нужно иметь не только хорошо отснятое облако точек, но и рабочие

чертежи проекта. Данное направление моделирования будет развиваться, поскольку спрос на моделирование по облаку точек растет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 333.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла: дата введения 2018-03-19. М. : Минстрой России, 2017. 33 с.
2. Autodesk: Официальный сайт Autodesk. Поддержка и обучение : офиц. сайт : Autodesk, Inc., 2021. URL: <https://knowledge.autodesk.com/support> (дата обращения: 02.04.2021).

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАТФОРМЫ ВИЗУАЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ DYNAMO ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Меркишкина Кристина Викторовна, магистрант кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика», e-mail: kristina.merkishkina@yandex.ru

Семенихина Юлия Евгеньевна, студент кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика», e-mail: yulyataganceva@gmail.com

Научный руководитель – Логвиненко Владимир Васильевич, к.т.н., доцент, e-mail: logvinvv@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Показаны возможности применения платформы визуального программирования Dinamo в проектировании системы отопления как связующего звена между проектом системы отопления, смоделированным в системе автоматического проектирования Autodesk Revit и расчетной программе Danfoss C.O. Озвучены плюсы и минусы применения данного способа. Представлен реальный объект, в котором применен скрипт платформы Dinamo.

Ключевые слова: BIM технологии, Revit, Danfoss C.O., Dinamo, скрипт, система отопления.

В начале двадцать первого века появился принципиально новый подход в проектировании систем коммуникаций, который заключался в создании модели объекта, несущей в себе все сведения о нем. В процессе развития технологий модели проектов становились все более насыщенными информацией об объекте, и стало необходимо не только упорядочить информацию, получив пользу от ее использования, но и облегчить и упорядочить процесс ее внесения, тем самым уменьшив время и затраты на создание модели.

Автор предлагает изучить вопрос использования одного из методов внесения информации, в данном случае, внесения данных об отопительных приборах посредством написания «скрипта» в платформе визуального проектирования Dinamo. Также будут применяться продукты Danfoss C.O. версия 4.1 и Autodesk Revit 2020.

Autodesk Revit – система автоматизированного проектирования, имеющая возможности архитектурного проектирования, проектирования инженерных систем и строительных конструкций и т.п. [1].

Данная программа основана на BIM технологиях. Программа позволяет проектировать в плоскости, в трехмерном пространстве, позволяет организовывать и координировать работу между специалистами разных профилей вплоть до выпуска рабочей документации. Программа предоставляет возможность создавать инженерные системы различной сложности.

Danfoss C.O. - программный комплекс, предназначенный для расчета двухтрубных и однетрубных систем отопления, систем холодо- и теплоснабжения, имеющий модуль для проектирования напольного отопления «теплый пол». Каталоги программы содержат в себе не только весь спектр оборудования «Данфосс», но и обладают богатым выбором труб и отопительных приборов, с помощью которых осуществляется подбор отопительных приборов, диаметров трубопроводов и запорно-регулирующей арматуры, определения

настройки балансировочных клапанов, клапанов терморегуляторов на подводках к отопительным приборам, составления подробной спецификации оборудования.

Dynamo – это интерфейс графического/визуального программирования, устанавливаемый на базе Revit, с открытым кодом, позволяющий облегчить рабочий процесс касательно внесения информации в проектируемое сооружение. С помощью Dynamo можно автоматизировать сценарии повторяющихся задач, например, занесение данных об отопительных приборах из Danfoss С.О. в Revit.

Визуальное программирование – процесс построения системных, визуальных и геометрических связей между элементами. Процесс работы строится по принципу использования пошагового набора действий – ввод данных – обработка – вывод.

Как правило, для программирования следует написать код, который для простого проектировщика будет сложен и разобраться в нем получится далеко не сразу. В Dynamo [2] вместо кода используются блоки, написанные «простым» языком. Из блоков собирается скрипт, с помощью которого будет работать Revit.

Скрипт (сценарий) - это последовательность определенных действий, которые описаны при помощи скриптового языка программирования (в данном случае, Python) для автоматического выполнения определенных задач.

На вкладке «Управление» - «Визуальное программирование» располагаются две основные кнопки: «Dinamo» и «Проигрыватель Dinamo». Вторая кнопка позволяет с одного клика запустить скрипт, без открытия интерфейса. При клике на первую кнопку, производится переход в рабочее пространство, разбитое на две области. Слева представлена палитра с блоками, далее ноды, что представляют собой упакованный «кусочек кода». Все ноды группируются по определенным критериям. Справа от данной панели располагается основное рабочее пространство, куда переносятся ноды. Затем они связываются между собой, формируя сценарий – скрипт. На нижней панели расположена кнопка воспроизведения скриптов, имеющая два варианта работы – запуск скрипта вручную или в автоматическом режиме.

Для того, чтобы написать скрипт переноса данных из таблицы в пространства модели, следует в левом списке нодов найти нод «Views», расположить его в рабочем пространстве и выбрать из списка категорию «Element Name»:

- «Excel.WriteToFile» - стандартный узел, позволяющий записывать данные списка в файл Excel непосредственно;
- «All Elements of Category» - вызов элементов одной категории в проекте;
- «Element.Name» - параметр имени элемента, который будет именовываться;
- «Excel.ReadFromFile» - сопоставление параметра элемента в модели и в таблице Excel и занесения данных из этого параметра из Excel в модель;
- «OverWrite» - позволяет контролировать, будет ли Excel перезаписывать существующую информацию (true) или сохранять ее (false).

После, ноды связываются определенным образом, запускается скрипт кнопкой «Запуск» на панели.

Внесение данных отопительных приборов в модель проекта, созданного в ПК Revit производится в определенной последовательности. На планах, с уже размещенными и включенными пространствами, размещается номера помещений, соответствующих номерам помещений в Danfoss С.О. Открывается Dynamo и подгружается скрипт со вкладки «Открыть». В нод «Views» заносится адрес номенклатуры отопительных приборов, в «File Path» - путь к таблице Excel. В самом скрипте с нода для записи «Excel.WriteToFile» снимается галочка «Заморозить». На нижней вкладке выбирается кнопка «Запуск» и открывается таблица с уже отсортированными данными. Далее на нод для записи «Excel.WriteToFile» ставится галочка «Заморозить», и снимается галочка «Заморозить» с «Excel.ReadFromFile». Выбирается кнопка «Запуск». Аналогичным способом создается скрипт по переносу данных из пространства в отопительный прибор, расположенный в области этого пространства (рисунок 1).

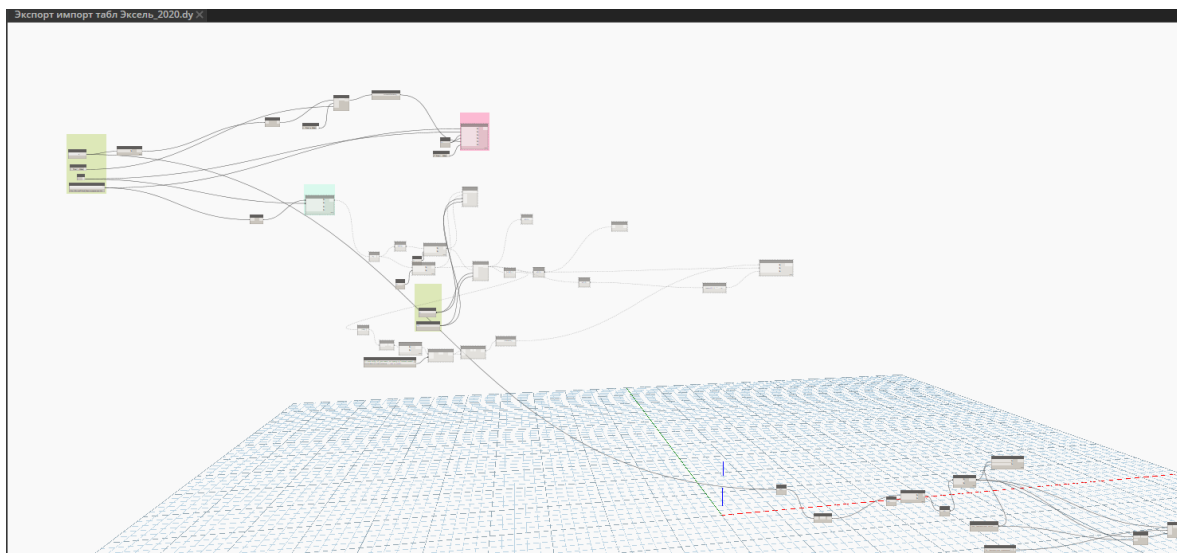


Рисунок 1 – Скрипт переноса данных, открытый в Dynamo

Таким образом, происходит перенос данных из одной модели в другую. Сами же эти модели созданы в разных программных обеспечениях, никоим образом не взаимодействующих друг с другом.

Из плюсов можно выделить:

- Упрощение процесса внесения данных об отопительных приборах и пространствах, в которых данный прибор расположен;
- Уменьшение затрат по времени, поскольку автоматизирует процесс внесения данных; нет необходимости создавать скрипты для занесения данных в отопительный прибор для каждого проекта – в данном случае, он универсален;
- При изменении тех или иных параметров в расчетной модели, данные следует «перезалить» в модель по той же методике. Также для написания скрипта не обязательно специальное образование, в данном вопросе не сложно разобраться самостоятельно.

Минусы:

- В моделях проекта в Danfoss C.O. и Revit пространства, содержащие нужную информацию, должны иметь одинаковое наименование соответственно, иначе плагин не сработает или сработает некорректно;
- Имеются затраты по времени на редактирование таблицы данных в Excel, экспортированной из Danfoss C.O.

Еще один факт, который может послужить как плюсом, так и минусом. Платформа визуального программирования имеет открытый код, а это значит, что без надлежащих процедур контроля в скрипт может быть встроена ошибка и прочие изъяны. Однако исходный код таких программ доступен для просмотра и изменения, позволяющий убедиться в отсутствии ошибок, изъянов и прочих неприемлемых функций для пользователя.

В настоящий момент в Алтайском крае имеется 3D модель инженерных систем, в которых была протестирована данная методика. Это детский сад «Сибирский» на 140 мест по адресу пос. Сибирский, ул. Парковая 1Б. Данный объект имеет 2 этажа и занимает небольшую площадь, поэтому затраты по времени при использовании скрипта и при ручном переносе данных из одной модели в другую приблизительно равны. Однако, при автоматическом переносе данных, исключается «человеческий фактор», при котором имеется возможность неверно занести или не занести данные в модель [3].

Более того, использование данной методики в многосекционных, высотных зданиях и сооружениях, в моделях со сложной архитектурой и большим количеством уровней, сложной отопительной системой с повторяющимися или, наоборот, уникальными элементами, позволяет избежать потерь данных и ошибок при моделировании, привнести в модель

достаточное количество информации, что позволяет ей быть максимально приближенной к реальному объекту строящегося или уже возведенного, как в случае с детским садом «Сибирский», сооружения. Такая модель также позволяет посредством применения других продуктов Autodesk, например, Navisworks, спрогнозировать изменения объекта через определенный промежуток времени и принять меры безопасности в его дальнейшей эксплуатации в долгосрочной перспективе.

Распространение BIM технологий, их модернизация под запросы проектировщиков и коллаборация программных комплексов, ранее не взаимодействующих друг с другом, позволяет автоматизировать часть процессов проектирования, что, несомненно, ведет к возможности потратить ресурс времени на более детальную проработку модели. Это, в свою очередь, способствует минимизации расходов, как на стадии проектирования, так и на последующих стадиях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.

1. Autodesk : офиц. сайт. Москва, 2021. URL: <https://www.autodesk.ru/> (дата обращения: 18.03.2021).
2. Dynamo для Revit : офиц. сайт. Москва, 2018. URL: https://primer.dynamobim.org/ru/08_Dynamo-for-Revit/8_Dynamo-for-Revit.html/ (дата обращения: 18.03.2021);
3. Учебный центр AMS : офиц. сайт. Москва, 2010-2021. URL: <https://autocad-specialist.ru/> (дата обращения: 28.03.2021).

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОМОЛОТА МГП-2 НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Митусов Алексей Викторович, студент кафедры «Инженерные сети,
теплотехника и гидравлика», e-mail: alexvmitusov@gmail.com

Научный руководитель – Митусов Анатолий Алексеевич, д.т.н., профессор,
e-mail: anatmitusov@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье представлены результаты актуальных исследований возможных вариантов регулирования выходных параметров гидромолотов на проектной стадии их создания. Проведены машинные исследования с использованием компьютерной программы Research. В результате установлена сравнительная эффективность машинного и аппаратного методов регулирования изменением хода и диаметра бойка, и настройкой давления питания.

Ключевые слова: гидромолот; машинные исследования; машинное регулирование; аппаратное регулирование; энергия удара.

Молот МГП-2 с повышенной энергией удара разработан в процессе совершенствования конструкции гидромолота МГП-1 (Молот гидравлический «Памир») с энергией удара до 1000 Дж [1], созданного по заказу ТаджСУ «Союзгидроспецстрой». В представленной работе изложены результаты исследований с использованием имитационной модели программы Research при создании целостной конструкции с параметрами, обеспечивающими изменение величины энергии удара в широком диапазоне. Это необходимо с целью замещения импорта.

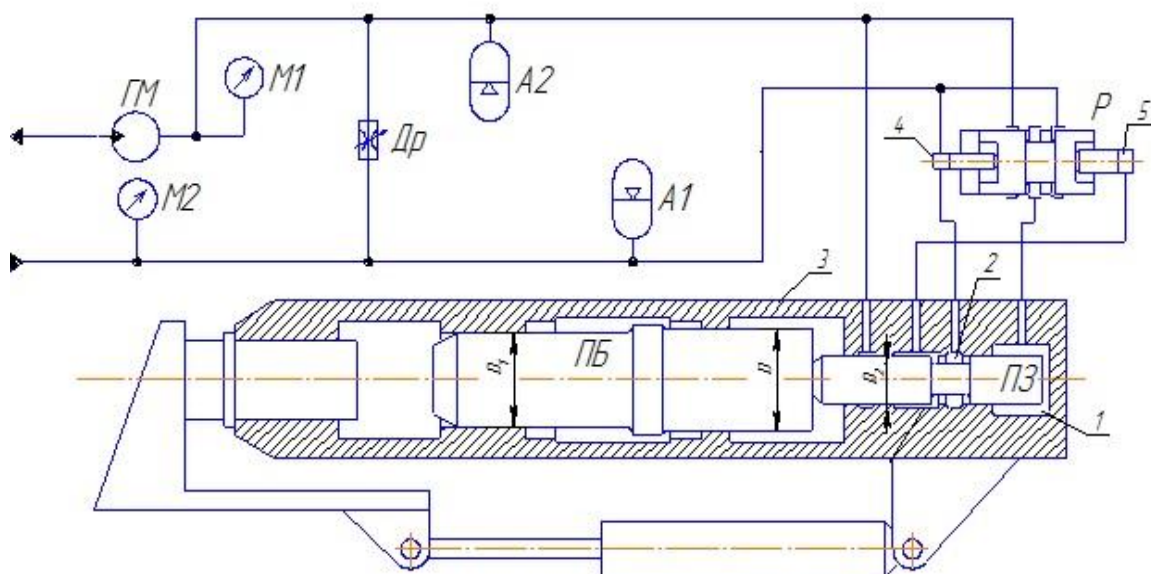


Рисунок 1 - Схема гидромолота МГП-2 на стенде для исследований физической модели
 А1, А2 – аккумуляторы; Р – распределитель; ПБ – поршень-боек; ПЗ – поршень-золотник; ГМ – гидромотор;
 М1, М2 – манометры, Др - дроссель

Конструктивная схема гидромолота представлена на рисунке 1. На схеме поршень-боек ПБ с двумя посадочными поверхностями образует в ударном гидроцилиндре (УГЦ) переднюю камеру К1. Задняя камера К2 образована автономным одноступенчатым плунжером ПЗ, выполняющим функции поршня для камеры К2 и золотникового элемента первого каскада системы автоматического распределения. Система представляет собой замкнутый гидравлический контур, второй каскад которого Р является исполнительным элементом, соединяющим камеру К2 попеременно с напорной Н или сливной С линиями. В линии встроены аккумуляторы НА и СА, соответственно. Инструмент И является исполнительным органом молота. Для проведения исследований использованы имитационные модели компьютерных программ «Research» и «Zolotnik» [2], чем обеспечивается, кроме того, проведение сопутствующих машинных испытаний.

Известными способами изменения выходных параметров гидроприводов являются:

- изменение конструктивных параметров силовой части - **машинное регулирование**;
- изменение сопротивлений устройств управления - **аппаратное регулирование** [3].

Анализ конструктивной схемы на рисунке 1 показывает, что машинное регулирование для гидромолота МГП-2 может быть обеспечено изменением величины хода бойка, а аппаратное регулирование настройкой либо специального дросселя, либо переливного клапана.

Конструктивными параметрами гидромолота, возможными для регулирования, могут быть диаметры D, D1 и D2, а также от величины хода бойка h. В процессе работы гидромолота возможно изменение только хода бойка h, а диаметры D, D1 и D2 могут изменяться только при перемонтаже гидромолота в процессе его наладки.

В таблице 1 представлены обобщенные результаты исследований, где заданному значению хода бойка соответствуют 3 установки диаметра заднего плунжера в диапазоне 58-62мм. Настроечным также является давление питания Рд, однако этот параметр на практике рассматривается, как регулировочный, ввиду возможности легко изменяться в оперативной ситуации посредством аппаратного регулирования.

Таблица 1 – Регулирование выходных параметров гидромолота МГП-2 при изменении хода бойка и диаметра заднего плунжера

h', мм	D2, мм	Шифр опыта	h, мм	A, Дж	n, 1/с	η
100	62	4е5- 100	104	2.7; 3.4	7.8 8.7	0.625
	60	4е5- 101	106	2.4 3.3	8.3 9.5	0.62 0.65
	58	4е5- 102	107	2.44 3.03	8.7 9.7	0.64
95	62	4е5-95	98	2.63 3.3	7.6 8.6	0.65
	60	4е5-951	100	2.46 3.02	8.7 9.6	0.63 0.61
	58	4е5-952	102	2.35 2.9	9 10	0.64
90	62	4е5-90	94	2.54 3.2	8.7 9.8	0.65
	60	4е5-91	95	2.38 2.93	9.1 10.1	0.64
	58	4е5-92	97	2.27 2.81	9.4 10.5	0.66

Кроме того, приведены изменения выходной мощности, позволяющие судить о рациональных ограничениях на ход бойка и давление питания. Интенсивность изменений энергетических параметров хорошо прослеживается при их графическом представлении

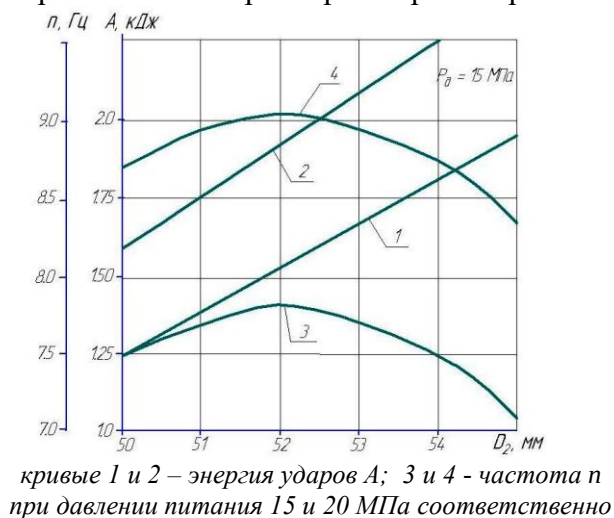


Рисунок 2 – Настройка энергии и частоты ударов изменением диаметра задней ступени бойка D2

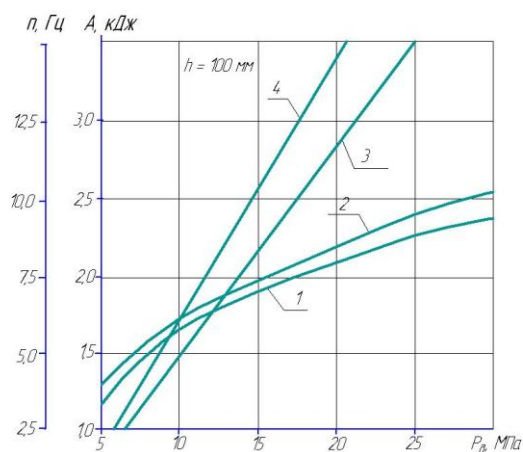


Рисунок 3 – Энергия (кривые 3 и 4) и частота (кривые 1 и 2) ударов гидромолота с параметрами: проходное сечение распределителя $S_z = 7 \text{ см}^2$ и 9 см^2 соответственно; масса бойка $m = 75 \text{ кг}$

Состояние характеристик молота определяется, кроме значений энергии и частоты ударов A и n, также значениями коэффициента настройки K_H , характеризующего их взаимосвязь и выражающегося через обобщенные конструктивные параметры: q – рабочий объем и R_u – инерционное сопротивление ударного гидродвигателя [2]:

$$K_H = R_u(x) \cdot q^3.$$

Регулирование величиной давления P_d характеризуется движением вдоль каждой энергочастотной характеристики с сохранением значения коэффициента настройки K_H , а настройка величиной хода h' – переходом с одной энергочастотной характеристики на другую с изменением значения K_H .

Машинным экспериментом установлено, что для дальнейшего увеличения энергии удара при ограничении возможности регулирования давления выше 20 МПа необходимы более значительные изменения параметров конструкции. Основной проблемой является

снижение КПД. Так, при величине проходного сечения распределителя, близком к параметрам МГП-1 $S_z = 7 \text{ см}^2$, КПД оказывается ниже 0,4. Очевидна необходимость увеличения массы бойка до величины, соответствующей предударной скорости не выше 9 м/с и снижения гидравлических сопротивлений системы распределения жидкости за счет увеличения проходного сечения распределителя S_z . Исходными на конечном этапе машинного эксперимента приняты: масса бойка $m = 75 \text{ кг}$; $S_z = 7 \text{ см}^2$ и 9 см^2 ; ход бойка $h = 70 - 120 \text{ мм}$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ушаков Л.С. Гидравлические ударные механизмы: опыт расчета и проектирования. Germany: Palmarium Academic Publishing, 2013. 280 с.
2. Митусов А.А. Автоматизированное проектирование гидродвигателей ударного действия: учебное пособие. Караганда: КарГТУ, 2002. 109 с.
3. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: учебник для машиностроительных вузов / Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. и др. 2-е изд., перераб. М.: Машиностроение, 2015. 423 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Писаренко Никита Владимирович, магистрант кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика», e-mail: sqrt444@mail.ru

Научный руководитель – Шашев Александр Валентинович, к.т.н., доцент,
e-mail: shashev4@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье описаны основные преимущества информационного моделирования, позволяющие повысить энергоэффективность здания на стадии проектирования, уменьшить затраты в процессе эксплуатации здания, перечислены наиболее распространённые программные комплексы, позволяющие качественно выполнять информационное моделирование зданий и сооружений.

Ключевые слова: BIM, энергоэффективность, системы отопления, системы вентиляции, системы кондиционирования воздуха.

Развитие информационных технологий в последнее приобрело, высокие темпы привели к появлению принципиально нового подхода в архитектурно-строительном проектировании. Технология информационного моделирования объектов Building Information Modeling (BIM) на сегодняшний день является очень популярной и известной системой автоматизированного проектирования. Основным её отличием, помимо трехмерного черчения, является то, что она уже содержит в себе необходимую базу данных, в которой содержится вся подробная информация о технологических, инженерно-строительных, технических, архитектурных, сметных, экономических характеристиках объекта.

В настоящее время наиболее распространёнными программами, поддерживающими BIM концепцию являются: Autodesk Revit, Nemetschek Vectorwork, Graphisoft ArchiCAD и BIMVision.

Наиболее распространённым форматом файлов, в которых создаются модели, является формат RFA. Данный формат является основным в программном комплексе Revit. В данном формате возможна разработка цифровой модели здания (рисунок 1), благодаря которой возможно выполнение различных расчётов – энергетических, прочностных и т.д. Чем точнее и качественней создана модель, тем точнее будут выполняться расчёты на основе данной модели. Поэтому важно использовать базы данных производителей, оборудование и материалы которых будут использованы при строительстве объекта [1].

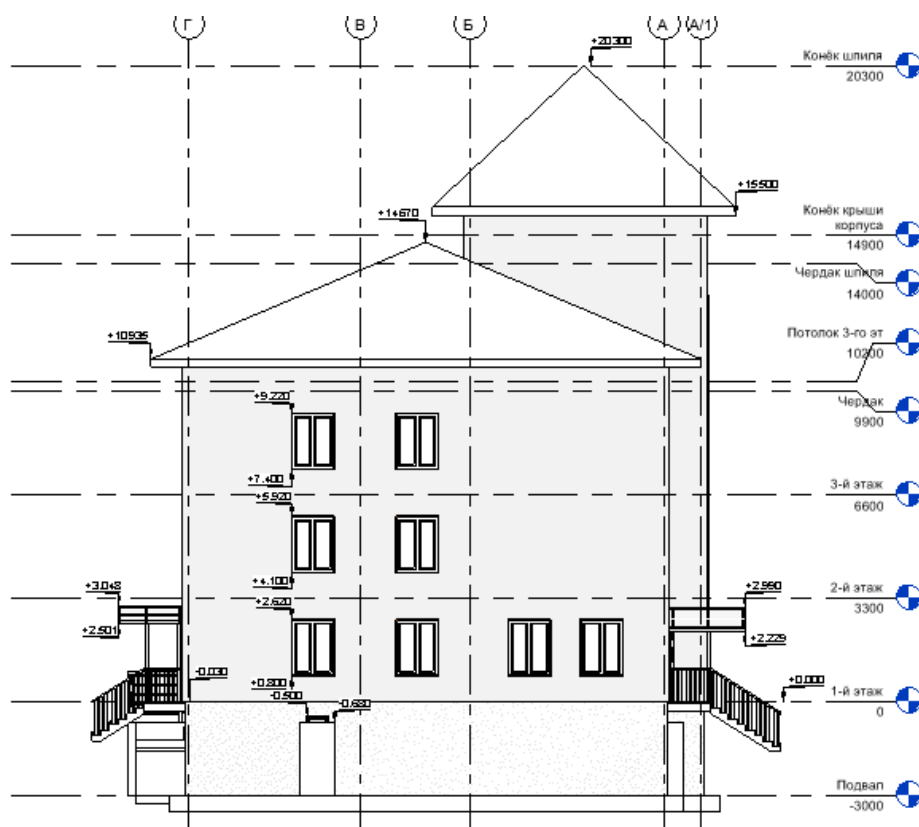


Рисунок 1 - Фасад здания

Программный комплекс позволяет выполнять расчеты основных инженерных систем зданий, таких как системы вентиляции, отопления и кондиционирования. Для выполнения расчетов необходимо располагать основными данными по объекту проектирования. Согласно действующих норм тепловые нагрузки здания рассчитываются на максимальные значения для данного региона строительства, а также сами проектировщики закладывают в расчётах запас по тепловой мощности для здания согласно нормативной документации и с учетом задания заказчика. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха часто имеют в своём составе оборудование, типоразмеры которого обладают характеристиками тепловой мощности, чем это необходимо. Данный фактор в совокупности с использованием неавтоматизированного или плохо автоматизированного оборудования влечёт за собой перерасход тепловой и электрической энергии. Если же проектировщик будет намеренно занижать тепловые расходы и типоразмеры оборудования, то это может повлечь за собой увеличение затрат при обслуживании и эксплуатации систем, а также к снижению теплового комфорта в помещениях здания или же возникновения шума в случаях когда увеличивают циркуляционный перепад давления, с целью увеличения теплоотдачи приборов системы отопления.

Современные программные комплексы позволяют выполнять расчёты по заложенным в них методикам, в которых расчёт ведётся на оптимальные скорости, расходы и удельные потери давления в трубопроводах и воздуховодах систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха [2].

Проектирование зданий с использованием современных программных комплексов состоит из следующих этапов: создания пространственной модели здания, расчет оптимальных характеристик тепловой защиты наружных ограждающих конструкций здания, расчет оборудования и систем жизнеобеспечения здания. Результатом такого расчета является создание комплекса инженерно-технических решений, обеспечивающих оптимальное энергопотребление на всех этапах жизненного цикла здания [1].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Султангузин И.А., Кругликов Д.А., Яцюк Т.В., Калякин И.Д., Яворовский Ю.В., Бартенев А.И., Говорин А.В., Жигулина Е.В., Хромченков В.Г. Применение BIM-, BEM- и CFD-технологий для проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективного дома, СОК, Москва 2019.

2. А.М. Зиганшин, М.Г. Зиганшин, Smart BIM в отоплении и вентиляции Информационное моделирование в системах отопления и вентиляции Учебно-методическое пособие для учебной и научной работы студентов направления «Строительство» Казань, 2018.

КОГЕНЕРАЦИЯ. ПРИНЦИП РАБОТЫ. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Семененко Александр Александрович, студент кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика», e-mail: sasha.semenenko@mail.ru

Научный руководитель – Лютова Татьяна Евстафьевна, старший преподаватель, e-mail: lut-t@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Определение когенерации. Объекты внедрения. Окупаемость проектов. Поставщики когенераторов. Типы когенераторов. Описание принципа работы когенераторов. Топливо, на котором работают когенераторы. Преимущества когенерации.

Ключевые слова: Когенерация, мини ТЭЦ, электроэнергия, теплоснабжение, КПД.

Когенерация (название образовано от комбинированная генерация электроэнергии и тепла) - это процесс совместной выработки электроэнергии и тепла [3].

При когенерации создаётся возможность прямую выработку электрической энергии утилизировать попутное тепло (рисунок 1) [3].



Рисунок 1 - Схема когенерационной системы

Объектами внедрения когенерационных установок на данный момент являются: промышленные производства, заводы, профилактории, больницы, жилищная сфера и т.д. При применении местных мини-ТЭЦ, решение вопроса обеспечения потребителей тепловой и электроэнергией происходит без проводки мощных коммуникаций электропередач и теплопередач. Объект внедрения становится обособленным от городских сетей [3].

Окупается система когенерации раньше, чем окупаемость в системы подключения к тепловым сетям. Инвестиции возвращаются быстро и имеют устойчивый характер. Когенерация также может использоваться для покрытия недостающих генерирующих мощностей. При когенерации окупаются по причине низкой себестоимости тепловой и

электрической энергии. В среднем полная компенсация происходит в течение 1-4 лет. Это осуществимо если мини ТЭЦ производят энергоснабжения, питая необходимую нагрузку в непрерывно рабочем цикле, или, когда работа производится параллельно с сетью. Это выгодно как для электрических так и для тепловых сетей [3].

На рынке когенераторов существует достаточно производителей. MSK, caterpillar, viessman, jenbacher, cat, man и другие. Мы же работали с БТЭС (Блочная тепловая электростанция ждя работы на природном газе) VITOBLOC 200, от компании Viessman с внедрением тепловых насосов и солнечных конвекторов [2].

Принцип работы когенерационных установок.

Есть несколько типов когенерационных установок. Паровые турбины, газовые турбины, поршневые двигатели, микротурбины. Подробнее мы остановимся на газопоршневых машинах. Горючий газ поступает на газопоршневой двигатель. В процессе сжигания топлива образуется механическая энергия, которая передаётся через единый вал на генератор и преобразуется в электроэнергию со стандартными параметрами качества [1].

При работе ДВС выделяется большое количество теплоты, которое утилизируется с помощью специального оборудования (тепловых насосов, теплообменников и котлов-утилизаторов) и затем используется. При когенерации для получения энергии дополнительное топливо не затрачивается, этот продукт является попутным при технологическом процессе выработки электроэнергии. Источники попутного тепла при работе газопоршневой когенерационной машины является: тепло охлаждающей воды и тепло отходящих газов [1].

Тепловой КПД находится примерно на одном уровне с электрическим. Что обеспечивает практически одинаковые тепловые параметры по электро- и тепловой мощности [1].

Когенерация позволяет получать:

- Горячее водоснабжение со стандартными качествами 90 на подаче и 70 на обратке.
- Насыщенный пар и перегретый пар со стандартными качествами (различные паровые машины).

Когенерационные машины работают на различных видах газового топлива. Так же возможны другие виды газообразного топлива:

Свалочный газ, биогаз, попутный нефтяной газ, шахтный газ, очистной газ, рудничный газ, коксовальный газ, жидкий газ (пропан, СПГ и т.д.) [1].

При использовании других газов необходимо проверить их на соответствии требованиям завода-изготовителя [1].

Преимущества когенерации

Когенерация обладает целым рядом преимуществ:

- одновременная выработка полезных ресурсов (тепла, электричества и т.д.);
- КПД до 90 %;
- низкая стоимость электроэнергии;
- оптимальная стоимость когенерационных установок;
- вариации мощностей когенерационных установок;
- не требует постоянных капремонтов и обслуживания;
- экологичность и безопасность, отвечающие европейским нормам;
- окупаемость прослеживается довольно быстро.

Вывод: использование когенерации позволяет окупить проекты и повысить КПД работы станции, за счёт утилизации тепла на теплоснабжении. Это является энергоэффективным решением, которое так же может комбинироваться с другими источниками тепла и электричества (котельные, солнечные панели и т.д.). При правильной эксплуатации такие системы не только экономически выгодные, но и экологически чище обычных источников энергии, тк выбросы в атмосферу уменьшаются [1].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Когенерация. Что это такое? : сайт. URL: <https://mks-group.ru/a/kogeneraciya> (дата обращения: 28.03.2021).

2. Техническое описание VITOBLOC 200 : сайт. URL.: <https://viessmann.academy> (дата обращения: 28.03.2021).

3. Когенерация. Определение : сайт. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 28.03.2021).

О СОЗДАНИИ ЛАБОРАТОРИИ ТИПА FABLAB «УМНЫЙ ДОМ» В АЛТГТУ РАЗРАБОТКА СТЕНДА «УМНЫЙ ДОМ»

Ставский Дмитрий Александрович, студент кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика», e-mail: dmitriystavsk@gmail.com

Научный руководитель – Логвиненко Владимир Васильевич, к.т.н., доцент,
e-mail: logvinvv@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Для формирования универсальных компетенции в университете необходимы практико-ориентированные научно-технические клубы творческого развития студентов и школьников (ПОНТК). В АлтГТУ на строительном факультете необходимо для творческого развития студентов и школьников рассмотреть формирование открытого клуба «Умный дом» на базе кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика». Заключен договор о стратегическом партнерстве с частным предпринимателем Борисовым С.В., предприятие «Экострой» от 16 декабря 2019 года. Изготовлен полноценный стенд «Умный дом», который используется в учебном процессе, на фестивалях науки АлтГТУ, в профориентации.

Ключевые слова: *практико-ориентированные научно-технические клубы творческого развития студентов и школьников, лаборатория "Умный дом", стенд "Умный дом".*

Подготовка специалистов по строительству ориентирована, основана на освоение компетенций. Стандартом ГОС ВОЗ++ по направлению 08.03.01 Строительство, «бакалавры» предписана реализация в процессе обучения универсальных компетенции (УК). Общественные компетенции, сформировать которые можно только с использованием имеющихся ресурсов всего университета, приведены ниже. Это УК-1.1. «Осуществляет сбор и обработку информации в соответствии с поставленной задачей». УК-1.2. «Анализирует и систематизирует данные для принятия решений в различных сферах деятельности». УК-1.3. «Выявление системных связей и отношений между изучаемыми явлениями, процессами и/или объектами на основе принятой парадигмы». УК-1.4. «Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни». Для формирования этих компетенции нужны в университете практические инструменты, такие как практико-ориентированные научно-технические клубы творческого развития студентов и школьников (далее - ПОНТК).

Для подготовки современных специалистов необходимо развивать творческие способности обучающейся молодежи, начиная со школьников. Департамент государственной политики в сфере воспитания детей и молодежи Минобрнауки России рекомендует создавать и совершенствовать ПОНТК непосредственно в организациях высшего образования. Это будет модернизировать и расширять работу по развитию научно-образовательной среды в инженерно-технической сфере. Соответственно, наличие элементов ПОНТК будет являться оценкой уровня развития научно-образовательной среды университета, будет способствовать творчеству молодежи. ПОНТК творческого развития студентов и школьников могут объединить способных старшеклассников и студентов. В составе научно-образовательной среды вуза целесообразно создавать лаборатории типа Fablab.

Программа FabLab была начата в Media Lab в Массачусетском технологическом институте (МТИ), как сотрудничество между промышленными группами. Здесь изучалось, как знание соотносится с возможностью физически реализовать что-либо, и в какой степени сообщество простых людей может быть усилено с помощью технологий. Используя простые современные устройства, материалы и технологии. Существуют уже хорошие примеры

создания открытой лаборатории типа FabLab в России, например, **Фаблаб Политех** - это открытая высокотехнологичная мастерская для молодежи, участник мировой сети FabLab [1].

В АлтГТУ в направлении FabLab на строительном факультете можно рассмотреть формирование открытой лаборатории как практико-ориентированного научно-технического клуба «Умный дом» для творческого развития студентов и школьников на базе кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика». Лаборатория "Умный дом" сейчас используется при освоении курса по бакалавриату 08.03.01 «Строительство», по учебной дисциплине "Технология "Умный дом" по дневной и заочной форме обучения для профилей "Теплогазоснабжение и вентиляция" и "Инженерные системы жизнеобеспечения в строительстве". Кроме этого, лаборатория может использоваться студентами по направлению «Строительство уникальных зданий и сооружений», «Дизайн архитектурной среды», «Архитектура». И, конечно, она будет использоваться для развития творчества школьников, молодежи, студентов младших курсов.

Для первоначального формирования лабораторию типа FabLab «Умный дом» предлагается комплектовать наборами GSM-система фирмы «Эктострой». Эти наборы во многом отвечают задачам лаборатории и позволяют собирать из деталей набора различные устройства по актуальным направлениям систем «Умный дом». Применяются современные технологии сбора данных, их обработка и передача управляющих воздействий на исполнительные механизмы и устройства. Также есть возможность передавать данные, настраивать и следить за состоянием системы через «личный кабинет» в сети Интернет. Система способна оповещать об аварийных ситуациях, управлять отопительными приборами, освещением, насосами, открытием ворот и многим другим при помощи трех встроенных реле.



Рисунок 1 - Стенд «Умный дом»

Заключен договор о стратегическом партнерстве между Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова» и частным предпринимателем Борисовым С.В., предприятие «Эктострой» от 16 декабря 2019 года. Предприятие безвозмездно предоставляет АлтГТУ устройства системы дистанционного контроля и управления для помещений ЕСТОCONTROL в количестве 10 аппаратов и датчиков, участвовало в конференции «Умный дом» [2].

Ранее АлтГТУ дважды закупал элементы системы. В результате удалось изготовить полноценный стенд «Умный дом», фотография которого приведена на рисунке 1. Этот стенд и его отдельные фрагменты широко использовались в учебной и профориентационной работе. Основу стенда составляет GSM - система EctoControl с возможностью оповещения о любых изменениях по SMS или звонком на телефоны, подключения до 67 датчиков (проводных и беспроводных), работой встроенных реле для управления оборудованием, работы по сети Wi-Fi и GSM, работы с протоколом обмена RS-485 (Modbus).

Предполагается создать в аудитории 108 «В» лабораторию «Умный дом» для реализации перечисленных выше дисциплин, а так же для создания практико-ориентированного научно-технического клуба «Умный дом» для творческого развития студентов и школьников. Сеть фаблабов предоставляет операционную, образовательную,

техническую, финансовую и материально-техническую помощь, недоступную в пределах одной лаборатории. Фаблабы доступны как ресурс для сообщества, предлагая открытый доступ для физических лиц.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. В АлтГТУ состоится конференция «Умный дом» : сайт. URL: <https://www.altstu.ru/structure/chair/istig/news/17585/> (дата обращения: 18.03.2021).
2. Фаблаб ПолитехСанкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого : сайт. URL: <https://fablab.spbstu.ru/> (дата обращения: 18.03.2021)

СПОСОБЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ПОЖАРНЫХ ШКАФОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ В REVIT

Яровая Екатерина Дмитриевна, магистрант кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика», e-mail: yaed98@mail.ru

Ильдьяркова Полина Сергеевна, студент кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика», e-mail: ilderakovapolina@gmail.com

Научный руководитель - Бахтина Ирина Алексеевна, к.т.н., доцент, e-mail: bia-altai@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассмотрены особенности проектирования систем внутреннего пожаротушения в программном комплексе Revit. Приведены схемы подключения спаренных пожарных шкафов зависимости от расположения пожарных кранов в них, а также оформление и детализация на принципиальных схемах и планах, которые используются при выгрузке выполненной BIM-модели здания.

Ключевые слова: системы пожаротушения, проектирование, программное обеспечение Revit, пожарные шкафы, схемы подключения.

При проектировании системы отопления выполнение рабочей документации, объекты на плоских чертежах могут изображаться с фиктивным смещением для удобства чтения. В программном обеспечении Revit создается 3D модель системы отопления, где все элементы находятся в должном положении, применение ложного положения недопустимо. Это главное условие информационного моделирования инженерных сетей здания [1, 2].

Разработано семейство спаренного пожарного шкафа для двух пожарных кранов с разными вариантами подключения к трубопроводу системы противопожарного водоснабжения. Создание пожарного шкафа с точным наполнением обеспечивает отображение всех элементов в спецификации и реальную геометрию оборудования [3].

У всех спаренных противопожарных шкафов (далее ШПК) можно менять стороны подключения, всего доступны шесть вариантов – рисунок 1.

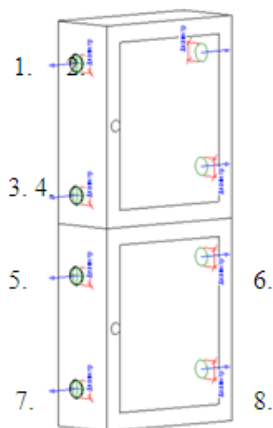


Рисунок 1 – Варианты подключения пожарного шкафа

Возможны следующие варианты подключения в зависимости от расположения пожарного крана:

- оба пожарных крана находятся в верхней части шкафа, используются подключение 1 и 2;
- оба пожарных крана находятся в верхней части шкафа, используются подключение 1 и 4 либо 2 и 3;
- оба пожарных крана находятся в нижней части шкафа, используются подключение 5 и 6;
- оба пожарных крана находятся в нижней части шкафа, используются подключение 5 и 8 либо 6 и 7;
- один пожарный кран находится в верхней части, другой в нижней, используются подключения 1 и 6;
- один пожарный кран находится в верхней части, другой в нижней, используются подключения 2 и 5;
- один пожарный кран находится в верхней части, другой в нижней, используются подключения 3 и 6;
- один пожарный кран находится в верхней части, другой в нижней, используются подключения 4 и 5.

Внутри семейства пожарного шкафа подгружаются семейства – пожарный клапан, ствол, пожарный рукав и огнетушитель. Данные составляющие пожарного шкафа не отображаются на плане, но их необходимо подгрузить, для того что бы они отображались в спецификации. Тогда при использовании данное семейство позволяет получить модель, которая служит точной копией реального пожарного шкафа в составе системы пожаротушения, а все элементы попадают в спецификацию оборудования [3].

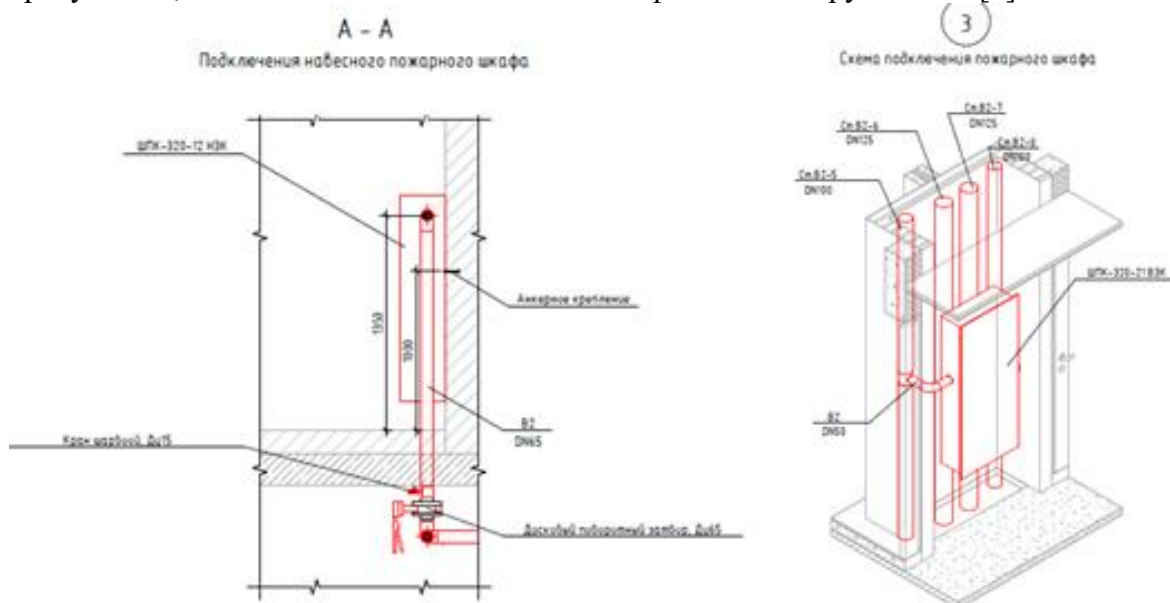


Рисунок 2 – Подключение ШПК: А-А – разрез, 3 – 3 D-вид

В процессе проектирования планы дополняются разрезами (рисунок 2) и, в отдельных случаях, изометрическими видами. Для оформления проектов нужны разные степень детализации приборов. Возможны три варианта отображения приборов: схематичный, упрощённый и визуально схожий. Первые два варианта обычно используют на принципиальных схемах и планах, а третий при выгрузке BIM-модели здания.

Таким образом, проектирование противопожарного водоснабжения в Revit дает возможность детально проработать все аспекты информационной модели. Наглядное представление здания и инженерных сетей, точное расположение приборов и оборудования,

более лучшая увязка инженерных систем здания – это значительное преимущество BIM-технологий, на сегодняшний день.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 333.1325800.2017. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла. М.: ФГУП ЦПП, 2018. 12 с.
2. СП 328.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели. М.: ФГУП ЦПП, 2020. 26 с.
3. Ларичкин В.А., Бахтина И.А., Корнеев А.Н. Проектирование и моделирование систем водяного пожаротушения в программном комплексе REVIT // В сборнике: Современная техника и технологии: Проблемы, состояние и перспективы. Материалы X Всероссийской научно-практической конференции. Рубцовский индустриальный институт. 2020. С. 188-193.

ПОДСЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»

ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ БЕТОНА ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ ЗДАНИЙ КПД

Алиева Катрина Эльсесаровна, студент кафедры «Строительные материалы»,
e-mail: katiiaalieva@mail.ru

Максимова Кристина Вадимовна, студент кафедры «Строительные материалы»,
e-mail: m09k10v@yandex.ru

Научный руководитель – Овчаренко Геннадий Иванович, д.т.н., профессор кафедры
«Строительные материалы», e-mail: egogo1980@mail.ru

Консультант – Викторов Артём Владимирович, старший преподаватель кафедры
«Строительные материалы», e-mail: artem.viktorov2011@yandex.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье рассматриваются собственные деформации бездобавочного бетона кассетного производства для зданий КПД и с добавками 5-15 % гипса. Изменение линейных деформаций бетона рассмотрено при условиях замораживания, воздушно-комнатных и высушенных в сушильном шкафу при 40 °С. Гипса вводится в состав в количестве 5-10-15 % от общего содержания высококальциевой золы и цемента. Установлено, что контрольный заводской состав показывает размах собственных деформаций не более 1,2 мм/м, что для 20-этажного здания составит 24 мм. Состав с 10 % гипса показал суммарные деформации 1,4 мм/м при усадке 0,4 мм/м. Оптимальная дозировка гипса позволяет увеличить прочность бетона на 15 %.

Ключевые слова: бетон кассетного производства, изделия КПД, линейные деформации, безусадочный бетон, прочность.

В связи с увеличением в последние годы этажности всех типов зданий, включая и КПД, было необходимо проверить максимальные собственные деформации бетона панелей с тем, чтобы оценить возможные деформации высотных зданий в том числе, с учетом сезонности.

Поэтому целью данной работы была проверка собственных деформаций бетона последовательно твердеющего в условиях замораживания (зима), воздушно-комнатных условиях (межсезонье) и высушенных в сушильном шкафу при температуре 40 °С (знойное лето). Дополнительно исследовались деформации малоусадочного бетона с добавкой высококальциевой золы и гипса для синтеза расширяющихся этtringитоподобных фаз типа AFt.

Материалы и методы исследования. В настоящем исследовании использовали портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н АО «Искитимцемент», высококальциевую золу барнаульской ТЭЦ-3 с содержанием свободного оксида кальция 4-6 %, речной обской песок с модулем крупности 1,0 и щебень из гравия фракции 5-20 мм. В качестве добавки для заводской бетонной смеси кассетного состава В15 использовали КДБ (вводимый в состав 0,8 % от массы цемента). Состав заводского бетона для кассет (на 1 м³): портландцемент – 330 кг; песок – 620 кг; щебень – 1000 кг; высококальциевая зола – 140 кг; добавка КДБ – 2,64 кг; вода – 240-250 кг до обеспечения подвижности П4 (осадка конуса 20 см).

После достижения требуемой осадки конуса, формовали образцы–балочки размером 40х40х160 мм с реперами для измерения линейных деформаций и образцы-кубы размером 100х100х100 мм для измерения прочности при сжатии. Образцы, моделирующие кассетное производство выдерживались в условиях тепло-влажностной обработки с режимом 5 + 7 + 7 ч при 80 °С, паллетное производство - 2 + 12 + 7 ч. По условиям эксперимента контрольные образцы-балочки после пропаривания находились в следующих условиях твердения: в нормальных 7 суток, в морозильной камере 28 суток при температуре минус 22 °С, после этого образцы перемещались в воздушно-комнатные условия еще на 28 суток при температуре 16 °С и после этого образцы находились в сушильной камере еще 28 суток при температуре 40 °С.

Линейные деформации контрольных образцов-балочек фиксировались с помощью устройства для измерения деформаций усадки (согласно [1]) через каждые сутки.

Образцы-кубы хранились в нормальных условиях, затем их испытывали на прочность при сжатии на 1, 14 и 28 сутки на гидравлическом прессе П-50.

Результаты эксперимента отражены в рисунках 1 и 2.

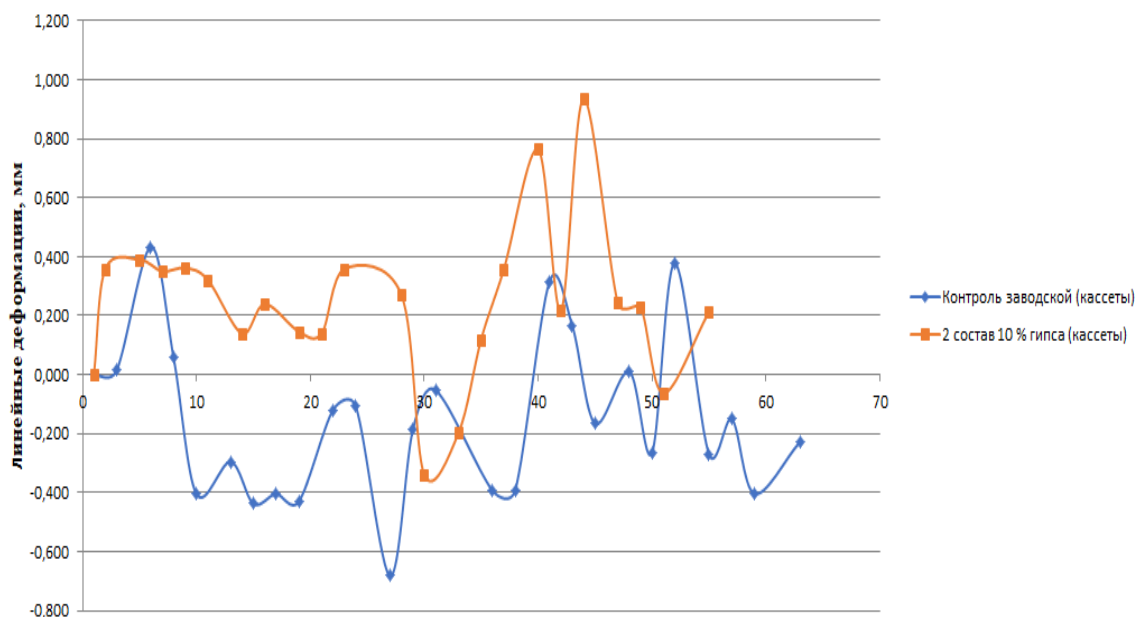


Рисунок 1 – Собственные деформации бетона

Результаты и их обсуждение

Оценка линейных деформаций (см. график на рисунке 1) позволяет сделать вывод о том, что контрольные составы, соответствующие кассетному производству, периодически проявляют то расширение, то усадку на протяжении всего срока испытания, как при нормальных условиях и заморозке, так и в воздушно – комнатных условиях, но размах деформаций не превышает 1,2 мм/м (0,7 + 0,5), а усадка – 0,7 мм/м.

Прочность при сжатии на линии кассет

$$\text{МПа} = (-0,1025) * x^2 + (-0,0029) * y^2 + (0,0089) * x * y + (0,9929) * x + (0,2412) * y + (17,1173)$$

Прочность при сжатии, МПа



Рисунок 2 – Зависимость прочности при сжатии составов с введением гипса от продолжительности твердения после ТВО (хранение в нормальных условиях, с последующим хранением на морозе и далее в воздушно-комнатных условиях)

Малоусадочный бетон с дозировкой 10 % гипса практически во все сроки показывает деформации расширения. На протяжении всего срока твердения в разных условиях размах линейных деформаций для этого состава составил 1,4 мм/м (0,4 + 1,0), а усадка – 0,4 мм/м.

Это показывает, что для 20-этажного здания КПД максимальная усадка бетона контрольного состава может составить $0,7 \times 20 = 14$ мм, а максимальные суммарные деформации – $1,2 \times 20 = 24$ мм.

Проверка прочности бетона кассетного производства (рисунок 2) по лабораторным образцам показывает, что прочность бездобавочного бетона соответствует проектному классу В15 и она растет со временем выдерживания от 18 до 22 МПа. Добавка гипса показывает, что оптимальная его дозировка составляет 6 %, при этом прочность бетона увеличивается во все сроки и достигает 25 МПа после 28 суток НУ (дополнительно к ТВО). При увеличении дозировки гипса прочность бетона пропорционально снижается.

Выводы:

1. Размах собственных деформаций контрольного состава бетона для производства стеновых панелей зданий КПД не превышает 1,2 мм/м для всех условий хранения, что для 20-этажного дома не превысит 24 мм.

2. Добавка гипса в количестве 5-10 % от массы ПЦ+ВКЗ переводит деформации бетона в безусадочные и способствует увеличению прочности по сравнению с контрольным составом на 15 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 24544-81 Бетоны. Методы определения деформаций усадки и ползучести: утвержден Постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 31 декабря 1980 г. N 237: дата введения 1982-01-01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/9056242> (дата обращения: 17.02.2021).

ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ВЯЖУЩЕГО ДЛЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ БЕТОНОВ

Величко Елена Владимировна, студент кафедры «Строительные материалы»,
e-mail: velichko.20@mail.ru

Серебрякова Светлана Михайловна, студент кафедры «Строительные материалы»,
e-mail: lana.serebryakova.2015@mail.ru

Научные руководители – Викторов Артем Владимирович, старший преподаватель кафедры
«Строительные материалы», e-mail: artem.viktorov2011@yandex.ru

Овчаренко Геннадий Иванович, д.т.н., профессор кафедры «Строительные материалы», e-mail: egogo1980@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

*В статье рассматривается изготовление и исследование вяжущего для высококачественных бетонов (Ultra-High Performance Concret – UHPC) на основе ПЦ, суперпластификатора MasterPolyheed и добавок кислой золы или молотого известняка, твердеющего в условиях ТВО и затем в нормальных условиях. Золу или молотый известняк вводили взамен 20-50 % цемента, уменьшили В/Ц до 0,25 с добавкой суперпластификатора MasterPolyheed в количестве 2-3,5-5 %. Из исследуемых образцов формовали кубики размером 20*20*20 мм. Образцы испытывали на прочность, построили графики выявленных зависимостей.*

Установлено, что составы с кислой золой показывают лучшие показания по прочности, чем составы с молотым известняком. То есть для создания вяжущего для высококачественных бетонов, больше подходит кислая зола. Применение кислой золы так же позволит начать масштабную утилизацию отходов ТЭЦ, что улучшит экологическую ситуацию.

Ключевые слова: кислая зола, молотый известняк, суперпластификатор MasterPolyheed, высококачественный бетон, прочность.

Целью данной работы было изготовление и исследование вяжущего для высококачественных бетонов (Ultra-High Performance Concret – UHPC) на основе ПЦ и минеральных добавок, уменьшение В/Ц, за счет добавления суперпластификатора MasterPolyheed, последовательно твердеющих в условиях ТВО и нормальных условиях, на основе испытания образцов на прочность, построение графиков, по которым определяли оптимальное содержание минеральных добавок и суперпластификатора MasterPolyheed.

Материалы и методы исследования. В настоящем исследовании использовали портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н (удельная поверхность $S_{уд} = 2640 \text{ см}^2/\text{г}$), кислую золу, молотый известняк, суперпластификатор MasterPolyheed.

С разными процентными соотношениями портландцемента и минеральных добавок [3], а так же различным процентным содержанием суперпластификатора MasterPolyheed, были замешаны составы вяжущего, из которых формовали образцы-кубы $20*20*20\text{мм}$. По условию эксперимента контрольные образцы находились в следующих условиях твердения: ТВО с температурным режимом 3-8-3 ч, 80°C и после - нормальные условия твердения; прочность образцов-кубов на сжатие определяли на прессе П-10 на 3, 7 и 28 сутки [1, 2].

Результаты эксперимента отображены на рисунках 1 и 2.

Зависимость прочности вяжущего от содержания суперпластификатора МР и молотого известняка на 7 сутки твердения после ТВО

$$R = (-0,40691) * \text{МР}^3 + (-0,000859814) * \text{ИЗВ}^3 + (-0,015544) * \text{МР}^2 * \text{ИЗВ} + (0,00907615) * \text{МР} * \text{ИЗВ}^2 + (59,5514)$$

Прочность, МПа

$R = 0,926$

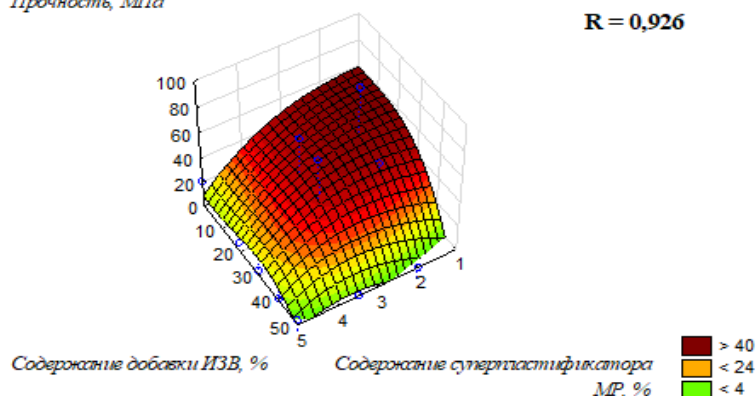


Рисунок 1 - Зависимость прочности вяжущего от содержания суперпластификатора МР и молотого известняка на 7 сутки твердения после ТВО

Зависимость прочности вяжущего от содержания суперпластификатора МР и кислой золы на 7 сутки твердения после ТВО

$$R = (-0,171262) * \text{МР}^3 + (-0,00050395) * \text{КУЗ}^3 + (0,0200617) * \text{МР}^2 * \text{КУЗ} + (0,00150026) * \text{МР} * \text{КУЗ}^2 + (54,6758)$$

Прочность, МПа

$R = 0,978$

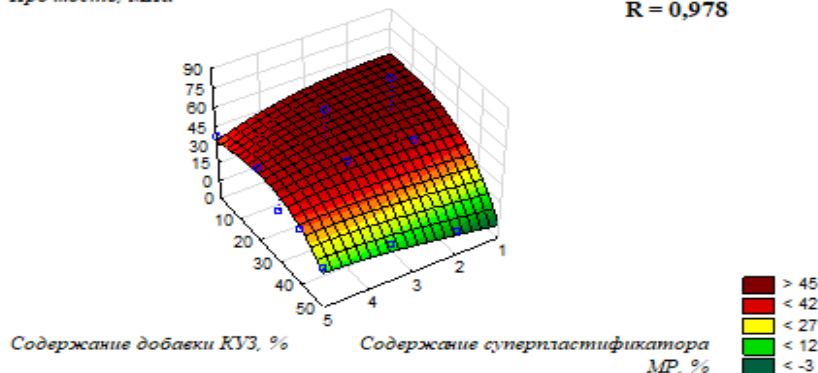


Рисунок 2 - Зависимость прочности вяжущего от содержания суперпластификатора МР и кислой золы на 7 сутки твердения после ТВО

Результаты и их обсуждение

Как видно из рисунка 1, с увеличением содержания добавки молотого известняка происходит резкое снижение прочностных показателей. Аналогичным образом на прочность вяжущего влияет суперпластификатор MasterPolyheed.

На рисунке 2 мы можем наблюдать следующую зависимость: увеличение содержания добавки кислой золы приводит к снижению прочности материала. Однако добавление суперпластификатора немного замедляет падение прочности камня при увеличении дозировки кислой золы.

Выводы:

1. Более активной является добавка кислой золы, так как прочность составов с ней превышает прочность составов с молотым известняком на 20 – 25 %.
2. Применение суперпластификатора MasterPolyheed в количестве более чем 3,5 % от массы вяжущего нецелесообразно, так как более высокая дозировка суперпластификатора резко замедляет гидратацию портландцемента и тем самым снижает прочностные показатели.
3. Применение кислой золы в качестве добавки к вяжущему так же позволит начать масштабную утилизацию отходов ТЭЦ, что улучшит экологическую ситуацию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 5802-86. Растворы строительные. Методы испытаний: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного коми-тета СССР по делам строительства от 11.12.85 N 214: дата введения 1986-07-01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-5802-86> (дата обращения: 20.02.2021).
2. ГОСТ 25.503-97. Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов: утвержден и введен Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации от 21.11.97 N 12: дата введения 1999-07-01. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200008753> (дата обращения: 20.02.2021).
3. ГОСТ Р 56592-2015. Добавки минеральные для бетонов и строительных растворов: утверждения и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 сентября 2015 г. N 1386-ст: дата введения 2016-04-01. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200124405> (дата обращения: 20.02.2021).

ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ БЕЗУСАДОЧНОГО СТРОИТЕЛЬНОГО РАСТВОРА В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Зверев Андрей Игоревич, студент кафедры «Строительные материалы»,
e-mail: zwerew.andrej2018@mail.ru

Швец Виктор Алексеевич, студент кафедры «Строительные материалы»,
e-mail: shvtsvitia@mail.ru

Научные руководители - Викторов Артем Владимирович, старший преподаватель кафедры
«Строительные материалы», e-mail: artem.viktorov2011@yandex.ru

Овчаренко Геннадий Иванович, д.т.н., профессор кафедры «Строительные материалы», e-mail: egogo1980@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

*Исследовано влияние добавок высококальцевой золы и поташа на сохраняемость подвижности и изменение линейных деформаций раствора, а также прочностных характеристик, последовательно твердеющего в условиях замораживания и в нормальных условиях. Золу вводили взамен 30 % цемента, увеличив общее количество вяжущего на 20 % относительно заводского состава. Поташ вводили в количестве 10 % от массы вяжущего. Из исследуемых составов формовали образцы-балочки размерами 40*40*160 мм с реперами.*

Установлено, что безусадочный раствор с добавлением 10 % поташа показывает более высокие показатели подвижности по сравнению с заводским составом. То есть для работы на строительной площадке более пригоден безусадочный раствор с добавкой поташа.

Ключевые слова: линейные деформации, высококальцевая зола, усадка растворных швов, противоморозные химические добавки, поташ.

Безусадочные цементы получили широкое распространение, так как главной их особенностью является компенсирование усадочных деформаций и расширение в процессе твердения. Основной задачей является снижение усадки и быстрый набор прочности в ранний период времени, что часто применяется в ремонте и строительстве.

Согласно СП 82-101-98 [1] при морозах до минус 30 °С в качестве противоморозной добавки для строительных растворов следует применять поташ (K_2CO_3). В связи с этим эксперименты проводились с добавкой поташа 10 % (на минус 15°С), т.к. в растворы часть добавки вводилась на заводе. Для компенсации усадочных явлений вводилась высококальцевая зола.

Материалы и методы исследования. В настоящем исследовании использовали портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н АО «Искитимцемент» (удельная поверхность $S_{уд}=2201 \text{ см}^2/\text{г}$), высококальцевую золу барнаульской ТЭЦ-3 с содержанием активного оксида кальция 4-6 % и речной обской песок с модулем крупности 1,0. В качестве добавки для заводского строительного раствора использовали поташ полутораводный ($K_2CO_3 \times 1,5H_2O$), вводимый на строительном объекте дополнительно в виде сухого измельченного порошка (10 % по массе от вяжущего). Состав заводского раствора (на 1 м³): портландцемент - 450 кг; песок - 1180 кг; Криопласт Экстра (противоморозная добавка) - 9 кг; Полипласт Р тип 2 (пластифицирующая добавка) - 0,3 л; вода - до обеспечения марки по подвижности Пк3 (погружение конуса 10 см).

Таблица 1 - Свойства высококальцевой золы

ТНГ, %	Сроки схватывания		Тонкость помола		ППП, %	$\Delta t_t, ^\circ\text{C}$	Содержание $CaO_{св}$, %		
	начало	конец	Ост 008, %	$S_{уд}, \text{см}^2/\text{г}$			откр.	закр.	сумм.
22,5	3 мин 10 с	6 мин 15 с	4,6	2097	0,31	4	4,51	3,29	7,80

Применение высококальцевой золы обусловлено тем, что она содержит в своем составе свободный оксид кальция в пережженном состоянии, который при гидратации в уже схватившемся камне образует $Ca(OH)_2$ большего объема, чем исходный CaO . Кроме этого – зола содержит алюминаты и алюмоферриты кальция, которые в присутствии гипса и ангидрита золы увеличивают объем новообразований за счет образования этtringита и так же расширяют твердеющий камень. Поэтому в качестве дополнительной добавки используется гипс.

Подвижность исследуемых составов определяли с помощью прибора для определения подвижности растворной смеси (согласно ГОСТ 5802-86 [2]). После достижения требуемой подвижности формовали образцы–балочки размером 40x40x160мм с реперами для измерения линейных деформаций. Для моделирования реальных условий твердения, контрольные образцы находились в следующих условиях: в морозильной камере 28 суток при температуре минус 22°С (зима), после этого перемещались в нормальные условия еще на 28 суток, далее – в комнатных условиях (межсезонье).

Линейные деформации контрольных образцов фиксировались с помощью устройства для измерения деформаций усадки (согласно ГОСТ 24544-81* от 01.01.1982) через каждые сутки. Прочность образцов-балочек определяли на изгиб – прибором МИИ-100 и на сжатие – испытанием половинок балочек, сдавливаемых через металлические накладки с фиксированной площадью 25 см² на прессе П-10.

Результаты эксперимента отражены на рисунках 1 и 2.

Результаты и их обсуждение

Оценка линейных деформаций (см. график на рисунке 1) позволяет сделать вывод о том, что безусадочный состав проявляет умеренное расширение на протяжении всего срока твердения, как при заморозке, так и в нормальных условиях, также и при твердении на воздухе

в отличие от заводского состава, постепенно переходящего к усадочным деформациям при изменении условий твердения.

Как видно из рисунка 2, безусадочный раствор показывает более высокие значения погружения конуса. За 3 ч подвижность заводского раствора снижается до величины погружения конуса 7,8 см, а безусадочного раствора – около 9 см. То есть для работы на строительной площадке более пригоден именно безусадочный раствор.

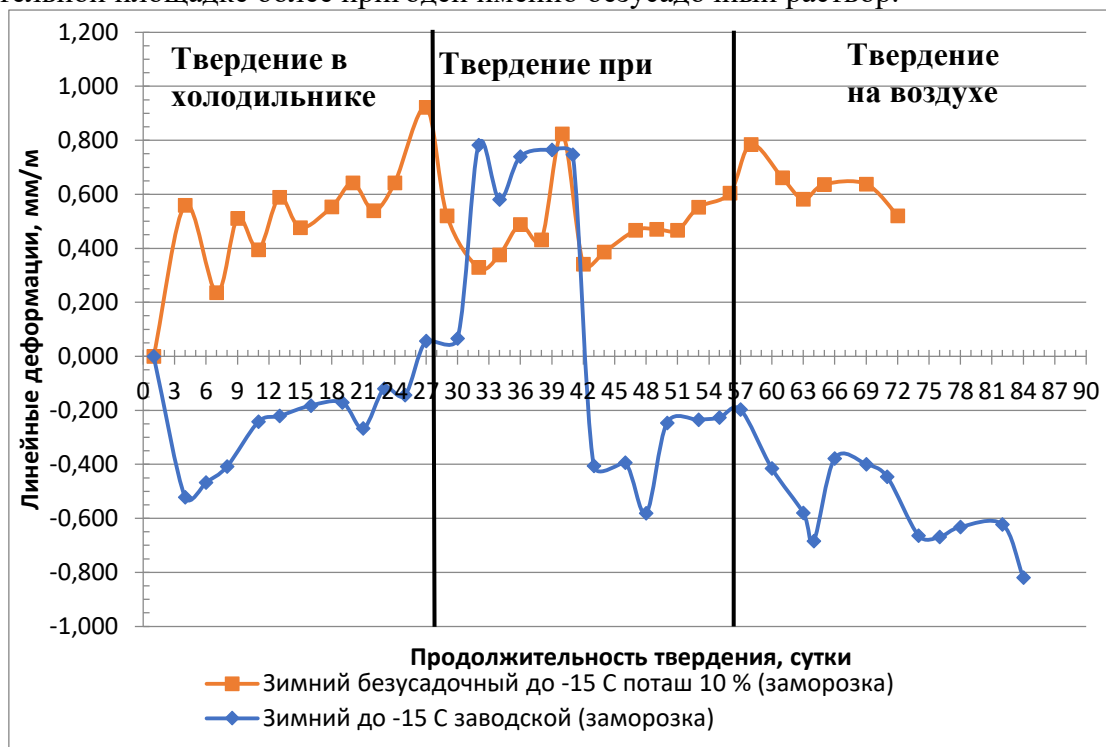


Рисунок 1 – Собственные деформации растворного камня с добавками

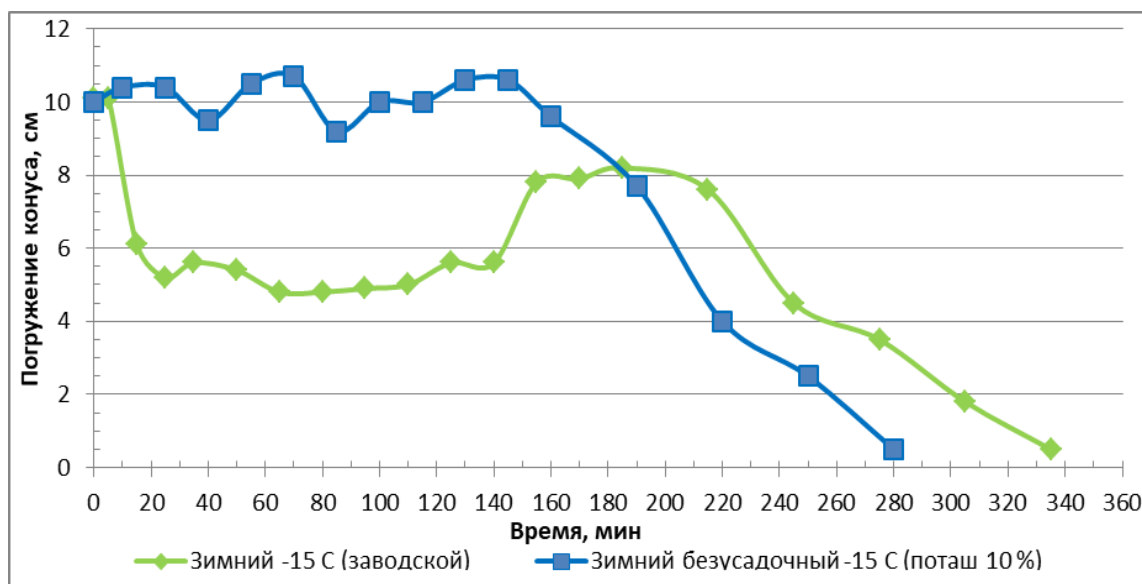


Рисунок 2 – Контроль сохраняемости подвижности строительных растворов (при температуре окружающей среды минус 22 °С)

Выводы:

1. Добавка высококальциевой золы в совокупности с поташом способствует снижению «времени жизни» строительного раствора, однако также снижает его водоотделение.

2. Собственные деформации безусадочного растворного камня значительно отличаются от основных тенденций деформаций заводского состава – умеренное расширение против постепенной усадки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 82-101-98. Приготовление и применение растворов строительных. Свод правил по проектированию и строительству: принят и введен в действие письмом Госстроя России от 17 июня 1998 г. N АБ-20-218/12: дата введения 1998-07-15. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003842> (дата обращения: 17.02.2021). – Текст: электронный.
2. ГОСТ 5802-86. Растворы строительные. Методы испытаний: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 11.12.85 N 214: дата введения 1986-07-01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-5802-86> (дата обращения: 17.02.2021). – Текст: электронный.

РАЗРАБОТКА СУХИХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ШТУКАТУРНЫХ ФАСАДНЫХ ПОРИЗОВАННЫХ РАСТВОРОВ

Кириллов Сергей Юрьевич, студент кафедры «Строительные материалы»,
e-mail: sergei_kirillov_99@mail.ru

Малясова Адель Анатольевна, студент кафедры «Строительные материалы»,
e-mail: adelem22@bk.ru

Научные руководители – Гильмиярова Юлия Васильевна, к.т.н., доцент кафедры
«Строительные материалы», e-mail: yuliaschukina@mail.ru

Овчаренко Геннадий Иванович, д.т.н., профессор кафедры «Строительные материалы», e-mail: egogo1980@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Целью эксперимента является получение составов штукатурных теплоизоляционных смесей пониженной плотности и прочности на основе модифицированных вяжущих, в состав которых входят: суперпластификатор С-3, порообразователь Ufarore TCO и дисперсионный полимерный порошок Vinparas 4042H. Получение штукатурного раствора производится путем введения в модифицированные вяжущие вспученного перлитового песка в различном соотношении.

Ключевые слова: *портландцемент, суперпластификатор, порообразователь, дисперсионный полимерный порошок, модифицированное вяжущее, перлитовый песок, штукатурная теплоизоляционная смесь.*

Теплоизоляционная штукатурка является привычной смесью на основе портландцемента, но в которой вместо обычного кварцевого песка заполнителями являются менее плотные материалы, такие как пенополистирол, пемза, керамзитовая крошка, перлитовый песок, вермикулит и могут быть даже древесные опилки. Именно присутствие пористого заполнителя обеспечивает изоляционной штукатурке ее особые характеристики, так как пористая структура имеет в наличие большое количество воздушных пузырьков, что существенно уменьшает теплопередачу, увеличивает звукоизоляционные свойства, позволяет стенам «дышать», уменьшая при этом сырость и, следовательно, предупреждает развитие плесени. Вследствие того, что у теплой штукатурки в качестве заполнителя используются материалы с низкой плотностью, она получается на много легче своих конкурентов, и поэтому не несет дополнительной нагрузки на стены и фундаменты. Из-за своих адгезионных свойств она хорошо ложится практически на все виды поверхностей [1].

В ходе исследования было получено модифицированное вяжущее с добавками. Для этих целей изготавливали образцы-кубики с ребром 2 см, в состав которых входят ПЦ и добавки с различными дозировками. Заформованные образцы хранились в камере нормального твердения при влажности 95 – 100 % и температуре $20 \pm 3^\circ\text{C}$. Каждый состав был испытан на прочность при сжатии и истинную плотность в возрасте 1, 3, 7, 28 суток [2].

Из рисунка 1 видно, как совместное взаимодействие добавок С-3, Vinnapas 4042Н, Ufarore ТСО оказывают влияние на прочность при сжатии и истинную плотность штукатурных растворов. Суперпластификатор С-3 снижает потребление воды до 20 %, при этом рекомендуемая его дозировка 0,75 % от массы цемента.

Для того чтобы получить пониженную плотность вводится порообразователь Ufarore ТСО. Наблюдается снижение плотности образцов до 15 % и количество закрытых пор составляет 0,175 см³. Оптимальная дозировка 0,03 % от массы цемента. Для повышения пластичности вводим Vinnapas 4042Н, который повышает адгезию, прочность на изгиб и растяжение. За счет полимерной конструкции раствор создает эффект «памяти формы», который позволяет сохранять приданную ему форму после деформации. Рекомендуемая дозировка 1 % от массы цемента. На прочность при сжатии данная добавка особого влияния не оказывает.

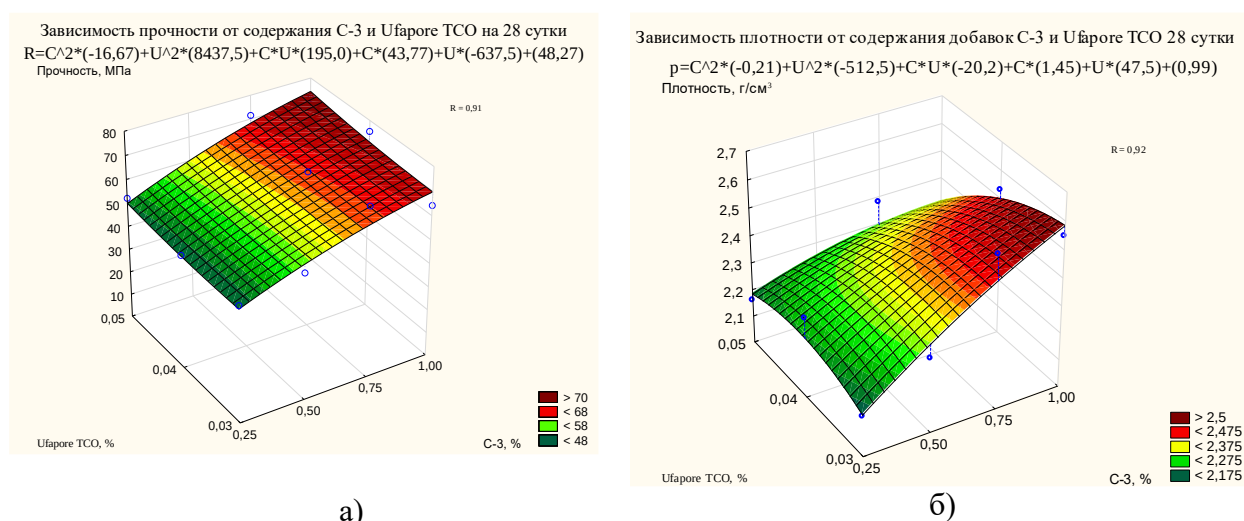


Рисунок 1 - Номограммы зависимости средней прочности и плотности состава ПЦ42,5+С3(0,75 %)+Ufarore ТСО(0,03 %): а) прочность, б) плотность

Дальнейшая работа заключается в исследовании изученного цементного состава с перлитовым песком. Были изготовлены балочки размером 4x4x16 см из этого состава. Заформованные образцы хранились в камере нормального твердения при температуре 20±3°C, и влажности 95 – 100 % и часть образцов сушились в сушильном шкафу при температуре 60 °С до постоянной массы. Каждый состав был испытан на плотность в естественном, сухом состоянии, и на прочность на сжатие, на изгиб, сцепление. А также исследовали водонасыщение, усадку при высыхании, морозостойкость.

Для исследования были разработаны следующие составы - 80:20; 77:23; 75:25; 70:30; 65:35; 60:40; 55:45 (соотношение модифицируемого вяжущего и вспученного перлитового песка). Из рисунков 2 и 3 видно, что плотность снижается по мере увеличения концентрации перлитового песка. Также увеличение перлита влияет на прочность – соответственно ее снижает. Водопоглощение по массе и по объему на состав 80:20 составляет соответственно 22 % и 19,1 %, а при увеличении до 60:40 – 39 % и 24,1 %. Опытным путем на образцах была определена прочность сцепления (адгезия), которая удовлетворяет требованиям ГОСТ 54359-2011 (не менее 0,4 МПа). Так же проведено испытание на морозостойкость прямым методом, что показало уменьшение прочности до 36 % [3].

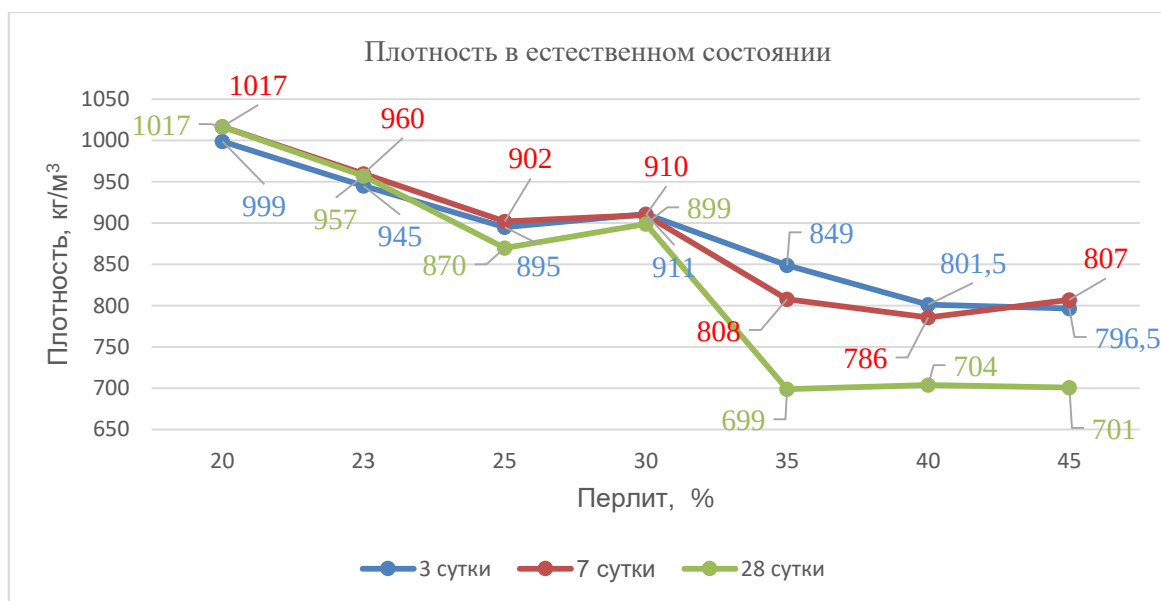


Рисунок 2 - Влияние перлита на плотность в естественном состоянии

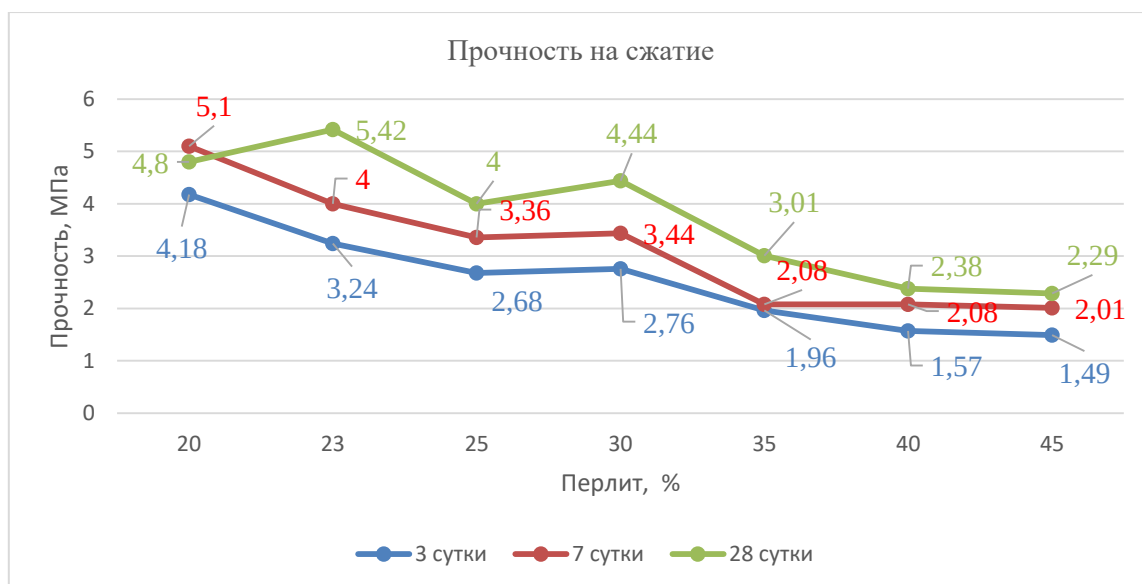


Рисунок 3 - Влияние перлита на прочность при сжатии

Исходя из полученных результатов установлен состав штукатурного раствора с оптимальным соотношением модифицированных вяжущих к вспученному перлитовому песку 65:35 со следующими физико-механическими характеристиками: плотность 699 кг/м³, прочность при сжатии 3,46 МПа, адгезия 0,4 МПа, водопоглощение составляет по массе 30 %, по объему 23,9 %, потеря прочности при испытании на морозостойкость находится в пределах 15 – 35 %, усадка при высыхании штукатурного раствора находится в зоне незначительных деформационных изменений в возрасте 28 суток.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Баженов Ю.М. Технология сухих строительных смесей: учебное пособие / Ю.М. Баженов, В.Ф. Коровяков, Г.А. Денисов. М.: Издательство АСВ, 2011. С. 104-106.
2. Дергунов С.А. Сухие строительные смеси (состав, технологии, свойства): учебное пособие / С. А. Дергунов, С. А. Орехов. Оренбург: Издательство ОГУ, 2012. С. 75-84.
3. Лесовик В.С. Использование природного перлита в составе смешанных цементов / В.С. Лесовик, Ф.Е. Жерновой, Е.С. Глаголев // Строительные материалы. 2009. № 6. С. 84–87.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ИЗВЕСТКОВО-ПУЦЦОЛАНОВЫХ ВЯЖУЩИХ НА ОСНОВЕ ПРОКАЛЕННОЙ ГЛИНЫ И КИСЛОЙ ЗОЛЫ ТЭЦ

Музюкин Александр Максимович, студент кафедры «Строительные материалы»,
e-mail: martines03@mail.ru

Федоров Евгений Евгеньевич, студент кафедры «Строительные материалы»,
e-mail: sidjis@mail.ru

Научный руководитель – Овчаренко Геннадий Иванович, д.т.н., профессор кафедры
«Строительные материалы», e-mail: egogo1980@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Показаны возможности применения известково-пуццолановых вяжущих без активизатора и с CaCl_2 в строительстве на основе их показателей прочности в нормальных условиях твердения. Вяжущие изготавливали на основе прокаленной при 850°C глины с 26 % глинистых минералов и кислой золы ТЭЦ от сжигания экибастузских углей. На основе полученных математических моделей зависимости прочности материала от содержания пуццоланового компонента и CaCl_2 , сделаны выводы о большей активности прокаленной глины по сравнению золой. Разработанные составы могут использоваться в качестве низкомарочных вяжущих в строительстве.

Ключевые слова: известково-пуццолановые вяжущие, активизатор, CaCl_2 , нормальные условия твердения, прочность на сжатие.

Известно, что для эксплуатации электрических станций, теплоэлектростанций (ТЭС) с угольными котлами на специально отведенной территории организуются склады хранения отходов от сжигания углей (золошлаков) – золоотвалы. С течением времени объемы накопленных золошлаков непрерывно растут, свободные емкости существующих золоотвалов уменьшаются. При этом утилизируется и используется не более 10 % годового выхода золошлаков. Именно поэтому все страны пытаются использовать золу в строительстве по максимуму, намного сокращая цену, к примеру, на цемент (добавляя золу в бетонные смеси) и, заботясь об окружающей среде, сокращают площади золоотвалов и сохраняя природный грунт, который нарушается при добыче песка [1-4].

По этой причине мы решили провести исследования по прочности известково-пуццолановых вяжущих, сравнивая золу с прокаленной глиной, которая является популярным материалом в строительстве. Глина является натуральным природным материалом, следовательно, очень экологична. Следует отметить достаточно высокие сцепляющие свойства, благодаря которым древние строители использовали глину как основной элемент различных соединяющих растворов, штукатурок для внутренней и внешней отделки и т.д.

В нашем эксперименте мы использовали прокаленную при 850°C белую глину (каолин) с 26 % содержания глинистых частиц, кислую золу ТЭЦ (КУЗ) от сжигания экибастузских каменных углей, негашеную известь (CaO) и хлорид кальция (CaCl_2) как добавку-активизатор. Для каждого исследуемого состава мы определяли количество воды с помощью прибора Вика по ГОСТ 310.3-76. Далее формовали образцы – кубы размером 20x20x20 мм. По условиям эксперимента контрольные образцы находятся 28 суток в нормальных условиях твердения. Прочность образцов-кубов на сжатие определяли на прессе П-10 по ГОСТ 25.503-97.

Результаты эксперимента отражены на рисунках 1-4.

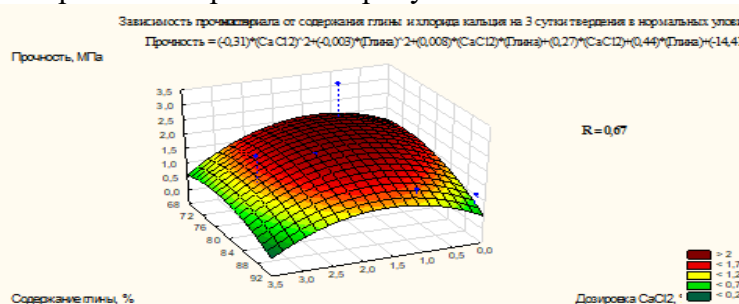


Рисунок 1 – Зависимость прочности материала от содержания глины и хлорида кальция на 3 сутки твердения в нормальных условиях

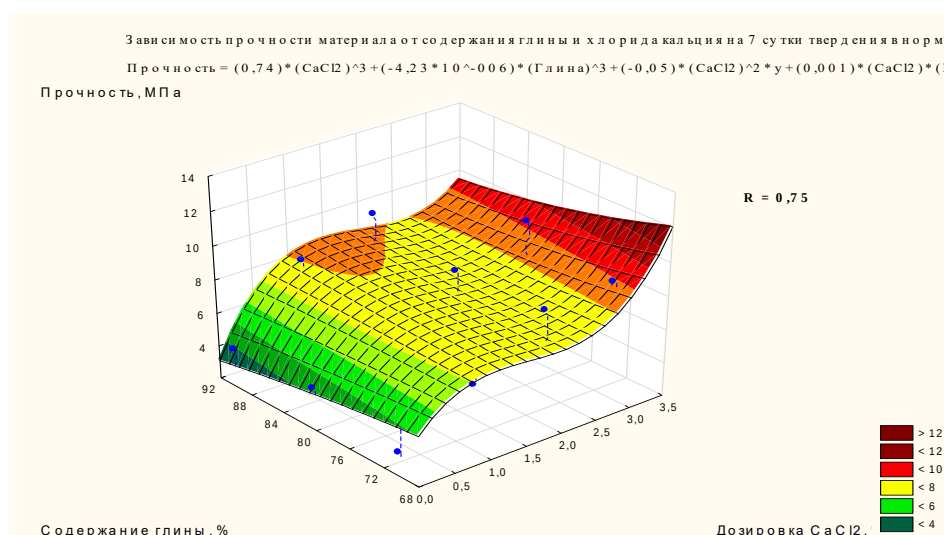


Рисунок 2 – Зависимость прочности материала от содержания глины и хлорида кальция на 7 сутки твердения в нормальных условиях

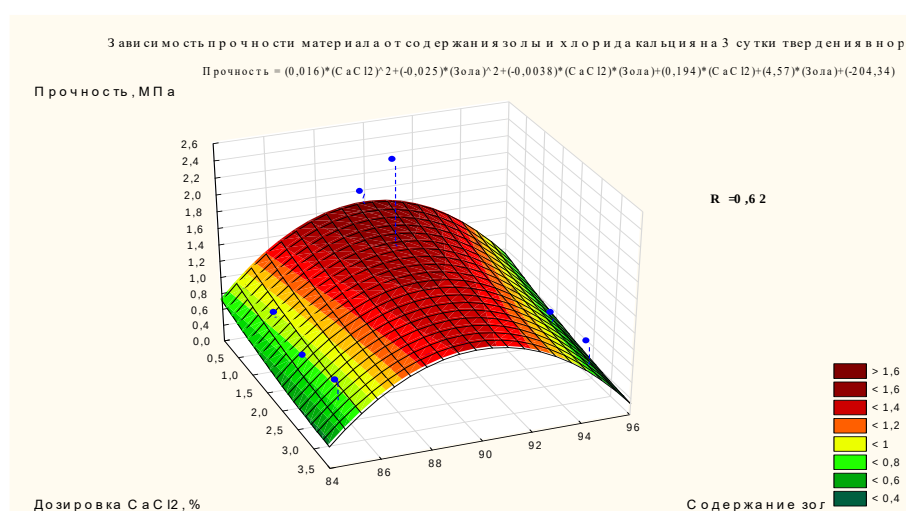


Рисунок 3 – Зависимость прочности материала от содержания золы и хлорида кальция на 3 сутки твердения в нормальных условиях

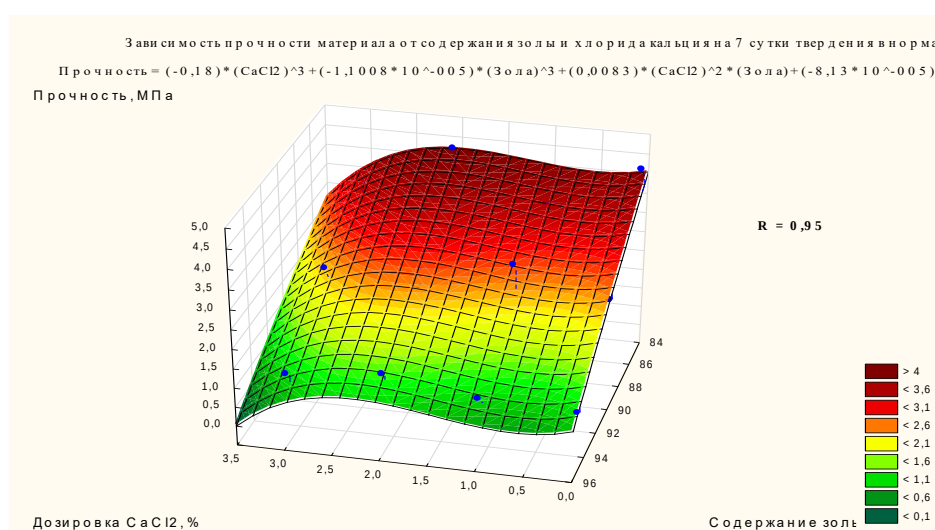


Рисунок 4 – Зависимость прочности материала от содержания золы и хлорида кальция на 7 сутки твердения в нормальных условиях

На основании проведенных исследований по применению известково-пуццолановых вяжущих были сделаны следующие **выводы**:

1. Имеется оптимум в содержании извести, который составляет 10-15 % в составе вяжущего.
2. Прочность вяжущих на основе прокаленной глины выше, чем на основе кислой золы.
3. Добавка активизатора твердения CaCl_2 увеличивает прочность камня в 3-4 раза.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. В.М. Каракулов, Г.И. Овчаренко, О.В. Буйко. Лабораторный практикум по технологии стеновых и изоляционных материалов. Барнаул: АлтГТУ, 2018. 86 с.
2. Применение зол и золошлаковых отходов в строительстве // Magazineofcivilengineering. No4, 2011 : Сайт. URL: [https://engstroy.spbstu.ru/userfiles/files/2011/4\(22\)/petrosov_zola.pdf](https://engstroy.spbstu.ru/userfiles/files/2011/4(22)/petrosov_zola.pdf) (дата обращения: 08.04.2021).
3. Источники тепловой энергии : Технические статьи : сайт РосТепло.ру. URL: <https://www.rosteplo.ru/Techstat/statshablon.php?id=3227> (дата обращения: 08.04.2021).
4. Континент сибирь online/экономика/золотой курс экономики : сайт. URL: <https://ksonline.ru/223851/zolotoj-resurs-ekonomiki/> (дата обращения: 08.04.2021).

ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ РАСТВОРОВ ДЛЯ МОНТАЖА ПАНЕЛЕЙ ЗДАНИЙ КЖД

Поморцев Пётр Денисович, студент кафедры «Строительные материалы»,
e-mail: pomorcevpetr@gmail.com

Рыбалко Иван Евгеньевич, студент кафедры «Строительные материалы»,
e-mail: wot.te@mail.ru

Научные руководители – Викторов Артем Владимирович, старший преподаватель кафедры «Строительные материалы», e-mail: artem.viktorov2011@yandex.ru

Овчаренко Геннадий Иванович, д.т.н., профессор кафедры «Строительные материалы», e-mail: egogo1980@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье рассматриваются собственные деформации растворного камня с противоморозными добавками. В качестве противоморозной добавки использовалась добавка поташа (K_2CO_3). Поташ способствует снижению «времени жизни» строительного раствора, увеличению водоотделения раствора, снижению его первичной адгезии (прилипанию). Собственные деформации растворного камня с поташом имеют специфику, но не сильно отличающуюся от основных тенденций деформаций заводского состава.

Ключевые слова: линейные деформации, усадка растворных швов, противоморозные химические добавки, поташ, строительный раствор.

По известным причинам застройщики увеличивают этажность возводимых зданий, в том числе и жилых домов КЖД. Наблюдения показали, что в некоторых случаях в зданиях отмечаются избыточные деформации, которые могут накапливаться с возрастающей этажностью. Одной из причин могут являться деформации растворных швов в зданиях, возводимых в зимний период. Проблема заключается в том, что растворы на стройплощадку поставляются с дозировкой противоморозных добавок в 5 и более раз меньшей, чтобы только обеспечить доставку и укладку. Но в момент укладки тонкого слоя раствора на панель с температурой минус 15-25 градусов он должен замерзать с соответствующими деформациями, которые изменятся при оттаивании в весенне-летний период.

Поэтому целью данной работы была проверка собственных деформаций растворного камня при быстром замораживании растворов с последующим выдерживанием в нормальных условиях.

Согласно СП 82-101-98 [3] при морозах до 30⁰С в качестве противоморозной

химической добавки следует применять поташ (K_2CO_3). В связи с этим эксперименты проводились с добавкой поташа 15 и 10 % на минус 30 и 15°C.

Материалы и методы исследования. В настоящем исследовании использовали портландцемент ЦЕМ I 42,5Н АО «Искитимцемент» и речной обской песок с модулем крупности 1,0. В качестве добавки для заводского строительного раствора использовали поташ полутораводный ($K_2CO_3 \times 1,5H_2O$), вводимый на строительном объекте дополнительно в виде сухого измельченного порошка (10 и 15 % по массе от цемента). Состав заводского раствора (расход на $1м^3$): портландцемент 450 кг, песок 1180 кг, Криопласт Экстра (противоморозная добавка) 9кг, Полипласт Р тип 2(пластифицирующая добавка) 0,3л, вода - до обеспечения марки по подвижности Пк 3 (погружение конуса 10 см).

Подвижность исследуемых составов определяли с помощью прибора для определения подвижности растворной смеси по ГОСТ 5802-86 [2].

После достижения требуемой подвижности формовали образцы-балочки размером 40х40х160мм с реперами для измерения линейных деформаций. По условиям эксперимента контрольные образцы находятся в следующих условиях твердения: в морозильной камере 28 суток при температуре минус 22°C, после этого перемещались в нормальные условия еще на 28 суток.

Линейные деформации контрольных образцов фиксировались с помощью устройства для измерения деформаций усадки по ГОСТ 24544-81* от 01.01.1982 [1] через одни сутки.

Прочность образцов-балочек определяли на изгиб – прибором МИИ-100 и на сжатие – испытанием половинок балочек, сдавливаемых через металлические накладки с фиксированной площадью 25 см² на прессе П-10.

Результаты и их обсуждение

Результаты эксперимента отражены на рисунках 1 и 2.

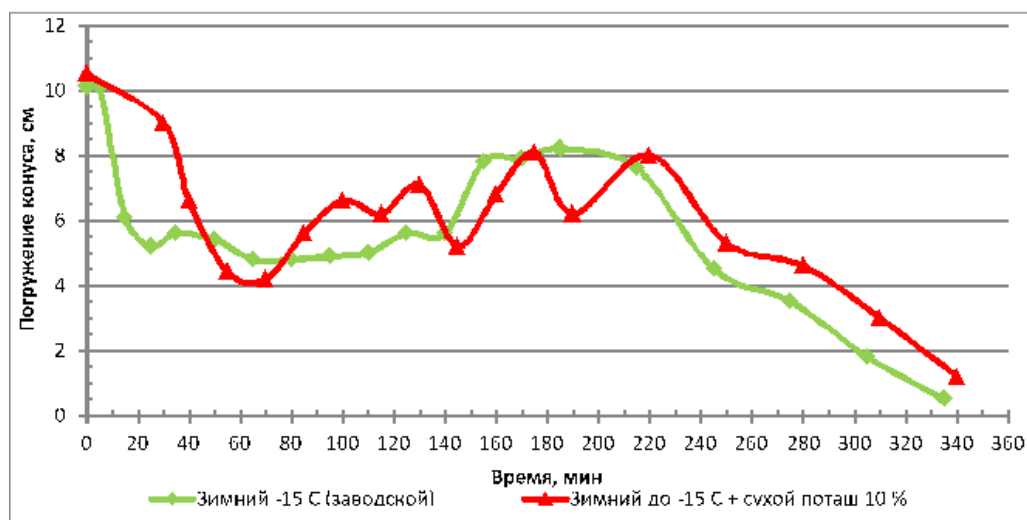


Рисунок 1 – Сохраняемость подвижности раствора с добавками

Заводской строительный раствор с добавлением 15 % поташа очень быстро теряет подвижность и схватывается (от момента добавления в раствор – проходит 5-7 мин). Поэтому данный состав сразу был отвергнут как неперспективный для дальнейшего изучения.

Как видно из рисунка 1, раствор с дополнительным добавлением 10 % сухого поташа показывает несколько более высокие значения погружения конуса. За 4 ч подвижность заводского раствора снижается до величины погружения конуса 4,5 см, а раствора с добавкой 10 % сухого поташа – около 6,5 см. То есть для работы на строительной площадке более пригоден именно раствор с добавкой сухого поташа в количестве 10 %.

Однако оба состава строительного раствора показывают значительное водоотделение (это видно по перепадам на графике контроля сохраняемости подвижности), поэтому для обеспечения требуемой консистенции раствора при работе с ним на строительной площадке раствор необходимо регулярно перемешивать.

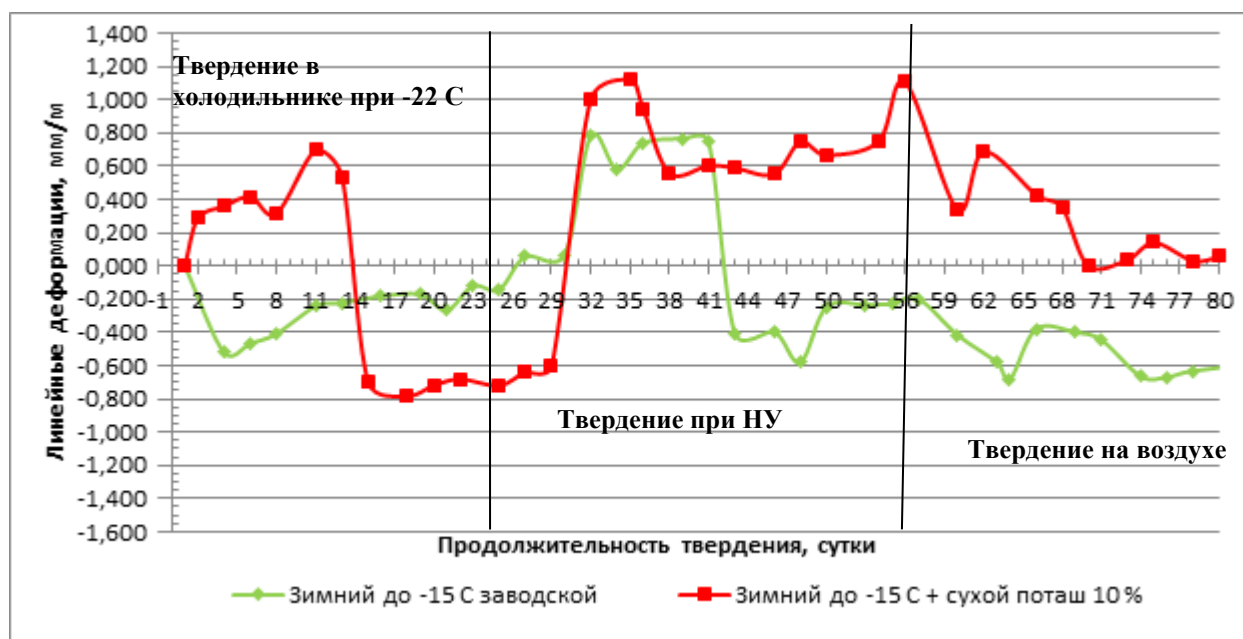


Рисунок 2 – Собственные деформации растворного камня с добавками

Оценка линейных деформаций (см. рисунок 2) позволяет сделать вывод о том, что оба исследуемых состава показывают тенденцию к постепенной усадке при твердении в замороженном состоянии, хотя состав с добавлением сухого поташа в начальные сроки твердения демонстрирует некоторое расширение. При изменении условий твердения на нормальные оба состава раствора демонстрируют резкое линейное расширение, что может быть обусловлено увеличением скорости реакции гидратации цемента. Однако с течением времени нормального твердения заводской состав снова переходит к усадочным деформациям.

При изменении условий на твердение на воздухе оба состава показывают усадку, что может быть обусловлено потерей влажности с уменьшением объема материала.

Выводы:

1. Добавка поташа в виде сухого порошка способствует снижению «времени жизни» строительного раствора, увеличению водоотделения раствора, снижению его первичной адгезии (прилипанию).
2. Собственные деформации растворного камня с поташом имеют специфику, но не сильно отличающуюся от основных тенденций деформаций заводского состава.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 24544-81 Бетоны. Методы определения деформаций усадки и ползучести: утвержден Постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 31 декабря 1980 г. N 237: дата введения 1982-01-01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/9056242> (дата обращения: 17.02.2021).
2. ГОСТ 5802-86. Растворы строительные. Методы испытаний: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 11.12.85 N 214: дата введения 1986-07-01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-5802-86> (дата обращения: 17.02.2021).

3. СП 82-101-98. Приготовление и применение растворов строительных. Свод правил по проектированию и строительству: принят и введен в действие письмом Госстроя России от 17 июня 1998 г. N АБ-20-218/12: дата введения 1998-07-15. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003842> (дата обращения: 17.02.2021).

ПОДСЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА»

КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИКАЗАХСТАНСКОГО ПРИРОДНОГО ОКРУГА

Ананьев Сергей Анатольевич, молодой ученый, старший преподаватель кафедры
«Технология и механизация строительства», e-mail: ananda_hasita@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В общепринятой схеме природного районирования дальнейшее подразделение территории на таксономические единицы приведено с учетом изменений природной обстановки, обусловленных климатическим фактором. В связи с этим среди природных областей второго порядка выделены природные округа. Они характеризуются различными степенью расчленения рельефа, интенсивностью и направленностью развития современных геологических процессов; генезисом, мощностью и стратиграфическими особенностями торфяной залежи; литолого-геоморфологическими условиями почвообразования и характером структуры почвенного покрова; сочетаниями комплексов групп типов леса.

Ключевые слова: территория, грунт, свойства, толща, плита, режим, процесс, этап, геологическое строение, Западно-Сибирская равнина, этапы геологического развития.

Область долины реки Иртыша сложена верхнечетвертичными и современными песчано-глинистыми отложениями с преобладанием глинистых пород в верхней части разреза. Она характеризуется широким развитием дерново-подзолистых почв тяжелого механического состава со вторым гумусовым горизонтом. В пойме Иртыша распространены аллювиальные пойменные почвы, а среди растительности - травяно-кустарниковые сообщества. На террасах в растительном покрове преобладают сосновые и березовые леса с участием липы. В болотообразовательном процессе доминирует евтрофная стадия развития.

Формирование современных природных условия территории, являющихся сложной, многофакторной, изменяющейся по площади и во времени системой, определяется не только ее тектоническим и геологическим развитием, но и современными климатическими особенностями.

Приказахстанский природный округ (А-1-1) расположен на крайнем юго-западе территории, где занимает небольшую часть Ишим-Иртышского междуречья.

В геоморфологическом отношении это почти плоская денудационная равнина с абсолютными отметками 100-120 м. Она осложнена многочисленными озерными котловинами и понижениями, представляющими собой реликты древней речной сети. Озерные котловины врезаны на 20-40 м и имеют 1-2 озерные террасы. Ложбинообразные понижения прослеживаются в рельефе в сумеридиональном направлении. Врез их составляет 20-30 м, а ширина до 2 км. Они выполнены озерно-аллювиальными средне-верхнечетвертичными отложениями, литологический состав которых очень пестрый [1].

С поверхности равнина покрыта маломощным чехлом (3,0-3,5 м) лессовых верхнечетвертичных - современных отложений, под которыми залегают либо отложения озерно-аллювиального верхнемиоценового-среднеплиоценового комплекса павлодарской свиты, либо преимущественно глинистые отложения озерного среднемиоценового комплекса таволжанской свиты. Почвенный покров округа характеризуется резкой микрокомплексностью. Черноземы составляют небольшой процент территории. Преобладают солонцы, солоды и солончаки, значительно распространены солонцеватые и

глубокосолонцеватые почвы. На пониженных элементах рельефа развиты почвы лугово-, болотно-солончаково- и солонцового комплексов.

В округе развиты лесостепные формации. В злаково-разнотравных степях встречаются колки березовых и осиновых лесов. Лесопокрытая площадь составляет до 10 %, из нее на березняки приходится 80 %, на сосновые ленточные боры - 8, на осокорники - 2 %.

Подземные воды приурочены к разновозрастным породам, гидравлически связаны между собой, имеют свободный уровень, как правило, безнапорные и обладают пестрой минерализацией от 1 до 5 г/л. В лессовых отложениях подземные воды типа верховодки встречаются на отдельных участках в прослоях супесей и песков на глубинах 0,5 до 3,5 м. Аллювиально-озерные отложения неогена содержат водоносный горизонт, глубина залегания которого колеблется от 3,5 до 20 м. По химическому составу воды хлоридно-сульфатно-натриево-магниевые, обладают сульфатной и карбонатной агрессивностью по отношению к бетону [2].

Для округа характерно широкое развитие суффозионных процессов, локальное - процессов засоления пород легкорастворимыми солями и эрозионных процессов. Суффозионные процессы приурочены к территории развития лессовых пород, т. е. развиты практически повсеместно. Они приводят к образованию многочисленных западин. Эрозионные процессы связаны с действием временных водотоков на береговых склонах озер, где развито также засоление. Округ характеризуется небольшими площадями заболачивания - от 10 до 100 га при общей заболоченности до 3 %. Гривный характер рельефа, слабо развитая гидрографическая сеть, залегающий близко к поверхности водонепроницаемый горизонт, замедленный сток поверхностных вод привели к образованию в межгривных понижениях громадного количества озер, к настоящему времени в значительной степени заросших. К озерам примыкают или их окружают евтрофные осоково-тростниковые болота (займища) В северной части распространены более крупные займища Они окружают озера с пресной и солоноватой водой. Мощность залежи займищ небольшая-1,0-1,5 м. сложена сильноминерализованным осоковым, осоково-тростниковым и тростниковым видами торфа [3,4]. В растительном покрове преобладают тростниковые, тростниково-осоковые и осоковые фитоценозы. Менее крупные площади, очень мелкозалежные займища преобладают в южной части области, вокруг соленых озер. В их растительном покрове преобладают тростниковые и осоковые фитоценозы [5]. В небольших котловинах суффозионного происхождения встречаются мелкозалежные колючные болота, залесенные и безлесные, сложенные древесно-осоковым видом торфа. Вышесказанное свидетельствует о том, что в округе условия изысканий достаточно благоприятны для строительства и освоения. Однако необходимо учитывать следующие обстоятельства:

1. В пределах округа встречаются просадочные лессовые разности, а некоторые разности неогеновых глинистых пород обладают значительной набухаемостью.

2. На отдельных участках близко к дневной поверхности залегают грунтовые воды со значительной минерализацией и высокой сульфатной агрессивностью.

3. Возможности использования земель округа в полеводческом земледелии ограничены из-за микрокомплексности почвенного покрова. Необходимые мелиоративные мероприятия - борьба с засолением, улучшение водного режима почв, внесение органических и минеральных, главным образом фосфорных и азотных удобрений.

4. Степные пространства, используемые под пастбища, местами нуждаются в улучшении.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ершов С.В. Палеобатиметрия позднеюрско-неокомского бассейна севера западной Сибири и влияние на нее природных процессов // Геология и геофизика. 2016. Т. 57. № 8. С. 1548-1570.

2. Докембрийские комплексы западной Сибири и ее восточного обрамления. Обзор и следствия для нефтегазовой геологии/ Иванов К.С. [и др.] // Горные ведомости. 2017. № 6 (154). С. 18-32.

3. Бочкарев В.С. О Фундаментальных проблемах геологии западносибирской геосинеклизы // Горные ведомости. 2017. № 3 (151). С. 6-24.

4. Иванов К.С. Некоторые итоги изучения геологии и геохимии урала и западной Сибири в 2018 году // Уральский геологический журнал. 2018. № 6 (126). С. 71-83.

5. Мулявин С.Ф., Маслов В.Н. Геология и разработка нефтяных и газовых месторождений западной Сибири : монография. Тюмень, 2016. Том Часть I.

ПОДЪЁМНО-ТРАНСПОРТНОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В ВЫСОТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Гранкин Никита Сергеевич, студент кафедры «Технология и механизация строительства»,
e-mail: grankin.2000@mail.ru

Научный руководитель – Анненкова Ольга Семёновна, к.т.н., доцент, e-mail: 222-ru@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В данной работе рассмотрено подъёмно-транспортное и вспомогательное оборудование, которое применяется в высотном строительстве, их отличительные особенности.

Ключевые слова: грузопассажирский подъемник, фасадные платформы, ветровые ограждения, защитные укрытия, защитные ограждения по контуру здания.

Развитие в области строительства не стоит на месте, и весь мир борется за то, кто построит самое высокое здание. Можно использовать менее механизированный способ для подъёма материалов на верхние этажи, но он трудозатратен и сроки строительства могут растянуться на неопределённый срок. Использование строительных лесов - более дешёвый метод, но он малоэффективен и, что самое главное, небезопасен. Максимальная высота использования лесов – 100 метров, при этом они не гарантируют безопасность рабочих, поэтому в строительстве применяют более безопасный метод подъёма материалов, с помощью подъёмно-транспортного оборудования.

Специальные подъёмники используются для обеспечения вертикального транспортного потока в строящемся здании и для безопасного подъёма рабочих [1]. Подъёмники используются не только снаружи, но и внутри здания. При необходимости обеспечения высоких темпов строительства, устанавливается несколько мачтовых или грузопассажирских подъёмников. Некоторые грузовые подъёмники оснащены специальными устройствами захвата грузов, с помощью которых появляется возможность осуществлять доставку материалов на определённую высоту «с транспортного средства», исходя, из этого повышается производительность труда. Производительность подъёмников зависит от типа и массы груза, перевозимого в течение определенного промежутка времени. Поэтому, транспортировка грузов по частям неудобна, для увеличения производительности подъёмников используются контейнеры и пакетные материалы.

В высотном строительстве постоянная ветровая нагрузка является серьёзным воздействием. На большой высоте строящегося здания, на боковой стене возникают локальные случайно направленные ветровые потоки, а на уровне верхнего среза здания возникают со значительной силой локальные горизонтальные ветровые [2]. Всё это затрудняет монтаж конструкций и негативно сказывается на рабочих. Зимой низкие температуры способствуют сильному ветровому воздействию. Для обеспечения безопасного технологического процесса используются специальные ветрозащитные экраны и укрытия. Ветрозащитный экран устанавливается по периметру рабочих площадок, которые расположены на верхних уровнях многоэтажных зданий. Чаще всего его применяют при работах по монолитному бетонированию в каркасных сооружениях. В этом случае защитные

экраны не только обеспечивают безопасность рабочих и устраняют негативное воздействие атмосферных осадков, но и помогают создать оптимальный температурно-влажностный режим, необходимый для правильного твердения бетонной смеси. Системы ветрозащиты могут быть оснащены самоподъемными устройствами, с помощью которых можно перемещать экраны на верхние этажи без крана.

Особое внимание следует уделить обеспечению безопасности работников высотного строительства. Сама строительная площадка опасна как для людей на большой высоте, из-за вероятности падения, так и для людей, находящихся непосредственно под ней [1].

В настоящее время для реализации безопасного технологического процесса при высотном строительстве используются специальные системы:

- защитные улавливающие сети;
- защитно-улавливающие решётки;
- улавливающие экраны;
- защитные стеки для особых условий.

Улавливающие системы обычно состоят из системы кронштейнов, крепёжных элементов, опор, канатов и улавливающей сетки. Её изготавливают из особо прочного синтетического волокна. Система должна выдерживать груз весом сто килограмм, падающий с высоты семь метров.

По своему устройству бывают безузловыми и узловатыми. Первый вариант отличается более низкой вероятностью получить травму, он легкий и обладает повышенной прочностью при меньшем весе. При падении на неё груза ячейки не расползаются. Начиная с 3 этажа, по периметру здания устанавливают защитные улавливающие системы.

С каждым годом изобретаются более совершенные устройства для высотного строительства, а именно подъёмно-транспортное и вспомогательное оборудование, которое не только увеличивает темпы строительства, но и безопасность рабочих на строительном объекте.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вильман Ю.А. Технология строительных процессов и возведения зданий. Современные и прогрессивные методы: учебное пособие, 4-е изд., дополненное и переработанное. М.: Издательство АСВ, 2014 - 336 с.

2. МДС 12-63.2012 Методические указания к расчёту объёмов работ при монтаже строительных лесов. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293785/4293785025#:~:text=Высота%20лесов%20для%20отделочных%20и,для%20штыревых%20-%2080%20м> (дата обращения 02.04.2021).

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ДЕРЕВЯННЫХ ДОМОВ

Доронина Виктория Владимировна, студент кафедры «Технология и механизация строительства», e-mail: dor.viktoriya2000@yandex.ru

Научный руководитель – Анненкова Ольга Семёновна, к.т.н., доцент, e-mail: 222-ru@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Строительство деревянных домов до сих пор имеет свою актуальность благодаря современным тенденциям. При элитном строительстве дома могут быть в несколько этажей, основным материалом служит клееный, оцилиндрованный, профилированный брус. Рядовые жилые и облегченные летние дома бывают трёх видов: брусчатые, щитовые и каркасные. Каждый имеет плюсы и минусы, но их объединяет экологичность и положительное влияние материала (древесины) на организм человека.

Ключевые слова: Деревянный дом, технология строительства, клееный брус, материал, возведение, наружные стены.

В настоящее время деревянные дома, вне зависимости от технологии их изготовления и монтажа, строятся и развиваются. Возводят дома элитного жилого типа, рядового жилого и облегченные летние, которые соответственно отличаются уровнем красоты и функциональности.

Современные дома из дерева совмещают в себе классическое российское прошлое с новыми направлениями в архитектуре, применением металла, стекла, эффективных кровельных и отделочных материалов. Строительство таких домов может улучшить условия жизни многих людей, несмотря на то, что оно не решает жилищную проблему полностью.

В последнее время в деревянном домостроении всё чаще применяются дома из клееного и профилированного бруса, а также дома из оцилиндрованного бревна. К изготовлению клееного и профилированного бруса устанавливаются высокие требования, а именно, к свойствам клея, следованию технологического порядка сушки и технологичности пазов и врубок. Поэтому проницаемость воздуха в деревянные дома не уступает домам из кирпича.

Также необходимо проработать дренажную, водосточную системы, качественно выполнить отмостку и организовать ландшафтный дизайн. Всё это направлено на ограничение количества воды, которая может попасть на коробку дома.

Отдельный вопрос в строительстве деревянных домов – их одноэтажность и высота. Практика показывает, что высота постоянно растет и достигает до 4-5 этажей, иногда и более. Например, в Норвегии в городе Брумундале построили деревянное здание Мьёсторнет высотой 85,4 метров. Открыли его в марте 2019 года и официально признали самым высоким деревянным зданием в мире. Автором проекта является Артур Бухардт. Идея строительства появилась у него, когда норвежские политики призывали людей больше думать о проблемах климата, местных продуктах и стабильности. Основным материалом при строительстве здания являлась кросс-ламинированная древесина - массив наложенных друг на друга, проклеенных и спрессованных досок. Он достаточно прочный для того, чтобы строить многоэтажные здания, и в то же время обладает высокой пожаростойкостью. В основе конструкции – клееный брус, который заменяет бетонные и стальные элементы [1].

Деревянные здания нового поколения нашли развитие не только в Норвегии, но и в Великобритании, Швеции, Дании. В районе Стокгольма Солне строят 4-5 этажные деревянные дома. Их стандарт – 23 квартиры с 3-4 комнатами и кухней, площадью 87-97 кв. метров. Большая часть деталей производится на заводе.

В США уровень деревянного строительства выше, так как жилые дома из дерева составляют 75 % площади жилых домов, строящихся в год. Особое внимание отдаётся разнообразию проектов деревянных домов, отличающихся новизной и оригинальностью.

Все рассмотренные технологии относятся к элитному типу строительства. Что касается двух других направлений (рядовые жилые и облегченные летние дома), они бывают трёх типов:

1) Брусчатые дома – при строительстве используется классическое монтажное оборудование и автомобильные стреловые краны, или ручной монтаж мелкоэлементным способом.

Для наружных стен используют брус сечением 180х180мм., а для внутренних – 100х150мм. Их кладут на обвязку последовательно на слой пакли и соединяют друг с другом стержнями из дерева или металла – нагелями с шагом 1,5 м (минимум два на каждую пару брусьев в шахматном порядке). Принимая во внимание усыхание древесины, сжатие пакли и дальнейшую осадку на 1/20 высоты стены, сверху дверного проёма остаётся зазор 50мм, которые заполняют монтажной пеной (теплоизоляция) [2].

Но у таких домов есть свой недостаток: более высокие требования особой подготовки материалов, которые используются при возведении. Предварительно брус необходимо пропитать антисептирующими и водоотталкивающими растворами, затем высушить в камере при уровне влажности менее 8 %. Помещение для хранения бруса во время строительства должно быть отапливаемое и сухое. При несоблюдении этих условий повышенная влажность приведет к усыханию древесины и, следовательно, к усадке здания по высоте до 5 %.

2) Щитовые дома - комплектуют по обвязке из щитов, на которые настилают пол. Сначала с угловых щитов собирают стены, затем простеночные щиты и перегородки. Выверка - по отвесу, временное закрепление с помощью деревянных подкосов и гвоздей. По верху возведенных стен при помощи гвоздей крепят обвязочные доски, по которым укладываются щиты перекрытия. Конструкция крыши составляют стропильные конструкции и элементы обрешетки, по которой укладывают кровлю. В стыки закладывают тепло- и гидроизоляцию, затем закрывают нащельниками [2].

3) Каркасные дома – возводят с обвязки по фундаментам и врубки балок перекрытия пола, на которые укладывают постоянный и временный пол. Далее монтируют каркас из бруса. Стойки каркаса закрепляют временными отрезками бруса с гвоздями. Верхняя обрезка по стойкам устанавливается с подмостей. Каждую балку подкрепляют подкосом, для обеспечения продольной устойчивости каркаса. По верхней обвязке укладывают балки перекрытия второго этажа и настил пола второго этажа, с которого устраивают стропильные конструкции, обрешетку, кровлю. Стены утепляют и обшивают внутри после завершения работ с кровлей. Внутренние работы включают выполнение электро- и санитарно-технических процессов, тепло- и звукоизоляции, устройство облегченных перегородок, в том числе и изделий заводского изготовления, остекление [2].

В России в 2020 году в связи с пандемией спрос на деревянные дома увеличился на 30 %. Популярной стала именно каркасная технология, а также использование клееного бруса, то есть быстровозводимые конструкции максимальной заводской готовности. Рост спроса объясняется скоростью возведения таких домов.

С каждым годом благодаря новым разработкам учёных достигается устранение негативных качеств дерева (старение, болезни), уменьшение пожароопасности, защита материала от влияния атмосферных осадков без вреда для организма людей. Дома из древесины функциональны за счёт естественных характеристик материала. Деревянные строительные конструкции положительно влияют на здоровье и самочувствие людей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Измайлова А. Самый высокий деревянный «небоскрёб» в мире теперь находится в Норвегии : сайт Archi. URL: <https://archi.ru/news/83071/samoe-vysokoe-derevyannoe-zdanie-teper-nakhoditsya-v-norvegii> (дата обращения 5.04.2021)

2. Вильман Ю.А. Технология строительных процессов и возведения зданий. Современные и прогрессивные методы: учебное пособие, 4-е изд., дополненное и переработанное. М.: Издательство АСВ, 2014 - 336 с.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЙ С НАДСТРОЙКОЙ МАНСАРДНОГО ЭТАЖА

Коледаев Иван Дмитриевич, студент кафедры «Технология и механизация строительства», e-mail: Koledaev1999@gmail.com

Научный руководитель – Анненкова Ольга Семеновна, к.т.н., e-mail: 222-ru@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Необходимо исследовать и разработать более технологичные и менее трудоемкие способы реконструкций зданий с надстройкой мансардного этажа, не входящих в состав аварийных, но требующих реконструкции, а это в основном дома, построенные в период с 1956 по 1968 года, так как реализовывать надстройку этажа намного выгоднее для зданий построенных до 1955 года.

Ключевые слова: реновация жилья, мансардный этаж, реконструкция, оптимизация, надстройка.

Жилые дома, построенные в период с 1956 по 1968 год, находятся в состоянии физического и морального износа. Именно поэтому их необходимо ликвидировать в рамках программы реновации в России [2]. Но существует альтернатива сносу устаревшего жилого фонда: это реконструкция с дополнительным мансардным этажом, которая позволяет увеличить жилую площадь и привести в соответствии с современными стандартами уровень комфорта жильцов.

Решение о возможности и необходимости реконструкции может быть принято только после проведения технического обследования, анализа проектно-планировочного решения и технико-экономического обоснования. Решение о надстройке мансарды принимается так же в соответствии с градостроительными соображениями, требованиями к количеству этажей здания, плотностью населения и инсоляционными требованиями.

При надстройке дополнительных этажей нет необходимости перерабатывать большое количество отходов сноса, поэтому стоимость надстройки снижается до 50 % от стоимости нового дома той же площади. Кроме того, вместо дорогостоящего подключения к инженерным сетям необходимо только увеличить его пропускную способность. Реконструкция может быть осуществлено и без переселения жильцов, поэтому это экономически выгодно.

Установлено что, мансарда снижает теплотери через крышу и чердак на 7-9 %, экономит в среднем 0,15 гектара городской площади. При этом стоимость одного квадратного метра площади в мансардном этаже на 30-50 % дешевле по сравнению со стоимостью одного квадратного метра площади в новостройке.

Дома, построенные в период с 1956 по 1968 год (так называемые “хрущёвки”) возводились с целью быстрого решения острой проблемы обеспечения всего населения жильем, поэтому были разработаны специальные сносимые серии, которые предназначались для временного решения жилищной проблемы – срок службы такого здания был рассчитан на 25 лет, но некоторые из них до сих пор используются по прямому назначению. В настоящее время их эксплуатация становится невозможной из-за физического и морального износа. Именно поэтому существует острая необходимость в реновации с целью повышения качества застройки и увеличения объема существующей жилой площади зданий.

При реконструкции используются имеющиеся резервы несущей способности строительных конструкций. В России существует большое количество домов, отвечающих требованиям, необходимым для принятия решения о проведении реконструкции с увеличением этажности: это здания определенных серий с достаточным резервом несущей способности, физический износ которых не превышает 50 %.

В случае, когда резерва несущей способности достаточно, при проектировании мансарды конструктивные и планировочные решения следует согласовать с уже существующими конструкциями.

Технология, используемая в случае недостаточного резерва несущей способности, требует усиление существующих конструкций или возведения нового фундамента, созданного вокруг существующего. На этом фундаменте возводятся монолитные наружные

стены или стойки-колонны с целью переноса на новый фундамент нагрузки от надстраиваемого этажа.

Для того чтобы максимально снизить нагрузку на существующие несущие конструкции конструктивные решения мансарды должны быть основаны на применении облегченных ограждающих и несущих конструкций:

- деревянные стропильные фермы;
- шпренгельные металлодеревянные фермы;
- трехслойные конструкции с пенопластмассовым заполнителем;
- сборные элементы из тонколистовых гнутых металлических или

деревометаллических профилей и т.п. [1]

Реконструкция здания с устройством мансарды над эксплуатируемым зданием может быть осуществлено без раскрытия кровли или с её вскрытием. Это зависит от наличия чердачной крыши и её высоты. Так, если она есть и высота её достаточна для устройства мансарды, то вскрытие кровли не требуется.

Чтобы увеличить выгоду от реконструкции, необходимо минимизировать сметную стоимость, трудоемкость и продолжительность работ при сохранении высокого качества. Поиск оптимального решения – важная задача, которую можно решить, например, путем унифицирования.

Надстройка мансард особенно выгодна при реконструкции зданий типовых серий, так как всё – начиная от деталей элементов и кончая объемными блоками полной заводской готовности – может быть унифицировано и поставляться на различные строительные площадки в комплекте.

Исследования по реконструкции должны быть направлены на снижение затрат на реконструкцию домов, построенных в 1956-1968 годах, с целью создания наиболее эффективной производственной работы. Строительным компаниям не нужно отдавать предпочтение только одному типу зданий, игнорируя другие, которые также нуждаются в реконструкции в том же объеме. В результате реконструкция с дополнительными этажами может стать экономически выгодной альтернативой сносу, одновременно решая проблему морального износа жилого фонда, реновации и градостроительных особенностей города в целом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Фоменко А.Ю., Овчинникова С.В. Конструктивные особенности в мансардном строительстве. // Материалы V Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». URL: <https://scienceforum.ru/2013/article/2013004603> (дата обращения 06.04.2021)

2. Федеральный закон от 30.12.2020 № 494-ФЗ "О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях обеспечения комплексного развития территорий". URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372677/ (дата обращения 06.04.2021)

АВТОМАТИЗАЦИЯ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ MICROSOFT PROJECT, SPIDER PROJECT

Кучина Татьяна Вячеславовна, магистрант кафедры «Технология и механизация строительства», e-mail: kushtani@mail.ru

Научный руководитель – Мозговая Яна Григорьевна, к.т.н., доцент, e-mail: yanagm@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье описаны возможности автоматизации календарного планирования с использованием программных комплексов Microsoft Project и Spider Project. Изучены и описаны их общие особенности, задачи, которые они позволяют решить в области строительства объектов, а также их основные преимущества и недостатки. Выявлены возможности повышения эффективности строительного производства и экономии денежных средств.

Ключевые слова: строительство, проект, календарное планирование, календарный план, MSP, SPr, автоматизация строительства.

Календарный план – это последовательность выполнения всех задач при возведении объекта со сроками их выполнения. В большей части реализуемых проектов в настоящее время присутствуют упрощенные календарные графики, либо они отсутствуют вообще, так как строительство носит изменчивый характер и составление, и каждая корректировка графика вручную является трудоемким процессом [1].

Решение этой проблемы планирования и ряда других нашлось в программных комплексах Microsoft Project (сокращенно MSP) и Spider Project (сокращенно SPr).

MSP и SPr – это системы управления проектами и оптимизации управления портфелями, которые позволяют создавать план проектной и строительной деятельности организации, а также ее контролировать [2, 3]. В использовании применяются встроенные шаблоны, инструменты для аналитики и статистики на разных уровнях, средства управления рабочим временем и т.д.

- Программные обеспечения решают следующие задачи [2, 4]:
- Пошаговая разработка проекта, с учетом поставленных сроков строительства, нерабочих и праздничных дней, ограничений по ресурсам, финансированию и поставкам;
- Разработка бюджетов проекта;
- Создание списка задач строительства и их связывание между собой с выявлением первостепенных (т.е. составление сетевой диаграммы проекта), присвоение иерархических кодов структур для ресурсов и задач;
- Расчет критического пути;
- Представление проблемных задач с помощью специальных графических индикаторов;
- Быстрое изменение параметров конкретных задач (например, сроков) в случае необходимости;
- Анализ текущего состояния строительства и тенденций его развития с помощью автоматизированных средств подготовки отчетов;
- Создание шаблонов проекта при типовом строительстве;
- Оценка инвестиционной привлекательности проекта;
- Моделирование вариантов решений, анализ рисков.

По алгоритму действий при создании календарного плана ПК незначительно отличаются друг от друга. В обоих случаях необходимо выявить основные параметры проекта, укрупненно его описать, учитывая все составляющие, необходимые для финансового анализа и управления проектом в целом; составить перечень задач (работ, ресурсов) с их характеристиками и установить между ними взаимосвязи; при необходимости назначить стоимости и возможные ограничения; оптимизировать состав используемых ресурсов; смоделировать возможные риски при производстве и получив графики оценить возможный успех проекта [2, 4]. Однако, стоит отметить, что MSP по использованию значительно проще,

так как практически каждый сталкивался с интерфейсом Microsoft, но SPp обладает большими функциональными возможностями для планирования. Если MSP в большей степени предназначен конкретно для построения различных графиков и их анализа, то SPp особое внимание уделяет оптимизации использования имеющихся ресурсов и нормированию их производительности.

Преимущества программных комплексов:

- В разы повышается эффективность планирования на всех этапах. В том числе и на этапе технико – экономического обоснования проекта, а также на этапе тендеров;
- Сокращаются временные затраты на составление грамотного календарного плана, следствием чего является и сокращение сроков строительства в целом, относительно проектов, не имеющих плана;
- В итоге использования программ получается целостная картина необходимых инвестиций, распределенных по времени;
- Снижается вероятность ошибок при расчетах, в том числе при расчетах трудоемкости и стоимости задач;
- Повышается уровень контроля дисциплины, затрат и сроков реализации проекта;
- Повышается достоверность аналитической оценки проекта;
- Самое важное преимущество – экономия денежных средств, происходящая по ряду причин: экономия рабочего времени (и заработной платы как следствие) при составлении плана и самого строительства, высокий уровень контроля материально – технических ресурсов, а также редкие сбои в работе.

Недостатки программных комплексов:

- Относительно высокая стоимость лицензии на ПК (от 40000 р - MSP, от 200000 р – SPp), которая со временем возможно себя окупает;
- Для использования обоих ПК необходимо дополнительное обучение в связи с их обширным функционалом.

Поскольку организационно – технологическое проектирование в строительстве – одна из немногих сфер производства, которая в настоящее время слабо автоматизирована, особенно в том, что касается составления графиков производства, научные исследования и применение на практике календарного планирования с помощью различных программных комплексов является перспективным.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бовтеев С. В. Управление проектами в строительстве: учеб. пособие / С. В. Бовтеев, В. П. Еременко, Е. И. Рыбнов, В. И. Фролов; под ред. В. И. Фролова. СПб.: СПбГАСУ, 2004. 424 с.
2. MS Project: инструменты управления проектами : сайт FINSWIN. URL: <https://finswin.com/projects/instrumenty/microsoft-project.html> (дата обращения 06.04.2021)
3. Богданов, В. В. Управление проектами в Microsoft Project 2007: учеб. курс / В. В. Богданов. СПб.: Питер, 2008. 592 с.
4. Информационные технологии управления : учебное пособие / Под ред. Ю.М. Черкасова. М.: ИНФРА-М. 2001. 218 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ВЫБОР МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ АРМИРОВАНИЯ МОНОЛИТНЫХ БЕТОННЫХ И МНОГОСЛОЙНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ

Масловская Виктория Евгеньевна, магистрант кафедры «Технология и механизация
строительства, e-mail: vika.maslovskaya.00@mail.ru

Научный руководитель – Лютов Владимир Николаевич, к.т.н., доцент,
e-mail: vnlutov@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Показана возможность замены стальной арматуры на композитную арматуру. Рассмотрен организационно-технологический и технико-экономический анализ усиления кирпичных стен и многослойных конструкций композитными материалами и винтовыми стержнями для условий г. Барнаула

Ключевые слова: композитная арматура, неметаллические прутья, пластиковая арматура, усиление конструкций, кирпичная кладка, методы усиления кирпичных стен, композитные материалы, винтовые стержни.

В современном строительстве широкое применение получили бетонные изделия, благодаря своей хорошей прочности на сжатие, износоустойчивости и низкой цене. Но известно, что бетон имеет свойство хрупкости и низкой прочности при растяжении. Для увеличения долговечности изделий из этого материала, достаточно давно используют металлическую арматуру.

Железобетон хорошо показал себя в течение последних 150 лет, но металлическая арматура имеет свойство подвергаться коррозии, что приводит к преждевременному разрушению конструкции. Прогресс не стоит на месте, появляются новые материалы, улучшаются их свойства. Одним из таких примеров может служить композитная полимерная арматура. Она имеет ряд преимуществ по сравнению с арматурой из металла: конструкции с использованием композитной арматуры значительно легче, чем с использованием стальной; композитная арматура имеет высокую прочность на разрыв, это позволит использовать ее в ответственных и сложных местах; композитные материалы имеют высокую устойчивость к агрессивной среде; композитная арматура дешевле металлических аналогов на 60 %; композитную арматуру удобно и экономично транспортировать в отличие от аналога; данная арматура магнитопрозрачна и радиопрозрачна; является диэлектриком и не проводит электрический ток; композитная арматура изготавливается из негорючего материала; имеется возможность производить любой длины; композитная арматура имеет большой срок эксплуатации; арматура имеет высокую гибкость, что позволяет сохранять напряжение и прочность при изгибе; простой и нетрудоемкий монтаж.

В настоящее время практически для всех стран мира характерно увеличение объемов работ, связанных с необходимостью восстановления и поддержания эксплуатационной пригодности железобетонных конструкций. Опыт обследований показывает, что в ряде случаев в течение длительного времени используются конструкции, которые частично утратили свою несущую способность или близки к полному разрушению [1].

В железобетонных конструкциях как в процессе эксплуатации, так и в предэксплуатационный период могут образовываться различные повреждения и дефекты, такие как нормальные трещины в растянутой зоне бетона и локальные горизонтальные трещины в бетоне в сжатой зоне, они влияют на эксплуатационные качества конструкций: ширину и глубину раскрытия трещин, моменты трещинообразования, несущую способность, прогибы, а также на характер разрушения [2].

В последние годы в проведении усиления строительных конструкций большое распространение получили композитные материалы на основании стеклопластика, они по сравнению с другими композитами имеют более высокий модуль упругости и расчетное сопротивление растяжению [3].

К настоящему времени накоплен достаточно большой объем экспериментальных исследований в области использования композиционных материалов в отечественной практике промышленного, гражданского, гидростроительного и транспортного строительства. Накоплен определенный опыт исследования эффективности применения технологии усиления композитными материалами на полномасштабных моделях конструкций зданий и сооружений. Самым инновационным достижением в области строительных технологий является метод усиления конструкций композиционными материалами, который успешно применяется во всем мире. Композитные системы усиления обеспечивают отличные результаты как при работе конструкций в обычных условиях, так и при их работе в зонах сейсмической активности. Метод усиления конструкций путем внешнего армирования композиционными материалами позволяет значительно повысить их несущую способность, трещиностойкость и жесткость. Чаще всего в качестве усиления конструкций применяется внешнее армирование с использованием композитных материалов с углеродными волокнами. Новые технологии позволили резко увеличить межремонтный период, выполнять ремонт и усиление конструкций в кратчайшие сроки, без увеличения постоянных нагрузок и объема внутренних помещений.

Лессовые грунты занимают в г. Барнауле и Алтайском крае 25-30 % территории. Из-за просадки лессовых грунтов сотни зданий имеют деформации, которые, в свою очередь, могут привести к разрушению зданий и сооружений. Также обуславливается необходимость усиления тем, что климат г. Барнаула характеризуется существенными перепадами и является резко континентальным с холодной продолжительной зимой и коротким теплым летом. Таким образом, усиление различных конструкций в г. Барнауле является актуальным вопросом. Исследование системы усиления композитными материалами позволяет выделить следующие достоинства: сокращение общих затрат на проведение работ по ремонту и усилению строительных конструкций; сокращение временных затрат; сокращение трудовых затрат; возможность выполнения работ без остановки эксплуатации объекта; увеличение межремонтного периода; малый собственный вес и толщина усиления; минимальные требования к пространству для выполнения работ; устойчивость к агрессивным средам и коррозии; высокие механические характеристики углеродных материалов и высокая адгезия к усиливаемой конструкции; отсутствие сварочных работ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Орлова М. А. Результаты экспериментальных исследований несущей способности железобетонных балок с трещинами // X-Российско-Польский семинар: Теоретические Основы Строительства. Варшава. 2001. с. 269-272.
2. Изгибаемые бетонные элементы балочного типа с композитной арматурой : сайт. URL: https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/3941/1/%D0%A2%D0%B8%D1%85%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%20%D0%90.%D0%90._%20%D0%A1%D0%A2%D0%A0%D0%BC_1501.pdf (дата обращения 03.04.2021)
3. Чаганов А. Б. Определение несущей способности и жесткости ребристых плит с дефектом нарушения сцепления арматуры с бетоном // Бетон и железобетон - взгляд в будущее научные труды III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону: в 7 томах. М. : НИУ МГСУ, 2014. с. 397-406.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ КОНДЕНСАЦИОННЫХ КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ В СИСТЕМЕ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

Панина Алина Эдуардовна, магистрант кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия», e-mail: aekshibarova7@mail.ru

Научный руководитель – Шашев Александр Валентинович, к.т.н., доцент,
e-mail: shashev4@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье проведен краткий анализ потенциала теплоты от сгорания углеводородного топлива в котельных установках. На основе проведенного анализа сделан вывод о целесообразности применения конденсационных котельных агрегатов с целью повышения их эффективности и снижения затрат на покупку топлива.

Ключевые слова: энергоэффективность, природный газ, газовые котлы, конденсационный теплообменник, жилищно-коммунальное хозяйство, отопление, горячее водоснабжение.

На сегодняшний день вопрос о повышении полноты использования энергии при сжигании различных топлив становится все более актуальным. Выбрасываемое в атмосферу тепло и продукты неполного сгорания создает совместно не только нагрузку на окружающую среду, но и увеличивают затраты на производство тепловой энергии. Но помимо оптимизации процесса сгорания, существенным потенциалом повышения энергетической эффективности является и утилизация скрытой теплоты парообразования в уходящих газах, что даст существенное увеличение эффективности котельных установок. Теплота, которая теряется с уходящими газами, занимает основную долю среди теплотерь котла (около 5 % всей выделяемой при сгорании топлива теплоты [1, 2]). Использование теплоты конденсации водяных паров, образующихся при сжигании топлива, может существенно повысить эффективность работы теплогенерирующей установки. Количество теплоты, которое выделяется от конденсации водяных паров, содержащихся в уходящих газах, как правило, зависит от вида топлива. Ее величина находится в пределах 4 % для жидких топлив и 11 % для газообразных [3]. Ее конкретное значение для того или иного топлива определяется разностью между высшей и низшей теплотой сгорания (табл. 1).

Таблица 1 - Величины высшей и низшей теплоты сгорания для различных видов топлива

Тип топлива	Высшая теплота сгорания (Ккал)	Низшая теплота сгорания (Ккал)	Разница (%)
Керосин	10,7 /кг	10,29 /кг	3,98
Печное топливо	10,2 /кг	9,76 /кг	4,51
Метан	9,53 /л	8,57 /л	11,2
Пропан	23,85 /л	21,6 /л	10,42
Бутан	30,50 /л	28,3 /л	7,77

Природный газ, являющийся полезным ископаемым, представляет собой смесь газообразных углеводородов, основным его компонентом является метан. При его сгорании, в уходящих газах содержится как явная теплота, полученная в ходе экзотермических реакций горения, так и скрытая теплота парообразования (конденсации) полученного при сгорании водяного пара. Данное обстоятельство можно проиллюстрировать на графике (рисунок 1). По оси абсцисс отложена энтальпия, а по оси ординат - температура.

Из-за наличия в дымовых газах, помимо водяного пара, других газов, которые влияют на параметры смеси, температура конденсации, отличается от 100°C, и ее значение находится в прямой зависимости от состава уходящих дымовых газов, что, в свою очередь зависит от вида и состава топлива, а также параметров сгорания топлива. Температура конденсации

водяного пара в дымовых газах носит название точки росы. Ее зависимость от коэффициента избытка воздуха (при сгорании метана) имеет вид, представленный на рисунке 1.

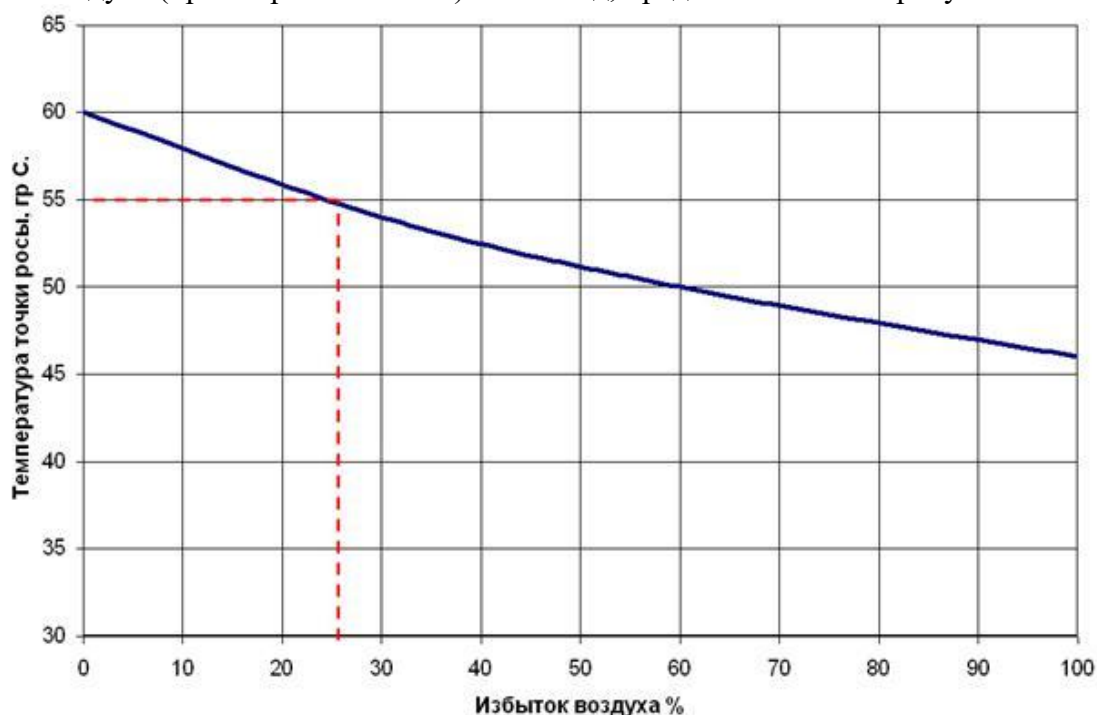


Рисунок 1 – Точка росы для метана

Конденсационные котлы дают возможность использовать теплоту конденсации водяного пара, содержащегося в уходящих газах и, следовательно, их основным преимуществом является его более высокая эффективность. Для объектов средней и большой мощностей это даёт сотни тысяч рублей экономии в год.

Полученную от конденсации воду после обработки можно использовать в качестве подпитки котла, что существенно сокращает расход подпиточной воды. Это дает возможность исключить рециркуляционную насосную установку (необходимое оборудование отопительных котельных) которая обеспечивает подмес прямой горячей воды к остывшей обратной для исключения конденсации водяного пара, содержащегося в уходящих газах, в газоходах.

Для того, чтобы охладить дымовые газы ниже точки росы применяют, как правило, контактные теплообменники. Их применение дает большую поверхность с высокой интенсивностью теплообмена, при этом обеспечивается высокое значение коэффициента теплоотдачи. Но, нагреваемая контактным способом вода, насыщается двуокисью углерода и кислородом, содержащимися в уходящих газах, что делает ее коррозионно-агрессивной и поэтому необходима ее деаэрация. Использование же теплообменников поверхностного типа исключает контакт воды с агрессивной средой уходящих газов и обеспечивает высокое качество воды на выходе из теплообменного контура. При этом коэффициент теплоотдачи от дымовых газов к поверхности теплообменника в процессе глубокого охлаждения, сопровождающегося конденсацией водяного пара из газов, гораздо выше, чем при конвективном процессе теплообмена, и его значение близко к коэффициенту теплообмена для контактных аппаратов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 89.13330.2012 Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76. Приказ Минрегиона России от 30.06.2012 № 281. М.: Минрегион России, 2012.
2. Новые серии: есть ли будущее у панельного строительства : сайт. URL: <https://clck.ru/UCLoM> (Дата обращения 06.04.2021).

ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Саванович Алёна Павловна, магистрант кафедры «Технология и механизация
строительства», e-mail: alenkasava@mail.ru

Научный руководитель - Лютов Владимир Николаевич, к.т.н., доцент,
e-mail: vnlutov@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Для многоквартирного жилищного фонда Алтайского края характерна большая степень износа зданий. Более 57 % всех многоквартирных домов региона имеют износ от 31 % до 65 %. Сохранение общего имущества в многоквартирных домах (в т.ч. обязанность проводить капитальный ремонт) - это обязанность собственников помещений этого дома. Краевая программа «Капитальный ремонт общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории Алтайского края на 2014 - 2043 годы» утверждена в марте 2014 года. Для продолжения эффективной реализации программы необходимо оценить итоги за прошедший период, выявить проблемы и рассмотреть способы их решения.

Ключевые слова: капитальный ремонт, региональный оператор, общее имущество многоквартирных домов, реализация программы, оценка технического состояния, предельная стоимость.

Анализ эффективности выполнения программы капитального ремонта в первую очередь заключается в оценке отношения плановых объемов проведения работ к количеству объектов, которые были фактически отремонтированы за определенный период. По данным НО «РО Алтайского края «ФКР МКД» первый этап реализации программы за 2014-2016 год исполнен на 100 %. Однако программа постоянно актуализируется, а вместе с тем меняется и план. Согласно постановлению администрации от 29 декабря 2014 года, N 587 в период с 2014 по 2018 годы запланирован ремонт 1859 многоквартирных домов, но в постановлении от 30 июня 2020 года N 285, количество домов, подлежащих ремонту за 2014-2019 год, составляет 1700 домов. Это говорит о сокращении объемов капитального ремонта многоквартирных домов более чем на 8,5 % при увеличении сроков производства на один год. В региональную программу Алтайского края на сегодняшний день включено 8518 объектов [3,4]. Очевидно, что при таких темпах реализации программы, встает вопрос о продлении срока ее действия, либо поиска путей повышения эффективности.

Эффективность выполнения работ, предусмотренных программой должна определяться сопоставлением предполагаемых экономических и социальных результатов с фактическими затратами, необходимыми для выполнения работ. Затраты на проведение капитального ремонта определяют по предельной стоимости [2].

Объем собранных денежных средств на капитальный ремонт на прямую влияет на формирование краткосрочной программы проведения капитального ремонта в крае. Проведение информационно-разъяснительной работы с общественностью, а также наглядный опыт проведения капитального ремонта во многом способствовал повышению собираемости взносов. Не смотря на высокую собираемость взносов в регионе, задолженность с момента образования Фонда капремонта составляет свыше 479 млн. рублей. С целью ликвидации задолженности Региональный оператор проводит претензионно-исковую работу. Одним из вариантов решения вопросов по ликвидации задолженности может стать социальная реклама, направленная на мотивацию физических лиц содержания общедомового имущества в исправном техническом состоянии, благоприятный, аккуратный и красивый внешний вид домов. Нежелание платить взносы в фонд капитального ремонта в 47 % случаев связано с отсутствием понимания о целях данного сбора. Ответственность по доведению информации до собственников в настоящее время берут на себя «старшие по дому», которые зачастую сами неверно трактуют смысл и содержание программы капитального ремонта.

Отдельным вопросом по реализации капитальных ремонтов многоквартирных домов стоит оценка технического состояния объекта и определение целесообразности проведения ремонта. В программу включены все дома на территории Алтайского края, за исключением

тех, которые находятся в аварийном состоянии и признаны домами, подлежащими сносу [1]. Если физический износ основных конструктивных элементов (крыша, стены, фундамент) дома составляет более семидесяти процентов, и (или) совокупная стоимость работ по капитальному ремонту конструктивных элементов и внутридомовых инженерных систем, в расчете на один квадратный метр общей площади жилых помещений, превышает стоимость, определенную Администрацией Алтайского края, то эти объекты должны быть исключены из краткосрочных планов и программы [3]. По данным Ассоциации РО капитального ремонта 70 % субъектов Российской Федерации столкнулись с проблемой признания домов аварийными после проведения капитального ремонта. Статус аварийных получили более 400 многоквартирных домов в России. Этого говорит о масштабности данных случаев. Не исключение и Алтайский край: 5 многоквартирных домов признаны аварийными после выполненного капитального ремонта.

Особое место в программе капитального ремонта следует уделить домам, которые объявлены объектами культурного наследия. В Алтайском крае в долгосрочную программу капремонта включены более 70 многоквартирных домов со статусом «дома культурного наследия», в том числе 4 дома включены в план 2020 года. Региональным оператором трижды за 2020 год были организованы мероприятия по проведению аукционов по капитальному ремонту жилых домов из списка культурного наследия. Эти закупки признаны несостоявшимися, так как заявок на участие не поступало. Такая ситуация типична не только для Алтайского края. Анализ ситуации по регионам Западной Сибири показал, что в Томской области данная категория многоквартирных домов выделена отдельной статьей для расчета предельной стоимости работ по капитальному ремонту. Стоимость ремонтно-реставрационных работ домов-памятников архитектуры дороже работ по капитальному ремонту. Малое число жителей, характерное для домов-объектов культурного наследия, приводит к необходимости значительного увеличения размера взносов в фонд. Для сохранения исторического облика городов, необходимо разработать специальную методику расчета, по которой жилые дома, являющиеся объектами культурного наследия, могли бы иметь достаточное финансирование на выполнение работ по капитальному ремонту.

Для решения данных вопросов требуется комплексный подход, включая государственные меры в области нормирования и законодательного регулирования, путем внесения изменений в действующие постановления правительства Алтайского края и даже нормативные акты федерального значения, такие как ФЗ N 185 "О Фонде содействия реформированию ЖКХ".

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. N 188-ФЗ, утвержден и введен в действие 01.03.2005. Доступ из информационно правового портала «ГАРАНТ» (дата обращения: 02.04.2021).
2. Постановление от 13.04.2020 №162 «Об установлении размера предельной стоимости услуг и (или) работ по капитальному ремонту общего имущества в многоквартирных домах, в том числе являющихся объектами культурного наследия» Доступ из информационно правового портала «ГАРАНТ» (дата обращения: 02.04.2021).
3. Постановление от 27 марта 2014 года № 146 «Об утверждении краевой программы "Капитальный ремонт общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории Алтайского края" на 2014 - 2043 годы», Доступ из информационно правового портала «ГАРАНТ» (дата обращения: 02.04.2021).
4. Показатели состояния жилищного фонда Алтайского края и программа капитального ремонта. Государственная корпорация. Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства. Доступ из информационно правового портала «ГАРАНТ» (дата обращения: 02.04.2021).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КРУПНОПАНЕЛЬНОГО И МОНОЛИТНОГО МЕТОДОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

Сираждинова Ирина Сергеевна, магистрант кафедры «Технология и механизация строительства», e-mail: isirazhdinova@mail.ru

Научный руководитель – Лютов Владимир Николаевич, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Технология и механизация строительства», e-mail: vnlutov@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Отражены понятия о крупнопанельном и монолитном методах строительства, также главные отличия в их технологиях. Выявлены основные преимущества и недостатки данных методов. Произведен сравнительный анализ методов, опираясь на главных плюсах и минусах. Сформулированы выводы о наибольшей эффективности одного из методов, даны рекомендации по устранению недостатков в монолитном строительстве и по повышению полезности данного метода строительства жилых зданий.

Ключевые слова: монолитное строительство, крупнопанельное строительство, методы строительства, бетонная смесь, современные технологии, жилое здание, конструкции.

В современном мире главная задача строительства в короткие и сжатые сроки обеспечить общество качественным и надежным жильем, закрыть все основные потребности в нем. При этом основной упор производится не только на увеличение скорости строительства, но и на создание передовых технологий, которые будут давать максимальную экономию, не вредя качеству.

На сегодняшний день основными методами возведения зданий являются монолитное и крупнопанельное строительство. Разберем их основные понятия.

Монолитное строительство – это один из методов возведения жилого здания, при котором основным строительным материалом конструкций является монолитный железобетон, произведенный на строительной площадке.

В современном мире монолитный метод строительства постепенно становится доминирующей технологией в большинстве районах России.

Основной целью монолитного строительства является увеличение скорости производства строительно-монтажных работ, повышение темпов установки опалубки, применение технологий несъемных опалубочных элементов.

Крупнопанельное строительство - это один из методов возведения многоэтажного жилого здания, при котором основным материалом конструкций является заранее изготовленные в заводских условиях и доставленные на строительную площадку железобетонные элементы строительных конструкций, из которых производится сборка зданий в короткие сроки.

Для того, чтобы сделать вывод об эффективности методов производства строительных работ необходимо сравнить преимущества и недостатки каждой технологии. Метод монолитного строительства несет большое количество преимуществ, к которым можно отнести повышенную прочность, которая достигается наличием небольшого количества строительных швов. Также монолитное строительство позволяет вести стройку на проблемных почвах, так как происходит равномерное распределение всей нагрузки несущих конструкций на фундамент.

Кроме того, монолитный метод строительства позволяет воссоздать здание с различной этажностью и архитектурному стилю. При использовании данного метода получаем здание с наличием свободных планировок, а также с возможностью перепланирования помещений. Еще одним преимуществом монолитных зданий является устойчивость к сейсмическим нагрузкам [1].

Наряду со всеми преимуществами монолитное строительство имеет определенные недостатки. Стремясь повысить интенсивность хода строительства, происходит сокращение времени твердения бетона и распалубка конструкций производится раньше, чем это предусмотрено нормативными документами. Также еще одной причиной, влияющей на

качество монолитного строительства, является недостаточная квалификация рабочих, что приводит к недобросовестному и небрежному отношению к поставленной задаче. Кроме того нужно учитывать необходимость соблюдения температурного режима для застывания смеси. К недостаткам данного метода можно отнести необходимость наличия специализированной техники, например применение уплотнительных устройств.

Рассмотрим преимущества крупнопанельного метода. К ним можно отнести высокую скорость строительства по сравнению с другими технологиями. Также заводское изготовление железобетонных конструкций повышает экономичность и увеличивает скорость сборки здания. Кроме того, при использовании данного метода строительства, получаем возможность снижения размеров строительной площадки за счет подачи материала с транспортных средств, без складирования. Еще одним преимуществом монолитного метода является сокращение приборов и оборудования для монтажа сборных конструкций [2].

К основным недостаткам можно отнести низкие теплотехнические показатели в сравнении с другими материалами. Также в зданиях прослеживается невысокая звукоизоляция. При крупнопанельном строительстве необходимо соблюдение всей технологии, недопустимо даже небольшое отступление технологии монтажа панелей, ведь это может привести к образованию щелей и снижению сейсмостойкости здания. Панельные здания имеют ограниченное количество планировок.

Сравнивая оба метода возведения зданий, можно сделать вывод о превосходстве технико-экономических показателей монолитного метода по сравнению с крупнопанельным. При этом обязательным условием использования этого метода является необходимость учета вопроса контроля качества строительных материалов. Также нужно уделять большое внимание повышению уровня образования и квалификации рабочего персонала.

Таким образом, исходя из основных потребностей современного строительства, самым главным критерием, который дает преимущество монолитному методу строительства по сравнению с другими, можем выделить возможность существенного сокращения сроков строительства, а оно достигается налаживанию четко отработанной схеме действий. В конечном результате монолитные здания получаются легче, чем здания, построенные другими технологиями. Легкость здания понижает материалоемкость, что как следствие удешевляет строительство. Также данные здания имеют большой срок эксплуатации, что является немаловажным фактором при выборе той или иной технологии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сравнение технологий: кирпич, панель, монолит : сайт. URL: <https://clck.ru/UCLbH> (Дата обращения: 06.04.2021).
2. Новые серии: есть ли будущее у панельного строительства : сайт. URL: <https://clck.ru/UCLoM> (Дата обращения 06.04.2021).

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ЗДАНИЯ МЕТОДАМИ «TOP-DOWN» И «UP-DOWN»

Шевцов Кирилл Сергеевич, магистрант кафедры «Технология и механизация строительства»,
e-mail: shevcov_kirill98@mail.ru

Научный руководитель – Вольф Анна Владимировна, к.т.н., доцент, e-mail: volf.anna@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассмотрены методы и особенности проектирования подземной части здания на урбанизированной территории. Приведены достоинства и недостатки двух методов: «Top-Down», «Up-down». Рассмотрены этапы возведения подземной части здания данными методами. Произведено их сравнение.

Ключевые слова: подземное строительство, нулевой цикл, точечная застройка, Up Down, Top Down.

Ни для кого не секрет, что очень плотная застройка городов создает массу проблем, как при эксплуатации объектов, так и при их строительстве.

Зачастую, проблему для возведения подземных объектов создает сама местность и гидрогеологические условия. Это побуждает инженеров использовать технологии, которые ранее казались невозможными, что делает подземные работы возможными даже в самых сложных условиях и практически на любой глубине, обеспечивая безопасную работу окружающих зданий.

С целью использовать земельные участки для возведения зданий и сооружений более рационально, стали применять новые технологии. Такими технологиями являются: «Up Down» и предшественник ему «Top Down».

В новых реалиях все жилые или офисные здания должны иметь многоэтажную подземную автостоянку. В некоторых домах отметка низа фундаментной плиты может достигать 36 метров над уровнем «чистого пола».

Строительство многих подземных сооружений в основном ведется открытым способом. При таком методе требуется устройство откосов с определенным углом уклона, и в ряде случаев, такой откос становится широким, и в ограниченном пространстве такое невозможно осуществить. Для этого требуется либо специальное укрепление откосов, либо использование метода «Top Down».

Он позволяет возводить объекты с многоуровневой подземной частью в современных мегаполисах, проходя котлован сверху вниз. При таком способе освоение почвы проводят послойно, и все работы, возможно, производить достаточно в ограниченном пространстве, что немаловажно для «точечного» строительства.

В методе «Top Down» нулевой цикл строительства зданий и сооружений осуществляется сверху вниз. Это позволяет сократить время на производство работ, но в то же время увеличивает трудозатраты и стоимость этих работ. Главное преимущество данного метода – возможность возводить подземные сооружения без предварительного удаления грунта на всю его глубину. Благодаря тому, что внутренняя планировка подземных этажей здания проходит под защитой ранее возведенных этажей, новая конструкция практически не оказывает негативного воздействия на соседние здания и сооружения.

Метод «Top Down», является предшественником способа «Up Down», при котором возведение объекта происходит сразу в двух направлениях - вверх и вниз.

При проведении работ этими методами необходимо максимально точно соблюдать все технологические нормы. Особое внимание уделяется качеству конструкций и материалов, доставляемых на строительную площадку, в связи с возможностью контакта этих конструкций с водой.

В то же время эти технологии позволяют минимизировать деформации ограждающих конструкций за счет установки распорок в виде плит перекрытия.

Как правило, методом «стена в грунте» или буронабивными сваями устраивается ограждение котлована, после бетонируют перекрытия по каждому уровню, которые в дальнейшем при строительстве выполняют роль распорок. Для поддержки перекрытий во время строительства используются либо временные, учитывающие нагрузки в период строительства, либо постоянные буровые колонны. После того, как бетон перекрытия набирает прочность, начинают выемку грунта со следующих этажей. Этот грунт поднимают на поверхность через технологическое отверстие, ранее оставленное в перекрытиях верхних этажей.

Возведение сооружений по способу «Top Down» происходит по следующим этапам:

- Монтаж ограждающей конструкции. Для укрепления стен котлована лучшим выбором, как уже говорилось ранее, будет метод «стена в земле». При его конструкции грунтовые воды не смогут проникнуть в котлован. Затем поочередно, начиная с верхнего этажа, возводятся железобетонные перекрытия по грунту. На время проведения работ перекрытия служат распорками.
- Установка буровых колонн, которые служат опорами для перекрытий.

- С помощью специальной техники, грунт с нижележащих этажей поднимают через отверстия в плитах, оставленные заранее. Данный процесс производится только после того, как бетон наберет требуемую прочность.
- Заключаящим этапом является устройство монолитной плиты в качестве фундамента.

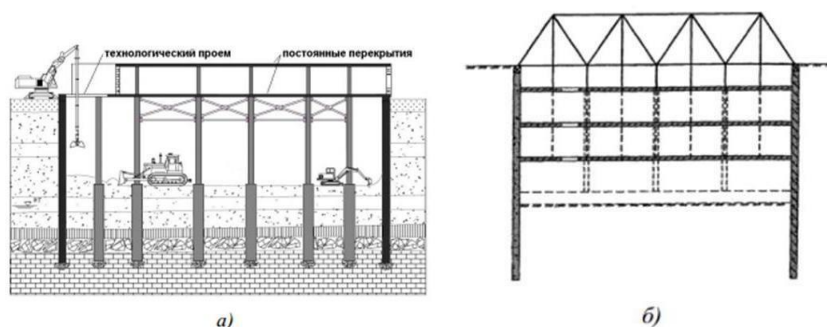


Рисунок 1- Строительство подземного сооружения по технологии «Тор Down»
а) Процесс поуровневой разработки грунта б) Готовый каркас сооружения

Достоинствами метода являются:

- строительная площадка занимает гораздо меньшую площадь, по сравнению с традиционным строительством;
- поскольку перекрытия используются в качестве распорок, то вероятность обрушения объекта сводится к нулю;
- минимизируется воздействие на стоящие рядом постройки.

В последние годы использование метода «Тор Даун» помогло исследовать и освоить большие подземные пространства в центрах крупных городов.

Актуальным способ увеличить полезную площадь в больших городах и мегаполисах является использование подземного пространства.

Теперь немного о методе «Up Down». В ходе выполнения строительно-монтажных работ данным методом, в целях ограждения котлована, применяют те же технологии, что и для метода «Тор Даун».

Если необходимо организовать котлован большого размера, то применяется комбинированный метод выемки грунта. В этом случае подземная часть выполняется методом «Тор Даун», а центральная - снизу вверх по классической схеме. Фрагменты дисков подземных этажей по периметру используются для крепления ограждающих конструкций.

Очевидным **преимуществом** способа «Up Down», является способность одновременного выполнения подземных и надземных работ, что существенно сокращает сроки строительства зданий и сооружений. При этом необходимо подметить, что построенные объекты не оказывают большого влияния на соседние постройки.

Кроме вышеперечисленных достоинств, как и любая новая технология, «Up Down» имеет и недостатки, которые отмечают многими экспертами. К этим недостаткам относится следующее:

- образуются монолитные швы между сборными элементами;
- в плите фундамента и в стенах, расположенных в подземной части, образуется большое количество монолитных швов;
- стоимость работ и трудозатраты в устройстве гидроизоляции, защитной кладки и дренажного слоя, значительно превышают затраты, при традиционном строительстве;
- необходимо выполнять ремонтные работы по гидроизоляции вдоль технологических швов, с целью ликвидации протечек, особенно в вертикальных деформационных;

- фундаментная плита вынужденно перенасыщена арматурой, особенно в высотных зданиях, также возникает сложность в их бетонировании, особенно в местах перепуска стержней.

Кроме того, технология «Up Down» отличается значительными финансовыми затратами.

В российских условиях эти методы пока не получили широкого распространения, так как они очень дороги и требуют использования различного специализированного оборудования. А на Западе это уже широко используется.

В условиях переполненных городов, подземное строительство приносит множество проблем геотехнического характера. Однако на данный момент инженерам представлен широкий выбор наиболее эффективных решений. Правильный выбор технологических операций позволяет не только обезопасить производство от аварийных ситуаций, но и предотвратить возникновение необоснованных и непредвиденных деформаций конструкций.

Важно отметить, что внедрение исследуемых технологий в гражданское и промышленное строительство положительно повлияло на развитие строительного рынка. Если говорить о перспективах развития этих методов в мировой строительной отрасли, то можно смело прогнозировать скорейшую модернизацию этого метода благодаря активному внедрению инновационных технологий, т.е. снижению затрат на строительство и монтаж при одновременном улучшении в их качестве.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ООО «МосСтрой» : официальный сайт. Москва. URL: <http://mocstroy.ru/top-down.html> (дата обращения: 25.03.21).

2. Строительный портал «Строительная Россия» : официальный сайт. URL: <https://строй-россия.рф/статьи/5341/> (дата обращения: 25.03.21).

3. Сайт для строительной индустрии и частных застройщиков BuildingClub : сайт. URL: <https://buildingclub.ru/poluzakrytyj-sposob-str-glub-kot/> (дата обращения: 25.03.21).

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Шмидтке Виталий Васильевич, магистрант кафедры «Технология и механизация строительства» e-mail: v.shmidtke@ya.ru

Научный руководитель - Мозговая Яна Григорьевна, к.т.н., доцент, e-mail: yanagm@mail.com
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рост капитального ремонта как многоквартирных, так и производственных зданий в Российской Федерации увеличивается с каждым годом в колоссальном соотношении с советским временем. Связано это с тем, что большинство производственных, административных, жилых и др. объектов было построено в СССР и на сегодняшний день требует большого внимания со стороны обслуживающих, и эксплуатирующих организаций в плане капитального ремонта.

Ключевые слова: техническое задание на проектирование, задание, качество проектирования, техническая документация, оформление, сбор данных, капитальный ремонт.

В начале 70-х г. появилось постановление по планово-предупредительному ремонту (капитальному ремонту). Он предусматривает устранение и восстановление всех изношенных элементов до уровня, соответствующего новому изделию, или замену (кроме полной замены каменных и бетонных фундаментов, несущих стен и каркасов) их на более долговечные и экономичные, улучшающие эксплуатационные показатели объекта с возможностью увеличения количества вновь устанавливаемых элементов по отношению к заменяемым [1]. Для более качественного выполнения ремонтных работ собирается определенный пакет документов, в него входят (пояснительная записка, схема земельного участка, архитектурное решение, конструктивные и объемно-планировочные решения, работы по отделке,

косметическому и текущему ремонту отдельных частей здания или сооружения, колористический паспорт, если работы будут осуществляться на фасаде здания, перечень данных об инженерном оборудовании и сетях здания, состав инженерных решений (заполняется отдельно по системам водоснабжения и водоотведения, электрообеспечения, газоснабжения и по иным видам инженерных сетей) проект организации строительных работ, перечень мероприятий по обеспечению пожарной безопасности работ, охране окружающей среды, смета на проведение ремонтных работ, иные разделы, в зависимости от вида объекта и состава предстоящих работ-все это включается в себя техническое задание на проектирование и только после сбора всех необходимых данных можно приступать к этапу проектирования [2]. Но техническое задание на проектирование и есть одна из важных проблем на сегодняшний день.

Будем рассматривать варианты технических заданий настоящего времени и как их можно улучшить. Ведь от этого зависит рациональное распределение выделенных средств, энергоэффективность объекта, качество выполняемых работ и конечно качество технической документации на объект. При правильном выполнении, заполнение технического задания на проектирование определенными специалистами, затрата времени будет минимальна. Восстановится прежний формат оформления документа.

В сборе технических данных как правило участвуют люди, специалисты, которые далеки от строительной сферы, строительных специальностей. И в составление технического задания с их стороны не всегда корректно, а именно не достаточное количество информации по инженерным сетям, таких как диаметр трубопровода, давление сети, не предоставление технических условий при необходимости новых точек подключений, топографической съемки и др., в том числе если рассматривать другие разделы не правильный выбор материала в определенных условиях, неправильно расставленные приоритеты ремонта, если есть предельная стоимость на капитальный ремонт объекта, то обязательно нерациональное распределение денежных средств, а в 40 % случаях их вообще может и не быть, что негативно отражается на эксплуатации объекта в дальнейшем. Все это может иметь отрицательные последствия. Эффективное составление технического задания на проектирование путем замены ответственных лиц.

Ниже приведу пример, часть не правильного составленного технического задания на проектирование от балансодержателей, пользователей с замечанием от проектных организаций.

Техническое задание

Для проектирования «центральной столовой» на базе здания столовой ЛД

В процессе проектирования «центральной столовой» предусмотреть все виды инженерного обеспечения по действующим нормам, в том числе:

- Отделочные работы

В производственных помещениях предусмотреть:

- отбойную доску по всем коридорам. Из какого материала отбойная доска? Существующая ширина коридоров не отвечает п.6.5 ВНТП 04-86 не возможно выполнить по нормам.

- двери – металлические откатные (в производственных помещениях №104,105,106,107,108,109,113,114,115,116,118,126,121,131, Откатные двери устанавливать нельзя СП 1.13130.2020 п.4.2.3. Открывание дверей в предложенной планировке противоречит пожарным нормам, в остальных помещениях – металлические распашные. Поясните причину установки металлических дверей в санузлах, душевой. В зонах

Рисунок 1 - Техническое задание на проектирование, составленное балансодержателем объекта с вопросами от проектной организации

Если передать составление технического задания на проектирование проектной организацией, а не оставлять за балансодержателями, то можно добиться максимально эффективного выполнения. Проектировщик каждого раздела со своей стороны знаком с нормами выполнения работ, СП, СНиП и др. нормативными документами и сопоставить пожелания заказчика со всеми необходимыми в первую очередь требованиями не составит труда. Все исходные данные, которые потребуются для проектирования объекта, проектировщик будет собирать для себя в первую очередь и у него нет заинтересованности халатно относиться к сбору данных. Тем самым мы можем добиться наилучших результатов и проблем на этом этапе строительства будет меньше.

Ниже приведу пример, часть правильно составленного технического задания на проектирование.

13. Требования к проектной документации	Проектом предусмотреть: 13.1. Смену кровельного покрытия из шифера односкатной кровли на односкатное из металлочерепицы с повышенным углом наклона с устройством деревянной обрешетки, стропил и стоек, произвести теплоизоляцию и пароизоляцию кровли, огнезащитное покрытие стропильной системы. Устройство водосточной системы. Устройство молниезащиты. 13.2. Ремонт фасада с заделкой трещин стен цементным раствором, устройством облицовки стен фасада металлокассетами по металлическому каркасу с устройством тепло- и пароизоляции, облицовкой откосов окон и дверей панелью декоративной. 13.3. Замена деревянных оконных блоков на пластиковые окна. Демонтаж оконных решеток. Замена межкомнатных дверей на противопожарные. Дверной проем между гаражными помещениями опустить ниже к полу, с помощью

Рисунок 2 - Техническое задание на проектирование составленное проектной организацией

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что выявление проблем на разных стадиях проектирования влияет в целом на эффективность реализации проектов капитального ремонта. Влияет на ускорение процесса сбора всех необходимых данных, на качество выполнения работы в целом на данном этапе. Все эти факторы способствует облегчению дальнейшей работы, а главное правильному оформлению технической документации. В будущем при следующем капитальном ремонте или реконструкции объекта, техническое специалисты будут обращать внимание и использовать ранее выполненную техническую документации, и правильно составленный документ, даст им эту возможность.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Приказ от 1 марта 2018 года N 125/пр «Об утверждении типовой формы задания на проектирование объекта капитального строительства и требований к его подготовке». Доступ из информационного правового портала «ГАРАНТ» (дата обращения 02.04.2021).

2 "СТО РЖД 09.012-2016. Стандарт ОАО "РЖД". Система управления эксплуатацией административно-бытовых и производственных зданий ОАО "РЖД". Основные положения" : утв. и введен в действие Распоряжением ОАО "РЖД" от 27.12.2016 N 2716р. Доступ из информационного правового портала «ГАРАНТ» (дата обращения 02.04.2021).

ПОДСЕКЦИЯ «ФУНДАМЕНТЫ И ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ»

УСТРОЙСТВО АРМИРОВАННЫХ ГРУНТОВЫХ ПОДУШЕК НА СЛАБЫХ ГРУНТАХ

Гулькина Юлия Евгеньевна, магистрант кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия», e-mail: kiyan1@mail.ru

Научный руководитель – Амосова Лариса Николаевна, к.т.н., доцент, e-mail: larisa1708@bk.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Приведены сведения о методах строительства на слабых грунтах, усиления слабого основания насыпи. Произведен анализ опыта проектирования грунтовых подушек. Рассмотрены особенности распределения напряжений и развития деформаций по глубине основания фундамента при действии статических нагрузок. Сделан вывод об эффективности данного метода на слабых грунтах.

Ключевые слова: *грунтовые подушки, слабые грунты, армирующие элементы, уплотнение, геосинтетические материалы.*

Методы строительства на слабых и сильно сжимаемых грунтах включают применение комплекса мероприятий, которые связаны с преобразованием их свойств в пределах наиболее напряженной зоны под фундаментом. Одним из эффективных способов устройства искусственных оснований является использование уплотненных грунтовых подушек из различных материалов. Наблюдается значительное сокращение объемов их использования, что можно объяснить несовершенством существующих методов расчета, которые зачастую дают завышенные значения размеров подушек.

В существующей практике основные размеры уплотненных грунтовых подушек определяются с учетом угла распределения напряжений в теле подушки (принимаемые равным $\alpha = 30\text{--}45^\circ$), и в соответствии с положениями и требованиями СП 22.13330.2011 на основе проверки прочности по слабому подстилающему слою грунта. Сравнительные расчеты, с применением этих методов, позволяют сделать следующие выводы:

- при использовании существующих методов ширина подушки составляет $b_n = 3,5 \div 5,0 b_f$, а ее высота – $h_n = 1,5 \div 3 b_f$ (b_f – ширина фундамента);
- методы не учитывают прочностные и деформационные характеристики материала подушки, это приводит к завышению размеров.

Анализ опыта проектирования уплотненных грунтовых подушек на слабых грунтах указывает на возможность уменьшения их размеров. Наиболее перспективным в этом направлении является их армирование. Повысить устойчивость подушки к силам растяжения позволяет введение арматурных элементов. При этом эффективным является использование высокопрочных геосинтетических материалов (ВГМ), которые обладают высокой прочностью, неподверженностью коррозии и гниению, низкой ползучестью, устойчивостью к низким температурам и агрессивным средам. Материалы производятся в виде объемных сотовых георешеток, плоских геосеток, плоских геотканей и др.

С целью определения нужных размеров уплотненных грунтовых подушек и армирующих элементов были рассмотрены особенности распределения напряжений и развития деформаций по глубине основания фундамента при действии статических нагрузок. Получилось установить, что максимальные значения напряжений наблюдаются в пределах глубины $h = 0,75 \div 1,0 b_f$ от подошвы фундамента, а по ширине они распределяются на расстояние $1,0 \div 1,5 b_f$ от его центральной оси [1]. Сжимаемая толща в основании фундаментов и штампов распространяется на глубину $1,5 \div 2,0 b_f$ от подошвы [2, 4], что в $1,5 \div 3,0$ раза меньше теоретических значений, определенных в соответствии с требованиями действующих норм. При значениях давлений $p_{II} = R_z$ (p_{II} – среднее давление по подошве фундамента или штампа, R_z – расчетное сопротивление грунта основания) наблюдается концентрация более 90 % общей деформации фундаментов в пределах глубины равной ширине (диаметру) фундаментов b_f . При этом более 60 % от их объема происходят на глубине $0,5 b_f$.

Данные показывают, что размеры армированных подушек на слабых грунтах могут приниматься – ширина $b_n = 3,5-4,0b_f$, высота $h_n = 0,75-1,0b_f$.

При проектировании уплотненных грунтовых подушек на слабых грунтах, армированных ВГМ, важными вопросами являются: назначение размеров подушки и армирующих элементов в плане; определение количества и места установки армирующих элементов по высоте песчаной подушки; исследование прочностных и деформационных показателей и др. Для выявления и обоснования выбора указанных параметров были проведены соответствующие теоретические исследования по изучению особенностей взаимодействия армогрунтовых подушек со слабым подстилающим слоем с использованием численных методов (ПК Plaxis) [4].

Исследованиями было установлено, что при проектировании уплотненной грунтовой подушки, армированной ВГМ, ширина подошвы подушки на уровне кровли слабого слоя грунта должна составлять не менее $b_n \geq 3b_f$ ширины фундамента, а ее толщина – не менее $h_n \geq 0,75-1,0b_f$. Плотность сухого грунта в ее теле должна составлять $\rho_d \geq 1,80$ т/м³ (коэффициент уплотнения $k_{com} \geq 0,95$), при которой песчаная подушка будет характеризоваться достаточно высокой жесткостью, несущей способностью и модулем деформации. В данных условиях уплотненная армированная подушка будет хорошо воспринимать вертикальные сжимающие и горизонтальные усилия.

Анализ опыта проектирования уплотненных армированных подушек и результатов расчетов численными методами были установлены параметры армированных подушек и схемы их армирования в зависимости от грунтовых условий.

Назначение размеров уплотненной армированной грунтовой подушки заключается в подборе ее толщины и ширины. Размеры подушки выбираются из условия $\sigma_{zg} + \sigma_{zp} \leq R_z$.

Сравнительные расчеты показали, что в соответствии с требованиями и положениями действующих нормативных документов невозможно определить осадку искусственных оснований с устройством армированных подушек.

Программный комплекс Plaxis [4] дает возможность численными методами произвести расчеты фундаментов с применением упруго-пластической модели Кулона-Мора.

Проведенные исследования дают понять, что устройство уплотненных грунтовых подушек на слабых грунтах, армированных ВГМ, является эффективным методом устройства искусственных оснований, которые при небольшой толщине подушки, позволяют значительно повысить несущую способность и понизить деформируемость основания. Существенному уменьшению размеров проектируемых фундаментов способствуют высокие значения прочностных и деформационных характеристик подушек.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мангушев Р.А., Карлов В.Д., Сахаров И. И. Механика грунтов. М.: Изд-во АСВ, 2009. 264с.
2. Работников А.И., Кованев Б.М. О формировании зоны деформаций в двухслойном основании // Основания, фундаменты и механика грунтов. М.: 1970, №1. С.12–14.
3. Усманов Р.А. Устройство фундаментов на неоднородных основаниях, подстилаемых слабыми водонасыщенными лессовыми грунтами // Научно-технический журнал «Вестник гражданских инженеров». №2(12). СПб.:2008, с. 56–61.
4. Руководство пользователя ПК Plaxis- версия 7.2. НИП Информатика.

ОЦЕНКА ИНТЕРАКТИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ МЕЖДУ ГРУНТАМИ И РАЗЛИЧНЫМИ ДВУМЕРНЫМИ МНОГОСЕКЦИОННЫМИ КАРКАСНЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ

Долгополов Владимир Анатольевич, магистрант кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия», e-mail: vladimir.dg@mail.ru

Научный руководитель – Амосова Лариса Николаевна, к.т.н., доцент, e-mail: larissa1708@bk.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Приведены сведения о представлении упрощенной процедуры анализа поведения взаимодействия грунт-структура двумерных каркасных стальных или железобетонных каркасных конструкций, опирающихся на изолированные опоры, поддерживаемые различными типами грунта.

Ключевые слова: каркасная рама, грунты, моделирование, вычисление, прочность, устойчивость.

Для строительства жилых зданий наиболее простой и рациональной может быть признана стеновая конструктивная схема со стенами из панелей железобетонных и многопустотных плит перекрытий. Несущими конструкциями здания служат стены и перекрытия. Устойчивость и прочность здания обеспечивается совместной работой горизонтальных дисков перекрытий и вертикальных стен, объединённых специальным армированием и современными соединительными технологиями в единую пространственную систему. Это позволяет выполнять проектирование без несущих стен внутри квартир, что обеспечивает гибкость внутриквартирных планировок, возможность их изменения по желанию жильцов. Здания данных типов имеют минимальную стоимость, просты в сборке, могут быть выполнены как секционного, так и точечного типа. Пластика фасадов может быть обеспечена использованием выступающих и западающих объёмов, эркерами различной формы. В домах могут быть запроектированы приставные лоджии различных видов или навесные балконы. Современные каркасные здания не имеют связевых плит, монтируются на резьбовых соединениях с безрастворным опиранием плит безопалубочного формования на ригели. Специальная конструкция колонн позволяет выполнять опирание ригелей с любой из четырёх сторон колонны, в случае необходимости, под произвольными углами. Увеличение жесткости рамы, как правило, уменьшает дифференциальное расселение, и когда грунт мягкий, взаимодействие выгодно [1].

Сложностью выбора конструкции фундаментов в каркасных зданиях повышенной этажности определяется необходимостью передачи на грунт высоких сосредоточенных нагрузок. Несущие горизонтальные конструкции воспринимают все вертикальные нагрузки и передают их вертикальным несущим конструкциям, в свою очередь передающих нагрузки на фундамент и основание здания. Они также перераспределяют воздействия ветра и сейсмической активности земли между вертикальными конструкциями. Эффективным методом оценки безопасности проектных решений при строительстве нового объекта является математическое моделирование процесса возведения сооружения. Необходимо не только учитывать просадочность грунтов, улучшая их физико-механические свойства, но и запроектировать безопасную и надежную конструктивную схему фундамента [2].

При моделировании взаимодействия грунта и сооружения применяют прямой метод и метод подсистем. При использовании прямого метода, часть свободного грунтового массива включается в модель, обычно в виде конечных элементов (рис. 1а)).

При втором методе свободный (несвязанный) грунтовой массив и грунт в объеме фундамента (связанный) включаются в модель в виде двух подсистем, разделенных обобщенным интерфейсом взаимодействия. Связь двух подсистем обеспечивается за счет сил взаимодействия $rb(t)$, действующих в противоположных направлениях на конструкцию и грунт (рис. 1б)). Связь между силами взаимодействия и ускорениями грунта может быть выражена интегралом свертки: $rb(t) = \int_0^t (Mb(\tau)u(t-\tau))d\tau$, где Mb - обозначает матрицу отклика ускорений [3]. Индекс b означает узлы, принадлежащие интерфейсу взаимодействия грунта и

конструкции. Для решения задачи взаимодействия грунта и конструкции методом подсистем во временной области матрица отклика M_b должна быть положительно определенной.

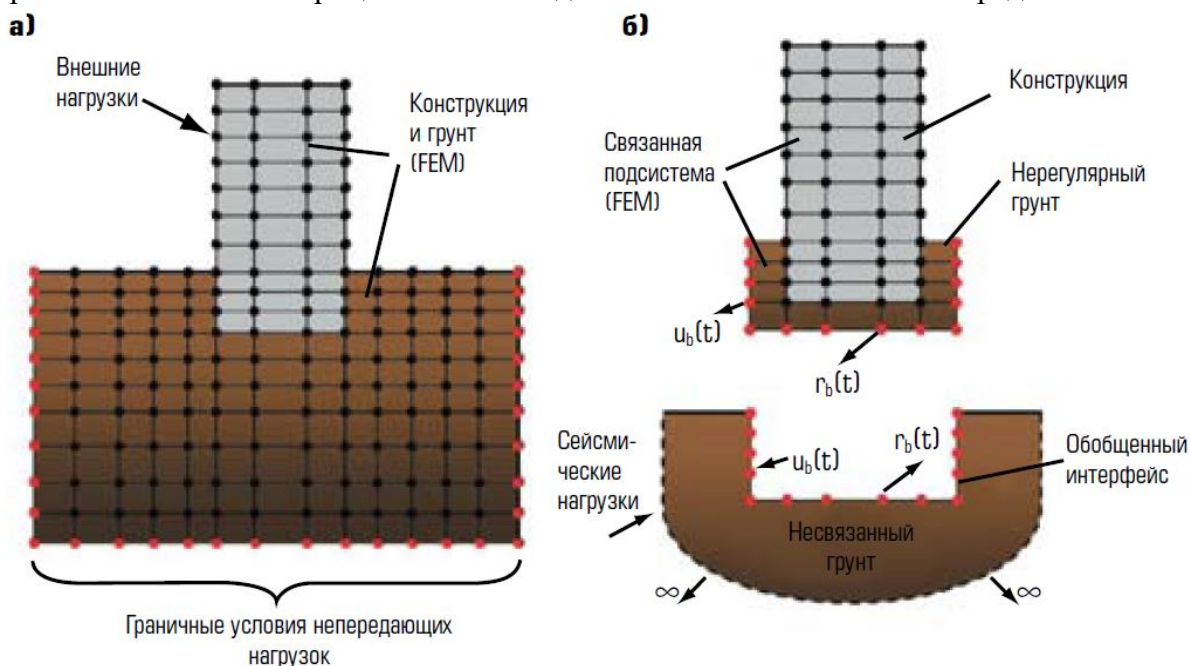


Рисунок 1 – Прямой метод (а) и метод подсистем (б)

Разработанная программа под названием **SOSiA** (Анализ взаимодействия структуры грунта) имеет дело с двумерными многослойными стальными или железобетонными конструкциями, основанными на изолированных опорах, опирающихся на различные типы грунтов [4]. Типичная каркасная рама, опирающаяся на изолированные разводные опоры, показана на рис. 2. Соединение между опорами может быть, как фиксированным, так и навесным

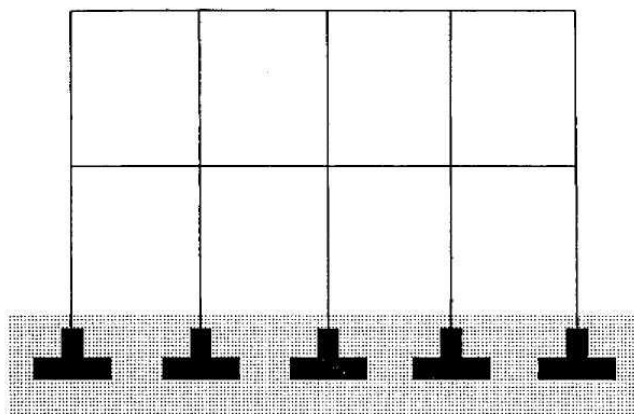


Рисунок 2 – Типичная скелетная рама, опирающаяся на изолированные опоры

Алгоритм **SOSiA** разработан так, что он состоит из основной программы, которая вызывает два основных модуля. Первый модуль с именем **Soil_Pro** оценивает осадки грунта, а второй модуль с именем **Stru_Pro** предназначен для анализа структуры. Программа имеет дело с жестко связанными и закрепленными на обоих концах элементами. В этом исследовании используется двумерный элемент рамы, имеющий осевой, сдвиговый и изгибающий момент вокруг большой оси. Материал и геометрия предполагаются линейными упругими [5].

Таким образом, представлена упрощенная процедура анализа поведения взаимодействия грунт-структура двумерных каркасных стальных или железобетонных каркасных конструкций, опирающихся на изолированные опоры, поддерживаемые различными типами грунта. Методы анализа, включенные в разработанную компьютерную

программу, согласуются с тем, что подтверждено как в структурном, так и в геотехническом проектировании, используют общепринятые и принятые параметры и принципы и дают результаты, которые достаточно точны для рутинного проектирования.

При вычислении интерактивного поведения между каркасом и грунтом, оценено влияние взаимодействия на прогнозируемые расчеты, нагрузки на опору и внутренние изгибающие моменты элементов конструкции различных двумерных многосекционных каркасных конструкций. Результаты проанализированных примеров показали, что перераспределение нагрузки значительно изменяет характер и уменьшает различия расчетов. Кроме того, установлено, что нагрузки на опоры увеличиваются или уменьшаются из-за учета влияния взаимодействия грунта и конструкции. Это оказало сильное влияние на внутренние силы и напряжения в анализируемой структуре до такой степени, что знак изгибающего момента в соединениях некоторых элементов изменился. Поэтому пренебрежение взаимодействием между грунтами и конструкциями может привести к тому, что конструкция будет либо небезопасной, либо излишне дорогостоящей. Следовательно, конструкции и поддерживающие их грунт следует рассматривать как единую систему, и учет их взаимодействия важен для разумного получения точных прогнозов как оседания грунта, так и распределения напряжений в элементах конструкции. Даже если пренебрежение эффектом взаимодействия не приведет к вредным повреждениям, это, однако, уменьшит запас прочности или приведет к переоценке или недооценке реальных изгибающих моментов элементов конструкции.

Программа окажет неоценимую помощь в процессе проектирования. Используя данную программу в качестве предварительного инструмента проектирования, эффект взаимодействия структур станет возможным для практикующих инженеров, которые из-за образовательного или практического опыта не очень хорошо разбираются в эффекте взаимодействия грунта со структурой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бабанов В.В. и др. Расчетный анализ работы свайных фундаментов с низким и высоким ростверками с учетом нелинейной работы основания // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2012. № 2. С. 2-7.
2. Мишин С. А. Экспериментальное исследование несущей способности и деформации основания одиночной буровой сваи и односвайно-плитного фундамента / С. А. Мишин, Л. М. Борозенец // Молодой ученый. 2016. № 7 (111). С. 120-128.
3. Тер-Мартirosян З.Г., Пронозин Я.А., Степанов М.А. Обоснование использования свайно-оболочечных фундаментов с предварительно напряженным грунтовым основанием // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2012. № 4. С. 2-5.
4. J.P. Wolf and C. Song. Finite Element Modelling of Unbounded Media. John Wiley and Sons, Chichester, England, 1996. С. 198-216.
5. Амосова Л.Н., Долгополов В.А. Вычисление интерактивного поведения между грунтами и каркасными конструкциями // Ползуновский альманах. 2020. Т. 1. № 2. С. 15-18

К ВОПРОСУ О ПАВОДКОВОЙ СИТУАЦИИ В РОССИИ

Евсикова Юлия Юрьевна, магистрант кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия», e-mail: ewsyulia@mail.ru

Научный руководитель – Осипова Марина Александровна, к.г.- м.н., доцент,
e-mail: kurator.stf@yandex.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье описывается паводковая ситуация в российской федерации и в алтайском крае в частности. Отмечаются наиболее сильные паводки за последние десятилетия. Упоминается паводковая ситуация в

Чарышском районе республики Алтай. Говорится о возведении противопаводковых сооружений- дамб, о новой дамбе в Чарышском районе.

Ключевые слова: паводки, затопления, гидротехнические сооружения, дамбы.

Паводок - явление, происходящее каждый год, оно может не единожды повторяться в любые сезоны. Для паводков характерно интенсивное, как правило, кратковременное, увеличение расходов и уровней воды, которое появляется после дождей или таяния снега в период оттепелей. Такие наводнения наносят большой вред природному и экономическому положению, и по причине непредсказуемости водных обрушений сроки предполагаемых паводков могут быть смещены.

В России опасность затопления от паводков существует более чем для сорока больших городов и нескольких тысяч иных населенных пунктов. Ежегодному затоплению от паводков подвержена территория России, общая площадь которой около 500 000 гектар. Среднестатистический объем ущерба от наводнений по российской федерации оценивается в \$3.25 миллиардов в год [1,2].

Одним из самых сильных паводков в РФ, который привел к масштабному наводнению за последние 115 лет, считается обрушившийся мощный поток воды на дальнем востоке в 2013 году. С тех пор в хабаровском крае чуть ли не каждый год амур выходит из берегов.

Самыми сильными были паводки в РФ в 1994 году на европейской территории страны, в течение 1998 и 1999 годов, в большей степени это были наводнения в северной части страны, в 2002 году на азиатской территории страны, а также в бассейне Оби [1,2].

Анализировать то, как развивается паводковая обстановка, можно при наличии определенных факторов таких, как погодные условия, присутствие осадков и их отсутствие, температурный режим, интенсивность таяния снега в опасный период. При этом, снеготаяния довольно для формирования обильной приточности в водные объекты и формирования склонового стока в пониженные места рельефа местности. В Алтайском крае обстановку с прохождением весеннего половодья ухудшает промерзание русел малых рек и ручьев Чарышского района, кое- где русла рек заполнены намерзшим льдом. Так, на протяжении зимнего времени в районе были замечены случаи подтопления домов, вызванные наледными явлениями, а также обильным таянием снега во время оттепелей в феврале и марте.

Особенно страшной была паводковая ситуация в республике Алтай в 2014 году. 28 и 29 мая 2014 года ситуация в регионе приобрела масштаб катастрофы – вышедшие из берегов реки разрушали мосты, поднимали дорожное покрытие. В Горно-Алтайске из берегов вышла река Майма, вода затопила жилые дома и административные здания. Уже тогда ГУ МЧС по Алтайскому краю сообщало о возможности подтопления сёл в Чарышском, Бийском, Краснощековском, Солтонском, Солонешенском и Красногорском районах.

Ближе к ночи 29 мая р. Чарыш, вдоль которой расположен райцентр чарышское, набухла, вышла из берегов и затопила улицы села. Часть Чарышского и находящееся рядом с. Красный партизан почти ушли под воду. С пришествием темноты в улицы Чарышского хлынул сильный поток, какие-то территории были покрыты толщей воды до 4-х метров. Обстановка в данном регионе на тот момент была самой серьезной, тогда же был введен режим ЧС в Чарышском, Бийском, Краснощековском, Солтонском, Солонешенском и Красногорском районах, и в городе Бийске.

В Горно-Алтайске, который оказался под водой по причине прорвавшейся выше по течению Куташской дамбы, вода в некоторых местах дошла до коммунистического проспекта, а по Чорос - Гуркина утром 30 мая можно было увидеть проплывающие катера. Тут под водой оказались подвалы многоквартирных домов, некоторое количество магазинов.

Подтопления происходят за счет значимого подъема воды в водоемах. Поэтому, предугадывая вероятные последствия, строят противопаводковые дамбы и устройства. Всё это особенно предусматривается при строительстве системы водохранилищ.

Дамбы - это самый известный и сравнительно не дорогой вид гидротехнических сооружений для защиты от наводнений. Они примыкают к склонам долины, которые не могут

быть затоплены при самом высоком уровне половодья и в местах впадения притоков должны поворачивать в их долины. В самых небезопасных местах воздействия потока дамбы должны быть закреплены серьезнее. Обвалованная территория должна дренироваться. Расстояние между дамбами должно быть связано с количественными параметрами наводнения и структурой потока. Без учета последней дамбы имеют все шансы рушиться. При сооружении дамб происходят изменения на нижележащих участках - размыв берегов и углубление русла.

Дамбы обязаны отвечать определённым требованиям, среди которых важными стали высокая устойчивость к воздействию давления воды; минимальная осадка; надежная защита откосов от ветра, волн и повреждений льдом. Не считая этого, устройство дамбы подразумевает обеспечение отличного сопряжения её тела с берегами и основанием, требуется достичь проектной величины коэффициента фильтрации грунтов. Дамбы полностью соответствовать всем нормам, строение создается с довольно большим объёмом и массой, откосы тщательно укрепляются и делаются пологими, тело уплотняется.

Кроме возведения земляной плотины строительство дамб учитывает устройство водовыпускного и водосбросного сооружений. Грунты, приобретенные при их возведении, применяются при устройстве дамбы с условием, что они будут отвечать всем требованиям к составу. С учётом местных материалов, имеющихся средств механизации, вида грунта и исходя из финансовой оценки доступных вариантов, подбирается вид крепления откосов. К примеру, для крепления верховых откосов применяются железобетонные, бетонные и каменные варианты креплений. Фиксация низового откоса происходит отсыпкой щебнем, гравием, посевом трав и другими способами.

Примером устройства качественного гидротехнического сооружения может служить дамба, построенная на р. Чарыш в 2019 году. Такое сооружение призвано защищать 755 жилых домов с населением 1831 человек с хозяйственными постройками, приусадебными участками и общей площадью 35 гектар, автомобильную дорогу, котельную, водопроводные и тепловые сети, образовательные, дошкольные и медицинские учреждения, развлекательные центры и магазины. Стоит заметить, что уже весной 2019 года не полностью возведенная на тот момент дамба смогла задержать мощный водный поток, тем самым выполнив свою функцию по предотвращению неблагоприятного воздействия паводковых вод [1,2].

На строительство дамбы ушло 2 года. Высотные отметки, откосы, каменная наброска, выстилка геотекстилем – все параметры соответствуют проектным. Общая протяженность дамбы составляет 7,93 километров, ширина гребней – 5 метров, максимальная высота - 4,5 метра. Площадь застройки – 19,8 гектар.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. НП «национальный центр водных проблем» [электронный ресурс].
Url:<http://npncvp.ru/pavodki-navodnenia-info.html> (дата обращения: 01.04.2021).
2. Алтайская правда [электронный ресурс].
Url:https://www.ap22.ru/paper/paper_12447.html (дата обращения: 30.03.2021).

МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ОСНОВАНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА СО ВСТРОЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ ОБЩЕСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПО АДРЕСУ Г. БАРНАУЛ, УЛ. 65 ЛЕТ ПОБЕДЫ, 12

Захарова Татьяна Михайловна, студентка кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия», e-mail: tanya.zaharova.2000@mail.ru

Научный руководитель - Черепанов Борис Михайлович, к.т.н., доцент, e-mail: bmcher@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Увеличение объемов строительства привело к освоению ранее непригодных площадей, сложенных слабыми грунтами. При данных грунтовых условиях возведение зданий приводит к увеличению размеров фундаментов или внедрению свай, что зачастую является экономически невыгодно, во многих случаях более эффективным вариантом является проектирование искусственных оснований. Основываясь на теоретическом методе, в статье были рассмотрены способы их создания и выбраны наиболее рациональные.

Ключевые слова: термическая обработка, тяжелые трамбовки, армирование оснований.

В рамках исследования была рассмотрена строительная площадка по адресу г. Барнаул, ул. 65 лет Победы, 12. Условия залегания грунтов на территории застройки были проанализированы, данные сведены в таблицу [1].

Таблица 1 - Физико-механические свойства грунтов

№ грунта	Наименование грунта	Толщина слоя грунта, м	Плотн. сухого грунта ρ_s кг/м ³	Плотн. грунта ρ кг/м ³	Плотн. частиц грунта ρ_d кг/м ³	Влажность д.ед.		
						W	W _p	W _L
ИГЭ 2	Супесь просадочная пылеватая, твердая	3,5-12,5	2700	1742	1517	0,15	0,19	0,25
ИГЭ 3	Суглинок пылеватый, просадочный, твердый	3,0-6,0	3168	1760	1505	0,169	0,19	0,28
ИГЭ 4	Суглинок пылеватый, непросадочный	1,0-4,0	3242	1953	1622	0,2	0,17	0,25
ИГЭ 5	Супесь непросадочная	4,5-8,2	2707	2046	1724	0,189	0,16	0,22

Число пластичн. I_p д.ед.	Показатель текуч. I_L д.ед.	Кэфф. порист. e	Кэфф. водон. S_r	Удельн. сцепл. C , МПа	Угол внутр. трения φ град	Модуль деформ. E W/W_{sat} , МПа	Относ. просад. ξ_{sl}
0,06	-0,68 (твёрдая)	0,78	0,52	0,01	25	11.4/6.4	0,0165
0,09	-0,22 (твёрдый)	0,8	0,67	0,014	24	11.2/5.4	0,013
0,08	0,37 (тугопластичный)	0,66	0,98	0,015	26	4.3	-
0,06	0,4 (пластичная)	0,57	0,9	0,013	24	15.7	-

В настоящее время при проектировании и строительстве на структурно-неустойчивых грунтах, к которым можно отнести лёссовые просадочные, необходимо предусматривать следующие мероприятия:

1. Направленные на повышение несущей способности грунтовых оснований.

2. Конструктивные, обеспечивающие пространственную жёсткость и устойчивость здания при возможных неравномерных осадках основания.

Рассмотрим наиболее эффективные из них на наш взгляд.

1. Закрепление грунтов термической обработкой. Метод широко используется, в основном, для закрепления просадочных грунтов. В пределах всей просадочной толщи, через пробуренные скважины ($\varnothing 0,1\text{ м} - 0,2\text{ м}$) осуществляется термическая обработка грунта, причем температура должна быть достаточно высокой ($t=800-900^{\circ}\text{C}$). Таким образом увеличивается прочность структурных связей в грунте. В случаях, когда толщина слоя просадочного грунта больше 20м, этот метод становится неприемлемым т.к. возникают благоприятные условия просачивания воды [2]. Теоретически метод может быть использован для данной местности, поскольку глубина залегания просадочного слоя 11,5-13,5 м.

2. Уплотнение грунтов трамбовками повышенного веса. Метод рекомендуется использовать для уплотнения макропористых пылевато-глинистых и рыхлых песчаных грунтов, физико-механические свойства которых следующие: $S_r < 0,7$, $\rho_d < 1,55\text{ т/м}^3$. Уплотнение грунта происходит за счёт сближения частиц между собой при сбрасывании на поверхность котлована трамбовок диаметром от 1,5 до 3,5 м, весом от 7 до 15 т с высоты 4...10 м. В зависимости от природного состояния грунта и параметров трамбования возможно достичь уплотнённой зоны толщиной до 6 м. За нижнюю границу уплотнённого грунта принимается глубина, на которой значение плотности скелета грунта $\rho_d > 1,60\text{ т/м}^3$ [2]. В верхней части созданного трамбованием основания плотность сухого грунта может достигать 2 и более т/м^3 . Данный метод может быть использован при строительстве рассматриваемого объекта (поскольку $\rho_d = 1,517\text{ т/м}^3$) и перспективен для использования в Алтайском крае.

3. Устройство подушек из связных грунтов. Целью данного метода является, также как и в предыдущем случае, создать надёжное основание уменьшением расстояний между частицами грунта, но находящегося в состоянии нарушенного сложения. Применим в тех случаях, когда применение тяжёлых трамбовок невозможно, а именно: при коэффициенте водонасыщения грунта на строительной площадке $S_r > 0,7$; необходимость создания уплотненного слоя большей толщины; при отсутствии соответствующих машин и механизмов для уплотнения тяжелыми трамбовками; незначительные расстояния до существующих зданий и сооружений при строительстве в условиях тесной городской застройки. При создании грунтовой подушки рекомендуется использовать местный грунт, доведённый до оптимальной влажности. Укладка слоями в тело подушки осуществляется специальными грунтоуплотняющими механизмами и машинами, в зависимости от их параметров определяется толщина каждого отсыпаемого слоя. [2]. Устройство подушек из связных грунтов применимо в данных геологических условиях и может оказаться одним из экономически выгодных вариантов улучшения оснований.

4. Армирование оснований. Широко применяется при строительстве на структурно-неустойчивых грунтах. Усиление и упрочнение основания осуществляется за счет введения в грунт элементов повышенной прочности, которые хорошо работают на сжатие или растяжение и имеют высокое сцепление и трение с окружающим грунтом [2]. Метод реален в применении при строительстве на данной территории, но в связи с ростом цен на металл он может оказаться значительно дороже устройства свайного фундамента. Однако, армирование так же может быть осуществлено композитными материалами, что может значительно сократить расходы на усиление оснований.

В ходе исследования, в данной статье были рассмотрены несколько вариантов создания искусственных оснований, экономическая целесообразность применения которых будет рассмотрена при выполнении ВКР.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ООО «АлтайТИСИЗ» Многоквартирный дом со встроенными объектами общественного назначения (строительный №6 в квартале 2032) по адресу г. Барнаул, ул. 65

лет Победы, 12: Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной и рабочей документации. Барнаул, 2019. 114с.

2. Методы подготовки и устройства искусственных оснований: учеб. пособие / Р.А. Мангушев [и др.], М.-СПб.: Изд-во АСВ, 2012. 280с.

МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Лукьяненко Антон Юрьевич, магистрант кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия», e-mail: anton_7771@mail.ru

Научный руководитель - Вяткина Елена Ивановна, к.г.-м.н., доцент, e-mail: elenaviatk@yandex.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В представленной работе рассмотрены ситуации возникновения необходимости определения длины свайного фундамента в грунте, принцип действия сейсмоакустических приборов, варианты установки датчика сейсмоакустических приборов в зависимости от возможности доступа к сваям, а также приведено сравнение двух способов определения глубины заложения свайного фундамента: способом измерения прибором ИДС-1, способом наклонного бурения.

Ключевые слова: обследование свайных фундаментов зданий и сооружений; методы определения длины свай, сейсмоакустический метод; надстройка зданий и сооружений.

С каждым годом в городах России растет объем строительства зданий и сооружений. С учетом освоенности земельных участков и ограниченности городской территории повышается объем редевелопмента промышленных территорий, а в условиях сложившейся городской застройки происходит увеличение площади зданий за счет их надстройки или реконструкции (перепрофилирования). При освоении участков, ранее используемых в качестве площадки строительства, а также при увеличении этажности существующих зданий должно приниматься решение о технической возможности выполнения данных работ на основании обследования грунтов, имеющихся инженерных систем и несущих строительных конструкций. Основной строительной конструкцией, воспринимающей нагрузку, является фундамент [5].

В зданиях и сооружениях возможно провести полное обследование геометрических параметров и прочности бетона стен (наружных и внутренних), перекрытий, балок, ленточного фундамента, однако провести визуальное обследование путем полного вскрытия свайного фундамента не представляется возможным. Свайный фундамент – это единственная несущая конструкция, которая не подлежит вскрытию, в отличие от других видов фундаментов. В случае шурфования свайного фундамента, он потеряет свою несущую способность.

При использовании существующего свайного поля с ростверком недостроенного объекта на стадии нулевого цикла для фундамента вновь строящегося здания, а также при надстройке или реконструкции здания, в случае конструктивного решения их фундаментов в виде свайных ростверков или железобетонных плит на свайном поле, для оценки действующей нагрузки и возможности её увеличения на существующие фундаменты основным фактором является расчет несущей способности свай. Для этого необходимо знать количество свай, размер сечения и марку бетона свай, и самое основное – длину свай (фактическую глубину заложения в грунте).

При проведении исследования таких объектов часто возникает проблема с восстановлением исходных данных (проектной и исполнительной документации). В этом случае для определения длины существующих свай необходимо проведение технического обследования с использованием комплекса методов неразрушающего контроля.

Целью работы является: рассмотреть возможные методы неразрушающего контроля при определении длины свай в грунте существующих зданий и сооружениях, объектах

незавершенного строительства, выполнить сравнение методов, осветить их преимущества и недостатки, выбрать наиболее оптимальный метод при определении длины свай в грунте.

При обследовании свайных фундаментов на объектах незавершенного строительства, при реконструкции или надстройке зданий необходимо учитывать п.4.2, 7.5.2, 15.4.5 СП 50-102-2003 [2]. Согласно п.12.8.25 СП 45.13330.2017 контролируется длина свай и сплошность их стволов с использованием сейсмоакустических испытаний в количестве 20 % общего числа свай на объекте [1]. Следовательно, учитывая требования [1], для забивных железобетонных свай необходимо определение глубины заложения, а для буронабивных или буроинъекционных свай также необходимо проведения исследования по оценки сплошности материала свай.

В настоящее время для определения длины свай при погружении их в грунт и контроль целостности материала буронабивных свай с целью выявления в них дефектов можно выполнять различными методами: сейсмоакустическим, ультразвуковым, термометрическим и георадиолокационным. Однако данные методы подразумевают контроль работ во время этапов строительства свайного поля, когда полностью обеспечен доступ к оголовкам свай или заранее выполнено обустройство в специальных каналах в арматурном каркасе для движения датчиков. Для определения фактических длин свай, локализации дефектов и оценки механических характеристик бетона свай рассмотрен сейсмоакустический (звуковой) метод контроля при разных вариантах доступа к оголовку свай.

Принцип действия сейсмоакустических приборов базируется на регистрации параметров упругих волн, возбуждаемых в контролируемых объектах (сваях) с помощью передаваемого ударного импульса возбудителем (молотком), переданного оголовку свай и регистрации отраженных волн датчиком прибора (рисунки 1). Данный метод позволяет обнаружить возможные дефекты сплошности бетона, составляющие не менее 25 % от площади их поперечных сечений и с точностью до 5-10 % определить фактическую длину свай [4].

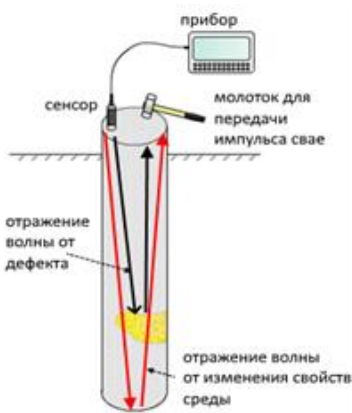


Рисунок 1 – Принцип действия сейсмоакустических приборов

Основная проблемой при исследовании свайных фундаментов существующих зданий и сооружений при использовании акустического метода является недоступность оголовков свай, что сопровождается такими трудностями, как отсутствие площадки для установки датчика и сложностью обработки получаемого сигнала через косвенные точки передачи сигнала. Для решения данной проблемы предложено установка датчика в штрабу, выполняемую на боковой поверхности свай [5].

Учитывая вышесказанное, ниже рассмотрены способы применения прибора сейсмоакустического контроля ИДС-1 от возможности доступа к сваям:

1 - полный доступ к оголовкам свай (отсутствие поверх свай дополнительных конструкций (ростверка)). В данном случае датчик прибора крепится непосредственно на оголовок свай (наиболее точный способ измерения);

2 - доступ к оголовкам сваям ограничен (поверх свай устроен ростверк или другие конструкции). В данном случае отрываются шурфы и определяется месторасположение свай. Датчик прибора устанавливается на ростверк; прибор будет выдавать общую длину ростверка и свай, поэтому необходимы дополнительные измерения высоты ростверка для дальнейшего определения длины свай (точность измерения данного способа средняя или выше среднего);

3 - доступ к верху свай через ростверк ограничен. В данном случае измерение длины свай производится через ее боковую сторону, на которую прикрепляется специальная металлическая подставка для установки датчика (точность измерения самая низкая) [3].

Преимуществами сейсмоакустического метода являются: 1) мобильность, размеры и вес устройства (55,4 x 165,4 x 210 мм; 2,8 кг); 2) относительно недорогая стоимость российского оборудования и программного обеспечения; 3) минимальное количество

задействованных специалистов (может справиться 1 человек); большая скорость проведения испытания (в день более 20 испытаний).

К недостаткам данного метода можно отнести: 1) погрешность, т. к. для более точного определения глубины погружения свай необходимо увеличивать количество замеров и принимать среднее арифметическое значение; 2) невозможность работать при низких температурах - ниже минус 20 °С; 3) исследуемые сваи должны быть открыты на поверхности для доступа прибора по одному из трех описанных выше способов.

Вторым методом измерения глубины заложения свай является методом наклонного бурения. Метод заключается в наклонном бурении буровой установкой типа УРБ2-А-2 под определённым углом на некотором расстоянии от свай, которое устанавливается исходя из примерной длины свай. При соприкосновении шнека буровой установки со свайей, установку отодвигают на некоторое расстояние от свай и производят повторное наклонное бурение до момента отсутствия соприкосновения шнека со свайей. Значение длины свай определяется исходя из результатов последнего и предыдущего бурения (рисунок 2).



Рисунок 2 – Схема бурения установкой типа УРБ2-А-2

Преимуществами данного способа являются: 1) высокая точность определения глубины заложения свай; 2) возможность проведения исследования при любой температуре наружного воздуха.

Недостатками данного метода являются: 1) высокая стоимость выполнения исследования; 2) необходимость задействования бригады с буровой установкой и соответствующим допуском на данные виды работ; 3) громоздкость установки и ограниченность проведения исследования в городских условиях из-за стеснённости выполнения работ.

Заключение: результаты измерений различными методами позволяют определить глубину погружения свай с достаточно высокой точностью и выполнить соответствующие расчеты несущей способности свай, однако разработка новых

более точных и экономически выгодных методов является перспективной задачей. При сравнении методов измерения длины свай в грунте сейсмоакустическим методом при помощи прибора ИДС-1 и способом наклонного бурения установкой типа УРБ2-А-2, считаю уместным использование каждого из рассмотренного методов, но в совокупности своих преимуществ, считаю более целесообразным сейсмоакустический метод прибором ИДС-1.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 45.13330.2017 «Земляные сооружения, основания и фундаменты Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87». М.: Стандартинформ, 2017. 142 с.
2. СП 50-102-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов». М.: ГОССТРОЙ РОССИИ, 2004. 99 с.
3. Алешин Д.Н., Котова Н.В., Алешина Е.А. Комплекс методов неразрушающего контроля для обследования фундаментов зданий // Вестник Сибирского государственного индустриального университета № 4 (10), 2014. С. 40-42.
4. Мангушев Р.А., Пономарев А.Б. К вопросу контроля качества изготовления и приемки буронабивных свай // Вестник ПНИПУ, №3, 2014. С. 88-111.
5. Улыбин А.В., Зубков С.В., Федотов С.Д., Закревский А.Ю. Обследование свайных фундаментов при надстройке зданий // Инженерно-строительный журнал, №4, 2014. С. 17-27.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПРОГРЕВА УЛОЖЕННОЙ БЕТОННОЙ СМЕСИ ПРИ УСТРОЙСТВЕ МОНОЛИТНОЙ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ НА ОБЪЕКТАХ Г. БАРНАУЛА

Миндалев Александр Олегович, магистрант «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия», e-mail: mendal89ne@mail.ru

Научный руководитель - Вяткина Елена Ивановна, к.г.-м.н., доцент,
e-mail: elenaviatk@yandex.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье рассматривается метод прогрева уложенной бетонной смеси при помощи нагревательных проводов на примере фундаментной плиты на объекте г. Барнаула.

Описана технология производства работ, в том числе марки использованного оборудования, техника безопасности, схема подключения нагревательных проводов к трансформатору, а также процесс прогрева фундаментной плиты с указанием допустимых температур прогрева и остывания бетонной смеси. Выявлены недостатки и преимущество данного метода.

Ключевые слова: греющий провод, ПНСВ, фундаментная плита, зимние условия бетонирования, прочность.

Возведение зданий с монолитным железобетонным каркасом в настоящее время производят в течении всего года. Но производство данных работ в «зимних условиях» является технологически сложным процессом и имеет свои особенности.

Понятие «зимние условия» при производстве работ по возведению монолитных зданий имеют сроки отличные от календарных. Установлено, что зимние условия для производства работ по бетонированию на определенном объекте начинаются с момента, когда среднесуточная температура наружного воздуха снижается до плюс 5°C, а в течение суток наблюдается ее снижение до отметки ниже нуля. В г. Барнауле такие условия производства работ наступают довольно рано, приблизительно в середине октября, и могут продолжаться до конца апреля.

В условиях, когда температура наружного воздуха опускается ниже 0°C в бетонной смеси прекращается взаимодействие минералов и воды, т. е. прекращается процесс гидратации. В связи с замерзанием происходит остановка твердения бетона, который впоследствии превращается в монолит, прочность которого вызвана силами смерзания. При замерзании объем свободной воды в бетоне увеличивается приблизительно на 9 %, что приводит к возникновению внутренних напряжений, которые, в свою очередь, разрывают адгезионные связи между отдельными компонентами смеси, которые ещё не окрепли. Всё это приводит к снижению прочности бетона. Также прочностные качества снижаются за счёт того, что свободная вода замерзает в виде тонкой плёнки на зёрнах заполнителей и препятствует их сцеплению с цементным тестом.

Для получения бетона, характеристики которого будут соответствовать нормативным, при производстве работ в зимних условиях необходимо соблюдать температурно-влажностный режим, благодаря которому не будут замедляться и нарушаться физико-химические процессы твердения. Продолжительность поддержания такого режима должна обеспечивать достижение критической или проектной прочности.

Метод прогрева уложенной бетонной смеси при помощи нагревательных проводов.

Обогрев бетона в монолитной железобетонной фундаментной плите осуществляется с помощью укладывания нагревательного провода в конструкцию, подлежащую бетонированию. Раскладку нагревательных проводов производят во время и после выполнения арматурных работ в верхний слой армирования, а также по торцам на всю высоту фундаментной плиты. Наиболее часто используемая схема - «змейка», позволяющая экономить расход провода. Во время укладки провода не допускается сильно натягивать провода, а в углах с режущими кромками под проводом укладывают дополнительную

изоляцию, т. к. для равномерного прогрева необходимо предотвратить механические повреждения изоляции при навивании и креплении проводов к арматурному каркасу, а также при монтаже опалубки и укладке бетона. Изоляция также необходима для того, чтобы не допустить короткие замыкания жилы провода, по которой проходит ток, с арматурой, опалубкой и иными элементами из металла.

Провода прикрепляют к арматуре при помощи отрезков провода с изоляцией, а также небольшими пластмассовыми хомутами. Наружу выводят отдельные концы из монтажного провода сечением 2,5-4 мм², называемые «холодные концы». Эта работа выполняется для того, чтобы избежать возгорания при контакте с изоляцией, замыкания на массу и перегорания концов провода ПНСВ.

Такие провода большего сечения лучше переносят температурные нагрузки. Холодные концы состоят из отрезка кабеля АПВ-4 соединённого с кабелем ПНСВ-1,2 при помощи скручивания и изоленды. Места скруток кабелей в обязательном порядке выводят за пределы зоны обогрева для предотвращения возгораний.

При помощи кабеля АПВ-4 подключают нагревательные провода к секциям шинопроводов. Затем подключают кабелем марки КРПТ3*50 шинопровод к трансформатору КТП ТО-80, и кабелем КРПТ 3*25 выполняют подключение к питающей сети [2], как показано на рисунке 1.

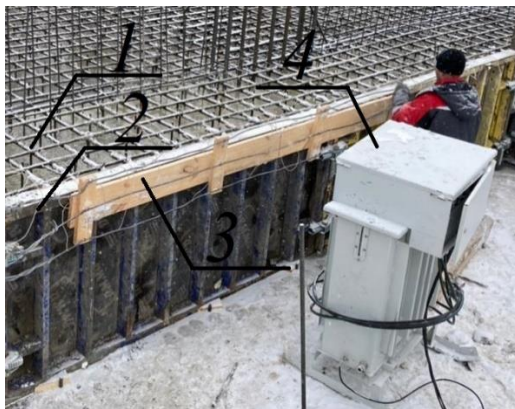


Рисунок 1 - Подключение нагревательных проводов к трансформатору:
1 - нагревательный провод (навивается на арматурный каркас); 2 - «холодные концы»;
3 - шинопровод; 4 – трансформатор

Процесс укладки и электрообогрева бетонной смеси начинают строго после раскладки нагревательных проводов и подключения их к шинопроводу. Перед подачей напряжения на нагревательные провода необходимо убедиться в правильности подключения всех проводов, произвести их осмотр, проверить контакты. После окончания работ по бетонированию и укладке теплоизоляции все рабочие должны находиться за пределами ограждения. Во время прогрева бетонной смеси обязательным является наблюдение за состоянием скруток, проводов, изоляции. При обнаружении неисправности следует немедленно отключить напряжение и устранить выявленные дефекты.

Процесс прогрева фундаментной плиты состоит из нескольких шагов:

1. Для равномерного прогрева всей бетонной смеси, уложенной в конструкцию, прогрев осуществляется со скоростью не более 10° С/час;
2. Процесс прогрева продолжается до тех пор, пока бетон не набрал 50 % технологической прочности при рабочей температуре, которая не должна превышать 80° С, наиболее оптимальный вариант - 60° С;
3. Затем бетон начинают постепенно «остужать» со скоростью, которая не должна превышать 5° С/час. Такое понижение температуры производится для того, чтобы предотвратить появление трещин в массе бетона и сохранить ее монолитность.

После бетонирования поверхность конструкции подлежит укрыть специализированным утепленным тентом (рисунок 2). Во время прогрева необходимо вести наблюдение за состоянием тента т. к. может произойти возгорание.



Рисунок 2 - Специализированный утеплённый тент для укрытия бетонной смеси после укладки в опалубку

Для контроля температурного режима обогреваемой бетонной смеси используют технические термометры, которые устанавливают в скважину согласно рисунку 3.

Число точек измерения температуры устанавливается в среднем из расчета не менее одной точки на каждые 3 м³ бетона, 6 м длины конструкции, 50 м² площади перекрытия [1].

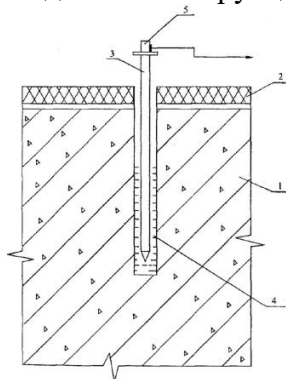


Рисунок 3 - Схема установки технического термометра:

- 1 - монолитная фундаментная плита; 2 - утепленный тент; 3 - пенал из тонкостенной стальной трубки;
4 - смазочный материал; 5 – термодатчик

Метод прогрева уложенной бетонной смеси при помощи нагревательных проводов является экономически выгодным, так как стоимость провода ПНСВ невелика. Но следует учитывать, что для подключения нужны высококвалифицированные специалисты, а провод, уложенный в конструкцию, не подлежит повторному использованию. Для снижения затрат на прогрев используют утепленные тенты, позволяющие сохранять заданную температуру, также происходит предварительный разогрев бетонной смеси в процессе приготовления. Для получения требуемой температуры смеси воду для затворения подогревают до 40-90° С. В некоторых случаях подогревают заполнители до температуры 20-60° С. Тонкомолотые противоморозные добавки и цемент добавляют без подогрева [3]. При выполнении этих условий нагревание смеси происходит быстрее, а остывание происходит равномерно.

Данный обзор выполнен в составе магистерской работы по анализу технологий зимнего бетонирования фундаментных плит и монолитных конструкций зданий. Схемы, приведенные в статье, были использованы при строительстве многоквартирного жилого дома в г. Барнауле.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 435.1325800.2018. Конструкции бетонные и железобетонные монолитные. Правила производства и приемки работ. М.: Стандартинформ, 2019. 54 с.
2. Технологическая карта на электрообогрев нагревательными проводами монолитных конструкций. «ООО Проектно-конструкторский и технологический Институт

промышленного строительства ОАО ПКТИпромстрой» : сайт. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/41/41530/index.htm> (дата обращения: 28.03.2020).

3. Особенности бетонирования в зимних условиях : сайт. URL: <http://www.arhplan.ru/technology/concreting/osobennosti-betonirovaniya-v-zimnih-usloviyah> (дата обращения: 30.03.2020).

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ В ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Митин Артем Викторович, магистрант кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия», e-mail: qa129@mail.ru

Научный руководитель – Осипова Марина Александровна, к.г.-м.н., доцент,
e-mail: kurator.stf@yandex.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье описываются особенности подбора и возведения фундаментов, для различных типов зданий, в зависимости от инженерно-геологических условий. Методы строительства и инженерно-геологические условия г. Санкт-Петербурга.

Ключевые слова: фундаменты, геологические условия, грунты, здание, основание, водопонижение, нагрузки.

Инженерно-геологические условия города Санкт-Петербурга, а также его окрестностей являются достаточно сложными и разнообразными по своему составу. В Санкт-Петербурге скальные породы залегают на глубинах более 200 м. Устройство свайных фундаментов, достигающих таких глубин, очень сложно с технической точки зрения и крайне невыгодно с экономической точки зрения. Кровля протерозойских твердых глин, подстилаемых скальными породами, располагается на глубинах более 25...30 м. Эти породы обладают хорошими физико-механическими свойствами и во многих случаях их наиболее рационально рассматривать в качестве слоя, на который опираются фундаменты высотных зданий. Кроме того, особая специфика «питерских» грунтов заключается и в том, что прослой слабых и структурно-неустойчивых грунтов, а также их островные включения могут хаотично залежать «над», «под» и в толще относительно прочных грунтов. Достоверное отражение этих особенностей в материалах изысканий и, тем более, прогноз изменения их строительных свойств, связанный с развитием территории застройки, практически невозможны [3].

Большая часть города находится на заболоченной местности, с высокими уровнями грунтовых вод которые колеблются в зависимости от сезона (в пределах 1-2 м). Также много территорий с неоднородным намытым грунтом, встречается механическая суффозия грунта, плывуны явления. Вследствии чего возникают определённые трудности при проектировании и возведении фундаментов. Но благодаря богатому опыту, накопленному за многие годы и знание инженерно-геологических особенностей данного региона можно возводить более сложные архитектурные объекты, это относится к территориям, которые ранее считались не пригодными для строительства.

Необходимо подобрать нужный тип фундамента под конкретное здание. Во внимание необходимо взять инженерно-геологические условия строительной площадки, соседство с близстоящими зданиями, неравномерность осадки, уровень грунтовых вод, учесть возможные технологии и т.д.

Фундаменты большинства старых зданий были выполнены из бутового камня или бутобетонные, на естественном основании. Некоторые возводились на деревянных сваях или лежни из бревна. Глубина заложения подошвы фундамента таких зданий могла составлять от 1 до 5 м.

В наши дни, при возведении современных зданий более детально подходят к выбору типа фундамента, с точки зрения технико-экономических показателей [1,2,3].

При величине нагрузки на площадке строительства менее 200 кПа и при условии, что пригодные для строительства грунты находятся менее 3 м от поверхности, а также, если нет присутствия слабых грунтов, можно применять фундаменты на естественном основании.

Основание, улучшенное искусственным путем, могут применяться, если несущие грунты находятся на глубине от 2,5 до 4 м, а выше этого уровня расположен слабый грунт, в том числе и намытый. Слабый грунт может быть заменен подушкой из песка.

В геологических условиях г. Санкт-Петербурга наиболее распространены свайные фундаменты, так как большинство естественных оснований не обеспечивают допустимую деформацию здания.

Для более высоких зданий, с большой нагрузкой на основание используют комбинированный фундамент. Монолитная железобетонная плита и буронабивные железобетонные сваи. При этом сваи могут быть различной длины, в зависимости от воспринимаемой нагрузки и грунта. Этот метод позволяет возводить высотные здания, в условиях плотной городской застройки Санкт-Петербурга [3].

Так как город находится на территории с высоким уровнем грунтовых вод и заболоченных районах, в некоторых случаях перед началом возведения фундамента применяют различные системы водопонижения и осушения. К ним относят следующие способы водопонижения в зависимости от глубины проводимых работ: поверхностный, подземный, комбинированный. Существует несколько методов водопонижения: с применением иглофильтров (наиболее востребованный); подземные системы водопонижения; уплотнение грунта; пневматическое водопонижения; электроосмос.

Широко распространена технология заграждения, такая как «Стена в грунте». Перед устройством котлована, либо параллельно, возводится заградительная подпорная стена. Она может быть выполнена из железобетона, либо металлических труб или свай перекрывающих друг друга (образующих единую стену). Эта методика обеспечивает удержания слабого грунта при устройстве котлованов и траншей, в условиях плотной застройки и большой глубине котлована. При необходимости может применяться параллельно с различными методиками водопонижения.

При проектировании глубины заложения фундамента нужно учитывать также глубину промерзания грунта. Для г. Санкт-Петербурга и его окрестностей она равна 1,2-1,55 м., в зависимости от типа грунта.

Принято закладывать фундамент одного типа под одним зданием, даже если высотность его не постоянна. Окончательный подбор необходимого типа фундамента обусловлен технико-экономическим сравнением.

Несмотря на непростые инженерно-геологические условия в г. Санкт-Петербурге строятся достаточно высокие, инженерно-сложные и уникальные объекты. Чего только стоит недавно построенный «Лахта-центр», расположенный на берегу Приморского района. Поражая своей красотой и масштабом проделанной работы во время строительства. Фундамент башни Лахта Центр создан по традиционным для высотного строительства технологиям, приспособленным к петербургским грунтам. При его возведении были учтены разные технологии борьбы с зыбкими или неустойчивыми грунтами. Созданию котлована предшествовала установка стены в грунте, глубиной 30 метров. После этого вбиты сваи, и затем – открыт котлован. Его глубина составила 21 метр. В 2015 году был зафиксирован новый мировой рекорд по объему непрерывно залитого бетона в нижнюю плиту фундамента.

Благодаря новым технологиям, строительным материалам и современному подходу в проектировании фундаментов человек бросает вызов не только природе, но и самому себе, создавая столь удивительные здания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Справочник проектировщика. Фундаменты, основания и подземные сооружения /Под ред. Е.А. Сорочана и Ю.Г. Трофименкова. - М.: Стройиздат, 2018. 474с.
2. Веселов В.А. Проектирование фундаментов и оснований. М.: Стройиздат, 2019.304с.
3. Электронный источник: Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. Территориальные строительные нормы. Доступ из правовой системы «Техэксперт» (дата обращения: 02.04.2021).

СТРОИТЕЛЬСТВО ИЗ «ОГНЕСТОЙКОЙ» СОЛОМЫ

Носков Кирилл Игоревич, магистрант кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия», e-mail: nki88@yandex.ru

Научный руководитель – Носков Игорь Владиславович, к.т.н., доцент, e-mail: noskov.56@Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье приводится обоснование возможности применения соломенных блоков для строительства общественных и жилых зданий и сооружений. Описан первый дом построенный в регионе по технологии строительства домов из соломенных блоков. Показаны основные преимущества домов из соломенных блоков.

Ключевые слова: солома, дом, блок, экологичность, технология, строительство.

Очень интересную новинку в сфере строительства, придумали инженеры по возведению соломенных, огнеупорных домов.

Такое удивительное явление, как, «огнестойкая солома», подразумевает под собой дом, состоящий из соломенных блоков, покрытых огнеупорным материалом [1].

Возможность применения соломенных блоков для строительства общественных и жилых зданий обусловлена их прочностными характеристиками и основными техническими показателями.

Такие дома имеют ряд неоспоримых преимуществ. Прежде всего, это экологичность, низкая стоимость, простая технология строительства.

Пластичность этого материала (соломы) позволяет применять его для зданий и сооружений практически любой формы. Соломенные блоки широко применяются также при строительстве малых архитектурных форм.

Для возведения стен здания используются в основном блоки с габаритными размерами 35х45х90 см.

Каждый по отдельности соломенный блок предварительно проходит процесс прессования и высушивания и после этого перетягивается шнуром, чаще всего нейлоновым.

Дом из соломенных блоков требует использования качественного материала.

Сырье, используемое для изготовления соломенных блоков – лен, рожь и пшеница.

Наиболее качественным для строительства из соломенных блоков считается ржаное сырье.

К идее создания жилого здания из такого материала, как солома, можно, конечно, отнестись с юмором. И до настоящего времени проект соломенного дома всерьез не разрабатывался.

Солома применялась в качестве строительного материала, однако лишь как наполнитель и “арматура” для сырцового кирпича.

Но это не так. В г. Барнауле первый соломенный дом (рисунок 1) был запроектирован и построен как творческая дача Института архитектуры и дизайна АлтГТУ им. И. И. Ползунова на территории университетской базы отдыха «Крона» (авторский коллектив проекта: Поморов С.Б., Назаренко Е.Ю., Шмидт А.Б., Носкова И. И., Носков И.В., Халтурин Ю.В.).

При проектировании творческой дачи и дома для проживания студентов применялась технология строительства домов из соломенных блоков (рисунок 2).



Рисунок 1 – Дом из соломенных блоков - творческая дача Института архитектуры и дизайна АлтГТУ им. И. И. Ползунова



Рисунок 2 – Устройство стен из соломенных блоков

Возможность применения данной технологии в климатических условиях Алтайского края обусловлена опытом строительства подобных объектов в регионах со схожим климатом. Технология строительства и проектирования домов из соломенных блоков становится всё более популярной в мире. На фоне возникновения множества проблем в сфере экологии достоинства соломенных домов бесспорны. Применение экологически чистого сырья на всех этапах строительства делает идею создания «Экодому» всё более реальной. Помимо экологичности соломенные дома это, безусловно самое дешевое жильё на сегодняшний день. Конечно у соломенных домов, как и у других, есть ряд недостатков. Один из них — это сложности, возникающие при возведении зданий повышенной этажности. Также необходимо тщательно соблюдать технологию строительства, чтобы избежать проблем с грызунами и повышенной влажностью.

В мире высоко ценят достоинства таких домов. На сегодня массовое строительство соломенных жилищ идет в Канаде, Австралии, Франции, Германии и США. Альтернативная

архитектура там полностью сертифицирована, а строительные нормы и требования к соломенным зданиям и сооружениям по многим параметрам получились жестче обычных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Попов Б. Дома из соломенных блоков. Свежий взгляд на проблему строительных материалов. Киев: Киевский центр культуры, 1992. 56с.

УКРЕПЛЕНИЕ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ

Сетковский Владислав Васильевич, магистрант кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия», e-mail: setkovskii_v@mail.ru

Научный руководитель – Арефьев Сергей Владимирович, к.т.н., доцент,
e-mail: arefser@yandex.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Приведены сведения о методах укрепления слабых грунтов. Выявлены факторы влияющие на выбор метода укрепления грунта. Приведены методики предотвращения проседания грунтов. Рассмотрен метод известкования, осушения, армирования, механического и химического уплотнения. Сделан вывод об эффективности методов укрепления слабых грунтов.

Ключевые слова: свайное основание, слабые грунты, вяжущие, уплотнение, проседание грунта.

Для проседания грунта характерно уменьшение объема под действием собственного веса при намачивании, оттаивании мерзлой почвы, от вибрации, сейсмических факторов.

Проседающие грунты

К проседанию склонны: глины; суглинки; лёссы; лёссовидная супесь; пески. Проседание характерно для: пепловых отложений; засыпок из отходов производства колосниковой пыли, шлаков; насыпных грунтов. Ввиду неоднородности состава и неравномерности сжатия, суммарное проседание варьируется от малого, в несколько сантиметров, до значительного, в 2 м.

Методика предотвращения проседания грунтов

Практикуются следующие методы укрепления грунтов:

1) Механический.

Подразумевает повышение плотности с помощью разных механизмов - трамбовок, катков, виброплатформ и машин, выполнение подушки из устойчивого к проседанию грунта, щебня, заглублением подошвы фундамента ниже слоя недостаточно плотных пород.

Смешивание с различными компонентами

В дорожном строительстве применяют комбинированные методы укрепления грунта, так как почвы по дорожной линии могут обладать различными характеристиками. В приоритете уплотнение механическим методом с трамбованием верхнего слоя.

Гранулы природных материалов

Для повышения несущей способности основания применяют заполнители естественного происхождения - песок, щебень, гравий, суглинок. Перемешивание грунта и заполнителя производится в шнековом бункере [3].

Минеральные связующие

Для уменьшения слипания частиц и пластичности почвы, повышении устойчивости к намоканию применяют известкование, отличающееся экономичностью и доступность ингредиентов. Имеется недостаток - малая морозостойкость, поэтому известкование производят в слоях подушки ниже уровня промерзания грунта.

Органические вяжущие

Метод аналогичен известкованию, но роль добавок играют вещества органического происхождения - смолы, деготь, жидкие эмульсии. Стоимость работ выше, чем при

известковании, а материалы оказывают негативное воздействие на природу, поэтому методика используется все реже.

Химические составляющие.

На глинистой почве можно использовать введение химических растворов. Чаще всего в приготовленные скважины по трубам закачивают жидкое стекло, трубы извлекают, раствор застывает. Минусы - малая морозостойкость, скорое отверждение, малая сфера использования, необходимость анализа почвы для определения состава инъекции.

2) Устройство свайного основания.

Внедрение свай: через неустойчивый грунт в плотные слои передается вертикально нагрузка. Сваи промышленные выполняются из армированного бетона, металла, варианты исполнения:

- набивные, их вбивают в землю непосредственно или в предварительно пробуренное отверстие;
- буронабивные, представляют собой осадную трубу, внутри которой устанавливают арматурный каркас, и заполняют бетонным раствором;
- вдавленные погружают в грунт с помощью механизма-домкрата.

Грунтовые сваи остаются самыми экологически и экономически оправданными по сравнению с промышленными изделиями. В высверленные скважины засыпают разные фракции заполнителя и трамбуют послойно.

3) Цементация и инъектирование.

Укрепление переувлажненных почв производя перемешиванием слабого грунта с цементным раствором при помощи шнекового бура через полую штангу-трубу.

Метод струйной цементации заключается в подаче раствора цемента под давлением при помощи специализированного строительного механизма - инъектора. Цементацией закрепляют пески крупных и средних фракций.

В стесненных городских условиях инъектирование выполняют компактными установками - "джет-сваями", позволяющими вводить раствор не только вертикально, но и под углом. Оборудование отличается высокой производительностью и малым уровнем шума.

4) Осушение.

Слабость просадочных грунтов объясняется высоким содержанием влаги. При уменьшении влажности такого основания оно становится более плотным.

5) Термический

Удаление влаги из почвы при помощи нагретого газа, который подают в грунт на протяжении 5-12 суток через перфорированную трубу из жаростойкой стали. Глина при этом запекается. Лёссы обрабатывают при температуре не выше 750-850°C, превышение делает породу газонепроницаемой. Разогрев газа производят при сжигании угля или древесины.

6) Электрический.

Осушение влажного основания производят с помощью электроосмоса, обеспечивающем движение влаги от плюсового полюса к минусовому.

7) Электрохимический.

Глинистые, пылящие, илистые грунты осушают электрохимическим методом: по двум сторонам фундамента размещают электроды - катод и анод трубчатой формы, с шагом 0,8-1,0 м между однополюсовыми электродами. Через анодные электроды подают соляной раствор, через катодные откачивают грунтовые воды. Используется напряжение 100-120 В постоянного тока. Расход электроэнергии на 1 м³ грунта - 60-100 кВт [1,2].

8) Армирование.

Для укрепления откосов, берегов водоемов применяют армирование полимерными или бетонными конструкциями - свайными или траншейными стенами.

Армирование так же выполняют: балластными колоннами; песчаными сваями; гвоздеванием; геотекстилем; полимерными сетками.

Выбор метода укрепления

На определение метода укрепления влияют: инженерно-геологические характеристики стройплощадки; назначение и уровень ответственности объекта строительства; требования, предъявленные к основанию проектом; сроки выполнения работ.

Основные ошибки производства работ: отклонение от нормативной и проектной документации; несоблюдение вертикали при установке свай; неправильный подбор механизмов, приспособлений, химреактивов; несоблюдение температурного режима; отсутствие или некачественный контроль за производством работ.

Нормы укрепления просадочного грунта прописаны в СП 45.13330.2012, при послойном выполнении работ необходимо составление актов на скрытые работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мангушев Р.А., Карлов В.Д., Сахаров И. И. Механика грунтов: Учебник. М.: Изд-во АСВ, 2009. 264 с.

2. Простов С.М., Демьянов В.В., Показилов А.В. Техническое обеспечение технологии электрохимического закрепления влагонасыщенных глинистых грунтов // Вестник кузбасского государственного технического университета, 2006, № 3(54), С.18–22.

3. Коробова О. А. Усиление оснований и реконструкция фундаментов : учеб. пособие ; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2008. 332 с.

СЕКЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ТЕХНОСФЕРЕ»

ПРОПАГАНДА БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ПОЖАРАХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Госниц Сергей Евгеньевич, бакалавр кафедры «Физика», e-mail: GosnitsSE@mail.ru

Научный руководитель – Вишняк Мария Николаевна, к.т.н., доцент,

e-mail: vichnyak_mariya@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Пожары наносят огромный ущерб практически во всех сферах человеческой деятельности, они приводят к колоссальным потерям человеческих жизней. Уровень знаний человека о правильном поведении при пожаре, напрямую влияет на количество самих пожаров и гибели людей в них. Чтобы решить проблему незнания человека о пожарной безопасности, необходимо поменять сознание людей, обучить мерам пожарной безопасности, в этом поможет противопожарная пропаганда.

Ключевые слова: пропаганда, пожарная безопасность, правила пожарной безопасности, эвакуация, пожар.

Информирование общества о путях обеспечения пожарной безопасности возможно путём проведения различных мероприятий, подготовки людей и показа агитационных роликов, то есть в рамках противопожарной пропаганды.

Актуальность превентивных мероприятий заключается в том, что пожары ежегодно уносят тысячи, а то и десятки тысяч жизней, сгорают дотла сотни зданий.

На рисунке 1 показан график, который отображает количество пожаров в сельской местности и городах в период с 2015 по 2020 год по официальным данным МЧС Российской Федерации.

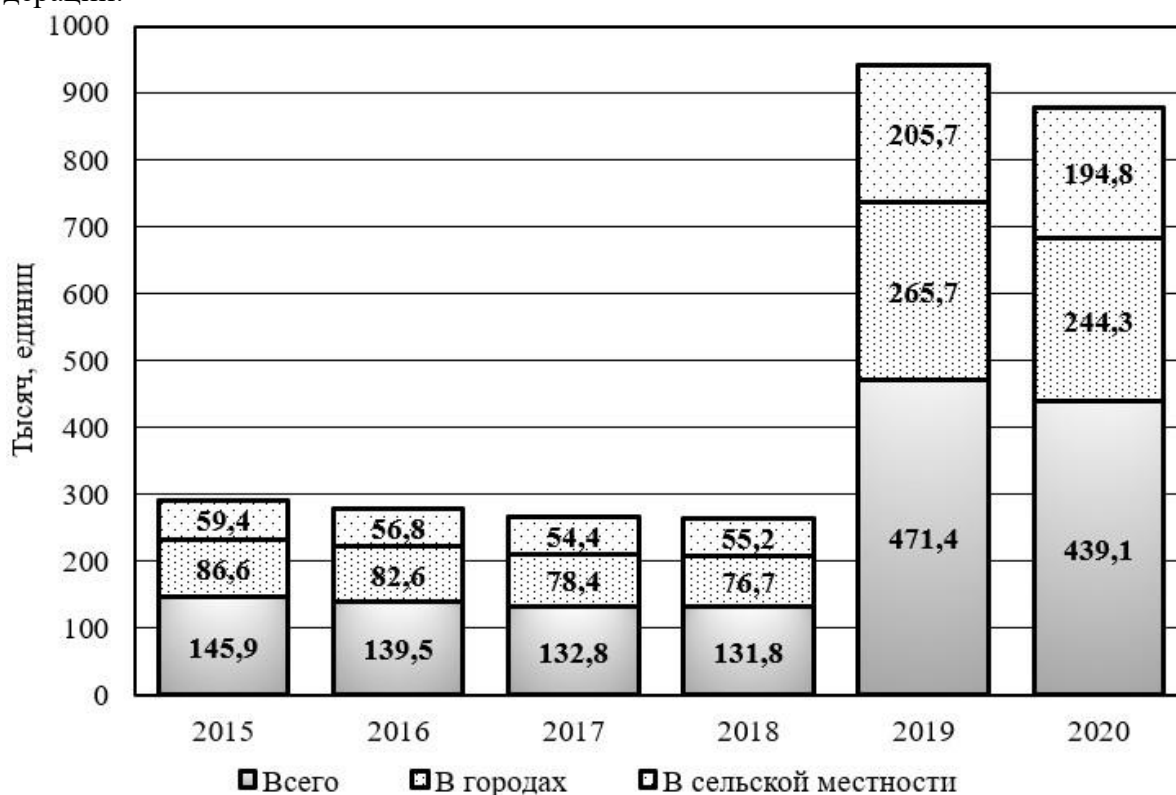


Рисунок 1 – Количество пожаров за 6 лет в городах и сельской местности

Анализ рисунка 1 позволяет сделать вывод, что в период с 2015 по 2018 год происходило уменьшение пожаров как в городах, так и в сельской местности, но в 2019 году

произошёл резкий скачок. Дело в том, что до 2019 года в статистику заносились только пожары, в свою очередь возгорания пожарами не считались, но в 2019 году даже незначительные возгорания стали позиционироваться как пожары.

На рисунке 2 показан график, который отражает количество погибших при пожарах в сельской местности и городах по официальным данным МЧС Российской Федерации.

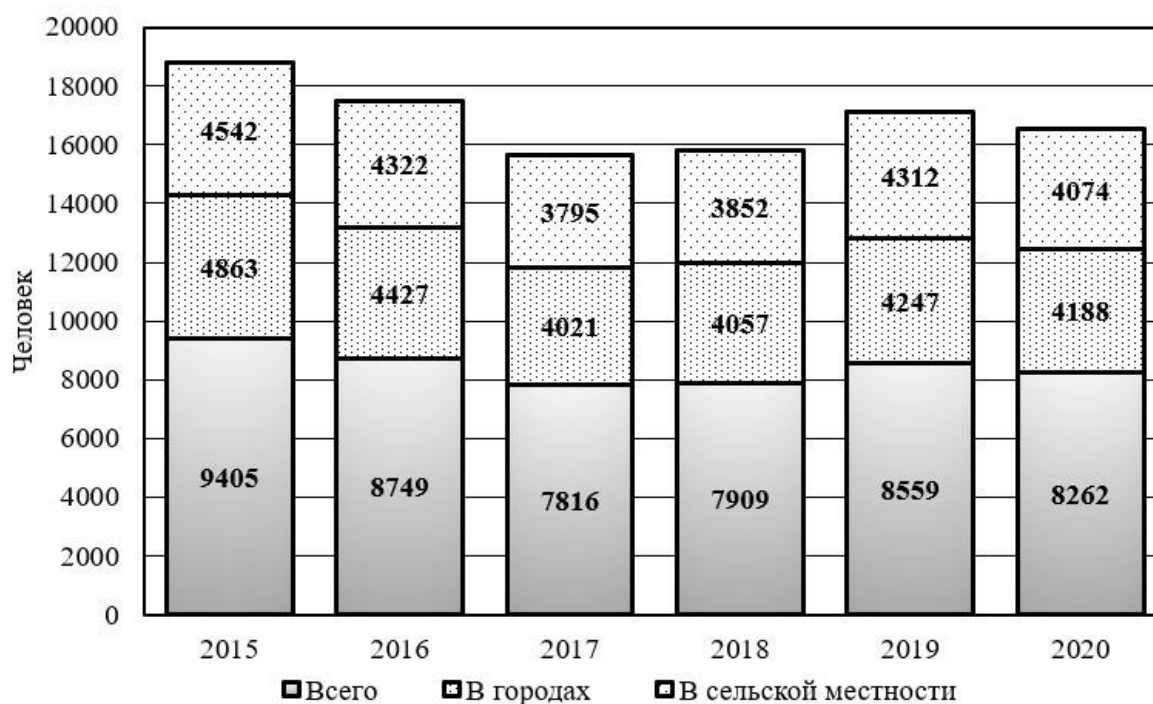


Рисунок 2 – Количество погибших при пожарах за 6 лет в городах и сельской местности

Каждый год в пожарах погибают тысячи людей, на рисунке 2 представлено точное число людей, которые погибли в языках пламени, жертвы пожаров насчитываются тысячами человек в год, немного не доходя отметки в десять тысяч человек.

По последним данным МЧС Российской Федерации только в 2020 году было зарегистрировано 439100 пожаров, где погибло 8262 человека и ещё 8439 получили травмы [3]. Причины пожаров в жилых зданиях, образовательных заведениях просты: неисправность в проводке, нарушение правил пожарной безопасности при проведении работ с электрооборудованием, неисправность и нарушение правил эксплуатации печного отопления, аварийный режим работы электрического оборудования, не правильное обращение с огнём – всё это ведёт к пожарам и гибели людей. Более 70 % людей, гибнут в результате отравления продуктами горения, ведь уже через несколько минут после начала пожара концентрация продуктов горения максимальной. Откуда столько погибших? Казалось, что может быть проще, чем выбраться из горящего здания? На самом деле люди могут не догадываться о наличии в здании эвакуационного выхода, что говорит об их недостаточной подготовленности в этой сфере безопасности.

Согласно постановлению № 1479, при обнаружении пожара или признаков горения в помещении, любым лицам следует незамедлительно сообщить в пожарную охрану, так же следует сообщить свою фамилию, и немедленно принять меры по эвакуации людей из горящего здания. В случае отсутствия угрозы для жизни и здоровья людей, принять меры по тушению пожара в начальной стадии. В зданиях, вместительностью более 50 человек или более 10 рабочих на этаже в обязательном порядке должен быть размещён план эвакуации, размещаемых на видных местах [1].

Каждому человеку, находящемуся в любом помещении, необходимо сразу обратить внимание на план эвакуации и средства для тушения пламени, в случае если возгорание будет возможно потушить своими силами без вреда жизни и здоровью. В школах и иных

образовательных учреждениях необходимо проводить обучение мерам пожарной безопасности, например, организовывать дружину юных пожарных, экскурсии в пожарные части и учебные центры МЧС, а, так же, устраивать различные конкурсы, противопожарные зарницы. Так же необходимо проводить различные мероприятия, организаторами которых являются сотрудники противопожарной охраны или МЧС, плановую и внеплановую эвакуацию из учреждений.

В рамках исследования авторами статьи проводились мероприятия по формированию пропаганды противопожарной безопасности: создание показ агитационных роликов на тему «Пожарная безопасность»; организация совместно с сотрудниками МЧС эстафет для детей школьного возраста, учащихся высших заведений; обеспечение пожарными уголками в образовательных заведениях; экскурсии в специальные противопожарные заведения с показом техники и оборудования; организация тематических игр; создание ДЮП – дружин юных пожарных; преподавание учителями и преподавателями норм пожарной безопасности в образовательных заведениях.

Именно совокупность всех мероприятий по формированию противопожарной безопасности у людей помогает им действовать правильно и анализировать ситуацию при пожаре. Основы противопожарной безопасности должны закладываться ещё с детского сада и развиваться при дальнейшем обучении, а, так же, на рабочем месте в будущем, видение ситуации позволит спасти тысячи жизни от гибели во время пожаров, позволит спастись самим и спасти других.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. М. Мишустин. Постановление РФ № 1479 «Правила противопожарного режима в Российской Федерации». Москва: 2021. 133 с. URL: https://39.mchs.gov.ru/uploads/resource/2020-12-30/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-16-09-2020-1479_1609330653672749433.pdf (дата обращения: 22.03.2021).
2. Федеральный закон № 69-ФЗ РФ «О пожарной безопасности». Москва: 1994 URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/federalnye-zakony/840> (дата обращения: 22.03.2021).
3. Статистика пожаров и жертв от них за 2020 год. URL: <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4359846> (дата обращения: 22.03.2021).

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИГИЕНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Илюхина Ксения Геннадьевна, бакалавр, ФИТ, ИБ-01, e-mail: ksyu0303@mail.ru
Научный руководитель - Вишняк Мария Николаевна, к.т.н., доцент,
e-mail: vichnyak_mariya@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассматриваются и описываются серьёзные экологические проблемы одного из регионов России – Алтайского края: атмосферное загрязнение, загрязнение вод, проблема использования земельных ресурсов, браконьерство и перевыпас, вырубка леса. Приводится статистика за 2020 год по каждой рассматриваемой проблеме. Выявлены самые загрязнённые территории региона.

Ключевые слова: загрязнение, ресурсы, браконьерство, перевыпас, статистика, экологическая обстановка, экологическая напряжённость, экологическая среда.

В современном мире экологическая обстановка обостряется с каждым днём. Не смотря на то, что существуют сообщества, которые помогают беречь природу и сохранять биологические ресурсы, экологическая обстановка по-прежнему оставляет желать лучшего. В данной статье мы поговорим об одном из множества регионов России с острыми проблемами гигиены окружающей среды.

Алтай – исторически сложившийся географический регион с невероятно красивой флорой и фауной [1]. Алтайский заповедник включён в Список Всемирного наследия «Алтай - золотые горы». Однако, как и многие регионы России, Алтайский край затронули серьёзные экологические проблемы. Экологическая ситуация в Алтайском крае в целом благоприятна для жизни и комфорта населения, но, к сожалению, некоторые территории всё же имеют высокую экологическую напряжённость.

На основе материала, представленного в источнике составим статистику экологических проблем алтайского края, (Рисунок 1) [2].



Рисунок 1 – Статистика по Алтайскому краю на 2020 год

Анализируя рисунок, разберём ряд конкретных, серьёзных экологических проблем.

Одна из самых серьёзных проблем - это атмосферное загрязнение. В различных населённых пунктах Алтайского края каждый год в воздух выбрасывается около тысячи тонн вредоносных и опасных веществ, наносящих урон экологической среде. Одни из самых больших источников загрязнения – это пищевая и нефтехимическая отрасли промышленности. Убыток также наносят металлургические фабрики, фирмы электроэнергетики и машиностроение [2].

Немало важной является проблема загрязнения отходами. Критичной является обстановка водных ресурсов. В водоемы постоянно сбрасываются жилищно-коммунальные и промышленные стоки. Водоканальные и канализационные сети остаются не в самой благоприятной обстановке. Перед тем, как стоки сбрасываются в акватории, они обязаны очищаться, но этого буквально не происходит, так как очищающие сооружения находятся в непригодном состоянии для работы. В соответствии с этим страдают не только люди, но и речная флора и фауна [2].

Затронем проблему, связанную с земельными ресурсами Алтайского края. К сожалению, из-за использования в сельском хозяйстве целинных земель, чрезмерного выпаса скота и агрохимии страдает почвенный покров. Земли становятся неплодородными, появляется эрозия и другие проблемы, которые уничтожают почву [2].

Браконьерство в Алтайском крае занимает не последнее место. **По-прежнему острой остается проблема браконьерства в крае.** По данным Алтайкрайохотуправления в 2020 году за браконьерство в крае было привлечено к ответственности около 1000 лиц. Случай, произошедший летом 2020 года, не был оставлен без внимания. Предварительно установлено, что утром 24 августа двое жителей села Усть-Калманка в четырех километрах от села

Новотроенка застрелили самку косули и двух ее детенышей. Туши убитых животных разделали, мясо сложили в сумки. Услышав, что кто-то приближается, браконьеры решили спрятаться в кустах, но мужчин задержали. Полицейские выяснили, что животных застрелили из зарегистрированного охотничьего нарезного карабина, принадлежащего одному из задержанных. Оружие, патроны, гильзы, ножи, туши и шкуры животных полицейские изъяли. Сумма ущерба составила 440 тыс. рублей. Правоохранители возбудили уголовное дело по части 2 статьи 258 УК РФ «Незаконная охота, совершенная группой лиц по предварительному сговору с причинением особо крупного ущерба» [3].

Чрезмерный выпас скота, например, монгольского козла, который изготавливает кашемировую шерсть, приводит к фрагментации мест обитания необузданных животных, расположенных в окрестностях, а также к уменьшению их популяции и увеличению браконьерства.

Серьезная и важная экологическая проблема в крае – это вырубка леса. По причине растущей промышленной эксплуатации территории, первичные хвойные леса помаленьку заменяются податливыми и вторичными лесами. Отсутствие обязательства по сертификации древесины позволяет поставлять дерево на рынки России и Китая без контроля. К этому следует добавить высокий риск появления пожара по причине чрезвычайной засушливости некоторых степных районов ареала [2].

Безусловно, эти проблемы нельзя оставлять без внимания, ведь от экологического состояния зависит жизнь всего живого на Земле. Необходимо предпринимать меры по предотвращению опасной экологической обстановки в Алтайском крае. Люди должны понимать и осознавать свою ответственность не только перед собой и своим здоровьем, но и перед всем живым на планете. Ведь именно из-за большого количества дыма, выхлопных газов очень сильно страдает атмосфера Земли; из-за огромного количества отходов, выброшенных в реки, моря и океаны, под ударом находится гидросфера; из-за перевыпаса скота и жестокой расправы над животными, которые в итоге попадают в красную книгу и заповедники, флора и фауна нашей планеты находится в опасности и под угрозой исчезновения.

Из всего выше сказанного можно сделать важный вывод. Обстановка в Алтайском крае мало чем отличается от экологических проблем в других регионах России. Наихудшее экологическое состояние в промышленно развитых городах - Заринск, Благовещенск, Славгород и Бийск. Все проблемы, несомненно, техногенного характера.

Стоит начинать бороться с экологическими проблемами уже сейчас. Чем больше людей узнает о них и осознает их, тем проще и эффективнее мы сможем с ними бороться.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Расположение Алтайского края : сайт. URL: <https://aneco.ru/ekologicheskie-problemy-altajskogo-kraya/> (дата обращения: 20.11.2020).
2. Основные экологические проблемы Алтайского края : сайт. URL: <https://ecoportal.info/ekologicheskie-problemy-altajskogo-kraya/> (дата обращения: 20.11.2020).
3. Браконьерство в Алтайском крае : сайт. URL: https://altai.aif.ru/incidents/brakonerov_s_polichnym_zaderzhali_v_altayskom_krae (дата обращения: 20.11.2020).

БОРЬБА С НАРКОТИКАМИ В РОССИИ

Кодиров Шамшод Илхомджонович, студент УТК, e-mail: kodirovshamshod98@mail.ru

Научный руководитель – Гончарова Татьяна Владимировна, ст. преподаватель,

e-mail: goncharova_tv@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Данная статья посвящена проблеме распространения наркотиков в современном мире. В последнее время злоупотребление наркотическими средствами и их незаконный оборот растут и неблагоприятно влияют на общество, экономику, политику и правопорядок. Судя по всему, отсутствие оперативных мер по контролю за наркотиками может превратиться в глобальную угрозу для государственной безопасности, здоровья и благополучия граждан России. Статья предназначена для всех, кто заинтересован в здоровом образе жизни.

Ключевые слова: наркотические средства, психоактивные вещества, незаконный оборот наркотиков, здравоохранение, государственная безопасность.

Сегодня в современном мире распространение наркотиков - одна из самых серьезных проблем, угрожающих здоровью и развитию человека. В последнее время злоупотребление наркотиками и их незаконный оборот приобрели глобальный характер. Число наркоманов увеличивается с каждым годом, а сами вещества становятся дешевле и доступнее, наркотики отрицательно влияют на экономику, политику, здравоохранение и верховенство закона. Для некоторых это бизнес с хорошим доходом, но для потребителей это вопрос жизни и смерти. Каждый человек, употребляющий наркотики, ежедневно сталкивается с угрозой, наносящей ущерб здоровью и жизни в целом. Проблема употребления наркотиков представляет угрозу развитию нации.

Проблема наркомании в России остается такой же тяжелой, как и десять лет назад. Если 10 лет назад многие люди в России приобретали наркотики через телефоны и барыг, то сегодня наркотические вещества можно купить в Интернете (в социальных сетях даже размещают рекламные сообщения с вакансиями наркокурьеров). Схема очень проста: продавец свяжется с покупателем через защищенные мессенджеры, получит деньги за товар и передаст потребителю через закладчик. Отследить такую цепочку сложнее, чем в 2000-х годах, но таким ритейлерам и потребителям далеко не уйти, рано или поздно им придется столкнуться с сотрудниками МВД.

В связи с пандемией COVID-19 изменились традиционные пути поставок наркотиков, и преступники стали все чаще использовать современные средства коммуникации. Преступления, зафиксированные в данной сфере в 2020 году выросли почти на 70 %.

Каждый год от наркотической зависимости умирают или становятся недееспособными десятки тысяч людей, при этом большинство из них – это люди от 16 до 30 лет. Возникает вопрос: «Почему наркотики сегодня так распространены среди подростков?» Дело в том, что в подростковом возрасте хочется побыстрее стать взрослым. В этом возрасте подросток еще не сформировался как полноценная личность и эмоционально нестабилен.

Согласно информации предоставляемой Росстатом численность больных, состоящих на учете в лечебно-профилактических организациях в 2019 году составила 212200 человек [1]. Но по оценкам экспертов, это число в десять раз больше. По официальным данным за последние 10 лет число официально зарегистрированных наркоманов в России сократилось на 25 %, при этом несовершеннолетних потребителей стало меньше на 45 %. Но официальная информация не показывает правдивое состояние о количестве наркозависимых, так как они сами незаинтересованы в раскрытии их проблемы. Подавляющее большинство наркоманов не признают проблемы, но даже те, кто хочет пройти лечение боятся идти в больницу, так как постановка на учёт грозит проблемами на работе и учебе.

Социологические исследования, проводимые антинаркотическими комиссиями в целях определения уровня наркотизации общества и оценки отношения населения к незаконному обороту наркотиков, показывают, что число опрашиваемых, потребляющих наркотики как постоянно, так и периодически, составляет 1,9 млн. человек (13,3 % населения). С

предложением попробовать наркотики сталкиваются около 21,8 %, причем 24,1 % опрошенных общается с теми, кто незаконно потребляли или потребляют наркотики [2].

В обществе наблюдается рост лояльности к употреблению запрещенных психоактивных веществ. За последние 10 лет наблюдается тенденция к нерегулярному употреблению наркотических веществ. Таким образом, расширилось число употребляющих наркотики под видом законопослушных граждан. Они создают механизмы саморегуляции, позволяющие сохранить социальный статус. Рост в структуре наркомании доли расстройств, вызванных употреблением новых психоактивных веществ («спайсы», «соли»), увеличилась с 35 % до 38 %.

На основании проанализированной информации можно сделать следующие выводы. Во-первых, борьба с наркоманией должна учитывать изменения, происходящие в мире. К сожалению наркоторговцы не отстают от современных технологий и активно используют их в своих целях. Так как торговля наркотиками практически полностью перешла в интернет, необходимо усовершенствовать методы по выявлению и пресечению интернет-торговли. Во-вторых, эффективность этой борьбы зависит от органов государственной власти и конкретного гражданина. Необходимо усилить меры по борьбе с пропагандой наркотиков в СМИ, социальных сетях и образовательных учреждениях.

В-третьих, важно уделять особое внимание лечению наркозависимых, их реабилитации. Необходимо внедрять передовые методики по лечению и сформировать единые требования в области реабилитации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральная служба государственной статистики: офиц. сайт. Москва, 1999-2021. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 28.03.2021).
2. Об утверждении Стратегии государственной антинаркотической политики Российской Федерации на период до 2030 года: Указ Президента РФ от 23 ноября 2020 г. N 733 : Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566387046?marker=6540IN> (дата обращения: 28.03.2021).
3. Министерство здравоохранения Российской Федерации : офиц. сайт. URL: <https://minzdrav.gov.ru/ru> (дата обращения: 28.03.2021).

МЕРОПРИЯТИЯ ПО МИНИМИЗАЦИИ РИСКА ТРАВМИРОВАНИЯ ПРИ РАБОТЕ НА ЛЕНТОЧНОПИЛЬНОМ СТАНКЕ

Лакман Евгений Викторович, бакалавр кафедры «Физика», e-mail: zhenya.lakman@mail.ru
Научный руководитель - Вишняк Мария Николаевна, к.т.н., доцент,
e-mail: vichnyak_mariya@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Безопасная организация труда на производстве неотъемлемая часть современного мира и актуальная тема для рассмотрения. Особого внимания требуют профессии с высоким риском травматизма. В данной работе рассмотрены мероприятия по минимизации риска травмирования при работе на ленточнопильном станке. Перечислены некоторые виды вредных и опасных факторов при работе на отрезном станке. Даны рекомендации по эксплуатации оборудования, его техническому обслуживанию, обучению персонала, проверке, усвоенной работником информации.

Ключевые слова: классы условий труда оператора ленточной пилы, требования безопасности, инструктаж, вредный фактор, опасный фактор.

В процессе жизнедеятельности человек рано или поздно сталкивается с трудовым процессом. К которому относятся рабочие занятые выпуском продукции предприятия. Деятельность рабочих характеризуется теми или иными вредными или опасными факторами. Последние в свою очередь подразделяются по степени вредности и опасности на различные

классы. И одним из главных приоритетов любого государства, организации или предприятия является создание оптимальных условий труда для каждого работника. Для решения проблемы реализуется большое количество технических, экономических и организационных мероприятий. Одновременно необходимы превентивные меры для определения опасных участков производства. Например, существует концепция нулевого травматизма (Vision Zero), разработанная Международной ассоциацией социального обеспечения (МАСО). «Нулевой травматизм» – это качественно новый подход к организации профилактики, объединяющий три направления – безопасность, гигиену труда и благополучие работников на всех уровнях производства. Концепция предлагает семь «золотых правил», реализация которых будет оказывать содействие работодателю в снижении показателей производственного травматизма и профессиональной заболеваемости. Семь «золотых правил» концепции «Нулевого травматизма»: 1) Стать лидером – показать приверженность принципам; 2) выявлять угрозы – контролировать риски; 3) определять цели – разрабатывать программы; 4) создать систему безопасности и гигиены труда – достичь высокого уровня организации; 5) обеспечивать безопасность и гигиену на рабочих местах, при работе со станками и оборудованием; 6) повышать квалификацию – развивать профессиональные навыки; 7) инвестировать в кадры – мотивировать посредством участия [3].

Рассмотрим устройство ленточнопильного станка и определим основные требования безопасности в процессе работы, которые позволят минимизировать уровни профессиональных рисков. Ленточная пила по металлу, известная также, как ленточнопильный станок, представляет собой стационарный инструмент, применяемый при прямолинейной и фигурной резке металлических деталей. С их помощью выполняют резку деталей из чугуна, нержавеющей стали и твердых сплавов. Благодаря удобству и простоте работы оборудование широко распространено на строительных производствах и проведении различных ремонтных работ в быту. Основным элементом ленточной пилы является режущее полотно, имеющее замкнутую форму. Оно состоит из зубьев, изготовленных из высокопрочной легированной стали [2].

Работа на отрезных станках, как правило сопровождается существованием ряда вредных и опасных производственных факторов, в частности: электрический ток; мелкая стружка; повышенная температура поверхности обрабатываемых деталей и инструмента; высокий уровень вибрации и т. д. На ленточнопильных станках почти все травмы наносятся режущим инструментом — ленточной пилой, из которых 36 % травм происходит по причине разрыва ленточного полотна. Рабочие при производстве работ согласно имеющейся квалификации обязаны выполнять требования безопасности. В случае невыполнения или нарушения требований работники могут быть привлечены к дисциплинарной, административной, уголовной и материальной ответственности в соответствии с законодательством Российской Федерации в зависимости от тяжести последствий [4]. Для предотвращения опасностей необходимо придерживаться установленных правил работы с оборудованием. Перечислим основные из них:

1. Перед тем, как включить станочное оборудование в работу, полностью следует прочитать руководство по использованию.

2. При работе со станочным оборудованием необходимо использовать средства защиты органов слуха. Использовать правильную одежду. Не допускать к работе в слишком свободной одежде; снимать ожерелье, кольца и другие украшения. Не наклоняться слишком сильно над станком. Поддерживать устойчивость и равновесие при работе на станке.

3. Не включать станочное оборудование в работу, если вы находитесь в состоянии усталости или под воздействием наркотиков или алкоголя.

4. Всегда использовать респираторы, если во время эксплуатации станочного оборудования выделяются пары или пыль, которые могут вызвать серьезное заболевание дыхательных путей. Во время эксплуатации станочного оборудования необходимо использовать средства защиты глаз.

5. Требуется поддерживать рабочее место в чистоте и обеспечивать хорошее освещение. Загроможденное и темное рабочее пространство может привести к аварийной ситуации. Нужно обращать внимание на другой персонал в рабочей зоне и всегда контролировать то, что происходит вокруг с тем, чтобы исключить аварийные ситуации.

6. Персонал должен быть хорошо обучен или должен работать под контролем специалистов. Необходимо четко понимать принцип работы станка и правила его безопасной эксплуатации.

7. Не следует оставлять станок без присмотра. Перед тем, как оставить рабочее место, необходимо выключить питание станка и дождаться, пока он полностью остановится.

8. Требуется обеспечить хорошую защиту станка. Убедиться, что все защитные ограждения установлены и работают правильно.

9. Важно надежно закреплять обрабатываемую заготовку. В зависимости от ситуации использовать зажимы или тиски для удержания заготовки на месте.

10. Обязательно проверять станок перед его включением в работу. Проверять станок на предмет поврежденных частей, ослабших болтов, ключей, случайно оставленных на станке, а также на предмет других ненормальных условий, которые могут нарушить работу станка. Поврежденные части следует отремонтировать или заменить.

11. Запрещается использовать ленточную пилу с затупленным, треснутым или сильно изношенным полотном. Перед использованием ленточной пилы, проверять ее на предмет наличия отсутствующих зубьев и трещин.

12. Не перегружать станок. Использовать скорость и мощность, на которые конструктивно рассчитан станок.

13. Определенные металлические стружки и смазочно-охлаждающие жидкости могут вызвать аллергическую реакцию у людей, в частности, при вдыхании испарений во время резки.

14. Необходимо держать руки и пальцы подальше от линии резания полотна и отрезаемой заготовки.

15. При возникновении не стандартной ситуации следует остановить станок кнопкой аварийного «СТОПа».

16. Обрабатываемые заготовки, поверхности станка и стружек нагреваются в условиях трения и могут вызвать ожоги тела [1].

Соблюдение основных правил при работе с ленточнопильным станком и применение прогрессивных способов организации труда обеспечат значительное снижение травматизма. Этому будут способствовать своевременно проведенные инструктажи и обучение приемам работы под наблюдением опытных сотрудников. Систематическое проведение контроля знаний, работающего за станком, позволит освежить в памяти требования безопасности. При нарушениях работающими требований охраны труда необходимо провести внеплановый инструктаж. Важно регулярное проведение техобслуживания работником ленточнопильного станка, либо специалистом центра технического обслуживания во избежание опасных ситуаций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горизонтальная ленточная пила для резки металла : руководство по эксплуатации. С. 4-6. URL: <https://cdnmedia.220-volt.ru/f/a0/ru/docs/565/565690.pdf> (дата обращения: 25.03.2021).

2. Особенности устройства и использования ленточной пилы по металлу : офиц. сайт. Санкт-Петербург, 2020-2021. URL: <https://martensit.ru/rezka-i-shlifovanie/lentochnaya-pila/> (дата обращения: 25.03.2021).

3. Семь «золотых правил» производства с нулевым травматизмом и с безопасными условиями труда : руководство для работодателей и менеджеров. 2017-2021. URL: http://visionzero.global/sites/default/files/2017-08/5-Vision_zero_Guide-Web.pdf (дата обращения: 25.03.2021).

4. Техника безопасности при работе на ленточнопильном станке : офиц. сайт. 2000-2021. URL: <https://crast.ru/instrumenty/tehnika-bezopasnosti-pri-rabote-na-lentochnopilnom> (дата обращения: 25.03.2021).

ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА, ВЫЗВАННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Нгуен Чан Хынг, аспирант кафедры «Безопасность жизнедеятельности», e-mail: hungtnut.nguyen@gmail.com

Научный руководитель – Мельберт А.А., д.т.н., профессор, e-mail: aamelbert@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье рассмотрены основные экологические проблемы, связанные с воздействием дизельных двигателей на окружающую среду, при работе которых в атмосферу выделяются такие загрязнители окружающей среды, как оксид углерода (CO), диоксид углерода (CO₂), углеводороды (HC), оксиды азота (NO_x), твердые частицы (ТЧ). Для снижения вредного воздействия дизелей рассмотрена возможность применения каталитических нейтрализаторов отработавших газов дизелей.

Ключевые слова: загрязнение, воздух, дизельный, двигатель, окружающая среда.

Дизельные двигатели имеют преимущества широкого использования по сравнению с бензиновыми двигателями благодаря низким эксплуатационным расходам, энергоэффективности, высокой долговечности и высокой надежности. Они используются в транспортных средствах, таких как грузовые автомобили, автобусы, тракторы, поезда [1]. Несмотря на то, что они имеют много преимуществ, они выделяют вредные вещества, которые оказывают значительное влияние на проблемы загрязнения окружающей среды во всем мире. Сегодня, с развитием производства, науки и техники, количество транспортных средств и машин, используемых в производстве, растет, что увеличивает риск загрязнения окружающей среды. Это требует исследований для оценки загрязнения, вызываемого дизельными двигателями, и исследований, направленных на снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу дизельными двигателями.

Чтобы оценить влияние на качество воздуха, дизельные двигатели часто оцениваются по выбросам загрязняющих веществ, таких как оксид углерода (CO), углеводороды (HC), оксиды азота (NO_x) и твердые частицы (PM, ТЧ) [1-5].

Ниже приведены некоторые из типичных проблем загрязнения окружающей среды, вызывающих большой интерес в мире, вызванных работой дизельных двигателей.

Одной из серьезных экологических проблем является изменение климата. Изменение климата является следствием парникового эффекта. В настоящее время изменение климата - это проблема, оказывающая большое влияние на природу и жизнь человека. Есть много газов, вызывающих парниковый эффект, из которых CO₂ считается основной причиной глобального потепления. Научные исследования показывают, что количество CO₂, генерируемого транспортной деятельностью, составляет 22 % от общего объема выбросов CO₂ в атмосферу, что является вторым по величине источником после промышленного производства.

В исследованиях показано, что количество выбросов CO₂ составляет 4-6,5 % и 12 % от общего объема выбросов (Таб. 1 и Рис. 1) [2,3]. В таблице 1 приведены основные компоненты, содержащиеся в отработавших газах дизелей.

Таблица 1 – Основные компоненты в составе отработавших газов дизельных двигателей [2]

Составная часть	Типичный диапазон концентрации компонентов в отработавших газах (по объему- %-vol)	Концентрация компонентов в естественном сухом окружающем воздухе (по объему- %-vol)
Азот (N ₂)	75 – 77	78.08
Кислород (O ₂)	11.5 – 15.5	20.95
Углекислый газ (CO ₂)	4 – 6.5	0.038
Вода (H ₂ O)	4 – 6	
Аргон (Ar)	0.8	0.934
полностью	> 99.7	

% -vol: концентрация, процент, объем

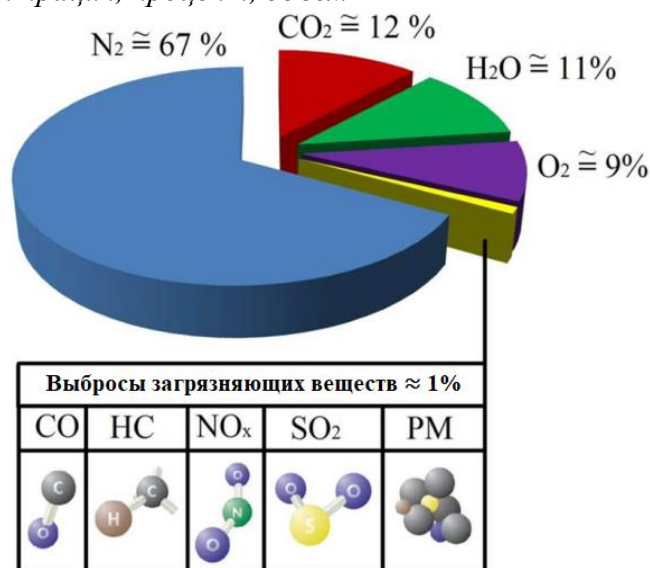


Рисунок 1 – Выбросы дизельных двигателей [3]

Другой серьезной проблемой, вызываемой работой дизельных двигателей в частности и транспортных средств в целом, являются твердые частицы (ТЧ10, ТЧ2,5). Твердые частицы вызывают множество серьезных последствий для природных ландшафтов, производственных процессов, сельскохозяйственного производства и здоровья человека. Твердые частицы сегодня являются серьезной проблемой в крупных городах.

Твердые частицы дизельного топлива (РМ или ТЧ) представляют собой сложную смесь твердого и углеродистого материала, несгоревших углеводородов и неорганических соединений.

Содержание твердых частиц (сажи) в выхлопных газах дизельного топлива составляет до 1,1 % и является канцерогенным носителем [4,5].

Дизельные выхлопные газы содержат частицы со средним диаметром от 0,05 до 1,00 микрометра, что позволяет легко переносить их в дыхательных путях и альвеолах [4]. Состав отработавших газов дизельного двигателя приведен в табл. 2.

Например, исследования в городе Дели - Индия в 2010 и 2015 годах показали, что вклад транспортных средств в твердых частицах в этом городе составляла 14 % в 2010 году, вклад твердых частиц в результате сжигания дизельного топлива и бензина составляет 29 % в 2015 году. Это показывает, что проблема твердых частиц, вызванная движением транспорта или механизмами, использующими дизельное топливо и бензин, очень серьезна (Рис. 2,3).



Рисунок 2 – Источники твердых частиц в Дели - Индия, 2010 г.



Рисунок 3 – Источники твердых частиц в Дели - Индия, 2015 г.

Еще одной проблемой загрязнения окружающей среды является выпадение кислотных осадков. Кислотный дождь - это когда дождевая вода имеет pH ниже 5,6. Основная причина кислотных дождей заключается в том, что концентрация оксидов SO_2 и NO_2 в воздухе выше нормы. Когда идет дождь, эти оксиды смешиваются с дождевой водой с образованием кислот H_2SO_4 и HNO_3 , снижая pH дождевой воды.

Кислотный дождь сильно влияет на окружающую среду, влияет на производственный процесс, особенно на сельскохозяйственное производство, разрушает природные ландшафты и строительные работы, влияет на здоровье людей и диких животных.

Научные исследования показали удивительные данные, что в составе выхлопных газов дизельных двигателей, вклад выбросов NO_x составляет более 50 % от общего объема выбросов [2].

Таблица 2 – Состав отработавших газов дизельного двигателя

Составная часть		Типичный диапазон концентрации компонентов в отработавших газах дизельного топлива (по объему- ppm-vol)
Оксиды азота	NO_x	1000 - 1500
Оксиды серы	SO_x	30 - 900
Моноксид углерода	CO	20 - 150
Всего углеводородов	C_xH_y	20 - 100
Летучие органические соединения	VOC (как CH_4)	20 - 100
Твердые частицы	ТЧ	20 - 100 мг / Нм^3 , в сухом состоянии, 15 % O_2 : состав топлива связан
Дымность	Связано с низкой нагрузкой (<50 % нагрузки), запуском и быстрым увеличением нагрузки	

ppm-vol: концентрация, частей на миллион, объем

Для уменьшения вредных выбросов двигателей мобильных машин могут применяться различные мероприятия: связанные с улучшением конструкции двигателя, заменой топлива для дизельных двигателей, применение присадок, регулировки топливной аппаратуры и другие. Однако для соблюдения все более строгих норм в отношении выбросов транспортных средств и обеспечения экологической безопасности людей очень важно применение технологий последующей обработки выхлопных газов дизельных двигателей, например, применение каталитических нейтрализаторов и сажевых фильтров.

Около 1956 года французский инженер Эжен Ходри представил первый каталитический нейтрализатор, который использовался для минимизации выбросов двигателя. К 70-м годам XX века каталитические нейтрализаторы все больше изучались и стали более популярными в транспортных средствах [5].

Каталитический нейтрализатор используется с целью снижения выбросов отработавших газов, выделяемых двигателями во время работы. Преимуществом применения каталитических нейтрализаторов для очистки отработавших газов, является то, что их использование возможно без изменения конструкции дизеля. Снижение вредных компонентов в составе отработавших газов дизельных двигателей при применении каталитических нейтрализаторов может достигать от 60 до 95 % по различным компонентам.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. IARCMonographs.Diesel and gasoline engine exhausts and some nitroarenes // IARC. Lyon. France. 2014. vol. 105. (дата обращения: 25.03.2021).
2. CIMAC. Guide to Diesel exhaust emissions control of NOx, SOx, Particulates, smoke and CO2 / CIMAC Central Secretariat.Germany. 2008. 36 pp. (дата обращения: 22.03.2021).
3. Ali Azama, Shoukat Alia, Adnan Iqbal. Emissions from Diesel Engine and Exhaust After Treatment Technologies // 4th International Conference on Energy. Environment and Sustainable Development 2016 (EESD 2016). (дата обращения: 22.03.2021).
4. Rashid Ali. Effect of Diesel Emissions on Human Health: A Review // International Journal of Applied Engineering Research.India. 2011.Vol.6. pp 1333-1342. (дата обращения: 22.03.2021).
5. Н.Ч. Хынг, А.А. Мельберг. Применение каталитического нейтрализатора для снижения вредных выбросов двигателя автомобиля // Материалы XVII Всерос. научн.-техн. конф. студ., асп. и мол. уч. (01-05 июня 2020 г., г. Барнаул) Ч.3. С.9-10. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44114958> (дата обращения: 22.03.2021).

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Прокопенко Владимир Романович, студент Инженерного факультета,
e-mail: rastaman.valerev@mail.ru

Научный руководитель – Медведева Жанна Владимировна, к.с.-х.н.,
доцент кафедры «МПиПСР» e-mail: amedvedev_71@mail.ru
Алтайский государственный аграрный университет, г. Барнаул, Россия

В современном мире вопрос прогнозирования и мониторинга пожароопасной обстановки широко изучается на территории каждого региона. Предлагаются наиболее функциональные и систематизированные средства мониторинга, с целью более раннего обнаружения очагов возгорания и предупреждения чрезвычайных экологических ситуаций, связанных с лесными пожарами. Приведены плюсы и минусы различных технологий мониторинга в условиях повышенной пожароопасности.

Ключевые слова: обнаружение, лесные пожары, средства мониторинга, предупреждение чрезвычайных ситуаций, пожароопасная обстановка.

Лес – один из важнейших природных ресурсов России. На территории РФ находится более 20 % (815 млн. га) мировых лесов. Говоря о лесах, невозможно переоценить их роль и значение в жизни биосферы человечества, населяющей нашу планету. Леса выполняют очень важные функции, позволяющие человечеству жить и развиваться. К этим функциям относятся: обеспечение всех живых организмов кислородом, обеспечение строительными и отопительными материалами. В настоящее время лесные пожары – насущная для России проблема, которая, помимо нашей страны, затрагивает и многие другие государства.

Обстановку, складывающуюся в настоящее время с лесным фондом, можно охарактеризовать, как напряженную. Огромным территориям лесных массивов не уделено должного внимания со стороны курирующих и контролирующих органов. В связи с этим вопросы анализа пожарной обстановки являются актуальными [1].

Лесной пожар - очень быстрый и разрушительный для природы и человека процесс. Каждый год от неконтролируемого огня погибает много животных и людей, также страдает почва и растения. Так, например, в Австралии всего за несколько месяцев 2019 года выгорело

около 6,3 млн. га лесных массивов. На активно охраняемой территории лесного фонда России ежегодно регистрируется от 10 до 35 тыс. лесных пожаров, охватывающих площади от 0,5 до 2,5 млн. га.

Предупреждение и эффективная борьба с лесными пожарами сегодня приобретает общемировое значение, т. к. по статистике абсолютное большинство всех возгораний возникает по вине человека. Т. о. задачей исследования является поиск современных технологических решений при обнаружении лесных пожаров.

Защита лесов от пожаров имеет большую значимость в связи с тем, что лесные пожары приносят не только вред насаждениям, но и несут непосредственную угрозу населенным пунктам, находящимся вблизи лесных массивов.

В соответствии с лесным кодексом РФ все леса нашей страны в обязательном порядке подлежат защите от пожаров. Пожарная опасность в Алтайском крае обостряется с момента таяния последних снегов и заканчивается примерно в середине октября. За прошедший 2020 год, на территории Алтайского края количество лесных пожаров увеличилось по сравнению с 2019 годом. Также увеличилась и площадь возгорания [3].

Также лесные пожары приводят к ухудшению состояния окружающей среды. Выгоревшие площади впоследствии практически не зарастают и на их месте образуются прогалины и пустыри. Из-за лесных пожаров значительно сокращается объем естественных кормов, находящихся в лесу (семена хвойных и широколиственных деревьев, грибы, ягоды, кора, хвоя, мхи, лишайники и т. д.). Все это вызывает миграцию и сокращение общей численности диких животных.

Пожары ведут к снижению уровня санитарной обстановки в лесах, делая их уязвимыми к вредителям и болезням. Также пожары очень опасны для молодых лесов, особенно расположенных на открытом месте среди лугов и полей [1].

Отчасти, увеличение количества лесных пожаров является результатом сезонного притока людей в лесные массивы: охотников, грибников, туристов и т. п., которые зачастую становятся причиной возникновения возгорания, а также его распространения.

В связи со складывающейся неблагоприятной ситуацией возникает необходимость в усовершенствовании технологии осуществления лесопожарного мониторинга - важного и необходимого в обеспечении охраны окружающей среды и безопасности граждан. Лесопожарный мониторинг подразумевает наблюдение за пожарной опасностью в лесах исходя из погодных условий, состоянием лесных горючих материалов, наличием источников огня и возникающих лесных пожаров с целью своевременной разработки и проведения мероприятий по предупреждению, локализации лесных пожаров или минимализацией ущерба от них.

Современные системы раннего обнаружения возгораний в лесных массивах, можно условно разделить на три группы: спутниковые, воздушные и наземные. Эти системы имеют определённые преимущества и недостатки.

Применение космических систем в развитых странах показывает высокую эффективность. Однако данный вид мониторинга имеет очень низкую разрешающую способность и может охватить зону лишь около 50 га. Не менее большой минус таких систем – высокий временной промежуток задержки поступления данных об обстановке на наблюдаемом участке леса (всего 3-4 раза за сутки). Также дополнительным ограничением для мониторинга может служить повышенная облачность на данной территории.

В настоящее время на территории Алтайского края для идентификации возможных пожаров широко используется вертолетная разведка. Однако данный прием контроля лесных пожаров довольно затратен с экономической точки зрения и несет определенные риски для человека. Хорошей заменой вертолетам в этой ситуации могут послужить квадрокоптеры, уже успевшие набрать популярность в сферах СМИ и блогинга. Современные модели, вопреки устоявшемуся мнению, способны стабильно держаться в воздухе при ветре вплоть до 15 м/с. Учитывая среднюю скорость ветра в пожароопасный сезон – 2,5 м/с, можно сказать, что внедрение данной технологии вполне целесообразно, т. к. позволит извлечь некоторую

экономическую выгоду. Недостатком квадрокоптеров является их затрудненное применение в условиях низкой облачности.



Рисунок 1 – Применение квадрокоптера для контроля лесных пожаров

В наземных системах применяются специальные видеокамеры, имеющие сенсор видимой и инфракрасной части спектра. Сенсор идентифицирует возгорание, формирует сигнал и передает его в центр мониторинга и управления за счет промежуточных станций наблюдения. Сигнал с видеокамер передается с помощью интернета, GPS или радиосвязи. Данная система работает постоянно и имеет возможность параллельной передачи данных на другие объекты смежного с пожарной безопасностью назначения, например, на метеостанции [2]. На рисунке 2, представлена система мониторинга лесных пожаров с передачей данных по интернету типа «Лесной дозор 3.0».

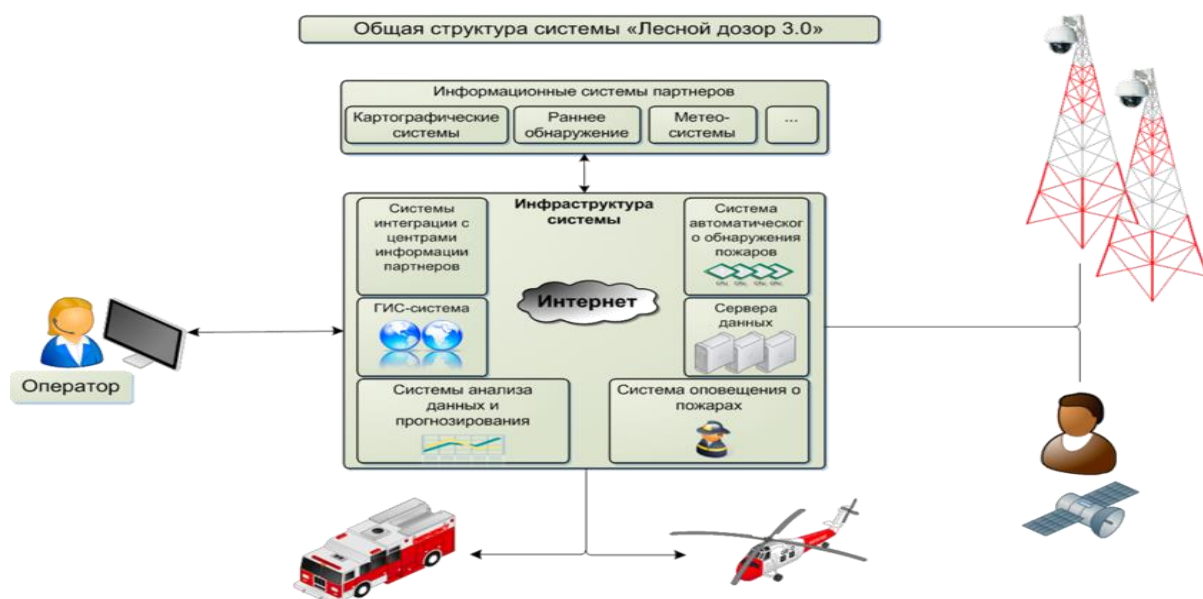


Рисунок 2 - Пример организации наземной системы мониторинга лесных пожаров.

Применение новых технологий в комплексе позволяет защитить и обнаружить очаги возгорания, а также с точностью определяют месторасположение очагов пожара. Безусловно, стоимость некоторых из них достаточно высока, что не позволяет организовать непрерывность мониторинга в лесной зоне. Однако при возможности и достаточном финансировании данные системы могут и должны применяться, именно они позволяют получать точную и достоверную информацию в режиме реального времени. Для РФ мониторинг неконтактными методами является максимально выгодным способом получения оперативной информации о состоянии природных и антропогенных систем с учетом огромных лесных массивов страны и особенностей лесных экосистем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горностаев Р.В., Осавелюк П.А., Мельники А.А. Применение новых технологий пожаротушения // Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербурга: Госуд.противопожарной службы МЧС. 2009. с. 23-28 (дата обращения: 22.02.2021).
2. Ксенофонтов Ю.Г. Применение технических систем раннего обнаружения лесных пожаров для защиты окружающей среды // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от ЧС. 2000. с. 200-206 (дата обращения: 22.02.2021).
3. Малкова Е.Ю., Потапова С.О. Анализ пожарной обстановки в Алтайском крае за 2017-2018 года // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. №9 (Т.1). 2018. с.546-550 (дата обращения: 22.02.2021).

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УТОМЛЕНИЯ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА

Розный Александр Андреевич, бакалавр кафедры «Физика», e-mail: alex.rozny@mail.ru

Научный руководитель - Вишняк Мария Николаевна, к.т.н., доцент,

e-mail: vichnyak_mariya@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Высокий уровень работоспособности всегда являлся важным критерием для трудовой деятельности. А потому предупреждение вредных воздействий, таких как утомление, остаётся актуальной темой для исследования и на данный момент. В данной работе освещается тема утомления, входящая в основные понятия гигиены и физиологии труда. Приведена общая характеристика утомления, его компонентов и причины его возникновения. Показана роль различных видов отдыха, а также методы борьбы с развивающимся утомлением.

Ключевые слова: психология труда, профилактика утомления, оптимизация режимов отдыха, виды утомления, меры борьбы с утомлением.

Эффективность любого вида деятельности во многом определяется работоспособностью организма. В свою очередь длительная нагрузка может вызвать утомление, которое в значительной степени влияет на результативность выполняемой работы. Понятие утомления до сих пор однозначно не определено. Некоторые из его симптомов могут быть описаны только со слов работника, его способности точно передать свои ощущения. Если обобщить все характерные черты данного понятия, то его можно сформулировать примерно так, утомление – это состояние человека, при котором наблюдается снижение возможностей его организма в результате трудовой деятельности, сопровождающееся ухудшением самочувствия и потерей работоспособности. Биологи и физиологи озабочены вопросами утомления, потому что проблема предотвращения утомления неразрывно связана с эффективностью работы.

Специалисты, оценивая ментальное состояние человека, выделяют несколько отдельных компонентов утомления:

1. Нарушения в моторной сфере. Не обдуманные, беспорядочные действия с нарушенной точностью и координацией движений.
2. Появление вялости, как следствие уменьшается общая продуктивность работы.
3. Изменение в нормальном состоянии концентрации. Рассредоточение внимания, из-за чего происходит его отвлечение, возникает заторможенность или хаотическое движение внимания.
4. Снижение умственной деятельности. Нарушения, связанные с ослаблением интеллектуальной работоспособности, памяти.
5. Ослабление воли. Возникает нерешительность, становится трудно удерживать намеченную цель работы.
6. Сонное состояние, обусловленное естественной реакцией организма на чрезмерную нагрузку [1].

Несмотря на негативное влияние, утомление отмечают как существенную функцию организма, поскольку оно не допускает его критическое истощение, предупреждает переход в патологические формы, являясь предупреждением о немедленном прекращении работы. Кроме того, оно играет одну из важных ролей в жизни человека и помогает тренировать, улучшать и развивать функции организма [2].

В общем виде можно различать два вида утомления: физическое и нервно-психическое. Физическое утомление характеризуется критическим снижением запасов энергии мышц. Нервно-психическое утомление обусловлено замедлением процессов в центральной нервной системе. Тяжёлая физическая работа в первую очередь приводит к физическому утомлению, а в дальнейшем и к нервно-психическому. Работа с преобладанием умственного или монотонного труда вызывает преимущественно нервно-психическое утомление.

Особое внимание нужно уделить хроническому утомлению, так как оно носит постоянный характер и может сохраняться в течении длительного времени, если не принимать активных мер. Данный вид утомления появляется из-за отсутствия достаточного отдыха между рабочими сменами. Хроническое утомление сопровождается возникновением множества заболеваний, основными симптомами этого состояния являются: чувство усталости в начале трудовой деятельности, повышенная раздражительность, потеря интереса окружающим событиям и к работе, понижение аппетита и падение массы тела, расстройство сна [2]. Этот вид утомления широко распространён среди работ с повышенной физической или психической нагрузкой. Так спортсмены сильно подвержены хроническому утомлению, из-за постоянных изнурительных тренировок, соревнований, проходящих в условиях повышенного стресса. При этом наибольшие показатели по числу хронических утомлений среди футболистов и пловцов. В современных рамках всё больше возникает работ, связанных с малоподвижной деятельностью, например, операторы производственных установок, 3D-аниматор и другие подобные работы в сфере информационных технологий. Все они сопряжены с сидячим образом работы, что негативно влияет на кровообращение и приводит к спазмам шеи, головы. Так же происходит непрерывное напряжение органов зрения с последующими болями в глазах и ухудшением состояния организма. Всё это крайне негативно сказывается на состоянии работников и, в отсутствии кардинальных мер, способствует развитию хронического утомления.

Основной мерой профилактики утомления является обоснование и внедрение рациональной системы чередования периодов работы и перерывов между ними. При выполнении работы, важно делать перерывы при достижении порога утомления, для восстановления прежней работоспособности. В случае с тяжёлой работой, восстановление может протекать не только на перерывах, но и при переходе на менее напряжённую работу. Многие специалисты утверждают, что положительные действия кратковременных и частых перерывов весомее, чем в случае более продолжительных и редких. Данное высказывание справедливо для широкого круга работ, особенно монотонных, где наличие частых не продолжительных перерывов на отдых весьма желательно [3].

Рассмотрим три вида внутрисменного отдыха на работе: Перерывы – это такие промежутки времени, которые устанавливаются регламентом производства. Полезность от отдыха на таких перерывах, как правило, выше, чем от остальных видов. Микропаузы – разновидность перерывов длительностью до двух секунд, которые представляет собой участки времени между отдельными рабочими процессами или между отдельными составляющими процесса. Микропаузы несут важную функцию: они дают кратковременный отдых организму, который значительно снижает вероятность возникновения тяжёлых видов утомления. Сумма микропауз за всю рабочую смену в среднем должна составлять 7-10 % от общего времени работы, так для 8-часовой смены – эта сумма равна 48 минутам, и учитывается при расчетах нормы выработки. Макропаузы – это разновидности перерывов длительностью от пяти до десяти минут. Время макропауз варьируется в зависимости от тяжести работ: так для более тяжёлых работ оно может близиться к 10 минутам, а для лёгких работ будет достаточно и пары минут. Для средней тяжести работ хватит на каждую половину рабочей смены 1-2 макропаузы.

Следует избегать больших по времени макропауз, так как это понижают работоспособность и требуют повторного вработывания.

Все перечисленные виды перерывов, за исключением микропауз, проходят с применением активного или пассивного отдыха. Активный отдых – это отдых, при котором происходит занятие активным видом деятельности, в частности физическими упражнениями. Активный отдых будет иметь больше пользы, если в нём будут участвовать не нагружаемые группы мышц. Эффективность активного отдыха напрямую зависит от интенсивности выполняемой работы: чем интенсивнее работа, тем ниже эффективность активного отдыха. Так же для работ, сопряжённых с умственной деятельностью, лучшим вариантом будет активный отдых. При пассивном отдыхе происходит расслабление всего организма, в отсутствии каких бы то ни было напряжённых действий. Пожилым людям лучше прибегать к пассивному отдыху нежели к активному, так как его положительный эффект для них выше. Примерами активного отдыха являются организованная производственная гимнастика или самостоятельные разминочные движения работника.

Таким образом, выделяют основные меры предотвращения утомления:

1. Отдых, как ключевая мера профилактики утомления. Грамотное совмещение активного и пассивного отдыхов позволит сохранить высокую работоспособность на протяжении всего дня.

2. Проведение комплексов физических упражнений, массажа различных участков тела.

3. Соразмерное применение умственной и физической нагрузок. В работе следует соблюдать темп, обеспечивающий оптимальный уровень работоспособности, соответствующий минимальной затрате энергии.

4. Применение музыкального сопровождения. Музыкальное сопровождение в различных ситуациях ускоряет процесс. Так для лучшего вработывания используется ритмичная, плавная мелодия, а для отдыха – спокойная музыка.

5. Предоставление организму, по мере необходимости, дополнительного времени на отдых после каждого проделанного элемента работы.

6. Употребление специальных медицинских добавок, увеличивающих общую работоспособность (желтый сахар, глюкоза, женьшень, витамин С и др.) [1].

Утомление является естественной функцией организма, предохраняющей его от истощения, а также способствующая овладению трудовых навыков и ускоряющая их упрочнение. То есть оно может как наносить вред организму, так и закалять его. Основная задача человека состоит в том, чтобы предупредить переход утомления в тяжёлые формы. А также исключить отрицательное влияние утомления путём внедрения определённых режимов труда и отдыха.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Физиолого-гигиенические аспекты трудовой деятельности человека. Волгоградский государственный медицинский университет. Волгоград, 2006. С. 43-71. URL: http://window.edu.ru/resource/206/63206/files/myp_05.pdf (дата обращения: 12.02.2021).

2. Санкт-Петербургское Государственное бюджетное учреждение здравоохранения "Городская поликлиника №91" : офиц. сайт. Санкт-Петербург, 2014. URL: http://gp91.ru/article/article_post/profilaktika-utomleniya (дата обращения: 12.02.2021).

3. Моргунов Е. Б. Активация, утомление и другие состояния работника : Федеральный образовательный портал Экономика Социология Менеджмент. 2005. URL: <http://ecsocman.hse.ru/text/19186706/> (дата обращения: 12.02.2021).

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Рутковский Артем Арнольдович, студент группы ТФ-81, e-mail: artis300023@gmail.com

Научный руководитель – Вишняк Мария Николаевна, к.т.н., доцент,

e-mail: vichnyak_mariya@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Безопасность в строительстве - это очень значимый вопрос, к которому следует отнестись с особым вниманием, ведь от этого зависит жизнь и здоровье участников строительного процесса. Охрана труда в данной сфере призвана не только сохранить трудоспособность работников, защитить их жизнь и здоровье, но и оградить рабочий процесс от материальных и человеческих затрат. В работе приведена статистика травматизма в строительной отрасли. Предложены методы снижения травматизма в строительстве.

Ключевые слова: Охрана труда, строительство, концепция нулевого травматизма, безопасность, производственный травматизм.

Охрана труда в строительстве направлена на сохранение работоспособности, жизни и здоровья работников в процессе строительного производства. Слова о важности соблюдения правил по охране труда на строительных объектах подкрепляет печальная статистика. Еще в 2019 году Роструд назвал строительство самой опасной сферой деятельности в нашей стране. По информации ведомства, на строительных объектах погибли 21 % от общего числа смертельных случаев на производстве [1].

Строительные объекты относятся к категории высокого риска, поэтому нормы и правила распространяются на все виды строительных работ без исключения и на всех работников, независимо от ведомственной подчиненности организаций.

Охрана труда в строительстве - это совокупность законодательных, социально-экономических, технических, гигиенических и организационных мероприятий, которые объединены в статье 209 Трудового Кодекса РФ[2]. Основное назначение этих мероприятий - оградить здоровье трудящихся от вредных факторов производства и несчастных случаев, а также обеспечить благоприятные условия, которые могли бы позволить увеличить производительность труда и качество выполняемых работ.

В большинстве случаев на этапе строительства могут быть задействованы сразу несколько строительных организаций, каждая из этих организаций выполняет свою часть работ на объекте. Помимо этого, во время строительства объекта условия труда рабочих, и обстановка постоянно меняются, из-за этого соблюдение правил безопасности становится весьма сложной задачей. Для решения этой проблемы необходимо высокое качество проектной документации и проработки проектов производимых работ, а также технологических карт. Инструкции по охране труда должны быть разработаны на все виды производимых работ.

Безопасность в строительстве не может быть достигнута без прохождения инструктажей. Обязательно проводится вводный инструктаж для всех работников, вновь принятых на работу. Инструктаж на рабочем месте проводят при каждом изменении условий труда. Повторный инструктаж проводят для всех работников не реже одного раза в 3 месяца для проверки знаний правил охраны труда рабочими.

Важно, чтобы персонал строительной компании был ознакомлен с правилами личной и общественной безопасности, а также осознавал последствия их нарушений и не соблюдения. Знание опасных нюансов значительно сокращает риск появления случайных травм.

Помимо знаний, работников, которые задействованы на опасных и вредных работах, необходимо вооружить средствами индивидуальной защиты (СИЗ). По действующему законодательству обеспечить работников средствами защиты, проконтролировать их использование и следить за их состоянием должен работодатель.

По данным Роструда в 2020 году самыми распространенными травмами в строительстве являются падения с высоты, на втором месте травмы связанные с работой

техники, такой как краны и подъемные механизмы, чуть реже происходят обрушения материалов и построек [3].

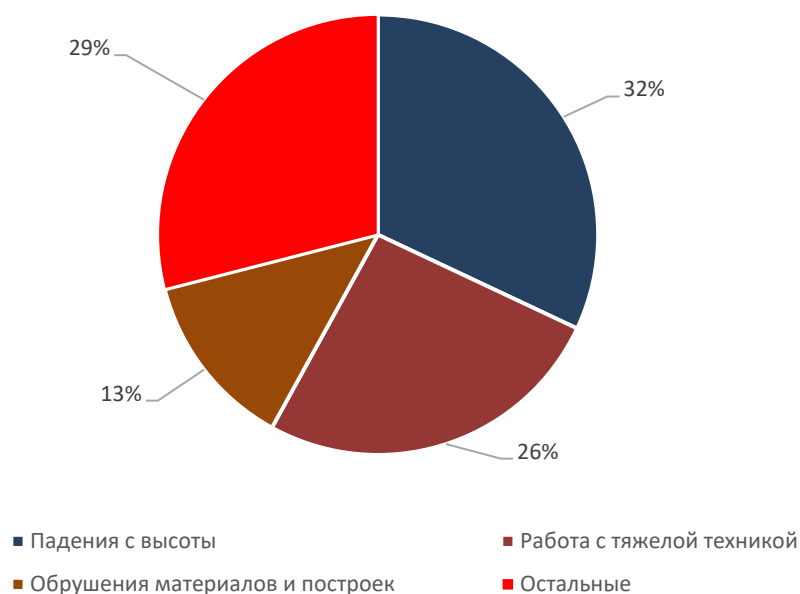


Рисунок 1 – Распределение травм в строительстве по производственным причинам

Печальная статистика свидетельствует о том, что отношение работников к собственной безопасности, к сожалению, зачастую носит формальный характер.

Одним из методов борьбы с этим является мотивация работников на безопасный труд. Примерами мотивации могут служить плакаты, которые будут напоминать о важности соблюдения требований безопасности, премии для работников определенного участка, на котором в установленный период не зафиксировано происшествий и нарушений охраны труда или же наоборот штрафы для тех, кто нарушает требования охраны труда. Помимо этого, эффективной мерой мотивации работников на безопасный труд является проведение дней или недель, посвященных охране труда. Как показывает практика, это является эффективной мерой по предупреждению травматизма и благоприятно влияет на отношение сотрудников к охране труда.

В заключение хочется отметить, что над нормативно-правовой базой в области охраны труда в строительстве работают руководители профильных ведомств на федеральном и региональном уровнях, организуется внедрение концепции нулевого травматизма, ведутся разработки более безопасных машин и механизмов, применяемых на строительных объектах. Корректируются методы по управлению и организации работ, которые поспособствовали бы сведению к минимуму таких явлений как производственный травматизм и несчастные случаи на производстве. Однако все участники производственного процесса должны осознавать, что охрана труда - это не формальность, а необходимость. Добиться уменьшения количества травм и смертей в этой отрасли можно лишь общими усилиями надзорных органов, работодателей и самих работников. Придерживаясь правил, используя СИЗ по назначению и своевременно обучаясь, можно снизить травматизм до минимальных значений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Информационное агентство «РБК», АО «РОСБИЗНЕСКОНСОЛТИНГ» : офиц. сайт. 1995-2021 URL: <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/5cc012539a7947251eb5e606/> (дата обращения: 29.03.2021).

2. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 09.03.2021)
// Собрание законодательства РФ. - 07.01.2002. - № 1 (Ч. X). - Ст. 209. (дата обращения: 29.03.2021).

3. ПРОРАБОФФ : информационный блог. 2021 URL: https://xn--80ac1bcbgb9aa.xn--plai/rejting_neschastnyh_sluchaev_na_strojke/ (дата обращения: 29.03.2021).

БЕЗОПАСНОЕ ПОВЕДЕНИЕ НА ВОДОЕМАХ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Сиваков Андрей Сергеевич, бакалавр кафедры «ИВТ и ИБ», e-mail: andrey.sivakov.03@mail.ru

Научный руководитель – Вишняк Мария Николаевна, к.т.н., доцент,

e-mail: vichnyak_mariya@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Тема безопасного поведения на льду крайне актуальна, ведь ежегодно риску провалиться под лед подвергается большое количество людей. В статье рассматриваются сведения, касающиеся безопасной толщины льда и способов определения его прочности. Разъясняются правила безопасного пребывания на водоемах в зимний период, а также рекомендации по самоспасению. В качестве методов исследования в статье были использованы сбор и анализ данных, а также опрос респондентов.

Ключевые слова: лед, прочность, водоем, безопасность, зимний период, безопасная толщина.

К середине ноября большинство водоемов Алтайского края уже частично или полностью покрываются льдом. С приходом морозов и первого снега, большинство семей старается выбраться за город, и многие едут поближе к живописному озеру или реке. Детям не терпится съехать с гористого берега реки на санках или превратить часть реки или пруда в каток, взрослым – погулять по озеру и сделать несколько красивых фотографий, но больше всех «первый» лед любят рыбаки, которые считают этот период крайне благоприятным для рыбной ловли. Жители озерных и речных краев устраивают пешеходные и автомобильные переправы по льду, чтобы сократить путь до пункта назначения. Но никто совершенно не задумывается: «а насколько этот лед прочный?». Зачастую прочность льда определяют парой прыжков или вовсе ударом ноги.

Лишь некоторые люди действительно знают, как определить прочность льда, и какая толщина ледяной корки считается безопасной. С целью выяснить степень осведомленности населения в этом вопросе был проведен опрос студентов.

Как видно из рисунка, большая часть опрошенных проверили бы прочность льда ударом ноги, а другая значительная часть последовала бы примеру других людей, находящихся на озере.

На самом деле для того, чтобы понять, насколько лед прочный достаточно взглянуть на его цвет. Прочным считается лед голубого цвета, и чем он прозрачнее, тем он прочнее. Матово-белый или с желтизной цвет говорит о ненадежности ледового покрытия, также следует обращать внимание на наличие следов животных и людей, задумайтесь, ведь на это есть причины, скорее всего лед в этом месте непрочный [1].

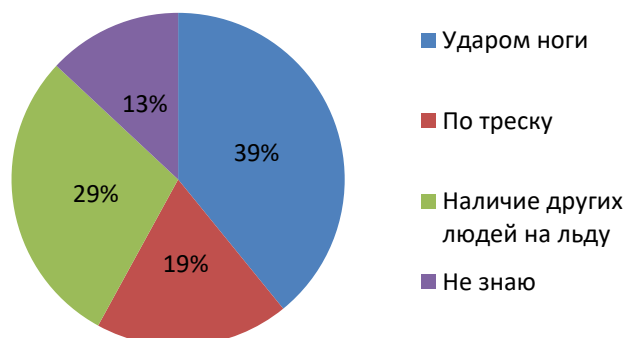


Рисунок 1 – Результат опроса студентов

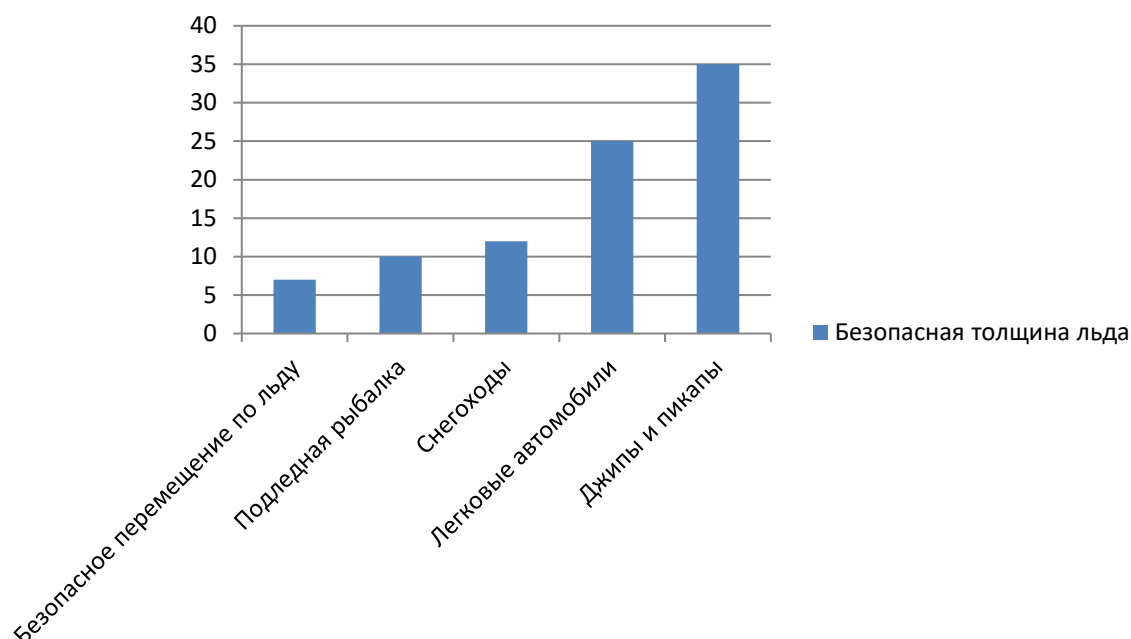


Рисунок 2 – Безопасная толщина льда

Анализируя график, можно сделать вывод, что безопасная толщина льда напрямую зависит от характера воздействия на ледовое покрытие. При увеличении нагрузки увеличивается и безопасная толщина льда.

Но даже большая толщина льда не всегда гарантирует безопасное пребывание на водоеме. Ввиду большого количества проваливающихся под лед людей, сотрудниками МЧС России были разработаны правила поведения на водоеме в зимнее время года. Соблюдение этих простых предписаний значительно снижает риск оказаться в ледяной воде и получить обморожение.

Во избежание несчастных случаев сотрудники МЧС не рекомендуют выходить на лед в темное время суток, а также в условиях плохой видимости. Для перехода через реку стоит пользоваться ледовыми переправами, передвигаясь по проторенным тропам или на лыжах по уже проложенной лыжне, при этом необходимо соблюдать дистанцию 5-6 метров [2].

Чем же так опасно для человека проваливание под лед и пребывание в ледяной воде? Организм человека начинает охлаждаться, если температура воды ниже 33°C, в таком случае тело очень быстро теряет тепло и со временем наступает критический момент, когда дальнейшее существование невозможно. У человека, провалившегося под лед, в первую очередь перехватывает дыхание, учащается сердцебиение, повышается артериальное давление, появляется ощущение сдавливания головы [3].

Многие считают, что, оказавшись в ледяной воде, стоит рассчитывать только на помощь других людей, но это не так. Огромную роль в спасении утопающего играют его собственные действия. Следуя простым рекомендациям по самосохранению, можно снизить риск возникновения негативных последствий при проваливании под лед до минимума.

В первую очередь не стоит поддаваться панике, барахтаться и всем телом наваливаться на кромку льда. Следует широко раскинуть руки, так как нельзя допустить погружения под воду с головой, ведь основная теплопотеря организма приходится именно на нее [4].

Безусловно проблема безопасного поведения на водоемах в зимнее время года была и остается актуальной, ведь сложно требовать от людей обязательного соблюдения тех или иных правил. Ежегодно сотрудниками МЧС проводится огромный объем спасательных и профилактических работ. Так в последнюю неделю ноября 2020 года на территории Алтайского края прошли мероприятия традиционной акции «Безопасный лед». В ходе акции сотрудники Государственной инспекции по маломерным судам Главного управления МЧС

России по Алтайском совместно с представителями рыбнадзора провели очередной рейд на протоках Оби в окрестностях Барнаула. Инспекторы встретились с рыбаками, провели профилактические беседы на тему безопасности на льду, вручили памятки по безопасности на водоёмах. Работа ведётся не только на водоёмах. Инспекторы ГИМС практически ежедневно посещают учебные заведения, проводят специальные занятия со школьниками, на которых рассказывается об опасности нахождения на водоёмах в период перволедья [5].

Благодаря тому, что акция «Безопасный лед» из года в год становится все более популярной, количество людей, проваливающихся под лед, стабильно снижается. Но, к сожалению, свести этот показатель к нулю пока что не удается.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Безопасная толщина льда : сайт. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/bezopasnaya-tolshhina-lda-dlya-cheloveka-i-zimney-perepravyi/> (дата обращения: 27.03.2021).

2. Правила поведения на водоемах в зимний период : сайт. URL: <https://68.mchs.gov.ru/deyatelnost/poleznaya-informaciya/rekomendacii-naseleniyu/pamyatki-po-bezopasnomu-povedeniyu-na-vode/pravila-povedeniya-na-vodoemah-v-zimniy-period> (дата обращения: 27.03.2021).

3. Выживание в холодной воде : сайт. URL: http://oek.su/zashita/zashita_pamyatki/1246-vyzhivanie-v-holodnoy-vode.html (дата обращения: 27.03.2021).

4. Рекомендации по самоспасению : сайт. URL: <https://68.mchs.gov.ru/deyatelnost/poleznaya-informaciya/rekomendacii-naseleniyu/pamyatki-po-bezopasnomu-povedeniyu-na-vode/pravila-povedeniya-na-vodoemah-v-zimniy-period> (дата обращения: 27.03.2021).

5. Акция «Безопасный лед» : сайт. URL: <https://22.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4315243> (дата обращения: 27.03.2021).

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРИБОРОВ НА ТРУД РАБОТНИКОВ В ОФИСЕ

Стеганцев Дмитрий Сергеевич, бакалавр кафедры «ИВТиИБ», e-mail: stegancev.d@mail.ru

Научный руководитель - Вишняк Мария Николаевна, к.т.н., доцент,

e-mail: vichnyak_mariya@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В связи с цифровизацией экономики и переходом на электронный документооборот, большая часть населения работает с компьютерами. Применяется электричество для освещения помещений. Часть работников использует наушники. Все эти электроприборы создают электромагнитное излучение. Опасно ли это для работников? Этот вопрос затрагивается во многих современных исследованиях, так как с каждым годом увеличивается количество производимых информационных продуктов и используется большее количество электроприборов.

Ключевые слова: электроприборы, профессиональные заболевания, офисные рабочие места, персональные рабочие места, электроника.

В наше время очень трудно встретить человека, который бы не взаимодействовал с электроприборами. Троллейбусы, метро, телефоны, компьютеры - все это создает электромагнитное поле. Если проезд в метро кратковременный, то телефоны, планшеты, лампы, компьютеры постоянно находятся рядом с людьми. Бухгалтеры, студенты, преподаватели, кассиры, программисты и т. д. большое количество времени работают с техникой. Вся электроника соответствует нормам СанПиН, но норматив рассчитан для единично включенного прибора. На рабочем же месте, как правило, находится большое количество электроники. Оно влияет на здоровье работников до 40 часов в неделю. Так насколько же безопасно непрерывно работать с техникой?

Определим, какие электроприборы на рабочем месте создают электромагнитное излучение. Будем учитывать компьютер, персональный телефон, лампу.

Согласно мнению экспертов, электромагнитное излучение способствует перегреву клеток организма. Общебиологический результат из-за влияния электромагнитного поля на протяжении многих лет накапливается. Это может повлиять на организм крайне негативно. Вполне возможны нарушения в работе мозга, появление опухолей как доброкачественных, так и злокачественных из-за повреждений клеток организма, нарушения в работе гормональных желез. У каждого организма своя восприимчивость к ЭМП. Особую осторожность необходимо проявлять тем, кто подвержен заболеваниям различных систем организма или уже наблюдались таковые. Необходимо соблюдать осторожность и растущим организмам, а также беременным.

Начнем с нервной системы ведь, если не будет нервной системы, то и не будет нас. Все мы знаем, что нервная система работает за счет передачи электрических импульсов. По такому же принципу работает электроника. Мы также знаем, что сильное электромагнитное излучение способно помешать работе электроники. Аналогично обстоит дело и нервной системой. ЭМП не позволяет нервным импульсам нормально передаваться. В свою очередь нарушение столь важного для организма процесса чревато отсутствием физической и ментальной возможности для отдыха организма, затем появляется чрезмерная агрессивность, отсутствие возможности иметь крепкий здоровый сон, бессилие на протяжении всего дня, нахождение в постоянном стрессовом состоянии, проблемы с памятью, а также возможность развития различных неврологических синдромов и заболеваний.

Если у Вас проблемы с давлением или сердцем, то, возможно, в этом виновато ЭМП. Сердечно-сосудистая система подвержена воздействию электромагнитного излучения. Список проблем, которое вызывает ЭМП довольно большой и устрашающий. Некоторые из них несут за собой огромные последствия: сердечные боли, уменьшение числа клеток крови для передачи кислорода клеткам организма, а также клеткам ответственных за уничтожение

вредоносных микроорганизмов, скачкообразное изменение пульса и артериального давления, пониженное артериальное давления.

Кроме того, необходимо отметить о воздействии на следующие системы: иммунную и эндокринную. В период пандемии это более чем актуально. Электромагнитное излучение может снизить способность организма противостоять внешним поражающим факторам, человек будет более подвержен различным инфекционным, простудным заболеваниям. Возможно уменьшение количества лейкоцитов. ЭМП HIRF негативно воздействует на клеточный иммунитет, а именно на приобретенный иммунитет. ЭМП влияет на превышающую норму выработку адреналина, увеличение шанса появления тромбов и закупоренных сосудов из-за повышаемой свертываемости крови, снижении активности нижнего мозгового придатка.

Самым опасным воздействием ЭМП на организм человека можно назвать нарушения в половой системе. Если все предыдущие воздействия могли лишь вызвать временные или же не столь критичные нарушения, то нарушения в половой системе могут кардинально изменить жизнь еще не родившегося человека. По данным от источников, проверенных экспертами, можно утверждать, что электромагнитные поля относятся к факторам, влияющим на формирование плода. Наиболее подверженным к опасностям относятся зародыши на начальных стадиях развития. При взаимодействии беременных с излучением от электроприборов возможно, что произойдут преждевременные роды, неблагоприятные воздействия на развитие эмбриона человека и, наконец, увеличение риска появления всех возможных врожденных уродств [1].

Для измерения уровня излучения учитывается сила, действующая на заряд по отношению к силе (В/м) и плотность магнитного потока (Тл). Согласно Санитарным правилам и нормативам номера 2.2.4/2.1.8.055-96 норма напряженности электрического поля 25 В/м при частотах 30 кГц - 300 кГц [2]. Нормы плотности магнитного потока представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Нормы плотности магнитного потока.

Диапазон	Плотность магнитного потока, нТл
Диапазон 5 Гц - 2 кГц	250
Диапазон 2 кГц - 400 кГц	25

Из таблицы 1 следует, что уровень излучения зависит от частоты испускаемой электроприбором.

Рассмотрим сертификаты соответствия с сайта магазина и изучим сколько излучают те или иные электроприборы [3]. Также воспользуемся замерами приведенных в учебном пособии по безопасности жизнедеятельности [4]. В более дорогих компьютерах больше электроники, поэтому уровень излучения выше. Возьмем те вычислительные машины, которые соответствуют требованию работы ресурсозатратных процессов. Остальные подберем средней ценовой категории. Данные будут указаны в таблице 2.

Таблица 2 - Данные об излучении электромагнитных приборов

Тип продукции	Напряженность электрического поля (В/м) Диапазон: 30 - 300 кГц	Плотность магнитного потока, (нТл). Диапазон: 5 - 2000 Гц	Плотность магнитного потока, нТл. Диапазон: 2 - 400 кГц
Системный блок	11,7	196	13,6
Монитор	<10	162	13
Wi-fi	<10	-	-
Телефон	-	<300000	-

При анализе Таблицы 2, можно сделать вывод, что по отдельности, данные приборы не превышают допустимую норму, за исключением телефона во время обмена сообщениями. В пассивном режиме вредность телефона измеряется в SAR (Вт/кг), что не позволит сравнить нам с остальными приборами. Но при совместном использовании электроприборов, напряженность будет суммироваться. При близком расположении электроприборов, показания напряженности электромагнитного поля и плотность магнитного потока будут превышать норму.

Исходя из приведенной выше информации, можем сделать вывод о необходимости использования средств экранирования в офисах в качестве средства профилактики развития профзаболеваний. Для защиты от электромагнитного воздействия на предприятия чаще всего практикуют: удаление электроприборов на расстояние, применение средств экранирования, защитных экранов, отказ от телефона, наушников, беспроводных клавиатур и мышей, использование потолочных осветительных приборов. Так как Wi-fi повышает напряженность электрического поля, то следует использовать проводное подключение к интернету. Также не следует располагать рабочие места сотрудников в непосредственной близости друг от друга. Данные мероприятия позволят снизить уровень излучения на человека до благоприятного.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Роспотребнадзор республики Мордовия «Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по республике Мордовия»: Официальный сайт. URL: http://13.rospotrebnadzor.ru/center/services/zdorov_obraz/135871 (дата обращения: 22.11.2020).
2. СанПиН 2.1.8./2.2.4.1383-03 Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов : Информационно-правовая система ГАРАНТ URL: <https://base.garant.ru/12131290/> (дата обращения: 22.11.2020).
3. Сайт торговой сети «Ситилинк» : офиц.сайт. URL: https://www.citilink.ru/catalog/computers_and_notebooks/computers/1162618/certificates/ (дата обращения 30.01.2021).
4. Рысин Ю.С., Сланов А. К., Яблочников С. Л. Безопасность жизнедеятельности. Электромагнитное излучение: учебное пособие. Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2019. 82 с. ISBN 978-5-4486-0584-0. Доступ из электронно-библиотечной системы IPR BOOKS : URL: <http://www.iprbookshop.ru/80169.html> (дата обращения: 22.11.2020). Режим доступа: для авторизир. пользователей.

ПРИЧИНЫ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Шмаков Данила Евгеньевич, студент Инженерного факультета,
e-mail: randomdan@mail.ru

Научный руководитель – Медведева Жанна Владимировна, к.с.-х.н.,
доцент кафедры «МПиПСР», e-mail: eamedvedev_71@mail.ru
Алтайский государственный аграрный университет, г. Барнаул, Россия

По степени травмоопасности сельское хозяйство занимает одну из лидирующих позиций в агропромышленном производстве. Одной из главных причин несчастных случаев, в том числе со смертельным исходом, является неудовлетворительная организация безопасного производства работ и ненадлежащая организация, контроль и проведение подготовки работников по охране труда.

Ключевые слова: условия труда, сельское хозяйство, травматизм, несчастные случаи, причины.

Современный агропромышленный комплекс (АПК) представляет собой сложную группу производственных процессов. В тоже время, условия труда в отдельных отраслях

сохраняют свои особенности, обусловленные спецификой производственного процесса, и далеки от требуемых.

Алтайский край, является одним из крупнейших регионов, который вносит достойный вклад в достижения отрасли и решение задач обеспечения продовольственной безопасности страны продуктами питания. Сельское хозяйство играет огромную роль в социально-экономическом развитии края, формируя 20 % валового регионального продукта. К сожалению данная отрасль ежегодно входит в список отраслей экономики, характеризующихся наиболее высоким уровнем травматизма для работников, включая смертельные случаи. Поэтому обеспечению охраны труда в этой области необходимо придавать серьезное значение. Государственная политика в этом отношении учитывает изменения, происходящие в отрасли, а также новые требования охраны труда, характерные для производственной деятельности [2]. Интенсивное развитие производства и рост экономики, к сожалению, не делает труд менее опасным. Ежегодно в крае на производстве происходят несчастные случаи, влекущие за собой травмы, заболевания и гибель работников. Это обязывают всех участников социально-трудовых отношений к принятию самых решительных мер и объединения усилий социальных партнеров для улучшения условий труда. Для изменения сложившейся ситуации и достижения поставленной цели.

Одной из основных причин высокого уровня травматизма в интересующей нас области и её отраслях становится то, что условия труда сотрудников, которые работают в сельском хозяйстве, до сих пор остаются неблагоприятными.

В сельском хозяйстве и сельской местности отдельные отрасли имеют свои особенности. В 2020 году на территории края отмечается снижение производственного травматизма. В отчетном периоде произошло 39 несчастных случаев на производстве с тяжелыми последствиями (за аналогичный период 2019 года. - 59), из них 2 групповых несчастных случая (в 2018 - 3), 6 – смертельных (в 2019 г. - 14), 31 – тяжелый (в 2019 г. - 42). С учетом групповых случаев при исполнении трудовых обязанностей погибло 8 человек (в 2019 г. - 19) и получили тяжелые травмы 32 работника (в 2019 г. - 42), данные представлены на рис.1.

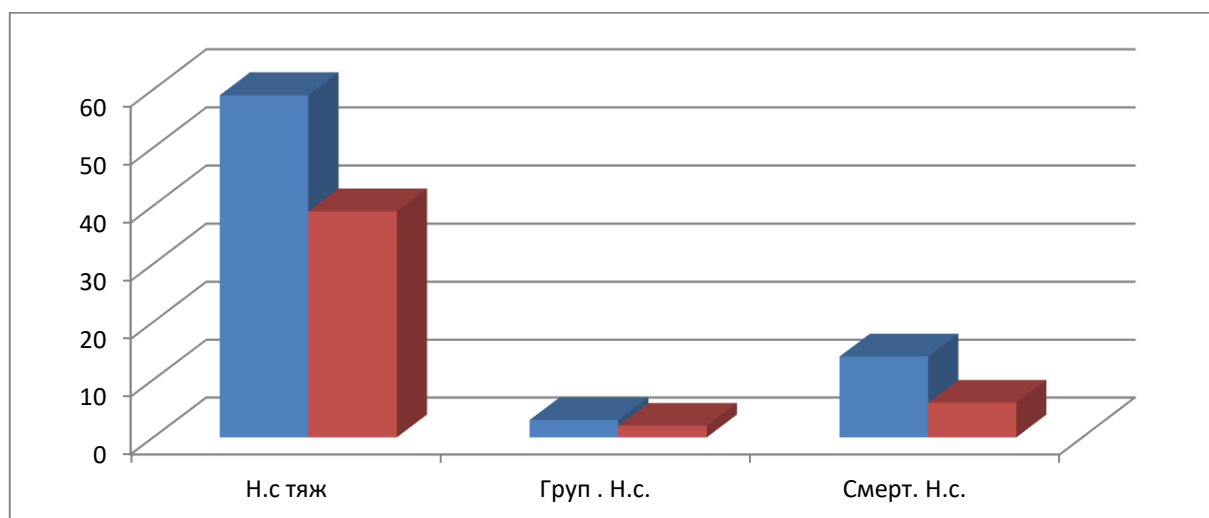


Рисунок 1 - Динамика несчастных случаев в Алтайском крае за 2019-2020 гг.

Вместе с тем, отмечается рост несчастных случаев, произошедших по причине смерти от общих заболеваний с 18 в 2019 году до 23 в 2020 (27 %), 2 смертельных и 1 тяжелый несчастные случаи - при выполнении работ по договору гражданско-правового характера, 2 тяжелых несчастных случаях произошли вне исполнения трудовых обязанностей и вне интересов работодателя, 1 смертельный и 1 тяжелый несчастный случаи по результатам расследования квалифицированы как не связанный с производством по причине нахождения работников в состоянии алкогольного опьянения [3].

Высокий уровень смертельных несчастных случаев связан с существенными недостатками при проведении подготовительных мероприятий по организации работ административно-техническим персоналом, а также с отсутствием контроля за работниками со стороны ответственных специалистов предприятий. Наиболее травмоопасные отрасли: обрабатывающие производства, сельское хозяйство и строительство. В организациях обрабатывающих производств произошло 12 несчастных случаев (в 1 полугодии 2019 года. - 22), в сельском хозяйстве - 12 (рост на 4 случая), строительстве - 8 (рост на 1 случай). Данные представлены на рис.2.

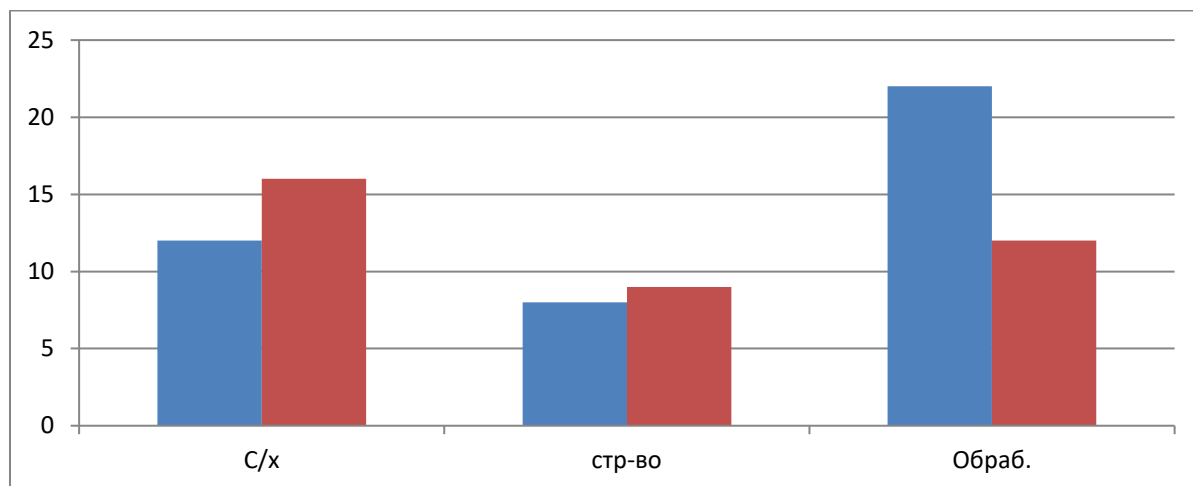


Рисунок 2- Динамика травмоопасных отраслей за 2019-2020 гг.

В основном несчастные случаи с тяжелыми последствиями связаны с воздействием движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов и деталей, машин, падением пострадавшего и падением предметов. А остальные происходят по причинам организационного порядка, которые можно было предупредить. Из них наиболее частыми являются: допуск к работе лиц, не прошедших вводный инструктаж, отсутствие должностного надзора за безопасным проведением работ, не соблюдение режимов труда и отдыха, что способствует накоплению усталости. Одной из главных причин несчастных случаев, в том числе со смертельным исходом, является неудовлетворительная организация безопасного технологического процесса и безопасных условий труда на производстве и ненадлежащая организация и проведения подготовки работников по охране труда [3]. Неудовлетворительная организация технологического процесса выражалась, прежде всего, в несогласованности выполнения работ, в применении опасных приемов, методов, в нарушении правил охраны труда при эксплуатации машин и оборудования. Недостатки в организации и проведении подготовки работников по охране труда наблюдались на предприятиях, где практически не использовался опыт квалифицированных работников и специалистов, а также формально, в общем виде, проводились инструктажи по охране труда на рабочих местах. Нарушение работниками трудового распорядка и дисциплины труда, как правило, сводились к тому, что работающие допускали неоправданное сокращение технологических операций, нарушение безопасных приёмов труда и другие действия для ускорения своей работы. В отдельных случаях, имели место случаи выхода на работу в состоянии алкогольного опьянения, при этом работодатель не принял мер по отстранению работников, находящихся в состоянии алкогольного опьянения.

Приведенные данные ясно показывают, что почти треть работников сельскохозяйственных предприятий работают в условиях, которые согласно действующей методологии относятся к категории вредных или опасных. Указанная методология описана в федеральном законе 28 декабря 2013 года N 426-ФЗ, который устанавливает правила выполнения специальной оценки условий труда в нашей стране.

В связи с несчастными случаями на производстве (в соответствии со статьей 143 Уголовного кодекса Российской Федерации) 48 материалов направлено в органы прокуратуры и следствия в целях рассмотрения вопроса о привлечении к уголовной ответственности лиц, виновных в допущенных нарушениях требований трудового законодательства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Грачев Н.Н. Развитие системы управления охраны труда в сельском хозяйстве: автореф. дис...к.э.н. Рязань, 2015. 41с.
2. Дорохова Н.Д., Белокурченко С.А., Медведева Ж.В. Состояние условий и охрана труда в Алтайском крае // Безопасность производств в АПК: новые вызовы и перспективы: матер. всероссийской науч-практич конференции : выставки. Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2014. с. 154-159. (дата обращения 30.01.2021).
3. Состояние условий и охраны труда в Алтайском крае в 2019 году: аналит. докл. / Правительство Алтайского края, УТЗН Алтайского края; сост.: Н.А. Третьякова, В.Н. Брыкин, И.М. Мустафина; под ред. Н.А. Капура. Барнаул, 2020. 64 с. (дата обращения 30.01.2021).

СЕКЦИЯ «ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

ПОДСЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА И ТЕХНОЛОГИЯ ХЛЕБА, МАКАРОННЫХ, КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ»

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ И ОБОГАЩЕНИЮ РАСТИТЕЛЬНЫХ АНАЛОГОВ МОЛОКА

Запорожан Екатерина Александровна, магистрант кафедры «Технология хранения и переработки зерна», e-mail: katena.zaporozhan.@mail.ru

Научный руководитель – Егорова Елена Юрьевна, д.т.н., доцент, e-mail: egorovaeyu@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Дефицит витаминов способствует снижению адаптационного потенциала человека, является фактором риска развития многих заболеваний. Напротив, грамотно составленный рацион питания позволяет избежать развития многих алиментарно-зависимых заболеваний. Статья посвящена вопросам витаминизации растительных аналогов молочных напитков. Указаны наиболее дефицитные витамины, произведен расчет дозировки витаминов D₃ и B₁₂ для введения их в состав растительных аналогов молока.

Ключевые слова: растительное молоко, пищевая ценность, обогащение, витамины, технология.

Питание оказывает важное влияние на все процессы жизнедеятельности организма человека. Особое значение соблюдение «правильного», сбалансированного, питания имеет для людей с хроническими, возрастными, наследственными заболеваниями. Соответственно, грамотно составленный рацион даёт возможность предотвратить развитие многих подобных, алиментарно-зависимых заболеваний [1].

В России второе десятилетие набирают популярность разработка и внедрение в производство продуктов питания, обогащенных различными незаменимыми макро- и микронутриентами. Сегодня обогащение можно считать острой необходимостью, поскольку из года в год усиливается проявление тенденции к возрастанию числа заболеваний, связанных с «неправильным питанием», вызванных преобладанием в рационе рафинированных продуктов, потреблением продуктов с пониженной пищевой ценностью, дефицитом свежих овощей и фруктов, орехов, зелени. Однако необходимо понимать, что один переход потребителей на активное потребление овощей и фруктов не способен решить проблему дефицита таких микронутриентов, как витамины и микроэлементы. Как неоднократно отмечалось диетологами, наиболее эффективным и физиологически обоснованным способом восполнения таких микронутриентов следует считать искусственное обогащение ими продуктов питания массового потребления.

Обогащение витаминами и минеральными веществами наиболее востребованных, массово потребляемых продуктов питания является одной из важных технологических операций. При обогащении продуктов питания микронутриентами производители особое внимание уделяют совместимости микронутриентов с биологически активными веществами самого сырья, рассчитывают оптимальную дозировку, устанавливают функциональную направленность готового продукта. Помимо прочего, непосредственно перед самим производством определяются условия, стадии, параметры и методы внесения функциональных ингредиентов.

Витамины, с учетом их технологических свойств (растворимость, температура разложения, зависимость от диапазона pH, и т.д.), могут вноситься разными способами: в порошкообразном или растворенном виде, в виде премиксов или концентратов [2]. Одним из примеров витаминизации является производство растительных аналогов молочных напитков «Silk Soy Milk Original» (D₃=3 мкг, B₁₂=3 мкг), «Oatly! Oat Milk Barista Edition» (D₃=1,1 мкг, B₁₂=0,38 мкг), «Rice dream. Rice drink» (D₃=1 мкг, B₁₂=0,63 мкг), где в состав дополнительного сырья входят витамины группы B и D. Основная цель, которую преследуют производители, – создание принципиально нового напитка, который отличался бы от традиционного коровьего

молока не только органолептическими свойствами, но и восполнял бы суточную потребность человека в особо дефицитных витаминах.

Целью данной работы являются анализ современных подходов к разработке растительных аналогов молока, обогащенных витаминами, и расчет дозировки витаминов, необходимых для их обогащения.

Согласно литературным данным, дефицит витаминов в рационах населения нашей страны составляет 20–30 %. Особенно тяжело складывается ситуация в отношении потребления витаминов группы В и витамина D. При этом преобладающая часть жителей России испытывает острый дефицит витамина D, регулирующего кальциево-фосфорный обмен и обеспечивающего нормальное состояние костной ткани, участвующего в жизнедеятельности почти всех органов и систем, включая систему иммунитета [3]. В свою очередь, дефицит витаминов группы В негативно влияет на нервную, иммунную, сердечнососудистую, пищеварительную, двигательную системы.

Растительные аналоги молока представляют собой эмульсии, пищевая ценность которых обусловлена не только химическим составом растительного сырья, но и напрямую зависит от правильно составленной технологии производства. Основная задача при получении растительных аналогов молока – это достижение максимально полного перевода ценных макро- и микронутриентов (белков, витаминов) в эмульсию, что не всегда возможно (из-за разрушительного влияния технологических параметров – температуры, продолжительности, интенсивности и способа воздействия). В связи с этим для многих растительных аналогов молока характерны дефицит витаминов группы В и полное отсутствие витамина D, поэтому включение стадии витаминизации в технологический процесс является целесообразным.

Ранее предложенная технология производства растительных аналогов молока из орехового сырья включает следующие этапы: подготовку сырья, приготовление водно-белковой суспензии, ультразвуковую гомогенизацию, отстаивание, фильтрацию и охлаждение (рисунок 1) [4].



Рисунок 1 – Технологическая схема приготовления обогащенных напитков

Поскольку производство кедрового молока сопровождается интенсивной технологической обработкой (ультразвуковая гомогенизация), особое внимание должно быть уделено сохранности вносимых витаминов.

Таким образом, одним из важных этапов исследований является обоснование стадии и условий внесения витаминов, обеспечивающих максимальную их сохранность. Поэтому при обосновании стадии внесения витаминов в обогащаемый напиток – кедровое молоко – изучали влияние витаминов D₃ и B₁₂ на полученную эмульсию, особое внимание уделяли их растворимости.

Предлагаемым вариантом введения витаминов в эмульсию является стадия после отстаивания, с механическим перемешиванием для обеспечения полноценного растворения (температура рецептурной смеси 50 °С) и равномерного распределения витаминов.

Для обогащения использовали кедровое молоко жирностью 1,6±0,1 %, витамины D₃ и B₁₂. Введение в кедровую эмульсию витамина D₃ в порошковом виде нецелесообразно, поскольку данный витамин является жирорастворимым. Однако растворение этого витамина в десятикратном количестве подогретого подсолнечного масла (40–50 °С) и последующее внесение полученного масляного раствора витамина в эмульсию напитка позволяет не только обогатить ее витаминный состав, но и соответствующим образом повысить ее жирность. Витамин B₁₂ является водорастворимым, представляет собой порошок и введение его в кедровую эмульсию не составляет проблемы, поскольку его растворимость гарантирована его физико-химическими свойствами.

Расчет дозировки каждого витамина ведется с учетом суточной потребности и среднего количества потребляемого продукта. Кедровое молоко может считаться обогащенным, если его дневная порция 500 мл, содержит 15–50 % витаминов от рекомендуемой суточной потребности. Учитывая, что человек употребляет, в среднем, 2 стакана молока (объемом по 250 мл), а суточная потребность в витаминах D₃ и B₁₂ составляет, соответственно, 10 мкг и 3 мкг [5], рекомендуемое количество вносимых витаминов – 10 и 3 мг/1000 л напитка.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Коденцова В.М. Об обогащении пищевых продуктов витаминами // Вопросы питания. 2016. Т. 85, № 4. С. 87–90.
2. Политика здорового питания. Федеральный и региональный уровни / В.Н. Покровский, Г.А. Романенко, В.А. Княжев, Н.Ф. Герасименко, Г.Г. Онищенко, В.А. Тутельян, В.М. Позняковский. Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2002. 332 с.
3. Коденцова В.М., Мендель О.И., Хотимченко С.А., Батулин А.К., Никитюк Д.Б., Тутельян В.А. Физиологическая потребность и эффективные дозы витамина D для коррекции его дефицита. Современное состояние проблемы // Вопросы питания. 2017. Т. 86, № 2. С. 47–62.
4. Запорожан Е.А., Егорова Е.Ю., Цыганок С.Н. Оценка эффективности экстракции компонентов из кедровой муки в условиях ультразвуковой кавитации // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. Барнаул: Изд-во АлтГТУ. 2018. С. 621–625.
5. МР 2.3.1.2432–08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации. М.: ФЦГЭ Роспотребнадзора, 2009. 36 с.

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПСИЛЛИУМА В РЕЦЕПТУРЕ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ПЕЧЕНЬЯ

Калинина Елена Владимировна, магистрант кафедры «Технология хранения и переработки зерна», e-mail: elenakalinina9797@mail.ru

Научный руководитель - Кузьмина Светлана Сергеевна, к.т.н., доцент,
e-mail: Svetlana.politeh@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Исследования направлены на совершенствование безглютеновых изделий, предназначенных для потребителей с целиакией, имеющих симптоматику аллергии или индивидуальной непереносимости, а так же придерживающихся аглютеновой диеты. Изучена возможность использования псиллиума в рецептуре безглютенового печенья на основе кукурузной муки. Установлено, что внесение в рецептуру изделия псиллиума в количестве 0,5 % - 1,0 % к массе кукурузной муки является обоснованным, способствуя улучшению органолептических характеристик и физико-химических показателей безглютенового печенья.

Ключевые слова: безглютеновое печенье, кукурузная мука, псиллиум, органолептические характеристики, физико-химические показатели качества.

В последние годы значительно увеличилось потребление диетических продуктов питания, в том числе безглютеновых, предназначенных для потребителей с целиакией, имеющих симптоматику аллергии или индивидуальной непереносимости, а так же придерживающихся аглютеновой диеты. Основным сырьевым компонентом для большинства наименований безглютеновых изделий, реализуемых на рынке, является рисовая или кукурузная мука, в составе которых отсутствует глютен [1].

При производстве мучных кондитерских изделий глютен (клейковинообразующий белок муки) участвует в образовании структуры теста, поглощая при замесе воду и удерживая её, образуя клейковинный каркас. Таким образом, при разработке рецептуры безглютенового продукта возникает необходимость введения технологической добавки, с целью коррекции потребительских свойств продукта. В качестве такого компонента предлагается вводить в рецептуру псиллиум (муку из шелухи семян подорожника).

Семена псиллиума получают от растения, известного как *Plantago ovata* (подорожник яйцевидный), родиной которого является Южная и Западная Азия. Псиллиум не обладает собственным вкусом и на 80-85 % состоит из клетчатки. Почти 71 % псиллиума - это растворимая клетчатка. Усвояемых углеводов в псиллиуме практически нет. Из всех видов растворимых волоком гидрофильная оболочка семян псиллиума обладает наибольшей эффективностью в отношении коррекции метаболических нарушений [2,3]. Псиллиум рекомендуется использовать в рецептурах традиционных, вегетативных и безглютеновых изделий.

Для проведения исследований в качестве базовой использовали рецептуру сдобного песочно-отсадного печенья «Глаголики», в которой осуществляли полную замену пшеничной муки на кукурузную. Псиллиум вносили в диапазоне рекомендованной дозировки для производства мучных кондитерских изделий, а именно в количестве от 0 % (контроль) до 1,5 % к массе кукурузной муки. Приготовление теста для безглютенового печенья осуществляли в соответствии с технологией сдобного печенья – на эмульсии, при этом псиллиум вносили вместе с мукой.

При формировании тестовых заготовок печенья было отмечено, что с увеличением дозировки псиллиума затруднялся процесс отсадки теста из кондитерского мешка, вследствие повышения вязкости теста.

Исследование органолептических показателей печенья показало, что добавление псиллиума оказало положительное влияние на форму печенья. Было отмечено, что форма контрольного образца имела трещины на поверхности и при разламывании печенье сильно крошилось. Внесение псиллиума в количестве 0,5 % - 1,0 % позволило нивелировать эти

недостатки. Добавление большей дозировки псиллиума способствует уплотнению структуры изделия, что не соответствует характеристике сдобного печенья.

Поверхность печенья не изменилась с повышением дозировки псиллиума и характеризовалась как «шероховатая», что не противоречит требованиям стандарта [4].

Внесение псиллиума не оказало существенного влияния на вкус печенья, так как добавка не обладает выраженным вкусом. Было отмечено, что с увеличением дозировки псиллиума печенье приобретало более темный цвет. Особенно это заметно на разрезе изделия.

Органолептическая характеристика печенья представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние псиллиума на органолептические показатели безглютенового печенья

Наименование показателя	Характеристика показателя / количество псиллиума, %			
	0	0,5	1,0	1,5
Вкус и запах	вкус и запах кукурузы, свойственный, без посторонних запахов и привкусов			
Форма	растекается	правильная, соответствующая данному наименованию печенья, без вмятин, края фигурные		
Поверхность	шероховатая	шероховатая	шероховатая	шероховатая
Цвет	светло-коричневый	светло-коричневый	светло-коричневый	светло-коричневый
Вид в изломе	равномерная пористость	равномерная пористость	равномерная пористость	равномерная пористость
Внешний вид				
Вид в разрезе				

Физико-химические показатели безглютенового печенья представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические показатели безглютенового печенья

Наименование показателя	Значение показателя			
	количество псиллиума, %			
	0	0,5	1,0	1,5
Массовая доля влаги, %	8,2	7,6	7,2	6,6
Массовая доля общего сахара (по сахарозе), %	27,5	27,5	27,4	27,4
Массовая доля жира, %	14,0	14,0	14,0	14,0
Щелочность, град	0,4	0,4	0,4	0,3
Намокаемость, %	194	202	224	248

Внесение в рецептуру псиллиума оказало существенное влияние на массовую долю влаги печенья, величина которой уменьшилась на 1,6 % по сравнению с контролем при максимальной доле псиллиума. Несомненно, это связано с тем, что псиллиум почти на 85 % состоит из пищевых волокон, способных легко поглощать влагу при замесе теста, и также легко её отдавать во время выпечки.

Значительное повышение намокаемости печенья при увеличении дозировки псиллиума связано с его составом. Внесение псиллиума в количестве 1,5 % привело к возрастанию намокаемости на 54 % по сравнению с контролем.

Значения массовой доли общего сахара и массовой доли жира не изменились с увеличением псиллиума в печенье.

Обобщая полученные данные можно сделать вывод, что применение псиллиума в рецептуре безглютенового печенья является обоснованным вследствие улучшения органолептических характеристик изделий и физико-химических показателей. Для производства сдобного печенья на основе кукурузной муки рекомендовано вносить псиллиум в количестве не более 1,0 % к массе муки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Меренкова С.П., Потороко И.Ю., Чеканова Е.В. Методологические подходы оценки потребительских свойств безглютеновых мучных изделий // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. 2020, №2. С. 8-16. doi: 10.24411/2311-6447-2020-10037.

2. Шуховцова С.И. Байдалинова Л.С. Обоснование возможности использования пищевых волокон в технологии функциональных продуктов на основе мышечной ткани птиц // Вестник молодежной науки. 2016. С.1-7.

3. Пьяных О.П. Роль псиллиума в лечении метаболического синдрома // Эндокринология: новости, мнения, обучение. 2020. Т. 9, №1. С. 87-91. doi: 10.33029/2304-9529-20209-1-87-91.

4. ГОСТ 24901-2014 Печенье. Общие технические условия. Москва: Стандартинформ. 2019. 8с.

ЗЕЛЕНАЯ ГРЕЧКА КАК ОБОГАЩАЮЩАЯ ДОБАВКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Лобашова Анастасия Алексеевна, студент кафедры «Технология хранения и переработки зерна», e-mail: anastasiya1999mnb@gmail.com

Научный руководитель - Захарова Александра Сергеевна, к.т.н., доцент,
e-mail: zakharovatpz@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Обоснована необходимость расширения ассортимента продуктов питания повышенной пищевой ценности. Приведен краткий обзор полезных свойств и химического состава зеленой гречки. Выполнен сравнительный анализ аминокислотного состава белка гречихи с белком важнейших злаковых культур и «идеальным белком». Доказано, что зеленая гречка является ценным источником белка, а также незаменимых макро- и микроэлементов. Показаны возможность и целесообразность использования зеленой гречки как обогащающей добавки при производстве продуктов питания.

Ключевые слова: зеленая гречка, пищевая ценность, химический состав, белок, аминокислоты.

В современном мире люди уделяют большое внимание своему здоровью. А, как известно, то, что мы едим оказывает весомое влияние на то, как мы себя чувствуем. Именно из пищи мы получаем белки, жиры, углеводы, а также необходимые витамины и минеральные вещества, многие из которых наш организм не способен синтезировать самостоятельно. Однако, существует миф, что правильное питание – это обязательно дорого и невкусно. Но при этом люди хотят разнообразить свой рацион натуральными, полезными и, что не мало важно, вкусными продуктами. И, в связи с этим возникает резонный вопрос, как обогатить обычные товары ценными свойствами, улучшить их пищевую и энергетическую ценность, при этом сохранить их вкус, любимый многими потребителями, а также оставить приятную цену? Эту задачу старается решить пищевая промышленность, разрабатывая инновационные технологии производства, создавая продукты функционального назначения, добавляя новые ингредиенты в классические рецептуры. Одним из популярных способов увеличения пищевой

ценности является обогащение продуктов питания добавками, которые содержат в себе массу веществ, несущих оздоровительный эффект. Такие добавки называют «суперфудами».

Обычно, при употреблении термина «суперфуд», возникает ассоциация с чем-то иностранным и малодоступным. Но это не так, и на территории Алтайского края выращивается большое количество сырья, при правильной обработке, обладающего похожими свойствами. Примером служит зеленая гречка. [1]

Зеленая гречка обладает повышенной пищевой и энергетической ценностью. Данный продукт содержит большое количество флавоноидов, в частности, ориентина, изоориентина, витексина, изовитексина, кварцетина, которые снижают содержание холестерина в крови, а также предотвращают развитие артериальной гипертензии.

Зеленая гречка богата белком в количестве 10-15 %, который хорошо усваивается, содержит 18 аминокислот и имеет неплохую растворимость. Он обладает составом близким к белку куриного яйца, который считается наиболее приближенным к «идеальному белку». По аминокислотному составу данный белок можно сравнить с белком бобовых культур. Он обладает уникальным свойством, способствует детоксикации всех органов и систем человека от радиации, а также отвечает за регуляцию роста и развития детского организма [2,3]. В таблице 1 представлены данные, позволяющие сравнить аминокислотный состав гречихи, пшеницы, ржи с белком куриного яйца и идеальным белком.

Исходя из данных таблицы 1, можно сделать вывод, что белок гречихи наиболее приближен к идеальному белку и является ценным источником валина, лейцина, лизина, метионина.

Таблица 1 – Аминокислотный состав белка гречихи, ржи, пшеницы, куриного и «идеального» белка

Название аминокислоты	Культуры, содержание аминокислоты мг/100г			Белок куриного яйца	Идеальный белок
	гречиха	рожь	пшеница		
Валин	619	457	486	720	500
Изолейцин	418	360	411	590	400
Лейцин	690	620	780	840	700
Лизин	460	370	360	600	550
Метионин	230	150	180	380	350
Треонин	380	300	390	430	400
Триптофан	137	130	150	150	100
Фенилаланин	464	450	500	610	600

Особую пищевую ценность представляют пищевые волокна, содержащиеся в этом продукте. Пищевые волокна, или клетчатка – это неперевариваемые волокнистые соединения растительного происхождения, выводящие балластные вещества из человеческого организма. В эту группу входит лигнин и некрахмальные полисахариды, которые делятся на целлюлозу и нецеллюлозные полисахариды (манноза, галактоза, арабиноза и так далее). Клетчатка делится на растворимую и нерастворимую. В зеленой гречке преобладают растворимые пищевые волокна [3]. Пищевые волокна оказывают благотворное воздействие на желудочно-кишечный тракт, на обмен веществ человека. Достаточное употребление этих веществ в пищу (для взрослого человека 30 – 50 г) является профилактикой таких заболеваний как рак толстой кишки, запор, ожирение [4]. Содержание клетчатки в зеленой гречке достигает 5 – 11 % [2].

Также зеленая гречка богата рутином, веществом, благотворно влияющим на сердечно-сосудистую систему, замедляющим и препятствующим кровотечению из открытых ран [2].

Зеленая гречка обладает богатым химическим составом, представленным в таблице 2.

Исходя из данных, полученных по таблице, можно сделать вывод, что гречиха богата белком, витаминами B1 и B2, а также магнием, калием, фосфором и железом.

Зеленая гречка находится на третьем месте по содержанию лигнанов среди зерновых культур [3]. Лигнаны – вещества, работающие как фитоэстрагены - вещества, по своим свойствам схожие с гормонами и способные регулировать процессы, связанные с репродуктивной функцией человека и животных. Эти вещества действуют гораздо деликатнее, чем гормоны, полученные синтетическим путем, что делает их наиболее благоприятными препаратами при профилактике проблем с эндокринной системой. Также лигнаны в благоприятной среде преобразуются в энтеролактоны, которые в свою очередь обладают противораковым эффектом [5].

Ядра зеленой гречихи обладают антиоксидантными свойствами, которые замедляют процессы окисления и прогоркания продукта, что позволяет зеленой гречихе дольше храниться, не плесневеть и не прогоркнуть.

В гречихе содержатся гидрофильные соединения – вещества, обладающие водопоглотительной и влагоудерживающей способностями, оказывающие благоприятное влияние на консистенцию продукта и улучшающие его потребительские свойства [2].

Исходя из данных, изложенных выше, можно утверждать, что зеленая гречка – перспективный продукт приносящий пользу здоровью человека, который можно использовать как обогащающую добавку при производстве продуктов питания, так и в чистом виде.

Таблица 2 – Химический состав зеленой гречки

Нутриент	Количество
Вода	14 г
Пищевые волокна	1,3 г
Белки	12,6 г
Углеводы	62 г
Жиры	3,3 г
Витамины	
А	6,0 мкг
В1	0,4 мг
В2	0,2 мг
РР	4,2 мг
Е	6,7 мг
В6	0,4 мг
В9	31,8 мкг
Макроэлементы	
Сера	88 мг
Магний	200 мг
Калий	380 мг
Хлор	34 мг
Кальций	20,7 мг
Фосфор	296 мг
Натрий	3 мг
Микроэлементы	
Йод	3,3 мкг
Кобальт	3,1 мкг
Хром	4 мкг
Цинк	2 мг
Кремний	81 мг
Железо	6,7 мг
Марганец	1,56 мг
Медь	640 мкг
Молибден	34,4 мкг

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Омаров Р.С. Пищевые добавки: учебное пособие для вузов / Р. С. Омаров, О. В. Сычева, С.Н. Шлыков. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 64 с.
2. Глаголева Л.Э Растительный комплекс зеленой гречки в технологии производства сырников / Л.Э. Глаголева, И.В. Коротких // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. №1
3. Глаголева Л.Э. Исследование влияния условий процесса и свойств среды на кинетику процесса набухания хлопьев зеленой гречки / Л.Э. Глаголева, И.В. Коротких // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. №1
4. Юдина С.Б. Технология продуктов функционального питания : учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2018. 280 с.
5. Конопельцев И.Г., Сапожников А.Ф. Гормоны и их применение в ветеринарии: учебное пособие для СПО. Санкт-Петербург: Лань, 2020. 192 с.

ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ БАНАНОВ НА ХОД ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И КАЧЕСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Подольный Данил Евгеньевич, магистрант кафедры «Технология хранения и переработки зерна», e-mail: podolnydanil@gmail.com

Научный руководитель - Конева Светлана Ивановна, к.т.н., доцент,
e-mail: skoneva22@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Показана возможность применения продуктов переработки бананов (бананового пюре) при производстве хлебобулочных изделий из пшеничной муки. Определено влияние продуктов переработки бананов на свойства теста, ход технологического процесса и качество готовых изделий. Выявлено значимое влияние бананового пюре на сокращение процесса приготовления теста, улучшение органолептических показателей качества хлебобулочных изделий и повышение пищевой ценности.

Ключевые слова: банановое пюре, опара, тесто, качество хлебобулочных изделий, пищевая ценность.

Разработка рецептур хлебобулочных изделий с использованием нетрадиционного плодового сырья, которое не только способно повысить пищевую ценность и качество изделий, но и оптимизировать процесс тестоприготовления за счет своих технологических свойств, является перспективным направлением развития хлебопекарной промышленности. В качестве такого нетрадиционного сырья можно использовать продукты переработки бананов - травянистого растения, являющегося одной из самых древнейших пищевых культур в мире. Спелые плоды бананов используют в пищу в сыром виде, а также в качестве сырья для приготовления разнообразных продуктов: муки, банановых чипсов, пастило-мармеладных изделий, сиропов и соусов, вин.

Бананы с уверенностью можно отнести к нутрицевтическим продуктам. Исследования зарубежных ученых показывают присутствие в бананах полифенольных соединений, таких как кофейная кислота, коричная кислота и органических веществ из группы флавоноидов - катехинов, обладающих противомикробной активностью, антиоксидантными свойствами, способных к химиопрофилактике опухолей [1].

В мякоти бананов в высокой концентрации содержится дофамин и серотонин - соединения являющиеся акцептором свободных радикалов и обладающие сильной антимикробной активностью в отношении *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* и *Bacillus subtilis* [2].

Бананы содержат практически все витамины группы В, за исключением цианокобаламина, выделяются по содержанию пиридоксина, биотина и аскорбиновой кислоты. Являются источником аминокислот и жирных кислот, в том числе незаменимых омега-3 и омега-6. Богаты рядом минеральных элементов, особенно калием, бором, кремнием,

рубидием, магнием и марганцем. Необходимо отметить высокое содержание в мякоти бананов калия (358 мг/100 г), являющегося главным внутриклеточным ионом, играющим роль в регуляции водного, кислотного и электролитного баланса и принимающим участие в процессах проведения нервных импульсов.

Бананы обладают не только высокой пищевой ценностью, но и важными технологическими свойствами, позволяющими использовать их как сырье при производстве хлебобулочных изделий, оптимизировать технологический процесс и повысить качество продукции.

Углеводы бананов представлены моно- и дисахаридами (общее количество 12-14 %), среди которых преобладает глюкоза и фруктоза, являющиеся источником питания для дрожжевых клеток. В значительном количестве в бананах содержится крахмал, имеющий относительно низкое содержание амилозы, обладающий высокой устойчивостью к нагреванию, низкими набухающими свойствами, низкой растворимостью в воде и низкой ретроградацией, что может снизить интенсивность черствения хлебобулочных изделий. Содержание пищевых волокон в бананах составляет 2,0-2,6 %, причем пектиновые вещества бананов являются структурными гетерополисахаридами и имеют значительную способность к гелеобразованию, способны улучшить структурно-механические свойства теста и хлебного мякиша [3].

Антибактериальные соединения, выделенные из бананов и их кожуры, такие как β -ситостерол и яблочная кислота, являются хорошим подавителем пищевых патогенов, могут потенциально использоваться в качестве натуральных консервантов для пищевых продуктов [4].

На кафедре "Технология хранения и переработки зерна" ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова» проводились исследования по изучению влияния бананового пюре на ход технологического процесса и качество хлебобулочных изделий.

Объектами исследования являлись полуфабрикаты - густая опара и тесто, а также булочные изделия с добавлением бананового пюре. Контролем служил образец по рецептуре булок городских, приготовленный на густой опаре без добавления бананового пюре.

Банановое пюре получали путем измельчения мякоти спелых бананов и протирания через сито с размером ячеек 2 мм. Полученное пюре использовали при замесе густой опары влажностью 45,0 %. На выброженной опаре замешивали тесто влажностью 40,0 %. Пюре вносили в количестве от 5 до 20 %.

В ходе работы было изучено влияние бананового пюре на ход технологического процесса приготовления густой опары и теста.

Технологический режим приготовления опары и теста с использованием бананового пюре представлен в таблице 1.

Было отмечено, что добавление бананового пюре способствовало интенсификации процесса брожения густой опары за счет сахаров, содержащихся в банановом пюре. Дрожжевые клетки, получившие дополнительное питание и минеральные элементы с банановым пюре, становились более активными, что приводило к сокращению времени брожения опары и более быстрому достижению кислотности 3,0 - 4,5 град. Подъемная сила опары в конце брожения возрастала с увеличением доли бананового пюре.

Отмечено сокращение времени брожения теста с увеличением дозировки бананового пюре, что сокращало общее время тестоприготовления на 50-90 минут за счет более высокой активности дрожжевых клеток, получивших с внесением бананового пюре дополнительные сахара, микро- и макроэлементы.

Все выпеченные образцы отличались хорошими органолептическими и физико-химическими показателями. Добавление бананового пюре способствовало образованию более гладкой, ровной корочки булок, что обусловлено наличием в банановом пюре значительного количества пектинов и крахмала, образующего тонкий слой крахмального клейстера на поверхности выпекаемого изделия.

Таблица 1 - Технологический режим приготовления густой опары и теста

Наименование показателя	Параметры технологического процесса				
	Контроль	Дозировка бананового пюре, %			
		5 %	10 %	15 %	20 %
Влажность опары, %	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
Кислотность конечная, град	3,0	3,0	3,5	3,5	4,5
Температура, °С	29	29	29	29	29
Продолжительность брожения, мин	180	180	150	150	120
Подъемная сила в конце брожения, мин	3,0	2,5	2,0	2,0	1,0
Влажность теста, %	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Кислотность конечная теста, град	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0
Температура, °С	29	29	29	29	29
Продолжительность брожения теста, мин	60	50	40	20	20

Цвет корочки образцов с банановым пюре был более выраженным, золотистым, чему способствовала интенсификация реакции меланоидинообразования. Мякиш становился более эластичным, пористость более равномерная, среднего размера, с тонкими стенками. Цвет мякиша не изменился по сравнению с контролем. У образца с добавлением 20 % пюре присутствовал привкус и аромат банана.

Для исследования влияния бананового пюре на пищевую ценность булок был произведен расчет пищевой ценности и установлено, что добавление бананового пюре позволило повысить содержание таких важных минеральных элементов как натрий (Na), калий (K), марганец (Mn) и витамина В4. Так, у образцов с добавлением 15 и 20 % бананового пюре содержание натрия (Na) по сравнению с контролем возросло на 55 % и 74 % соответственно, содержание калия (K) на 39 % и 52 % соответственно, содержание марганца (Mn) на 27 % и 36 % соответственно, содержание витамина В4 увеличилось на 150 % и 200 % соответственно. Таким образом, добавление бананового пюре позволило обогатить изделия витаминами и минералами.

Было отмечено снижение энергетической ценности изделий у образцов с добавлением бананового пюре в количестве 15 % и 20 % на 9,5 % и 12 % соответственно, что особенно актуально при разработке рецептур хлебобулочных изделий.

Таким образом, добавление бананового пюре в количестве 15 и 20 % к массе муки способствовало интенсификации процесса брожения опары и теста, сокращению процесса тестоприготовления, улучшению органолептических показателей изделий и повышению их пищевой ценности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Polyphenols of pseudostem of different banana cultivars and their antioxidant activities. Saravanan K, Aradhya SM. DOI [10.1021/jf103835z](https://doi.org/10.1021/jf103835z). // J Agric Food Chem. 2011. Том 59. №2. С 3613-3623.
2. Antioxidant analysis of anthocyanin extracted from *Musa acuminata* bract. Jenshi RJ, Saravanakumar M, Aravinthan KM, Suganya Devi P.// J Pharm Res. 2011. Том: 4 - С 1488-1492.
3. Banana starch: production, physicochemical properties and digestibility—a review. Zhang P, Whistler RL, BeMiller JN, Hamaker BR. DOI [10.1016/j.carbpol.2004.10.014](https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2004.10.014) // Carbohydrate Polymer. 2005. Том 59. №4. С 443-458.

4. Antibacterial and antioxidant activities of banana (*Musa* AAA cv. Cavendish) fruit peels. Mokbel MS, Hashinaga F. ISSN 1553-3468 // Am J Biochem Biotechnol. 2005. Том 1. С 125-131.

КАЧЕСТВО И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ЗЕФИРА С ДОБАВЛЕНИЕМ БРУСНИКИ И ЛАВАНДЫ

Татьянченко Марина Александровна, магистрант кафедры «Технология хранения и переработки зерна», e-mail: marina.tatyanchenko.00@mail.ru

Научный руководитель – Курцева Вера Геннадьевна, к.т.н., доцент,
e-mail: vera5399@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Целью работы являлось исследование формирования качества, изучение пищевой ценности зефира, обогащенного брусникой и лавандой. В процессе проведения исследования было изучено влияние добавления плодов брусники и цветков лаванды в производстве зефира. Установлено, что наилучшими показателями качества обладали изделия с внесением не более 4 % лаванды и 25 % брусники мороженой. Так же рассчитана пищевая ценность готовых изделий с добавлением выбранной дозировки. Результаты работы могут быть рекомендованы для внедрения на предприятиях, производящих сахарные кондитерские изделия, в частности зефир повышенной пищевой ценности.

Ключевые слова: зефир, лаванда, брусника, пищевая ценность, качество, кондитерские изделия.

Кондитерская промышленность очень распространена и особенно разнообразна в наше время. С каждым годом на рынке появляются все новые и новые виды лакомств. Такой рост связан с потребительскими запросами человека, которые растут с каждым днем. Связаны они в большей степени с увеличением полезных свойств изделий и их оригинальности.

На кафедре ТХПЗ Института биотехнологии, пищевой и химической инженерии Алтайского государственного технического университета постоянно проводятся исследования влияния добавления растительного сырья на качество кондитерских изделий.

Для увеличения полезных свойств и оригинальности использовалась замороженная брусника и сушеная лаванда.

Брусника очень полезная ягода, в ее состав входит много нужных для человеческого организма элементов. В плодах может быть до 8,7 % углеводов (сахарозы, глюкозы, фруктозы), до 2,3 % органических кислот (бензойная, лимонная, винная, яблочная, уксусная), пектиновые вещества и клетчатка, витамины С и Р, провитамин А, а так же соли магния, кальция, фосфора, железа и калия; имеются дубильные вещества.

Эфирное масло лаванды нашло применение в медицине и косметологии. Оно оказывает противовоспалительное действие для кожи, удаляет раздражение и сухость, и многие другие проблемы с кожей, помогает заживлению небольших ран. Так же служит седативным, желчегонным средством. Самой необычной отраслью применения лаванды является кулинария. Наиболее распространена сушеная лаванда в качестве пряной добавки к мясу, а в сочетании с ягодой можжевельника добавляют для копчения рыбы к тлеющим опилкам.

Нами проводились исследования по внесению в зефир ягод мороженой брусники и цветков сушеной лаванды. Все добавки были сделаны в контрольную рецептуру зефира «Ванильный» [2].

В ходе эксперимента было выяснено, что при повышении дозировки сушеной лаванды идет увеличению массовой доли золы зефира. Это связано с тем, что при добавлении лаванды в зефире появляются элементы, которые не сжигаются даже при высоких температурах и не растворяются в кислоте. По этой же причине возникает увеличение кислотности продукта. Так же данный экстракт лаванды содержит небольшое количество сухих веществ, за счет этого происходит снижение водорастворимых веществ в зефире.

Изменение физико-химических показателей зефира при добавлении лаванды приведено на рисунке 1.

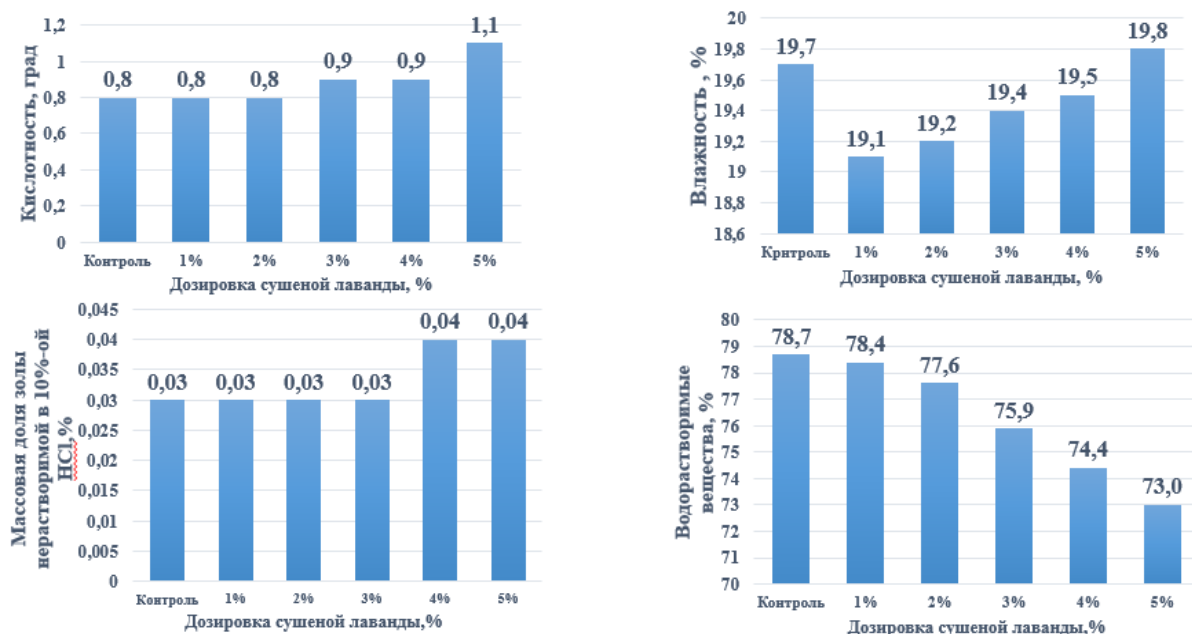


Рисунок 1 – Изменение физико-химических показателей зефира при добавлении лаванды

При увеличении добавляемого количества брусники все физико-химические показатели повышаются. Кроме массовой доли золы, она понижается, за счет кислот, которые в себе содержит брусника. По этой же причине возрастает кислотность зефира и содержание водорастворимых веществ. Повышение влажности обуславливается тем, что ягода вносится в свежем виде и имеет высокое содержание влаги, которое передается продукту. Более наглядно изменение показателей можно увидеть на рисунках.

Изменения физико-химических показателей зефира при добавлении брусники приведены на рисунке2.

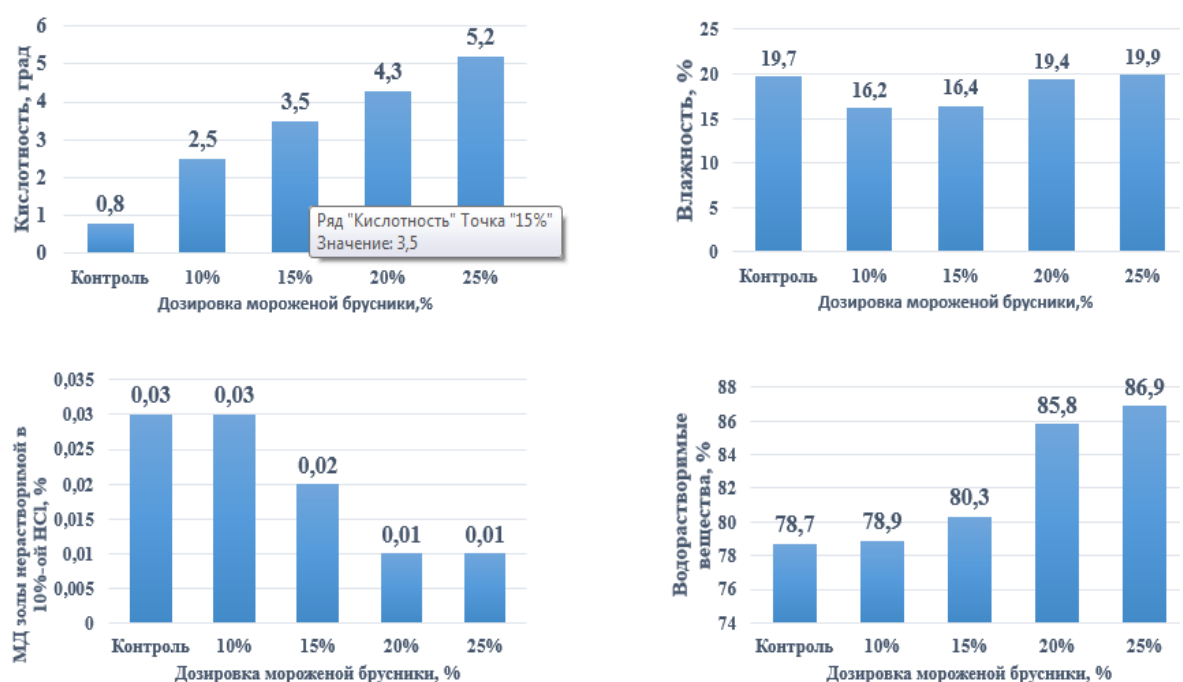


Рисунок 2 – Изменение физико-химических показателей зефира при добавлении брусники

Лучшим образцом признан зефир с добавлением 4 % сушеной лаванды взамен сахара и 25 % мороженой брусники.

В лучших образцах зефира с добавками была рассчитана пищевая ценность.

Для расчетов были использованы справочные таблицы химического состава пищевых продуктов под редакцией И.М.Скурихина.

Исходя из расчетов можно сделать вывод, что в зефире с лавандой показатели в основном не изменяются, идет небольшое увеличение содержания железа и витамина С, наряду с этим энергетическая ценность осталась неизменной по сравнению с контролем. Лаванда оказала большее воздействие на органолептические показатели зефира. А вот в зефире с брусникой значительно увеличилось содержание минеральных веществ и витаминов С, РР. Незначительно, но повысилось содержание белков и углеводов. За счет повышения этих показателей была повышена энергетическая ценность продукта.

Более наглядно все цифры можно увидеть в таблице 1 [1].

Таблица 1 – Пищевая ценность зефира с 4 % лаванды и 25 % брусники мороженой

Наименование показателя	Контроль	4 % лаванды	25 %
Белки, г	1,0	1,1	1,1
Жиры, г	0,1	0,1	0,2
Углеводы, г	91,5	91,5	93,0
Пищевые волокна, г	1,2	1,2	1,7
Минеральные вещества, мг:			
Натрий	28	28	29
Калий	67	67	83
Кальций	30	30	34
Железо	1,12	1,21	1,19
Витамины, мг:			
В2	0,10	0,10	0,10
РР	0,18	0,18	0,21
С	0,64	0,93	3,33
Энергетическая ценность, ккал	372	372	380

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Скурихин И.М., Тутельян В. А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания. Москва: ДеЛипринт, 2008. 275 с.: табл.

2. Павлова Н.С. (сост.) Сборник основных рецептур сахаристых кондитерских изделий. СПб: ГИОРД, 2000. 232 с.

3. Курцева В.Г. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Технология сахарных кондитерских изделий» для студентов образовательной программы бакалавриата 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья». Алтайский государственный технический университет им. И. И.Ползунова. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2015. 38с.

4. ГОСТ 5897-90. Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто, и составных частей: введ. 1992-01-01. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2004. 12 с.

5. ГОСТ 6441-2014. Изделия кондитерские пастильные. Общие технические условия: Введ. 2016-01-01. Москва: Стандартинформ, 2019. 13 с.

РЖАНОЙ ХЛЕБ С МУКОЙ ИЗ ГРЕЦКОГО ОРЕХА

Шляхова Ольга Викторовна, магистрант кафедры «ТХПЗ», e-mail: violya1234@gmail.com
Научный руководитель – Козубаева Людмила Алексеевна, к.т.н., e-mail: cosubaeva@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В работе изучена возможность расширения ассортимента ржаных сортов хлеба за счет использования муки из грецкого ореха. Исследованы органолептические и физико-химические показатели качества такого хлеба. Обосновано применение муки из грецкого ореха в количестве 10 %.

Ключевые слова: мука ржаная, мука из грецкого ореха, ассортимент, качество.

Одной из стратегических отраслей экономики выступает пищевая и перерабатывающая промышленность. Хлебопекарная отрасль затрагивает все слои жизни нашего общества, являясь одной из ведущих пищевых отраслей, обеспечивающей около 10 % выручки всей пищевой промышленности. Хлеб традиционно входит в продовольственную корзину россиян [3].

Сегодня нельзя не согласиться с тем, что хлеб является продуктом первой необходимости, который содержит важные микроэлементы для здоровья человека.

Также хлеб является одним из самых благодатных продуктов, который пригоден для обогащения веществами, необходимыми для здоровья человека. Прежде всего, этого говорит о том, что предоставляется широкая возможность для расширения ассортимента, а также для обеспечения граждан нашей страны качественными хлебом и хлебобулочными изделиями.

Для обогащения продукции или для ее ассортиментного расширения можно использовать муку различных видов: кукурузную, льняную, кедровую, муку грецкого ореха и любые другие виды [1,4].

Мука из грецкого ореха – это натуральный продукт, богатый белком, растительными жирами и почти не содержащий углеводов. Она имеет приятный вкус грецкого ореха с характерной горчинкой. При изготовлении муки из грецкого ореха, как правило, используют технологию бережного измельчения сырья (ядра ореха) для того, чтобы сохранить все полезные вещества.

Калорийность муки из грецкого ореха составляет 234 ккал на 100 грамм продукта [2].

В составе ореховой муки высокое количество лецитина – жироподобного вещества, которое можно назвать строительным материалом для клеток. Он отвечает за липидно-углеводный обмен, снижает уровень холестерина, продлевает жизненный цикл клеток печени. Очень важно, что это вещество не распадется после термообработки и содержится не только в муке грецкого ореха, но и в выпечке, в которую она входит. Незаменимых аминокислот в составе продуктов – 12, с преобладанием аргинина, а заменимых – 8, из них больше всего глутаминовой кислоты.

С целью изучения влияния муки из грецкого ореха на качество ржаного хлеба был произведен ряд лабораторных выпечек. Объектом исследования выступал формовой ржаной хлеб с заменой части ржаной муки на муку из грецкого ореха в количестве от 0 % до 15 %.

Было приготовлено 4 образца хлеба:

1 – контрольный образец (без добавления муки из грецкого ореха):

2 – с добавлением 5 % муки из грецкого ореха:

3 – с добавлением 10 % муки из грецкого ореха

4 – с добавлением 15 % муки из грецкого ореха.

На рисунке 1 представлены образцы хлеба с заменой части ржаной муки на муку из грецкого ореха.

Органолептическая оценка выпеченного хлеба показала, что использование муки из грецкого ореха способствовало изменению цвета мякиша хлеба и верхней корочки, вкуса и аромата хлеба. Цвет мякиша и корки хлеба становился темнее, приобретал ореховый оттенок. К вкусовой гамме добавлялось приятное ореховое послевкусие, усиливающееся с

увеличением содержания в рецептуре муки из грецкого ореха. Однако, при добавлении 15 % муки из грецкого ореха, хлеб приобретал горьковатый привкус.

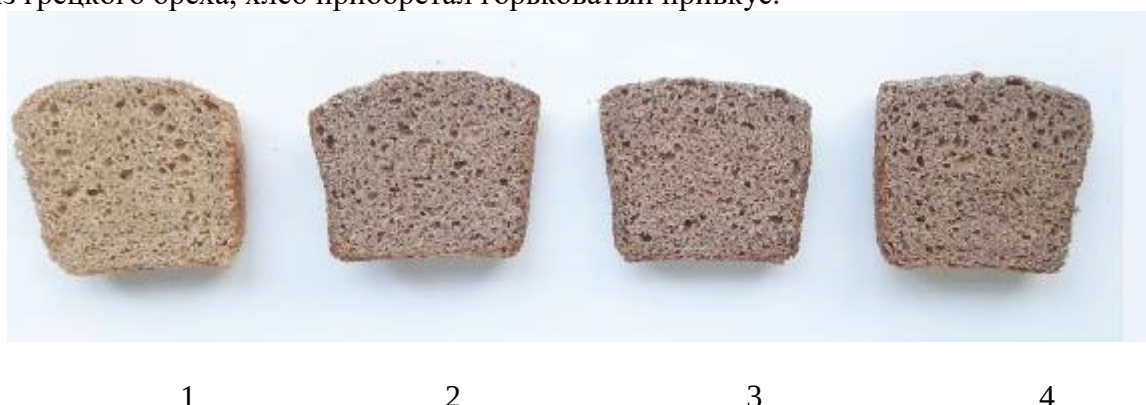


Рисунок 1 - Образцы хлеба с заменой части ржаной муки на муку из грецкого ореха

Физико-химические показатели качества хлеба представлены в таблице 1 и на рисунках 2-3.

Таблица 1– Физико-химические показатели качества хлеба

Наименование показателя	Номер образца			
	1	2	3	4
Удельный объем, см ³ /г	2,20	2,22	2,23	2,20
Влажность мякиша, %	49,0	49,6	51,0	50,3

При замене части ржаной муки на муку из грецкого ореха показатель удельного объема практически не изменяется и варьируется в пределах ошибки измерения. Показатель пористости мякиша увеличивается с возрастанием дозировки муки из грецкого ореха. Вероятно, это связано с большим разрыхлением мякиша опытных образцов хлеба.

Кислотность хлеба снижается с 4,8 град у контрольного образца до 4,0 – у образца с 15 % муки из грецкого ореха. Это объясняется более низкой кислотностью муки из грецкого ореха. Влажность хлеба увеличивается с возрастанием дозировки муки из грецкого ореха.

Было выявлено, что при содержании муки из грецкого ореха в количестве 15 %, лучше развита пористость хлеба, чем при более низком содержании используемой муки. Поры были более крупные, тонкостенные, в целом пористость была равномерная. Так же отмечалось изменение цвета мякиша и верхней корочки опытных проб хлеба, они становились более темными. Вкус и запах приобретали выраженный ореховый оттенок.

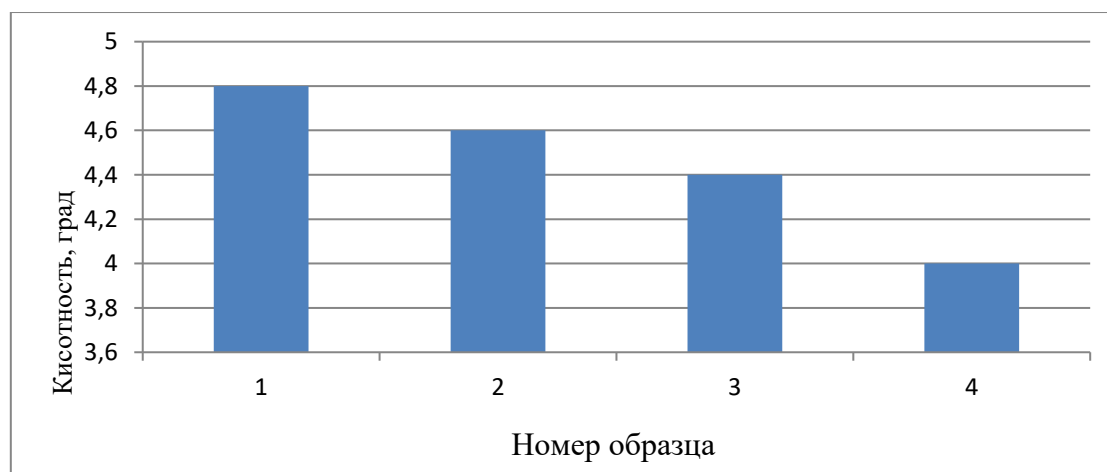


Рисунок 2 – Кислотность мякиша хлеба

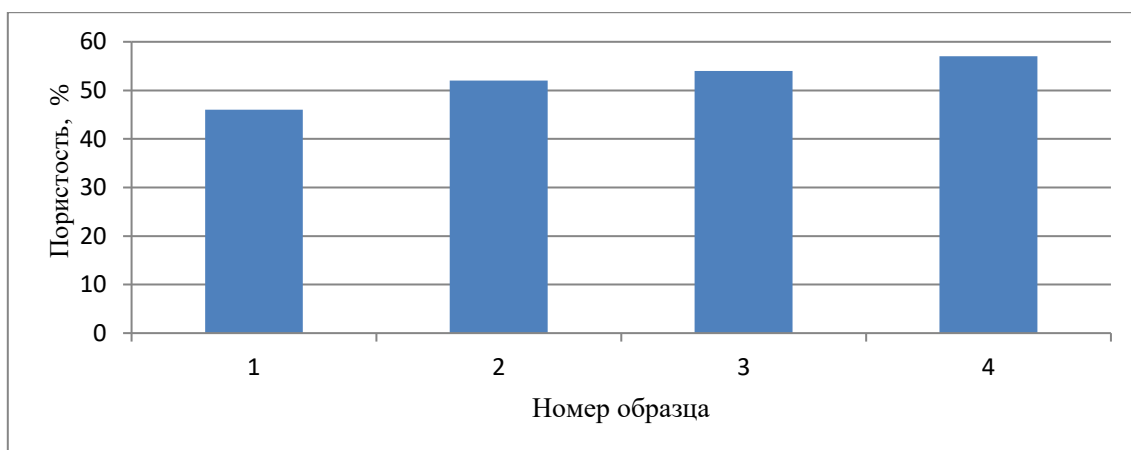


Рисунок 3 – Пористость мякиша хлеба

Однако, нельзя рекомендовать именно этот образец, так как у хлеба отмечался горьковатый привкус. Таким образом, лучшим можно считать образец с заменой части ржаной муки на муку из грецкого ореха в количестве 10 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сидоренко Т.А. Повышение качества ржано-пшеничного хлеба путем внесения конопляной добавки // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал, 2006. с. 8-9.

2. Химический состав российских пищевых продуктов / Скурихин И.М. (ред.) – 2-е изд., перераб. и доп. М.:Агропромиздат, 1987. 360 с.

Хлебобулочная промышленность : сайт. URL : <https://fabricators.ru/article/hlebobulochnaya-promyshlennost> ((дата обращения: 02.04.2021).

3. Шляхова О.В., Козубаева Л.А. Исследование потребительских свойств ржано-кукурузного хлеба. // Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство: материалы V Международной научно-технической конференции, 16 ноября 2018 г. /Воронеж. гос. ун-т инж. технол., ВГУИТ, 2018. с. 290-295.

ПОДСЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ»

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИТАЛЬЯНСКИХ СЫРОВ. СЫР КАЧОТТА

Аврамова Анастасия Сергеевна, магистрант кафедры «Технология продуктов питания», e-mail: nastya2331@mail.ru

Научный руководитель - Азолкина Любовь Николаевна, к.т. н., доцент,
e-mail: azolkinaln@yandex.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, России

Обзорная статья по ассортименту популярных видов итальянских сыров, которые вырабатываются в России. В зависимости от используемого типа молока производят сыры: коровьи, овечьи, буйволиные, козьи и смешанные из разного вида молока. Так же различают сыры в зависимости от срока созревания. На сегодняшний день одним из популярных сыров на рынке России является сыр Качотта со большим разнообразием добавок.

Ключевые слова: итальянский сыр, классификация, короткие сроки созревания, Качотта, стуфатура.

Сыр – это важная часть итальянской культуры. Итальянские сыры не ограничиваются пармезаном и моцареллой. Сегодня в Италии производят более 400 видов сыров. Они различаются по способу изготовления, консистенции и сроку созревания.

Итальянский сыр можно классифицировать по-разному: в зависимости от используемого молока (коровы, овцы, козы, буйволицы), от содержания жиров в сухом веществе (сыры жирные, полужирные и нежирные), от температуры, которой обрабатывается сырная масса, от консистенции и от периода созревания. Так как нет единой исчерпывающей классификации, как правило – отталкиваются от двух основных параметров: консистенции и вкуса.

Наиболее популярные виды итальянских сыров распространённых на территории России это: Горгонзола (Gorgonzola) - относится к старейшим в мире голубым сырам, Монтазио (Montasio) - твёрдый сыр, изготавливаемый из коровьего молока утреннего и вечернего удоя, Грана Падано (Grana Padano) - широко известный твёрдый сыр, производимый из молока коров, Пармезан (Parmigiano Reggiano) - твёрдый сыр производится только в период с апреля по ноябрь (время «зелёных пастбищ» и созревает около двух лет, Качиокавалло (Caciocavallo) используют коровье или овечье молоко, Моцарелла (Mozzarella) традиционно варят из молока буйволиц (Mozzarella di Bufala), но в массовой продаже представлен вариант из коровьего молока, Проволоне (Provolone) - твёрдый сыр с низким содержанием жира, варят его из молока коров, Скаморца (Scamorza) - сыр, производимый в южных регионах Италии из коровьего молока, Буррата (Burrata) - уникальный итальянский сыр, представляющий собой шарик моцареллы, заполненный сырным кремом, Рикотта (Ricotta) делают её путём смешивания молочной сыворотки с лимонной кислотой с дальнейшим нагреванием. Хлопья, образующиеся в процессе, снимают и оставляют дозревать в форме [1].

Качотта (Casciotta) - это итальянский полумягкий сыр с молочным вкусом. Вкус зависит от времени выдержки и может быть как нежно сладковатым, так и совсем пикантным. Готовится качотта примерно за 8 часов, с применением стуфатуры. Стуфатура это нагрев сыра в формах под паром, за счет этого происходит уплотнение сырной массы. Созревает сыр от двух дней до двух месяцев. Сыр быстро сохнет, поэтому хранить его надо в холодильнике, в ткани или фольге. Употребляется с помидорами или оливками.

На прилавках магазина можно наблюдать ассортимент Качотты с разнообразными добавками, такими как: пажитник, черный перец, каперсы, грецкий орех, оливки, черный трюфель и т.д. [2].

На сегодняшний день этот сорт является одним из самых популярных в Италии. Поэтому производство сыра развито в стране практически повсеместно.

Вкус продукта совершенствуют различными натуральными добавками. Приготовление Качотты имеет столько вариаций, что можно было бы выпустить отдельную энциклопедию по

этому сорту. Название сыра переводится с итальянского на русский как «сырок». Это говорит о небольших размерах молочного продукта, а также о его сладковатом вкусе.

В сыре Качотта может быть разной как основа, так и добавки. Его можно готовить из коровьего, козьего, овечьего и даже буйволиного молока. Сделать вкус продукта интересным и пикантным можно с помощью разнообразных добавок. Смесь перцев, сладкая паприка, орехи, зелень, оливки, пряности, томаты в вяленом виде, - чего только не добавляют в него.

Калорийность сыра составляет 228 ккал на 100 грамм продукта. Сравнительно с показателями других сыров (к примеру, сыра Чеддер) это не так уж много. Сорт не содержит углеводов, зато насытит организм животными белками и легкоусвояемыми жирами в объеме равном 24 % от суточной средней нормы.

Вкус итальянского деликатеса напоминает сладкое молоко. Более зрелая Качотта приобретает остро-пряные нотки. Чем сыр выдержаннее, тем интенсивнее будет его вкус.

Отдельного внимания требует питательная ценность данного продукта. Тем более, что о пользе и возможном вреде сыра Качотта будет интересно узнать всем, кто решит попробовать его на вкус. Самая главная особенность этого продукта заключается в том, что все полезные вещества, содержащиеся в нем, легко и быстро усваиваются организмом.

Употребление Качотты возможно во время диеты для похудения по той причине, что в нем отсутствуют углеводы. При этом продукт отличается высоким содержанием витаминов и микроэлементов. Сорт не дает лишних калорий, но при этом насыщает организм полезными веществами.

Вреда от сыра едва ли стоит ожидать. Только при неразумном употреблении в больших количествах молочный продукт может вызвать расстройство ЖКТ.

Итальянский деликатес можно использовать в качестве ингредиента для бутербродов. Сочетание продуктов с сортом Качотта позволяет получить превосходный вкус в различных блюдах. Особенно популярно использование этого сорта в итальянской кухне.

Сыр часто добавляют в такие блюда, как пицца, различные пасты и ризотто. Продукт может служить отличной закуской к повседневному или праздничному столу. На сегодняшний день существует много рецептов с сыром Качотта, которые готовятся легко и быстро. При этом вкус их не уступает замысловатым и сложным блюдам [3].

На сегодняшний день средняя ценовая категория по сыру Качотта составляет от 800 до 1200 рублей за кг сыра.

Проведение общего обзора классификации и ассортимента сыров позволяет увидеть возможности сыроделия и состояние рынка сбыта. Специалисты-аналитики утверждают, что по объему реализации товара можно судить об экономическом благосостоянии людей. Потребление большого количества сыра обуславливается полезными его свойствами. Он играет важную роль в рационе человека.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Самые популярные итальянские сыры : сайт. URL: <https://blog-italy.ru/samye-populyarnye-italyanskie-syry-8-luchshix/> (дата обращения: 08.04.2021).

2. Корт В.А., Короткова А.А., Храмова В.Н. Производство антиоксидантсодержащего сыра с применением ступфатуры // Технологии и продукты здорового питания : сборник статей XII Национальной научно-практической конференции с международным участием. Под общей редакцией Н.В. Неповинных, О.М. Поповой, Е.В. Фатьянова. 2021. С. 346-350.

3. Качотта : сайт. URL: cheezu.ru/cheeses/semi-hard/caciotta/ (дата обращения: 08.04.2021).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОРОЩЕННОЙ ПШЕНИЦЫ И РЖИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Афанасьева Юлия Геннадьевна, магистрант кафедры «Технология продуктов питания», e-mail: yuliya.afanaseva.9718@mail.ru

Научные руководители – Снегирева Анна Владимировна, к.т.н., доцент, e-mail: sne.anna@mail.ru

Мелёшкина Лариса Егоровна, к.т.н., доцент, e-mail: meleshkina_le@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье рассмотрены современные проблемы в питании, факторы, влияющие на них, и способы профилактики. Представлены изменения, происходящие в зерне пшеницы и ржи при проращивании в воде и с использованием ламинарии для дальнейшего использования этих культур в производстве хлебобулочных изделий, как наиболее доступный способ восполнения дефицита незаменимых нутриентов в питании населения России.

Ключевые слова: пищевые волокна, пророщенное зерно, рожь, пшеница, ламинария.

Питание – значительный фактор, устанавливающий качество и продолжительность жизни населения, на сегодняшний день отягощено экологической обстановкой, неблагоприятными условиями окружающей среды, стрессами, вредными привычками, малоподвижным образом жизни. Однообразие в питании, избыточное потребление рафинированных пищевых продуктов, нарушение организации питания, все это привело к росту алиментарно-зависимых заболеваний. В последние годы были выявлены серьезные дефициты в питании взрослого населения России, на фоне избыточного потребления рафинированных продуктов, насыщенных жиров, сахара и соли. Наиболее распространенными стали дефицит пищевых волокон, макро- и микроэлементов. Среди алиментарно-зависимых заболеваний лидируют, сердечно – сосудистые патологии, заболевания желудочно-кишечного тракта, ожирение, диабет второго типа. Результативным способом профилактики заболеваний желудочно-кишечного тракта и ожирения станет введение в пищевой рацион достаточного количества пищевых волокон, рекомендуемый уровень суточного потребления которых согласно ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» равен 30 г [1].

Как известно пищевые волокна не расщепляются в желудочно-кишечном тракте, участвуют в нормализации пищеварения, ускоряют процесс прохождения пищи по пищеварительному тракту, способствуют адсорбции и выведению вредных веществ [2].

Незаменимыми источниками пищевых волокон считаются фрукты, овощи, зерновые культуры, отруби, мука грубого помола. Большое количество пищевых волокон в цельнозерновой муке, продуктах содержащих цельное зерно, в крупах с оболочками, орехах.

Зерновые культуры богаты лигнином, который способен связываться с желчными кислотами, тем самым тормозить всасывание холестерина. Вместе с тем, все эти продукты содержат антипитательные вещества – фитаты, препятствующие усвоению ряда минеральных веществ и аминокислот. Одним из методов уменьшающих количество фитатов в зерне является проращивание.

Повсеместное выращивание на территории России пшеницы и ржи представляет особый интерес в проращивании этих культур. Значительное изменение биохимических показателей зерна происходит именно в период прорастания зерна. Сложные запасные вещества претерпевают изменения, расщепляются на более простые, следовательно, улучшается усвоение питательных веществ. В таком зерне увеличивается количество антиоксидантов, витаминов, микроэлементов и биофлавоноидов [3]. В проросших зернах вся питательная ценность отлично сочетается с пищевыми волокнами. Значительно возрастает количество витамина В и С, улучшается усвоение магния, цинка и кальция а так же множества других минеральных веществ.

Пророщенное зерно целесообразно добавлять в качестве добавки при производстве некоторых видов хлеба. Традиционные виды хлеба чаще всего выпекают из муки лишенной

частично оболочек, алейронового слоя и зародыша. Соответственно вместе с оболочкой зерна удалены так же витамины группы В, витамин Е, пищевые волокна, минеральные вещества, а именно железо, магний [4]. Использование пророщенного зерна в хлебопечении является перспективным направлением, такое зерно способствует переходу множества веществ в легкоусвояемую форму, повышает витаминно – минеральную ценность изделия, вследствие чего повышается биодоступность всех питательных веществ. Вместе с тем на территории Алтайского края существует повсеместный дефицит йода, в связи со снижением потребления морепродуктов богатых им. Одним из вариантов профилактики йододефицитных состояний является применение ламинарии в продуктах массового потребления, поскольку йод, содержащийся в растительных пищевых продуктах, лучше усваивается щитовидной железой, чем вводимый в виде йодистого калия. Вероятнее всего, это происходит потому, что растительный йод поступает в организм человека в комплексе с другими соединениями, в частности аминокислотами и различными микроэлементами.

В связи с чем, целью нашей работы явилось исследование изменений происходящих в зерне пшеницы и ржи при проращивании традиционным способом и с использованием ламинарии для дальнейшего использования в рецептуре хлебобулочных изделий.

Для исследований использовали рожь для проращивания «Arivera» ТУ 01.11.32.-013.91684174-2018, пшеница для проращивания «Arivera» ТУ 10.89.19-004-84793000-2019. А так же ламинарии слоевища (морская капуста) «ФармЦвет». Исследования проводили на кафедре «Технология продуктов питания» Алтайского государственного технического университета им И. И. Ползунова.

На начальном этапе исследований, требовалось определить наилучшие показатели при проращивании на различных субстратах. В качестве субстратов использовали воду, и воду с добавлением ламинарии слоевищ в сушеном виде в количестве 1 % от массы навески зерна.

Проращивание проводилось по ГОСТ 10968-88. Данная задача была поставлена для выявления минимального количества времени, которое в наиболее полной степени подошло бы для производственных целей [5].

Эффективность проращивания и ее зависимость от продолжительности и вида субстрата оценивали по массе 1000 зерен и количеству проросших зерен.

Измерение массы осуществляли каждый 24 часа, в течение 120 часов. Результаты проращивания представлены на рисунках 1, 2 и 3.

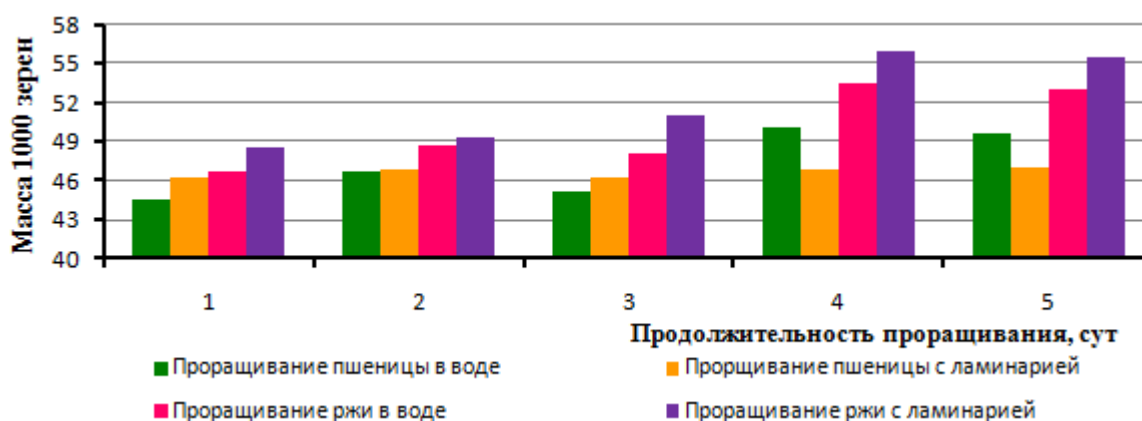


Рисунок 1 – Влияние продолжительности проращивания и вида субстрата на массу 1000 зерен

В результате проращивания происходит поглощение семенами воды, это способствует усиленному дыханию, а так же активации процесса прорастания. В последующем на активность прорастания, предположительно, влияет состав поглощаемой жидкости: чем больше набухает зерно, тем сильнее прорастает. Из рисунка 1 видно, что с увеличением продолжительности проращивания происходит увеличение массы, причем добавление ламинарии положительно сказывается на данный показатель. Максимальная масса 1000

зерен формируется на четвертые сутки, а при дальнейшем проращивании незначительно снижается, что, скорее всего, связано с процессом дыхания зерна.

Различие массы зерна при проращивании с использованием ламинарии предположительно обусловлено содержанием в ней йода. Йод переходит в водную среду, а зерно активно впитывает ее. При набухании семян повышается проницаемость мембран, что приводит к активной диффузии ионов водорастворимого йода из внешней водной среды во внутреннее пространство семян.

На рисунке 2 представлено процентное соотношение проросших зерен в зависимости от времени проращивания и субстрата.

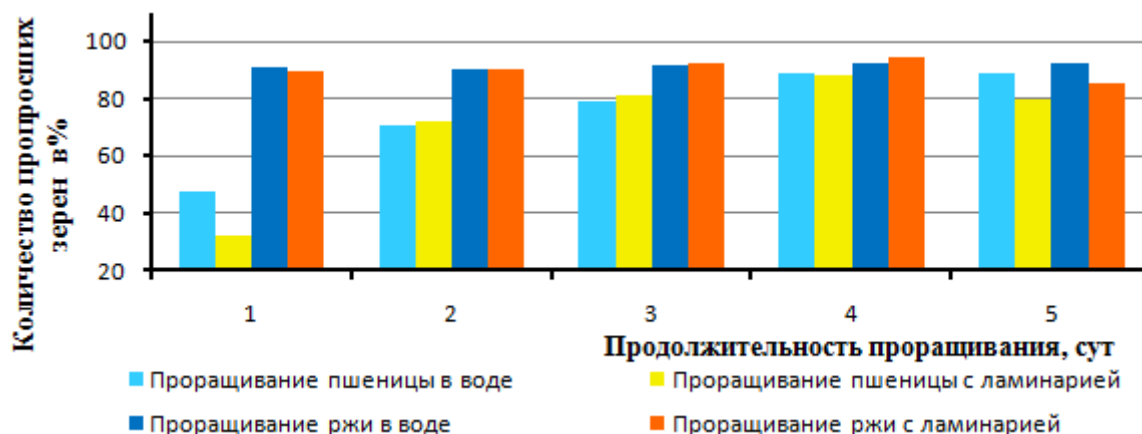


Рисунок 2 – Влияние продолжительности проращивания и вида субстрата на количество проросших зерен

Диаграмма показывает, что в первые сутки рожь прорастает активнее пшеницы и добавление ламинарии не интенсифицирует этот процесс. Дальнейшее проращивание приводит уже к другой динамике. На вторые, третьи и четвертые сутки видно положительное влияние ламинарии на процент проросших зерен, а снижение данного показателя на пятые сутки говорит, скорее всего, о том, что в процессе пересчета некоторые ростки после четырех суток стали подсыхать и отламываться.

Далее определяли влияние субстрата на длину ростка. Целью было выявить наиболее интенсивное прорастание ростков пшеницы и ржи, в зависимости от времени прорастания в сутках, и вида субстрата. При проращивании каждые 24 часа в течение 120 часов отбирали 25 произвольных зерен, подсчитывали длину ростка каждого в миллиметрах и выводили среднее значение. Результаты представлены на рисунке 3.

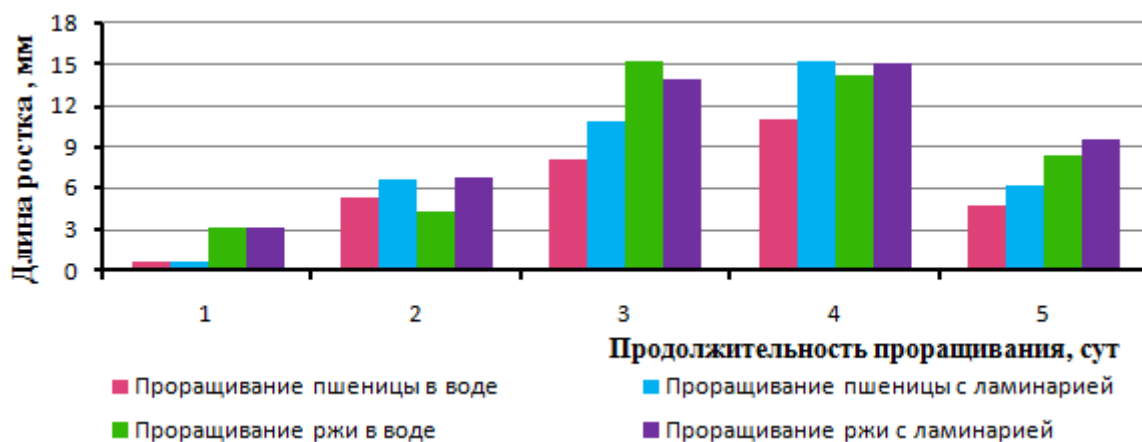


Рисунок 3 – Влияние продолжительности проращивания и вида субстрата на длину ростка

По рисунку отчетливо видно, что наличие ламинарии в субстрате положительно влияет на длину ростка и своих максимальных значений этот показатель достигает на четвертые

сутки. Далее происходит подсыхание ростков вследствие отсутствия достаточного количества питательных веществ для дальнейшего роста, что сказывается на уменьшении их среднего размера.

Комплексный анализ исследованных показателей позволяет сделать вывод об интенсификации процесса прорастания пшеницы и ржи в присутствии ламинарии, что связано с наличием в ней питательных веществ и гидроколлоидов, сохраняющих в себе влагу и препятствующих пересыханию зерна. При этом рожь прорастает активнее пшеницы, что позволяет остановить процесс проращивания на трех сутках, тогда как пшеницу необходимо проращивать в течение 96 часов.

При выборе продуктов для обогащения целесообразно смотреть на массовость потребления этих продуктов. С этой точки зрения хлебобулочные изделия являются наиболее перспективными. Добавление пророщенного зерна в данный продукт увеличит биодоступность различных макро и микро – элементов, ведь пророщенное зерно богато множеством витаминов и минералов, которые в процессе прорастания переходят в легкоусвояемую форму. Так же такое зерно богато пищевыми волокнами, что является профилактикой ожирения и болезней желудочно–кишечного тракта. Проращивание зерен в присутствии ламинарии может способствовать обогащению семян и, как следствие, готовых изделий йодом, что послужит профилактикой йоддефицитных состояний.

Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки РФ (мнемокод 0611-2020-013; номер темы FZMM-2020-0013, ГЗ № 075-00316-20-01).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ТР ТС 022/2011 Пищевая продукция в части ее маркировки: технический регламент таможенного союза: издание официальное: утвержден решением комиссии таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 811/ Разработан в соответствии с соглашением о единых принципах и правилах технического регулирования в Республике Беларусь, Республике Казахстан и Российской Федерации. Доступ из правовой системы «КонсультантПлюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_124614/6ab20e093bf33afdae0c68aa39dfe35a7958b065/ (дата обращения: 08.04.2021).

2. Броновец И. Н. Пищевые волокна – важная составляющая сбалансированного здорового питания // Здоровое питание. 2015. №10. С. 46-48.

3. Особенности производства сухих пророщенных зерен пшеницы и ржи / Н.О. Бурова [и др.] // Вестник Марийского государственного университета. 2016. Т. 2. 3 (7). С. 10 – 14.

4. Использование пророщенного зерна пшеницы в производстве хлеба и хлебобулочных изделий / Н.В. Науменко [и др.] // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и Биотехнологии». 2018. Т.6. №4.

5. ГОСТ 10968-88 Зерно. Методы определения энергии прорастания и способности прорастания: Национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 25.02.88 N 371: дата введения 1988-01-07. Москва: Стандартинформ, 2009. 4 с.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ РАЦИОНОВ ПИТАНИЯ ЧАСТНЫХ ДЕТСКИХ САДОВ

Борзова Дарья Владимировна, магистрант кафедры «Технология продуктов питания»,
e-mail: borzova.dashuta@mail.ru

Научный руководитель - Писарева Елена Владимировна, к.т.н., доцент
e-mail: pisareva_tpp@inbox.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Проведено исследование рационов частных детских садов. Получены данные о сбалансированности рационов для различных групп потребителей. Предложены варианты рационов питания детей дошкольного возраста. Отражены продукты, которые рекомендуется вводить в рацион. Представлены результаты исследования анкетирования детей о вкусовых предпочтениях.

Ключевые слова: рацион питания, детское питание, возрастной период, рациональное питание, питание дошкольников.

Детское питание тесно связано с процессами обмена веществ в организме. Питание является одним из основных факторов, определяющих темпы роста ребенка, его гармоничное развитие, способность к учебной деятельности, хорошую иммунную систему, устойчивость к стрессам, воздействию неблагоприятных факторов внешней среды [1].

Питание детей должно соответствовать с их возрастными физиологическими потребностями, обеспечивать энергией, а также заменимыми и незаменимыми веществами. Также питание должно учитывать индивидуальные особенности ребенка, например непереносимость тех или иных продуктов. В данном случае необходимо учитывать региональную принадлежность сырьевой базы. Алтайский край является регионом в котором возделывается большое количество зерновых и овощных культур, которые необходимо включать в рационы питания населения.

При организации питания детей должна соблюдаться безопасность продукции, для этого контролируется исходное сырье, соблюдаются санитарные нормы, сырье поступает с сопроводительными документами. При организации питания детей пищу следует витаминизировать, путем введения в рацион свежих овощей, зелени, морсы на основе ягод.

Очевидно, детский рацион зависит от возрастных, физиологических и метаболических особенностей организма.

Дифференцированный подход к питанию детей предполагает деление на периоды: детский - от 1 до 3 лет, дошкольный - от 3 до 7 лет, период младшего школьного возраста - от 7 до 12 лет и период старшего школьного возраста - от 12 до 17 лет [1].

Необходимо чтобы рацион был разнообразен и рационально сочетал в себе блюда. Также необходимо учитывать сезонные особенности питания. В летний период следует повышать энергетическую ценность суточного рациона на 10 % [2]. Для детей желательны продукты, богатые медленными углеводами: овощи и фрукты, цельнозерновые продукты. Овощи и фрукты содержат пектин, клетчатку, пищевые волокна и улучшают работу пищеварения.

Необходимо ежедневно вводить в рацион коровье молоко, масло сливочное, мясо, хлеб, которыми так же могут обеспечить товаропроизводители Алтайского края.

Для того чтобы выявить вкусовые предпочтения дошкольников, проведен опрос. Было опрошено 50 дошкольников.

С помощью опроса было выявлено: из 100 % опрошенных детей, 80 % устраивают блюда в меню. Также многие дети хотели бы получать в течение дня такие продукты как: шоколад, мороженое, конфеты, жевательную резинку, газированные напитки.

На рисунке 1 представлено, какой прием пищи наиболее предпочтителен для дошкольников.

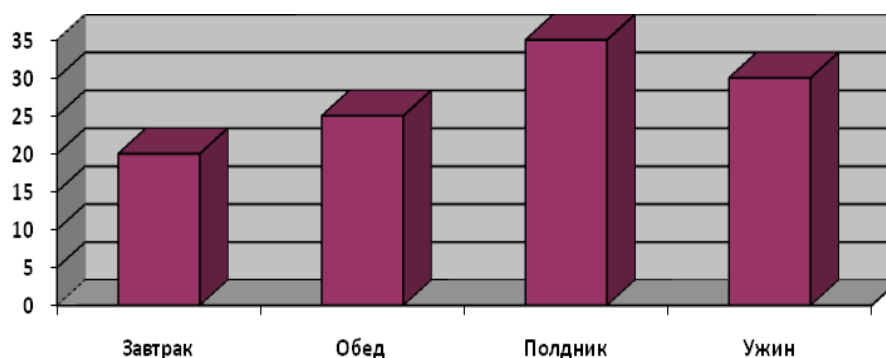


Рисунок 1 – Предпочтительный прием пищи дошкольников

Из полученного графика видно, менее востребованным является завтрак. Так как многие дети с утра кушают дома, перебивая тем самым аппетит. Самый высокий показатель – полдник, так как на полдник присутствуют сладкие блюда.

Так как в ходе опроса завтрак занимает меньший процент, проведем дальнейший опрос.

На рисунке 2 представлено, какое блюдо наиболее популярно на завтрак у детей.

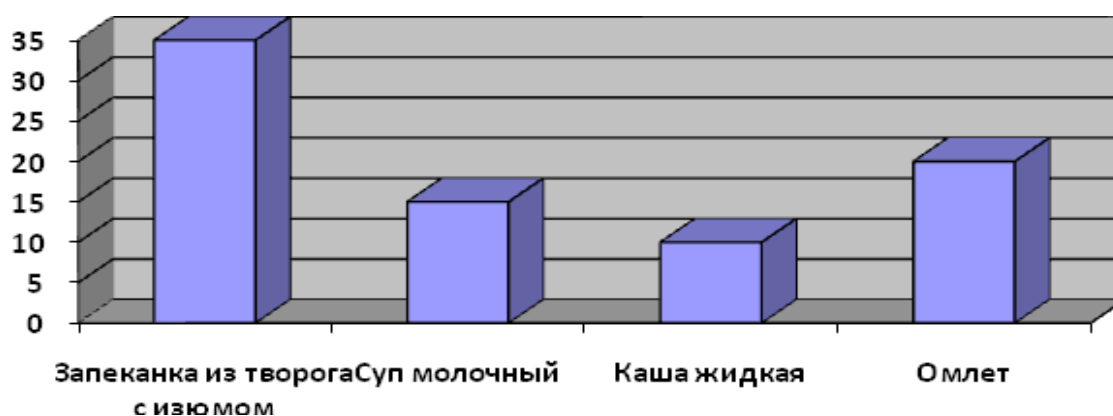


Рисунок 2 – Популярное блюдо на завтрак

Популярное блюдо у дошкольников – запеканка из творога с сахаром и изюмом.

Молочные продукты обязательно должны быть в рационе, так как белки молока полноценные; жиры легко усваиваются и содержат особенно незаменимые жирные кислоты и другие, биологически активные соединения (фосфатиды, холин). Лактоза, которая по сравнению с сахарозой медленнее расщепляется и всасывается, дольше находится в кишечнике, служит хорошей средой для развития благоприятной микрофлоры, препятствующей росту гнилостных болезнетворных микроорганизмов.

Кисломолочные продукты легко перевариваются и усваиваются организмом ребенка. Это обусловлено тем, что в процессе кисломолочного брожения белки денатурируют, что облегчает в дальнейшем их переваривание ферментами желудочно-кишечного тракта.

Приблизительно в сутки ребенок от 3 до 7 лет должен получать: молоко и кисломолочные продукты - 600 мл; творог - 50 г; сметана - 10 г; твердый сыр - 10 г; масло сливочное - 20 г (в каши и на бутерброды); растительное масло - 10 г, мясо - от 120 до 140 г, рыба - от 80 до 100 г; куриное яйцо - 1/2-1 шт.; сахар белый (с учетом кондитерских изделий) - от 60 до 70 г; пшеничный хлеб - от 80 до 100 г; ржаной хлеб - от 40 до 60 г, крупы, макаронные изделия - 60 г; картофель - от 150 до 200 г; различные овощи - 300 г; фрукты и ягоды - 200 г [3].

Таким образом, о правильного питания зависит гармония ребенка, физиологические характеристики, состояние здоровья на всю жизнь.

Желательно в рацион включать продукты моря, потому что они обладают достаточно высокой пищевой ценностью, богаты хорошо усваиваемым животным белком при относительно невысоком содержании жира, а также минеральными веществами - кальцием, калием, магнием, фосфором, железом [4].

Особой биологической ценностью обладает морская капуста, в 100 г которой содержится 970 мг калия, 170 мг магния, 16 мг железа, йод. Поэтому морскую капусту необходимо включать в рацион ребенка, если не в рацион дошкольных учреждений, то в домашний рацион обязательно салаты (витаминный салат с морской капустой), чтобы компенсировать дефицит йода [5].

На основании исследования предпочтений детей, составлен рацион питания, с учетом всех рекомендаций и соблюдением физиологических потребностей, индивидуальных особенностей.

Авторы благодарят за финансовую поддержку Минобрнауки РФ (тема №075-00316-20-01, FZMMM-2020-0013, мнемокод 0611-2020-013).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОНИКОВ

1. Ефимов А.А., Ефимова М.В. Основы рационального питания: учебное пособие. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007. 178 с.
2. Устав (Конституция) Всемирной организации здравоохранения вступил в силу 25 октября 1960. Доступ из правовой системы «Техэксперт» (дата обращения: 02.04.2021).
3. Барышева, Е.С., Барышева Е.С. Организация рационального питания детей в образовательных учреждениях : учеб. пособие. Оренбург: ОГ У, 2012. 305 с.
4. Тутельян В.А., Конь И.Я. Руководство по детскому питанию. М.: МИА изд. 2009. 952 с.
5. Конь И.Я. Питание здорового и больного ребенка // Педиатрия, № 1, 2006. - С. 63-72.

БАЗЫ ДАННЫХ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Васильева Анна Викторовна, магистрант кафедры «Технология продуктов питания»
e-mail: vasillevaann97@yandex.ru

Афанасьева Юлия Геннадьевна, магистрант кафедры «Технология продуктов питания», e-mail: yuliya.afanaseva.9718@mail.ru

Научный руководитель - Мелёшкина Лариса Егоровна, к.т.н., доцент
e-mail: meleshkina_le@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

На настоящий момент существует огромное количество неструктурированной разрозненной информации о химическом составе пищевых продуктов. Перечень исследуемых ингредиентов и продуктов, а также нутриентов, определяемых в них увеличивается. Такой объём знаний в цифровую эпоху дал возможность компилировать, структурировать и обрабатывать информацию посредством создания баз данных химического состава пищевых продуктов. Базы данных помогают решать актуальные задачи цифровой нутрициологии.

Ключевые слова: базы данных химического состава пищевых продуктов, цифровая нутрициология.

Для решения современных проблемы в области питания и производства продуктов питания необходимы большие структурированные объёмы данных – базы данных (далее по тексту БД).

БД химического состава пищевых продуктов представляют собой таблицы, содержащие подробную информацию о содержании макро- и микроэлементов в пищевой продукции, а также дополнительные сведения о происхождении и технологической обработке данного продукта.

Исследования анализа химического состава пищевых продуктов ведутся не первое столетие, начатые еще в 19 веке, они стали началом длительного процесса накопления нутрициологических данных. Изначально таблицы включали информацию о содержании основных макро- и микронутриентов, энергетической ценности. Постепенно с появлением современных аналитических методов анализа, открытию новых нутриентов и групп нутриентов, изучению перспективных продуктов объем знаний увеличивался.

Ежедневно в мире проводятся исследования пищевых продуктов с накоплением сведений. Существуют две основные международные программы сбора анализа и обработки данных это - FAO/INFOODS и EuroFIR. Эти программы помогают создавать базы данных химического состава пищевых продуктов, одинаковые по структуре, во всем мире. Такой подход позволяет унифицировать форму и содержание БД, что делает возможным обмен, объединение и поиск информации слияние и разделение таблиц БД. Базы, реализованные как электронный ресурс, в отличие от печатного формата содержат более полную информацию о продукте (способе производства/происхождение/метод анализа/источник данных). Так как не все данные получены из одного источника, то есть таблицы - приложения со списком источников (статьи, диссертации и пр.) [3].

Формат электронного ресурса позволяет оперативно дополнять и обновлять данные, вносить коррективы. Так же электронный формат таблиц позволяет писать алгоритмы для их обработки, что дает новые возможности при работе с сырьевой базой. Например, поиск ингредиента с заданными варьируемыми свойствами.

Построение БД делится на несколько этапов [1]:

- поисковой этап. На данном этапе происходит анализ и актуализация данных по химическому составу пищевых продуктов. Данные должны собираться из достоверных источников;

- создание «корневой» базы данных. В разработанную модель вносят информацию, полученную на первом этапе. Помимо этого, вносят дополнительную информацию о продукте и методах его анализа;

- создание справочной или вспомогательной БД. На этом этапе происходит статистическая оценка достоверности собранной информации. Продукты объединяются в категории (страны, регионы, пищевые группы) выявляются и дополняются недостающие данные.

Наиболее полной и ежегодно актуализируемой базой данных можно считать базу данных Лаборатории нутрициологических данных Департамента сельского хозяйства США (USDA NDL). БД является открытой, то есть ее использование не ограничено авторскими правами. Информация приведена более чем для 8000 продуктов по 150 нутриентам.

Сбор и систематизация данных о химическом составе пищевых продуктов в Российской Федерации ведется с советских времен. Так, в СССР периодически публиковались справочники по нутриентному составу продуктов и блюд. Благодаря крупномасштабному аналитическому исследованию, проведенному Институтом питания, появился справочник химического состава и калорийности российских продуктов питания под авторством Скурихина И.М., Тутельяна В.А., которым пользуются как основой при разработке пищевых продуктов и рационов по сей день [5].

На сегодняшний день новые крупномасштабные аналитические исследования не проводятся, хотя в рацион входят все новые и новые продукты, происходят открытия в области нутрициологии и физиологии, фокус внимания перемещается от одних нутриентов к другим.

Таким образом, возникают проблема поиска новой опорной точки при разработке продуктов питания, в том числе и функционального назначения, при расчете рационов и формировании базовой продовольственной корзины человека, что является основными ступенями в политике цифровой нутрициологии. Такой опорной точкой вполне можно считать создание отечественной БД химического состава пищевых продуктов.

Источником данных для создания отечественной БД могут стать результаты научно-исследовательских, производственных лабораторий, которые были получены при анализе

пищевых продуктов и ингредиентов в рамках научно–исследовательских или опытно-промышленных работ.

Так, например в 2019-2020 годах, в рамках национального проекта «Демография» были проведены комплексные исследования в нескольких регионах (было исследовано 3080 образцов) по теме «Оценка качества пищевой продукции и оценка доступа населения к отечественной пищевой продукции, способствующей устранению дефицита макро- и микронутриентов». Результаты о содержании нутриентов, биологически активных веществ представлены в виде таблиц Excel, эти данные можно заложить в основу отечественной БД. На основе полученных данных были оформлены методические рекомендации.

Так же целесообразно создать БД по региональным сырьевым базам, это не только расширит понимание потенциала региона, но и даст толчок к появлению новых региональных продуктов питания.

Так, Алтайский край является одним из главных поставщиков экологически чистой пищевой продукции, в том числе и функциональной на основе собственной сырьевой базы: бальзамы, крупяные смеси, хлебцы, молочные продукты. К сожалению, единого информационного источника по содержанию макро и микронутриентов нет, что затрудняет и делает дороже разработку новых продуктов, приходится изучать множество источников данных или проводить самостоятельные исследования для проектирования состава и расчета пищевой ценности.

Таким образом, БД позволяют решить первоочередные задачи в области питания, такие как:

- оценка и разработка персонального рациона или рациона для однородной группы населения;
- проектирование и разработка продуктов с проектируемыми функциональными свойствами;
- повышение достоверности и доступности информации для предприятий при расчете пищевой ценности выпускаемой пищевой продукции.

Полные базы данных позволяют не только обобщать информацию, но и выводить причинно-следственные связи, позволяющие отследить и установить причину изменения химического состава пищевых продуктов в процессе их обработки.

В настоящий момент в ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова» ведётся работа по созданию региональной базы данных химического состава пищевой продукции и продовольственного сырья Алтайского края.

Авторы благодарят за финансовую поддержку Минобрнауки РФ (тема №075-00316-20-01, FZMMM-2020-0013, мнемокод 0611-2020-013)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Базы данных химического состава пищевых продуктов в эпоху цифровой нутрициологии / В. В. Бессонов [и др.] // Вопросы питания. 2020. № 4. [Сайт]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bazy-dannyh-himicheskogo-sostava-pischevyh-produktov-v-epohu-tsifrovoy-nutritsiologii> (дата обращения: 09.04.2021).

2. Липатов Н. Н. Предпосылки компьютерного проектирования продуктов и рационов питания с задаваемой пищевой ценностью // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. 1995. № 3. С. 4-9.

3. Scrimshaw N.S. INFOODS: the international network of food data systems // Am. J. Clin. Nutr. 1997. Vol. 65, № 4. P. 1190-1193.

4. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ: методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08: утв. главным государственным санитарным врачом РФ 18 дек. 2008 г. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов / Консорциум Кодекс. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200076084> (дата обращения: 09.04.2021).

5. Картотека блюд диетического (лечебного и профилактического) питания оптимизированного состава / В. А. Тутельян [и др.]. М.: Национальная ассоциация клинического питания, 2008. 448 с.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН В ПИТАНИИ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Гофман Елизавета Сергеевна, магистрант кафедры «Технология продуктов питания», e-mail: gofman.e.s@mail.ru

Научный руководитель – Ходырева Зоя Рафаиловна, к.т.н., доцент,
e-mail: rafailovna-1977@mail.ru

Научный консультант – Вайтанис Марина Александровна, к.т.н., доцент,
e-mail: gazenauer@yandex.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье кратко изложены материалы об использовании пищевых волокон (ПВ) в питании детей разного возраста. Согласно немногочисленным исследованиям, ПВ, используемые в питании детей, играют важную роль в профилактике и лечении ожирения, а также в снижении уровня холестерина в сыворотке крови, что приводит к уменьшению риска развития у детей сердечно-сосудистых заболеваний. Учитывая, что дети и подростки употребляют в пищу недостаточное количество ПВ, следует рекомендовать увеличить в детском питании их потребление за счет фруктов, овощей и продуктов, приготовленных из злаковых культур.

Ключевые слова: питание детей, детский рацион, пищевые волокна, питательные вещества, рациональное питание детей

В настоящее время необходимость применения пищевых волокон в питании детей дошкольного возраста возрастает. Они играют особую роль в вопросах предупреждения и лечения ожирения, снижении уровня холестерина в крови, в следствии, снижается риск развития заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Пищевые волокна (ПВ) – структурные компоненты растительного сырья, используемого для производства пищевых продуктов. Они являются смесью полисахаридов растительного происхождения: углеводов и лигнина, который не является углеводом, однако служит источником ПВ, которые в организме человека не перевариваются, а выступают балластными веществами [4].

По физиологический эффекту, оказываемому на организм человека ПВ подразделяются на две группы: пищевые: нерасщепляемые углеводы и лигнины и функциональные: неперевариваемые углеводы растительного (картофельный крахмал) и животного (хитин) происхождения.

В детском организме пищевые волокна, в первую очередь, призваны выполнять функцию нормализации работы желудочно-кишечного тракта. В раннем возрасте (от двух лет) у детей наблюдается растяжение толстой кишки, причиной которого является нарушение нормального тонуса мускулатуры толстой кишки, вызванное сменой системы питания. Основными рекомендациями по восстановлению перистальтики кишечника являются: увеличение потребления пищевых волокон и соблюдения питьевого режима.

Физиологический эффект, достигаемый во время соблюдения диеты, главным образом, зависит от типа вводимый в рацион пищевых волокон.

Потребленные пищевые волокна в желудке ребенка увеличивают время переваривания поглощённой пищи и замедляют всасывание питательных веществ, тем самым восстанавливается перистальтика кишечного тракта, время эвакуации сокращается [1].

Установлено, что при нормальной массе теле норма потребления пищевых волокон (в общей сложности) составляет от 7 % до 30 %.

В детском рационе основными источниками пищевых волокон служат: пшеничный дрожжевой хлеб, фрукты, овощи, фруктовые и овощные соки, злаковые и бобовые культуры. Отмечается, что на фоне увеличения потребления пищи, содержащей пищевые волокна, увеличивается потребление детьми пищи, с высоким содержанием животных жиров (яйца, свинина, сметана, сливочное масло) [2].

Однако, на фоне положительного эффекта, связанного с потреблением необработанной (с щадящей обработкой) пищи, содержащей большое количество пищевых волокон, прослеживается и отрицательное воздействие на организм детей [1].

Если потребление пищевых волокон ребенком превышено (в два и более раза), то возможна остановка в росте и эмоциональном развитии, что напрямую связано с отсутствием в его рационе важных питательных веществ. Продукты питания, содержащие пищевые волокна, содержат в своем составе фитат, который образует нерастворимые соединения с минеральными веществами, что снижает их всасывание и метаболизм.

Известно, что пища, богатая этими волокнами снижает потребление калорий, а также снижает биодоступность для организма целого ряда нутриентов: минеральных веществ (цинка, железа, марганца, меди и, в большей степени, кальция) и витаминов, что негативным образом сказывается на развитии детского организма [3].

Рекомендовано постепенное увеличение количества употребляемых в пищу пищевых волокон (клетчатки), так как в данном случае организмом запускается компенсаторный физиологический ответ – повышение кишечной абсорбции (всасывания) [4].

Таким образом, для рационального питания детей дошкольного возраста (от трех до семи лет) пищевые волокна имеют важное значение. Однако не стоит забывать, что избыточное потребление нерастворимых (балластных) пищевых волокон ведет к снижению аппетита, уменьшению потребления калорийной пищи, снижению усвояемости некоторых микронутриентов, что негативным образом сказывается на развитии детского организма.

Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки РФ (мнемокод 0611-2020-013; номер темы FZMM-2020-0013, ГЗ № 075-00316-20-01).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Баранов А. А. Здоровье детей на пороге 21 века: пути решения проблемы // Российский медицинский журнал, 2000. № 8. С. 737–738.
2. Гончарова И. И. Состояние питания и здоровья детей в детских дошкольных учреждениях г. Ростов н/Д : дис....канд. мед. наук. Ростов н/Д., 2002. 28 с.
3. Гурова М. М. Лечебное питание детей в критических состояниях: современные подходы // Вопросы детской диетологии, 2004. Т. 2. № 5. С. 28-45.
4. Сетко А. Г. Методические основы гигиенической оценки факторов, формирующих здоровье детского населения, проживающего на урбанизированной и сельской территориях: автореф. дис. докт. мед. наук. Оренбург, 2008. 41 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ СВЕЖИХ ОВОЩЕЙ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Исраилов Максим Константинович, магистрант кафедры «Технология продуктов питания»,
e-mail: spokiii@icloud.com

Научный руководитель - Писарева Елена Владимировна, к.т.н., доцент,
e-mail: pisareva_tpp@inbox.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Проведено исследование обеспеченности овощами питания жителей города Барнаула. Получены данные о возможности включения в рационы овощей Алтайского края для различных групп потребителей.

Определено овощное сырье, которое рекомендуется вводить в рацион жителей Алтайского края. Представлены результаты исследования анкетирования 350 респондентов.

Ключевые слова: овощное сырье, овощи Алтайского края, предпочтение потребителей, овощи в рационах питания, сбалансированное питание.

Свежие овощи – неотъемлемая часть рациона человека. Наличие в рационах питания жителей Алтайского края и города Барнаула свежих овощей обеспечивает население такими необходимыми компонентами питания как минеральные элементы, витамины, органические кислоты, простые углеводы и полисахариды. Кроме того, большинство видов овощного сырья улучшает работу организма человека: пищеварительной системы, повышает иммунитет [1, 2].

Уровень потребления свежих овощей и зелени наиболее ярко характеризует степень здоровья общества, а так же уровень благосостояния населения и развитости социума в целом.

Сбалансированное потребление в рационе овощей способствует нормальному балансу гормонального фона, красоте волос, кожи, ногтей, отличному настроению и самое главное, крепкому здоровью [5]. Для тех, кто хочет снизить вес, овощи незаменимы, так как являются низкокалорийными продуктами. Они широко используются в кулинарии, благодаря своим богатым вкусовым качествам и способности сочетаться с другими продуктами, тем самым, способствуя легкому перевариванию блюд [6].

Поэтому разработка новых блюд для предприятий общественного питания на основе овощей является актуальной. Особенно важно включение в состав сырьевой базы для блюд овощей, выращенных на территории Алтайского края [3, 4, 6].

Для выявления актуальных направлений для разработки овощных блюд был проведен анализ имеющихся разработанных рецептур блюд. Для актуализации направления выбранного исследования по разработке блюд было проведено маркетинговое исследование среди респондентов.

Вопросы для анкетирования были составлены с учетом выяснения предпочтений различных потребителей, с учетом половой и возрастной принадлежности, трудовой занятости и физической активности.

В проведенном опросе принимали участие 350 респондентов.

Респонденты – мужчины и женщины, в возрасте от 18 до 65 лет, проживающие в городе Барнауле, покупающие овощи не реже одного раза в месяц. Выборка квотировалась по полу и возрасту. Квоты – равнонаполненные. Метод сбора информации – личное «уличное» интервью. Опрос проводился в марте 2021 года.

По данным исследования, проведенного среди анкетизируемых респондентов, жители Барнаула регулярно покупают свежие овощи. С учетом того, что свежие овощи имеют ярко выраженную сезонность сбора, часто качество предлагаемой овощной продукции достаточно низкое.

Результаты проведенного исследования позволили установить следующие закономерности.

Определено, что доля покупателей свежих овощей, которая составила 92 %. Респонденты в возрасте от 18 до 65 лет покупают свежие овощи минимум один раз в месяц. Две трети барнаульцев покупают свежие овощи чаще одного раза в неделю. Лишь 8 % покупают реже одного раза в месяц или не покупают вообще.

Для выявления популярных овощей, культивируемых на территории Алтайского края, в вопрос были включены следующие виды овощного сырья: картофель, огурцы, репчатый лук, томаты, морковь, капуста белокочанная, и зеленые овощи.

Результаты представлены на рисунке 1.

По результатам исследования, представленного на рисунке 1, клубнеплоды картофеля регулярно покупают около 78 % барнаульцев, огурцы и репчатый лук – около 60 %; томаты – около 56 %, корнеплоды моркови, капусту белокочанную и зелень – немногим менее 50 %.

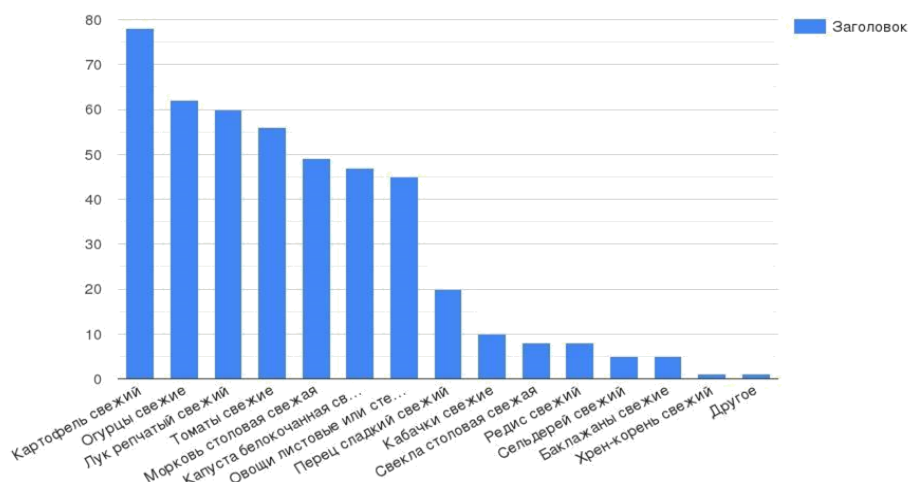


Рисунок 1 – Частота покупки свежих овощей

На вопрос, как изменилось потребление свежих овощей по сравнению с прошлым годом, 63 % респондентов ответили, что количество покупаемых овощей не изменилось. Четверть респондентов ответила, что стали покупать меньше, 10 % что стали покупать больше. Таким образом, в 2020 году наблюдается некоторое снижение потребления свежих овощей, динамика представлена на рисунке 2.

Изменение потребления свежих овощей по сравнению с прошлым годом



Рисунок 2 - Изменение потребления свежих овощей по сравнению с прошлым годом

Постоянное место покупки свежих овощей - это универсамы/супермаркеты. Это и не удивительно – овощные палатки убирают, а рынки и гипермаркеты не всегда находятся в шаговой доступности на пути от дома на работу и обратно. Совершать покупки в универсамах/супермаркетах сегодня удобно и достаточно быстро. Поэтому чаще всего овощи в них покупают 71 % потребителей. Только 10 % чаще всего свежие овощи покупают на рынках, столько же в гипермаркетах.

Авторы благодарят за финансовую поддержку Минобрнауки РФ (тема №075-00316-20-01, FZMMM-2020-0013, мнемокод 0611-2020-013).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Копылова, Е. О. Популяризация здорового образа жизни как фактора неценовой конкуренции предприятий общественного питания // Молодой ученый. 2016. №11. С. 785-786.

2. Роль овощей в питании человека : сайт. URL: [http:// www. bishelp.ru](http://www.bishelp.ru) / (дата обращения: 22.02.2021).

3. Сандальнева П. Р. Проблема овощного дефицита в питании современного человека // Здоровье. 2019. №7. С. 35-39.

4. Ефимов А.А., Ефимова М.В. Основы рационального питания: Учебное пособие Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007.178 с.

5. Устав (Конституция) Всемирной организации здравоохранения вступил в силу 25 октября 1960. Доступ из правовой системы «Техэксперт» (дата обращения: 02.04.2021).

6. Бобровская Е.А., Борзова Е.А., Писарева Е.В. Производство овощей и зерновых культур в Алтайском крае и перспективы их использования // В сборнике: Наука и молодежь. Материалы XVII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 8 частях. - Барнаул, АлтГТУ им. И. И. Ползунова. 2020. С. 84-87.

РАЗРАБОТКА НОВОЙ ПРОДУКЦИИ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ ТОЛОКНА И ПРОБИОТИКОВ

Семенченко Константин Михайлович, магистрант кафедры «Технология продуктов питания» e-mail: semenchenkokos222@yandex.ru

Научный руководитель - Азолкина Любовь Николаевна, к.т.н., доцент,
e-mail: azolkina@yandex.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье рассмотрена классификация продуктов детского питания по консистенции, указано преимущество жидких молочных продуктов перед другими. Изучена польза толокна и пропионовокислых бактерий. Приведены органолептические исследования и динамика титруемой кислотности в зависимости от стадии внесения.

Ключевые слова: молоко, жидкие детские молочные продукты, толокно, пропионовокислые бактерии.

В настоящее время существует различная классификация продуктов детского питания по возрасту, назначению, виду тары и консистенции. Подробнее остановимся на четвертом типе, который подразделяется на сухие, жидкие и пастообразные. Жидкие всегда пользуются преимуществом потому, что просты в использовании, то есть не требуют дополнительных действий, ценны с биологической точки зрения, безопасны в бактериологическом аспекте, могут обеспечить полностью поступление питательных веществ в организм ребенка. Далее происходит разделение на стерилизованные сладкие и кисломолочные продукты [1].

Для первых сырьем является: молоко нормализованное, сливки и другие различные компоненты; все они подвергаются гомогенизации и температурной обработке. Во-вторых, сладкая молочная смесь с добавлением различных компонентов (мука, ФЯН, белковые концентраты и т. д.) сквашиваются специально подобранными культурами заквасок. Институт питания РАМН рекомендует использовать жидкие молочные продукты до 70 % от суточного рациона.

Заквасочная микрофлора совместно с другими вносимыми бактериями обладающими полезными свойствами определяет конечные качества готового продукта. В процессе сквашивания накапливаются биологически активные вещества которые всесторонне оказывают пользу организму. К ним относят: витамины, аминокислоты, ферменты, органические кислоты и антибиотические вещества. Также они способствуют легкому усвоению продуктов. Использование такой закваски позволяет улучшить переваривание пищи, повышает активность ферментов ЖКТ, повышает секрецию желудочного сока и способствует нормальному восстановлению микрофлоры кишечника. В состав закваски входят пробиотики, которые обладают антагонистическим действием условно-патогенным и патогенным микроорганизмам [2]. Таким свойством обладают пропионовокислые бактерии,

кроме того, штаммы *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12 способны вырабатывать витамин B12.

B12 представляет собой сложное неорганическое соединение, имеющее в своем составе кобальт. Этот витамин способствует нормальному делению клеток, участвует в синтезе дезоксирибонуклеиновой и рибонуклеиновой кислот, регулирует аминокислотный и жировой обмен, повышает иммунитет и регулирует метаболизм в организме. Фолиевая кислота, реагируя с витамином B12, вырабатывает достаточное количество холина. Холин способствует устойчивости организма стрессам. Взаимодействуя с витамином А участвует в образовании новых тканей, тем самым обеспечивая поступление провитаминов А в обмен веществ и химическое превращение в витамин А [3].

«Кашка-Милашка» это молочно-злаковая смесь, которая относится к жидким кисломолочным продуктам детского питания. В своем составе она содержит молоко, сливки, мука (рисовая, овсяная или из смеси злаков) масло кукурузное, патока, крахмал и витамины. Все компоненты подвергаются температурной обработке для обеспечения безопасности. Фасовка происходит в антисептических условиях в пакеты типа «Тетра Брик Асептик» состоящие из комбинированных материалов.

На кафедре Технологии продуктов питания ИнБиоХим была поставлена задача разработать продукт для питания детей по типу «Кашка-Милашка» с добавлением толокна и чистой культуры пропионовокислых бактерий, выращенной на стерильной сыворотке и заквашиванием при помощи йогуртовой закваски Chr. Hansen.

В отличие от рисовой и овсяной муки в нашем продукте предполагается использовать толокно. Толокно отличается от муки тем, что оно предварительно прошло термическую обработку – пропаривание. В состав толокна входят различные белки, следовательно, присутствуют незаменимые аминокислоты (лизин, триптофан и др.). Находящийся в толокне крахмал представляет собой мелкие зерна, которые сравнительно легко клейстеризуются – быстро усваиваются организмом ребенка. Толокно содержит значительное количество кальция, железа, витаминов. В ее составе так же имеются пищевые волокна в количестве 4,8 г на 100 г продукта [1, 2].

На первом этапе в работе исследовались дозировки толокна 2 %; 4 %; 6 %; 8 % от массы молока и их влияние на органолептические и физико-химические характеристики продукта. Для придания продукту функциональных свойств вносили пропионовокислые бактерии для содержания их в готовом продукте 106 КОЕ/г. Йогуртовая закваска Chr. Hansen вносилась в количестве 5 %. В ходе экспериментов было выяснено, что лучшим способом внесения толокна является внесение его перед операцией пастеризация.

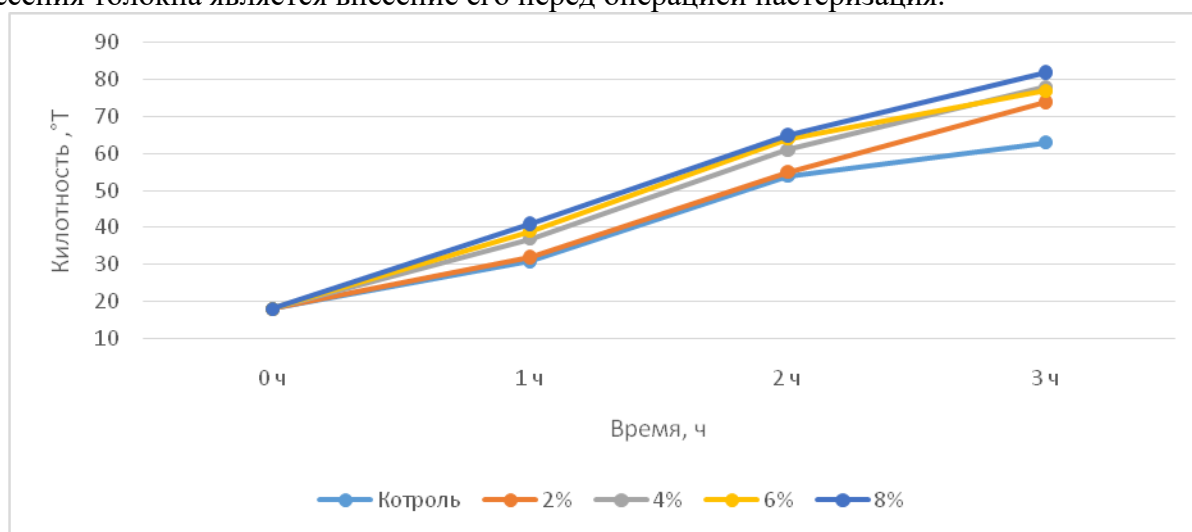


Рисунок 1 – Динамика кислотности с внесением толокна после пастеризации

В эксперименте при внесении толочка после пастеризации наблюдалась его осадка, а в образцах с 6 % и 8 % имелось отделение сыворотки. В отличие от этого, при внесении толочка перед пастеризацией структура продукта получилась равномерной и осадка зернового компонента не наблюдалось. Динамика изменения кислотности приведена на рисунка 1 и 2.

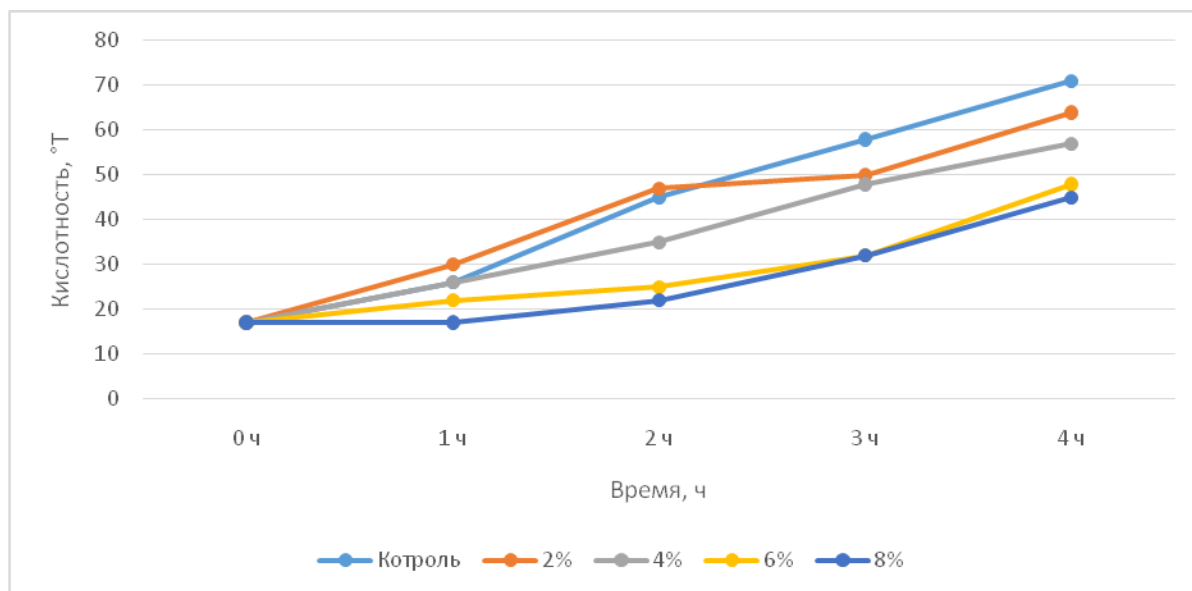


Рисунок 2 – Динамика кислотности с внесением толочка перед пастеризацией

Вывод: изучая литературу, было выяснено, что для употребления детьми возрастом с 3 лет до 6 лет лучшими являются молочные продукты с жидкой и пастообразной консистенцией. С помощью микрофлоры можно придать продукту функциональные свойства, например внесением пропионовокислых бактерий и толочка. Проведены эксперименты по разработке нового продукта по типу «Кашка-Милашка». Лучшим с технологической точки зрения и органолептических показателей является внесение толочка до пастеризации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Просеков, А.Ю., Юрьева С.Ю. Технология молочных продуктов детского питания: Учебное пособие. Кемерово, 2005. 278 с.
2. Технология продуктов детского питания: Учебное пособие / Н.Г. Алексеев, Т.А. Кудрявцева, Л.А. Забодалова, Т.Н. Евстигнеева. М.: Колос, 1992. 191 с.
3. Воробьева Л.И. Пропионовокислые бактерии. М.: Изд-во МГУ, 1995. 288 с

РАЗРАБОТКА ПЛАВЛЕНОГО ТВОРОЖНОГО СЫРА ОБОГАЩЕННОГО ПИЩЕВЫМИ ВОЛОКНАМИ

Ушакова Наталья Александровна, магистрант кафедры «Технология продуктов питания», e-mail: latant@yandex.ru

Научный руководитель - Кольтюгина Оксана Владимировна, к.т.н., доцент,
e-mail: oksana2310@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Баранул, Россия

Рассмотрена общая технология плавленых сыров с добавлением сырья не молочного происхождения и пищевая биологическая ценность сырья, содержащего растительные волокна, предложена технологическая схема изготовления плавленых творожных сыров, обогащенных сырьем содержащим гороховые волокна.

Ключевые слова: плавленый творожный сыр, гороховые волокна, растительное сырье, пищевые волокна, функциональные пищевые продукты.

В производстве функциональных пищевых продуктов существует интерес к сырьевым ресурсам, содержащим в своем составе растительные волокна. Сырье растительного происхождения обладает большой ценностью в связи со специфичными сочетаниями биологически и фармакологически активных компонентов (микронутриентов), которое в экологическом отношении, является более благоприятным.

В связи с этим была предложена рецептура плавленого творожного сыра, обогащенного растительными пищевыми волокнами.

Использование альтернативных источников сырья в технологиях молочных продуктов позволяет повысить пищевую и биологическую ценность готовых продуктов путем нормирования жирнокислотного состава и повышения содержания эссенциальных жирных кислот. Как правило, к таким источникам относится сырье растительного происхождения [1].

Добавки растительного происхождения могут вводиться в молочные продукты на разных этапах технологического процесса в различном виде: в виде концентратов, экстрактов, сиропов, соков, пюре, порошков, в измельченном виде и т. д.

Пищевые волокна представляют собой сложные не перевариваемые углеводы. Существует два вида волокнистых веществ в зависимости от взаимодействия с водой: растворимые и нерастворимые. Нерастворимые пищевые волокна не увеличиваются в объеме при транспортировке в желудочно-кишечном тракте, в связи с неспособностью впитывания большого количества влаги. В процессе передвижения таких волокон по желудочно-кишечному тракту, активизируется деятельность пищеварительной системы, стимулируется вывод шлаков и токсинов. Нерастворимые волокна полисахаридов в значительном количестве содержатся в овощах и фруктах, отрубях и цельных зернах. Нерастворимая клетчатка характеризуется твердой микроструктурой, практически не видоизменяется в процессе передвижения по желудочно-кишечному тракту, при этом значительно увеличивает объем переработанной массы. Растворимые пищевые волокна отличаются тем, что при попадании в организм начинают впитывать жидкость, увеличиваться в объеме и принимают вид вязкой и густой массы [2].

Для обогащения плавленых творожных сыров рассмотрено использование гороховых волокон - клетчатки. Гороховые волокна получают путем механической обработки гороховых зерен, в связи с чем готовый продукт является полностью натуральным и содержит в своем составе полезные качества, свойственные гороху.

Гороховые волокна – это клетчатка, представленная в виде белого порошка с нейтральным запахом и вкусом. Основными преимуществами применения гороховых волокон при производстве молочных продуктов являются нейтральный вкус, повышенная влаго- и жиरोудерживающая способности, волокнистая структура, улучшение консистенции, вкусовых качеств, пищевой ценности готового продукта. Применение гороховых пищевых волокон позволяет оптимизировать технологический процесс за счет влагоудерживающих,

желирующих и эмульгирующих свойств, а также улучшить пищевую ценность готового продукта.

Традиционная технология приготовления плавленых сыров предусматривает процесс пастеризации смеси сырных продуктов, молока, масла, сухих молочных компонентов и пищевых добавок в присутствии солей-плавителей при температуре от 75 °С до 95 °С.

Процесс изготовления плавленых сыров включает в себя следующие операции: выбор основного сырья для плавления, подготовка сырья, измельчение, составление смеси, введение солей-плавителей, созревание сырной массы, плавление, фасовка готового продукта, охлаждение и хранение.

Творог 9 % жирности освобождают от упаковки, зачищают. Контролируют по таким показателям, как вкус, запах, консистенция, массовая доля влаги, массовая доля жира, кислотность. Измельчают при помощи измельчительного оборудования до размера частиц не более 10 мм.

Масло сливочное при приемке контролируют по таким показателям, как вкус, запах, консистенция, массовая доля жира, массовая доля влаги. Зачищают от штаффа, разрезают на куски от одного до двух килограмм, измельчают при помощи измельчительного оборудования.

Молоко цельное сухое при приемке контролируют по таким показателям, как вкус, запах, консистенция, массовая доля жира, массовая доля влаги. Просеивают через сито № 056. Добавление сухого цельного молока благотворно влияет на консистенцию и вкус готового плавленого сыра.

Соль поваренную пищевую просеивают через сито № 1,0 для удаления посторонних примесей. Гороховые волокна освобождают от упаковки.

Из подготовленных ингредиентов составляют смесь, добавляют питьевую воду. Тщательно перемешивают. В подготовленную смесь для плавления вводят соль-плавитель «Сольва» и гороховые волокна. Тщательно перемешивают и выдерживают от двух до трех часов с целью набухания белка.

Плавление подготовленной сырной массы осуществляют в плавительном аппарате. Процесс плавления при температуре 90 °С, время плавления занимает от 4 до 20 мин. Однородной и достаточно текучей консистенцией сырной массы определяется окончание процесса плавления. Охлаждение происходит до достижения продуктом температуры от 6 до минус 4 °С, время охлаждения занимает от 1 до 12 ч.

Для исследования показателей качества плавленого творожного сыра с добавлением сырья, содержащего пищевые волокна, составлены образцы. Содержание гороховых волокон от 2 % до 8 % с шагом 2, за контроль принят образец без обогащающего компонента.

Органолептическая оценка исследуемого продукта формировалась при помощи 25-балльной шкалы, каждый показатель максимально 5 баллов. Оценивали такие показатели, как внешний вид, цвет, вкус, запах, консистенция.

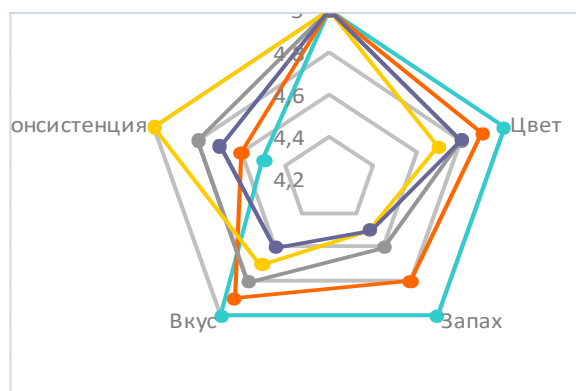


Рисунок 1 - Органолептическая оценка

Согласно органолептической оценке определено наилучшее количество внесения гороховых волокон 6 %. Относительно нейтральный вкус и запах гороховых волокон дает возможность обогащения плавленого творожного сыра пищевыми волокнами без выраженного изменения вкусовых качеств продукта.

Таким образом, рассмотрено влияние добавления растительных волокон на качество плавленого творожного сыра. Установлено, что введение пищевых волокон в сырную массу способствует связыванию свободной влаги, за счет чего увеличивается выход готового продукта и органолептические свойства. Замена части молочного жира растительными компонентами снижает общую калорийность и повышает пищевую ценность готового продукта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Научно-техническое обоснование инноваций и интенсификации применения кластеров молочной сыворотки в технологии продуктов функционального питания / Г.С. Анисимов [и др.] // Инновации в интенсификации производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Ставрополь: 2015. С.332.

2. Ключникова, М.Д., Мавлютова М. Д., Суханова К. Н. Использование растительного сырья в технологии йогуртов // Сборник материалов IV Международной научно–технической конференции (заочная) «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство». Воронеж: 2017. С. 337-340.

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Червякова Наталья Васильевна, бакалавр кафедры «Технология продуктов питания»,
e-mail: deconstructive887@gmail.com

Научный руководитель – Мелёшкина Лариса Егоровна, к.т.н., доцент,
e-mail: meleshkina_le@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье описаны рецептуры макаронных изделий с нетрадиционным сыром для придания им функциональных свойств. В ходе исследования был проведен органолептический анализ полученных продуктов. В выводе описан предполагаемый физиологический эффект, который возможно получить при потреблении разработанных макаронных изделий.

Ключевые слова: продовольственная проблема, функциональный нутриент, макаронные изделия.

В настоящее время во всем мире остро звучат несколько главенствующих вопросов, влияющих на выживаемость населения: это экологический, геополитический и продовольственный. Последний связан с нарушением качества питания населения, в виде неспособности обеспечить каждодневный рацион заменимыми и незаменимыми веществами в соответствии с физиологическими нормами потребления нутриентов [2]. Любое отклонение от нормы, как в большую, так и в меньшую сторону имеет печальные последствия, влечет развитие алиментарно–зависимых заболеваний (от лат. Alimentum - пища) [3]. К самым распространённым примерам таких болезней относятся белково–энергетическая недостаточность, ожирение, железодефицитные анемии и гипо- и авитаминозы. Также недостаток поступления заменимых и незаменимых нутриентов может негативно сказываться на умственной деятельности и вызывать пищевые непереносимости. Самое серьезное влияние дефицита нутриентов связано с возникновением эндогенных заболеваний: сахарный диабет, остеопороз, атеросклероз, почечно- и мочекаменная болезнь, некоторые злокачественные образования.

Чтобы предотвратить распространение алиментарно–зависимых заболеваний в различных странах производится постоянный мониторинг микронутриентного статуса

населения, а также разработка и осуществление профилактических мер в сфере медицины, гигиены и пищевых технологий. Весь мировой и отечественный опыт доказывает, что одним из эффективнейших и действенных способов обеспечения населения микро- и микронутриентам является обогащение биологически активными веществами пищевых продуктов и готовых блюд. Данный способ восполнения дефицита нутриентов относится к экономически доступным для государства. Разрабатываемые пищевые продукты получили название функциональных продуктов питания, то есть таких продуктов, которые содержат в своем составе компоненты, способные предавать продуктам питания физиологические или фармакологические свойства, положительно сказывающиеся на организм человека [1]. Компоненты, вносимые в пищевые продукты с целью придания новых физиологических функций, имеют название «функциональные».

Целью данного исследования является разработка макаронных изделий функционального назначения, способных нивелировать проблему недостаточности некоторых макро- и микронутриентов в организме человека.

На базе ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И. И. Ползунова» на кафедре «Технологии продуктов питания» были разработаны рецептуры макаронных изделий с добавлением различного предварительного измельченного сырья: крупы чечевичной (образец 1); пюре тыквенного (образец 3); пюре черносливового (образец 4); семени льна (образец 7); смеси рисовой муки, чечевичной крупы (образец 2); муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, манной крупы и тыквенного пюре (образец 5); мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, пюре черносливового и гречневой крупы (образец 4); чечевичной и гречневой крупы (образец 6); муки рисовой и семени льна (образец 8).

Макаронные изделия вырабатывали по традиционной технологии. Органолептические и физико-химические параметры полученных изделий были исследованы в соответствии с общепринятыми методами.

Результаты органолептической оценки полученных образцов после варки представлены в таблице 1

Таблица 1 – Органолептическая оценка полученных образцов

Номер образца	Цвет	Вкус	Запах	Состояние изделий после варки
Образец 1	Светло-желтый	Свойственный, с привкусом чечевицы	Свойственный, с ароматом чечевичный	Эластичные, шероховатые, с включением частиц чечевицы
Образец 2	Светло-желтый	Свойственный, с привкусом чечевицы	Свойственный, с ароматом чечевичный	Эластичные, шероховатые, с включением частиц чечевицы
Образец 3	Желтый	Свойственный, с привкусом тыквы	Свойственный данному изделию	Эластичные, гладкие
Образец 4	Светло-коричневый	Свойственный, слегка кисловатый	Свойственный данному изделию	Эластичные, шероховатые, с включением частиц пюре
Образец 5	Желтый	Свойственный, с привкусом тыквы	Свойственный данному изделию	Эластичные, гладкие
Образец 6	Светло-коричневый	Свойственный, с гречневым и чечевичным привкусом	Свойственный, с гречневым и чечевичным ароматом	Не сохраняют форму после варки до готовности
Образец 7	Светло-кремовый	Свойственный, с привкусом льняного семени	Свойственный, с ароматом льняного семени	Эластичные, шероховатые, с включением частиц льняного семени
Образец 8	Светло-кремовый	Свойственный, привкусом льняного семени	Свойственный, с ароматом льняного семени	Эластичные, шероховатые, с включением частиц льняного семени

В ходе органолептической оценки стоит отметить, что варьирование цвета изделий напрямую зависит от тех включений, которые были добавлены. Так, пигменты, имеющиеся в тыкве, окрасили образцы 3 и 5 в желтый цвет. Гречневая крупа и льняное семя придали образцам 6,7,8 характерные коричневые оттенки. Остальные образцы имеют цвет, свойственный традиционным макаронным изделиям из муки пшеничной.

Содержание в продукте включений семян, различных крупяных, бобовых культур и другого растительного сырья положительно отразилось на вкусе и запахе полученного продукта.

Отрицательные органолептические показатели продемонстрировал образец 6, при варке не сохранилась форма и эластичная структура макаронных изделий.

Данные о пищевой ценности, полученные расчетным путем, показали, что в ходе исследований были разработаны макаронные изделия, способные восполнить потребность организма в белке и жире. Данные положительные свойства характерны для макаронных изделий с гречневой и чечевичной крупой, а также с семенем льна. При добавлении тыквенного пюре возможно обогатить макаронные изделия витаминами B1, B2, C, E, бета-каротином, а также повысить массовое содержание минералов: калия, кальция, магния, цинка, фтора, меди и марганца.

Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки РФ (мнемокод 0611-2020-013; номер темы FZMM-2020-0013, ГЗ № 075-00316-20-01).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Линич Е.П. , Сафонова Э.Э. Функциональное питание: учебное пособие : 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 180 с. ISBN 978-5-8114-2553-2. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/169232> (дата обращения: 08.04.2021). Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432–08. Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 36 с.

3. Омаров, Р.С. Основы рационального питания: учебное пособие для вузов / Р.С. Омаров, О.В. Сычева, С.Н. Шлыков. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 76с. ISBN 978-5-8114-7037-2. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/165808> (дата обращения: 08.04.2021). Режим доступа: для авториз. пользователей.

ПОДСЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ БРОДИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ВИНОДЕЛИЯ»

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТЛОГО ПИВА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЯГОД ВИШНИ

Грушин Роман Вячеславович, магистрант кафедры «Технология броидильных производств и виноделия», e-mail: rom.gruschin@yandex.ru

Научный руководитель – Колесниченко Марина Николаевна, к.т.н., доцент,
e-mail: mar.kolesnichenko2012@yandex.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Показаны возможности применения растительного сырья для обогащения светлого пива и придания ему повышенных вкусовых качеств, изучение влияния добавления продуктов переработки ягод вишни в процессе производства пива на массовую долю растворимых сухих веществ, на объемную долю этилового спирта в процессе главного брожения. На основании органолептической оценки показано положительное влияние добавления ягод вишни в пиво.

Ключевые слова: светлое пиво, ягоды вишни, хмель, специальное пиво, пивные дрожжи.

На сегодняшний день пивоваренная индустрия развивается довольно интенсивно, но несмотря на увеличение количества крупных предприятий по всему миру, в пищевой промышленности наиболее рентабельной остается пивоваренная продукция. Непосредственно со стороны самого производства основными задачами являются безопасность и качество продукции, но для предприятий в целом выделяется такой критерий как конкурентоспособность. Для осуществления этой задачи прибегают к поиску новых видов растительного сырья и совершенствования технологии производства для повышения органолептического и физико-химического комплекса, что способствует и расширению рынка сбыта. Особой популярностью пользуется пиво повышенной пищевой ценности с добавлением БАВ животного и растительного сырья, растительных экстрактов, плодово-ягодных соков, которые не должны оказывать неблагоприятное воздействие на организм человека [1,2,3].

В России на территории занимаемой Алтайским краем и республикой Алтай, распространено множество растений и ягод, богатых микро- и макроэлементами, органическими кислотами, биологически активными веществами и другими компонентами, благоприятно оказывающими воздействие на организм человека, применяемых в пищевой промышленности. Наибольший интерес вызывают растения и плоды с приятными для потребителя органолептическими качествами и лекарственным действием, в частности ягоды вишни.

Несомненно, вишня является одним из популярнейших растений на территории нашей страны, вишневый сок обладает антибактериальным действием и, являясь антисептиком, губительно действует на возбудителей дизентерии и гноеродных инфекций - стафилококков и стрептококков, в то же время - это отличное лечебное средство, повышающее аппетит, а также способствует нормализации обмена веществ в организме [4].

Химический состав ягоды вишни богат органическими кислотами, витаминами и рядом необходимых веществ для жизнедеятельности организма. Особенно ценным для здоровья веществом, входящим в мякоть вишни, считается кумарин. Он способствует рассасыванию тромбов в крови. При достаточном содержании кумарина кровь приобретает более жидкое состояние. В результате уменьшается риск образования тромбов и холестериновых бляшек. Характерный кислый вкус говорит о наличии органических кислот, а именно: аскорбиновой, яблочной, салициловой, лимонной. Аскорбиновая кислота позволяет укреплять кровеносные сосуды, снижает артериальное давление, повышает сопротивляемость организма к вирусам. Также в вишне содержится высокое содержание калия и витамина С, именно поэтому этой ягодой можно обогащать продукты для придания им функциональных свойств [4].

Таким образом, ягоды вишни представляют интерес в производстве безалкогольных, в том числе функциональных, и алкогольных напитков.

Целью исследования являлось изучение влияния сока ягод вишни на показатели светлого пива на стадии главного брожения. Пиво изготавливалось по настольной технологической схеме и для проведения экспериментальных исследований были выбраны два вида хмеля: ароматный «Селект» и горький «Традицион»; пивные дрожжи низового брожения *Saccharomyces cerevisiae* штамма S-23, которые имеют высокую скорость сбраживания сахаров и позволяют получить широкий спектр ценных побочных продуктов брожения; солод пивоваренный ячменный светлый; сок ягод вишни.

Исследования проводились в лабораториях кафедры «Технология бродильных производств и виноделия» ФГБОУ ВО «Алтайского государственного технического университета им И. И. Ползунова».

В пивное сусло перед началом главного спиртового брожения вводили сок ягод вишни в объеме 150 мл на 1 л пивного сусла. Изменение объемной доли этилового спирта в зависимости от продолжительности главного брожения представлено на рисунке 1.



Рисунок 1 – Изменение объемной доли этилового спирта в зависимости от продолжительности главного брожения

Из рисунка 1 видно, что содержание этилового спирта практически не изменилось в опытном образце по сравнению с контрольным на протяжении всего периода главного брожения. Введение сока вишни не сказалось на течении главного спиртового брожения. На седьмые сутки в опытном образце объемная доля этилового спирта была равной 3,4 % об. и достоверно не отличалась от содержания этанола в контрольном образце, что свидетельствует о нормальном протекании биохимических реакций в процессе брожения. Известно, что процессы брожения зависят от исходной массовой доли растворимых сухих веществ в сусле.

Далее исследовалась динамика содержания растворимых сухих веществ в процессе главного брожения (рисунок 2).



Рисунок 2 – Динамика содержания растворимых сухих веществ в процессе главного брожения

На начальном этапе брожения массовая доля растворимых сухих веществ (рисунок 2) в контрольном и опытном образцах была примерно одинакова и составляла 10,7 % и 10,8 % соответственно, однако в последующие сутки происходила убыль количества растворимых сухих веществ во всех исследуемых образцах. Так, на вторые сутки произошло снижение массовой доли растворимых сухих веществ в опытном и контрольном образцах на 0,9 % и

0,8 % соответственно. В дальнейшем наблюдалось уменьшение содержания растворимых сухих веществ на третьи сутки на 1,5 % и 1,4 %, а на четвертые сутки на 1,7 % и 2,0 % соответственно. Уменьшение массовой доли растворимых сухих веществ на 5, 6 и 7 сутки далее было несущественным и в конце главного спиртового брожения составляло 3,9 % в контрольном образце и 3,8 % в опытном.

После окончания главного спиртового брожения температуру бродящего сусла понизили до 4 °С для декантации дрожжей. Затем сусло сняли с дрожжевого осадка и поставили на дображивание при температуре 0 – 2 °С.

Для анализа качества светлого пива проводили дегустационную оценку экспериментальных образцов по 25-балльной системе [5].

Результаты представлены на рисунке 3.

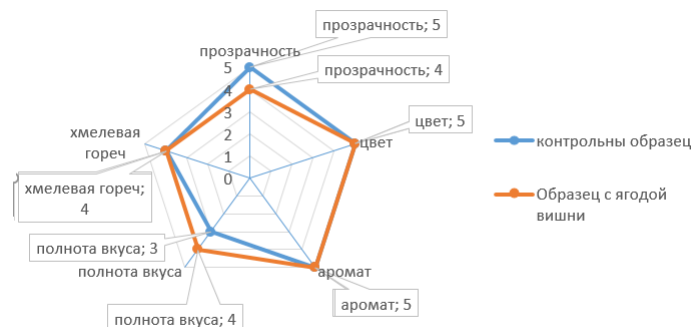


Рисунок 3 – Профилограмма органолептических показателей светлого пива

По итогам дегустационной оценки (рисунок 3) оба образца получили одинаковую оценку (22 балла). В опытном образце с добавлением сока ягод вишни ощущалась приятная хмелевая горечь и более выраженная полнота вкуса, но прозрачность была ниже, чем в контрольном образце.

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно заключить, что введение сока ягод вишни до начала главного брожения не сказалось на показателях объемной доли этилового спирта и массовой доли растворимых сухих веществ в пивном сусле.

Полученные результаты в дальнейшем будут учитываться при разработке рецептур специального светлого пива низового брожения, обогащенного ягодами вишни.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аверина О.В., Тульская Н.С. Особенности российского рынка пива // Пиво и напитки. 2003. №2. С. 4–5
2. Токаев Э.С., Баженова Е.Н. Обзор современного рынка функциональных напитков // Пиво и напитки. 2007. №4. С. 4-5.
3. Елонова Н.М. Разработка специального пива повышенной пищевой ценности с использованием растительных добавок: 05.18.07: дис. ... канд. техн. наук. Кемерово, 2004. 145 с.
4. Касьянов Г.И., Кизим И.Е., Холодцов М.А. Применение пряно-ароматических и лекарственных растений в пищевой промышленности // Пищевая промышленность. 2000. №5. С. 33-36.
5. Поздняковский В.М., Помозова В.А., Киселева Т.М., Пермьякова Л.В. Экспертиза напитков. Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1999. 276 с.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО ПИВА В УСЛОВИЯХ НЕБОЛЬШИХ ПИВОВАРЕН НА ТЕРРИТОРИИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Дворяткина Инна Борисовна, магистрант кафедры «Технология бродильных производств и виноделия», e-mail: inna_11_96@mail.ru

Научные руководители - Колесниченко Марина Николаевна, к.т.н., доцент кафедры «Технология бродильных производств и виноделия», e-mail: mar.kolesnichenko2012@yandex.ru

Вагнер Владимир Анатольевич, к.т.н., профессор, e-mail: v.a.wagner@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Представлен анализ и сравнение способов производства безалкогольного пива, а также рекомендация по их адаптации для применения на небольших частных пивоварнях Алтайского края.

Ключевые слова: пиво, безалкогольное пиво, специализированные штаммы дрожжей, процесс брожения, технология затирания солода.

В настоящее время большой популярностью пользуется здоровый образ жизни, который исключает употребление спиртных напитков. Поэтому все больше людей отказываются от пива и пивных напитков, содержащих спирт. В связи с этим пивоваренным производствам требуется расширять ассортимент товара, чтобы не терять этот растущий сегмент покупателей. Одним из решений данной проблемы является производство безалкогольного пива.

На территории Алтайского края широкое распространение имеют небольшие частные пивоварни. С учетом данной информации ниже проведен анализ современных способов производства безалкогольного пива.

Основное условия для производства безалкогольного пива – это содержание не более 0,5 % об. спирта [1]. Для его соблюдения на сегодняшний день представлены два основных направления на производствах: техническое и технологическое.

Техническое направление включает в себя приобретения специального оборудования. К такому оборудованию относят установку обратного осмоса и установку для вакуумной перегонки.

Технологическое направление основано на работе с имеющимся оборудованием, но с возможностью внесения корректировок в технологический процесс производства.

Таким образом, технологическое направление более актуально для данного анализа, так как оборудование, необходимое для деалкоголизации пива техническими способами, достаточно дорогостоящее, а также сопровождается трудоемким процессом. Несмотря на впечатляющие результаты, большинство предприятий Алтайского края не имеют возможности для его приобретения.

Рассмотрим технологические способы производства безалкогольного пива. Можно выделить два этапа, на которых производятся основные технологические процессы: получение сусла и главное брожение.

На этапе получения сусла возможно изменение гидромодуля (уменьшить массу солода относительно расходуемого объема воды для затирания и сварить сусло с низким показателем сухих веществ), либо внести изменения в процессе затирания (уменьшить или убрать мальтозную паузу на 61-68 °С для осахаривания крахмала β -амилазой в сбраживаемые сахара).

На этапе главного брожения также существует несколько способов получения безалкогольного пива: сбраживание сусла до необходимого содержания спирта, снятие дрожжей и пастеризация для остановки брожения с последующим охлаждением до 0-2°С, или использование специальных штаммов дрожжей, которые не усваивают мальтозу и мальтотриозу, а только глюкозу, фруктозу и сахарозу.

Специализированные штаммы дрожжей для производства безалкогольного пива представлены двумя позициями: жидкие – WSL-17 (*Saccharomycodes ludwigii*), сухие – SafBrew™ LA-01 (*Saccharomyces cerevisiae* var. *Chevalieri*).

По информации от производителя штамм WSL-17 производится в жидком виде, имеет очень низкую скорость брожения (3-5 дней) со степенью сбраживания 12-15 %, обязательным условием является кислая среда (pH= 4,5–4,8) и температура 14-18 °С [2]. При этом у него средняя флокуляция, негативно влияет на пену, образует слабую ароматику пива и низкую естественную газацию, а из-за продолжительного брожения есть вероятность заражения пива посторонней микрофлорой. Поэтому необходима последующая пастеризация. Но низкая активность дает такое преимущество, как увеличение объема сусла в танке, превышающего его рабочий объем.

Штамм SafBrew™ LA-01 производится в сухом виде, имеет низкую скорость сбраживания (1,5-2,5 дня) со степенью сбраживания 10-15 % при оптимальном температурном диапазоне 10-25 °С, среднюю флокуляцию [3]. Придают готовому пиву легкий, приятный вкус и аромат. Брожение идет более активно, поэтому образуется средняя естественная газация. Но повышенная температура брожения также приводит к вероятности заражения посторонней микрофлорой.

Таким образом, каждый из способов имеет свои достоинства и недостатки. Поэтому наиболее оптимальным для производства безалкогольного пива рекомендуется сделать комбинирование нескольких технологических процессов, состоящих из применения штамма SafBrew™ LA-01 и уменьшения времени затирания на этапе мальтозной паузы. Это выгодно экономически, так как является наименее энерго- и ресурсозатратным для небольших предприятий в Алтайском крае в условиях высокой конкуренции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 31711-2012. Пиво. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2013. 4 с.
2. Дрожжевая Лаборатория Hefebank Weihenstephan : сайт. URL: <https://yeastlab.ru/kulturyi> (дата обращения: 27.03.2021).
3. Fermentis : сайт. URL: <https://fermentis.com/en/fermentation-solutions/you-create-beer/safbrew-la-01/> (дата обращения: 02.04.2021).

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСТРАКТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ХОЛОДНОГО ЧАЯ

Колесник Наталья Евгеньевна, бакалавр кафедры «Технологии бродильных производств и виноделия», e-mail:natasha.kolesnik.1999@mail.ru

Научные руководители - Колесниченко Марина Николаевна, к.т.н., доцент кафедры «Технологии бродильных производств и виноделия», e-mail:mar.kolesnichenko2012@yandex.ru

Дикалова Елена Сергеевна, старший преподаватель кафедры «Технологии бродильных производств и виноделия», e-mail:des_1983@mail.ru

Камаева Светлана Ивановна, к.б.н., доцент, e-mail:rabota.tbvp@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Выбраны оптимальные способы экстрагирования растительного сырья, изучены физико-химические показатели экстрактов и сока черноплодной рябины. Полученные данные позволяют рассматривать возможность широкого применения полученных экстрактов для составления рецептур холодного чая.

Ключевые слова: экстракты, фенольные соединения, органолептическая оценка, сухие вещества, аскорбиновая кислота, чайные напитки.

Перспективным направлением в области разработки функциональных продуктов питания является использование местного натурального растительного сырья. Одним из самых популярных продуктов, пользующимся спросом у населения, является чай. Уникальный химический состав чая обуславливает его лечебно-профилактические свойства. Актуальным направлением в области производства негазированных безалкогольных напитков представляется разработка рецептуры холодного чая. Натуральный холодный чай обладает высокими вкусовыми качествами, имеет тонкий и изысканный аромат, оказывает позитивное стимулирующее действие. Известно, что органолептические показатели чая и подобных напитков зависят от содержания биологически активных веществ, содержащихся в экстрактах трав и от условий процесса экстрагирования [1].

В Алтайском крае произрастает множество растений, химический состав которых, богат витаминами и биологически активными соединениями, которые оказывают профилактическое действие на организм человека.

Бадан толстолистный (*Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch) – в листьях содержатся галловая кислота, гидрохинон (2-4 %), каротин, фитонциды и аскорбиновая кислота. Душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.) - содержит эфирное масло (0,12-1,2 %), в состав которого входят фенолы (до 44 %) – тимол и карвакрол. Иван-чай (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. или *Eupatorium angustifolium* L.) – присутствуют белковые, дубильные, слизистые вещества, органические кислоты, флавоиноды, углеводы, сахара, витамин С. Мята перечная (*Mentha piperita* L.) - содержит эфирное масло в котором ментол (30 %), ментон (10-30 %), ментофуран, α-пинен, лимонен, цинеол, дипентен, пулегон и другие терпеноиды, аскорбиновую кислоту, рутин, каротин, органические кислоты, дубильные вещества, флавоноиды, бетаин, геспердин. Смородина черная (*Ribes nigrum* L.) – содержит витамин С, А, каротин, различные сахара (от 4,5 до 16,8 % - в основном глюкозу, фруктозу), органические кислоты, дубильные, антоциановые кислоты, эфирные масла. Родиола розовая (*Rhodiola rosea* L.) – из корней выделены и идентифицированы следующие органические кислоты (0,15 %): щавелевая, лимонная, яблочная, галловая, янтарная. Из перечисленных кислот преобладает галловая кислота. Растение содержит значительное количество сахаров, главным образом глюкозы и сахарозы. В подземной части родиолы розовой содержатся вещества различных классов: жиры, воски, стерины, третичные спирты, непредельные соединения, вещества фенольного характера, гликозиды, флавоноиды, органические кислоты, восстанавливающие вещества, танины, белки. Арония черноплодная, рябина черноплодная (*Aronia melanocarpa* Elliot) – плоды содержат сахара, яблочную и другие органические кислоты, пектины и дубильные вещества пирогалловой группы (16 %), антрагликозиды, флавоноид кемпферол,

эфирное масло (0,8-0,9 %) и большое количество полифенольных соединений обладающих антисептическим и антиоксидантным воздействием на организм.

Целью данной работы явилось исследование водных экстрактов листьев черной смородины, бадана, душицы, мяты перечной, Иван-чая и водно-спиртового экстракта корней родиолы розовой. Для повышения качества чайного напитка исследовали физико-химический состав сока плодов аронии черноплодной.

Работа проводилась на кафедре «Технология бродильных производств и виноделия» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова».

Для составления рецептуры фиточая в первую очередь проводили экстрагирование биологически активных веществ из растительного сырья. Листья черной смородины, бадана, душицы, перечной мяты и Иван-чая – подвергали водной экстракции с гидромодулем 1/20. Полученную смесь выдерживали на водяной бане в течении 60 минут при температуре 70 °С, через 30 минут охлаждали при комнатной температуре, а затем продолжали экстракцию в течение 60 минут на водяной бане при 70 °С. Для получения экстракта из корня родиолы розовой проводили водно-спиртовую экстракцию. Корни родиолы розовой замачивали 40 об. % спиртом, настаивали 10 дней, затем доводили концентрацию водно-спиртовой смеси до 70 об. %, далее на водяной бане экстрагировали при 70 °С в течение 90 минут.

Все готовые экстракты после экстрагирования отфильтровывали горячим способом через складчатый фильтр. Сок черноплодной рябины получали из замороженных ягод, пастеризовали при 95 °С в течение 10 минут и затем отфильтровывали через складчатый фильтр.

В готовых растительных экстрактах и соке определяли физико-химические показатели: растворимые сухие вещества, содержание витамина С, титруемую кислотность, фенольные соединения.

Массовую долю растворимых сухих веществ определяли с помощью рефрактометра. Наибольшее содержание растворимых веществ найдено в экстракте мяты - 4,5 %, экстракты листьев смородины и душицы по содержанию растворимых сухих веществ одинаковы - 4,0 %, экстракт листьев Иван-чая содержит 3,5 %, а самое наименьшее содержание растворимых сухих веществ оказалось в экстракте листьев бадана - 1,5 %. Высокое содержание растворимых сухих веществ было выявлено в водно-спиртовом экстракте родиолы розовой - 19,0 %. Сок черноплодной рябины содержал 4,0 % растворимых сухих веществ.

Определяли титруемую кислотность экстрактов и сока черноплодной рябины методом титрования. Самая высокая кислотность была обнаружена в водном экстракте листьев Иван-чая - 1,1 г/дм³, экстракты листьев содержали: душицы - 1,0 г/дм³, смородины - 0,9 г/дм³, мяты - 0,8 г/дм³, бадана - 0,7 г/дм³. Среди всех образцов высокая кислотность найдена в соке черноплодной рябины - 3,0 г/дм³. В водно-спиртовом экстракте родиолы розовой кислотность была равна 0,5 г/дм³ [3].

Витамин С определяли титриметрическим методом. На рисунке 1 показано количество аскорбиновой кислоты в водных экстрактах листьев трав.



Рисунок 1 – Содержание витамина С в водных экстрактах листьев смородины, Иван-чая, мяты, бадана, душицы

На данной диаграмме наибольшее содержание витамина С было выявлено в экстракте листьев смородины - 3,5 мг %, в образцах бадана, мяты и Иван-чая - соответственно 2,3 мг %, 2,0 мг % и 1,5 мг %. Наименьшее содержание витамина С оказалось в экстракте листьев душицы - 1,0 мг %. Среди всех образцов наибольшее содержание витамина С было обнаружено в соке черноплодной рябины - 4,5 мг %. В водно-спиртовом экстракте родиолы розовой количество витамина С равнялось 2,0 мг %.

В водных экстрактах трав определяли общее количество фенольных соединений. Содержание фенольных соединений в экстрактах представлено на рисунке 2.

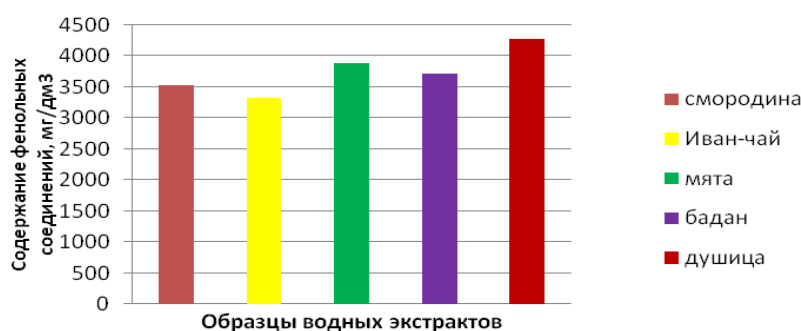


Рисунок 2 – Содержание фенольных соединений в водных экстрактах листьев смородины, Иван-чая, мяты, бадана, душицы

Наибольшее количество фенольных соединений обнаружено в экстракте листьев душицы - 4280 мг/дм³. Содержание фенольных соединений в экстракте листьев смородины – 3500 мг/дм³, Иван-чая – 3325 мг/дм³, мяты – 3891 мг/дм³, бадана – 3707 мг/дм³. Среди всех образцов наибольшее количество фенольных соединений найдено в соке черноплодной рябины - 5540 мг/дм³. В экстракте родиолы розовой было обнаружено 3339 мг/дм³ фенольных соединений.

В ходе исследования было показано, что наибольшее содержание растворимых сухих веществ было найдено в водно-спиртовом экстракте корней родиолы розовой. Сок черноплодной рябины имел значительное количество фенольных соединений и витамина С.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мегрикан К.А., Барашкина Е.В., Журавлев Р.А. Исследование процесса экстрагирования чайного листа при различных условиях / Биотехнологические, экологические и экономические аспекты создания безопасных продуктов питания специализированного назначения: сб. статей. Краснодар, 2020. С. 492-497.
2. Поверин А.Д., Поверин Д.И., Нахметов Ф.Г., Доронин А.Ф. Изучение химического состава дикорастущего сырья для производства чайных напитков // Хранение и переработка сельхозсырья. 2001. № 8. С. 55-57.
3. Вытовтов А.А., Малютенкова С.М. Разработка и исследование напитков функционального назначения на основе артезианской воды и лекарственного растительного сырья // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2014. Т.2, №4. С. 17-26.

ПОДСЕКЦИЯ «МАШИНЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОБЕЛКОВОЙ МУКИ

Голубь Виктор Викторович, магистрант кафедры МАПП, e-mail: flipmer@rambler.ru

Голубь Анастасия Ивановна, магистрант кафедры МАПП, e-mail: 7botinok@mail.ru

Научные руководители – Терехова Ольга Николаевна, к.т.н., доцент, e-mail: onter@mail.ru,

Протопопов Дмитрий Николаевич, к.т.н., доцент, e-mail: dnprotopopov@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассмотрены методы и технологии переработки зерна с целью повышение эффективности улавливания тонкодисперсной фракции пылевых частиц в процессах переработки зерна в муку и выделение из общего потока продуктов размола высокобелковой фракции. Область применения полученной высокобелковой фракции в пищевом производстве.

Ключевые слова: переработка зерна, дезинтегратор, высокобелковая фракция, пневмоцентрабежный классификатор, мука, применение в производстве.

При зернопереработке содержание белка и его качественная характеристика изменяются в очень широких пределах. Факторы, которые влияют на содержание белка можно разделить на три группы: сортовые; условия произрастания; механическое воздействие при переработке и качественное разделение продуктов. Первые два фактора не относятся к специфике нашей специальности, а на третий фактор мы можем существенно повлиять. Немецкий ученый К. Гесс сформулировал теорию о микроструктуре эндосперма пшеницы, которая обосновывает наличие в его клетках промежуточного и прикрепленного белка. Дальнейшие исследования ученых расширили понимание о строении и физико-химических особенностях муки и ее фракций. Промежуточный белок отличается от крахмальных зерен не только размерами, но и плотностью, частицы белка менее плотные. Вальцевые станки не способны отделить белок от крахмала и дальнейшее сепарирование продуктов размола в ситах затруднительно, поэтому для более качественного измельчения используются метод механоактивации, осуществляемой дезинтеграторами.

Механоактивация в отличие от обычного измельчения заключается в интенсивной механической обработке материала, сопровождающейся увеличением электрической активности поверхности дисперсионного материала или частицы [1], с последующим разделением измельченной массы при помощи пневмосепараторов. В результате пневмосепарирования полученную муку разделяют на 3 группы: с высоким содержанием белка (размер частиц 1-50 мкм, плотность 1,32-1,32 г/см³), со средним содержанием белка (размер частиц 15-50 мкм, плотность 1,48-1,50 г/см³) и низким содержанием белка (размер частиц свыше 50 мкм, плотность 1,40-1,45 г/см³).

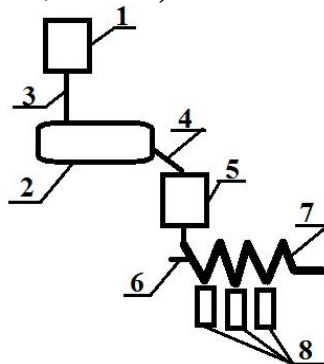


Рисунок 1 - Блок-схема экспериментальной установки.

1 – загрузочный бункер, 2 – дезинтегратор, 3 – загрузочный патрубкок,
4 – разгрузочный патрубкок, 5 – промежуточный бункер, 6 – патрубкок подачи воздуха,
7 – спиралевидный классификатор, 8 – приемные бункера

В процессе изучения методов и способов улавливания белковой фракции на кафедре МАПП была сконструирована и собрана экспериментальная установка, основанная на комплексном использовании дезинтегратора и способа классификации мелкодисперсных материалов в спиральном классификаторе-пылеотделителе [2].

Предварительно подготовленное зерно подается из загрузочного бункера (1) в дезинтегратор (2). Количество поступающего сырья зависит от его состава, далее через загрузочный патрубок (3) попадает во внутреннее пространство корзины. Через пазы в корзине обрабатываемый материал равномерно распределяется в рабочем пространстве между большим и малым дисками, имеющими прорези. Перемещаясь под действием центробежной силы к периферии рабочего пространства, зерно подвергается многократному механическому воздействию движущихся во встречных направлениях дисков. Последовательные удары приводят к отделению эндосперма дроблению зерна на фракции. Прошедшее механическую обработку зерно через разгрузочный патрубок (4) выгружается из дезинтегратора в промежуточный бункер (5) для дальнейшего разделения полученного продукта размола по фракциям

Принцип работы пневмокласификатора заключается в поэтапном отделении из потока продуктов размола фракций разного размера, в том числе высокобелковой фракции, которая содержится в крахмальных зернах и частицах свободного белка. Для из промежуточного бункера (5) поступает размол, полученный с помощью дезинтегратора, а через патрубок (6) в пневмокласификатор вводится воздушный поток. Далее через спиралевидный классификатор (7) переменного сечения под действием центробежных сил и сил тяжести происходит разделение продуктов размола на фракции с последующим осаждением их в приемных бункерах (8). На первом витке из потока отделяется наиболее крупные фракции и с каждым последующим витком уменьшается их размер. В зависимости от параметров пневмокласификатора, а именно скорости подаваемого воздушного потока, сечения корпуса, количества витков и их радиуса, возможно отделение частиц требуемых фракций, в том числе мелкодисперсных с высоким содержанием белка.

Совместное применение дезинтегратора и пневмокласификатора позволит более качественно производить переработку зерна и разделять полученную муку в зависимости от содержания белка. Выделение высокобелковой фракции имеет большое дальнейшее применение в пищевой отрасли. В первую очередь в мукомольной отрасли: применяется для улучшения качества и выработке муки с заданным уровнем белка; при производстве диетических продуктов и спортивного питания; выпечки хлеба, в том числе для диабетиков. Мука с низким содержанием белка применяется в кондитерском производстве.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Хинт, И. А. УДА - технологии: проблемы и перспективы / И. А. Хинт. - Таллин: «Валгус», 1981 : сайт. URL: <http://www.tpribor.ru/hint4.html> [Загл. с экрана].
2. Патент 2461410 РФ, МКП В01D45/16, В07В7/08. Способ отделения мелкодисперсных частиц от газовой среды / В.Л. Злочевский, О.Н. Терехова. № 2461410/05; заявл. 31.05.2011; опубл. 20.09.2012 г.

РЕГУЛИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА В ПРОДУКТАХ РАЗМОЛА ЗЕРНА С ПОМОЩЬЮ ПНЕВМОКЛАССИФИКАЦИИ

Дуюнова Яна Сергеевна, аспирант кафедры МАПП, e-mail:duyunova1996@mail.ru, Шефер Андрей Евгеньевич, магистрант кафедры МАПП, e-mail:andrej_schefer@mail.ru

Научный руководитель - Терехова Ольга Николаевна, к.т.н., доцент, e-mail:onter@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Для выделения высокобелковой фракции на большинстве предприятий применяют способ пневматической сепарации. Такой способ улавливания высокобелковых частиц несовершенен и не позволяет получить продукт с заданными свойствами. Целью работы является повышение эффективности улавливания тонкодисперсной фракции в процессах переработки зерна в муку и выделение из общего потока продуктов размола высокобелковой фракции. Для этого была разработана экспериментальная установка спирального классификатора, эффективность улавливания которой достигло 95,0 – 99,8 %.

Ключевые слова: сепарация, пыль, мука, воздух, спираль, классификатор, пылеотделитель, фракция, высокобелковая, очистка, частица.

В современном производстве функциональных продуктов особую нишу занимают продукты, предназначенные для детского и диетического питания и ориентированные на разные возрастные и социальные группы, в том числе продукты с высоким содержанием белка, например, для специального питания спортсменов или продукты с низким содержанием белка, а также их полное отсутствие для людей с непереносимостью белка - целиакией.

Алтайский край занимает одно из лидирующих мест по производству зерна и его переработке, однако продукты с различным содержанием белковой фракции, в основном импортные и имеют немалую стоимость.

Проведенные ранее исследования показывают, что наибольшее количество белковых веществ содержится во фракции мелких частиц крахмальных зерен, а также в частицах свободного белка размером от 1 до 15 мкм, а наименьшее - во фракции частиц размером от 17 до 40 мкм. Такая высокая четкость разделения не может быть достигнута с помощью традиционной ситовой классификации. Для выделения высокобелковой фракции применяют пневматическую сепарацию, в основе которой лежат различные конструкции и различные способы разделения потока муки. Самым распространенным способом получения высокобелковой муки, который применяется на мукомольных заводах, является создание регулируемого подсоса в циклоне разгрузителе через шлюзовый затвор при транспортировании муки высшего и первого сорта. Такой способ улавливания высокобелковых частиц несовершенен и не позволяет получить продукт с заданными свойствами.

В ходе исследования процессов и способов улавливания белковой фракции, на кафедре МАПП была разработана экспериментальная установка (рисунок 1) на базе способа разделения мелкодисперсных частиц в спиральном пылеотделителе-классификаторе [1].

Экспериментальная установка состоит из корпуса спирального классификатора (3) в которую через входной патрубок (1) вводится воздушный поток. Продукт поступает в установку через питающее устройство (2) и образует воздушную полидисперсную смесь. Продукт под действием центробежных сил и сил тяжести прижимаются к стенкам спирали и осаждаются в приемных бункерах (4, 5, 6). В спиральном классификаторе используются витки гибкого трубопровода, диаметр которого уменьшается с каждым витком.

Проведенные нами ранее экспериментальные исследования [2] показали, что такая конструкция экспериментальной установки предполагает отделение более крупных частиц на первом витке, а отделение мелких частиц на последующих витках. основная часть продукта осаждаются в бункерах на первом и втором витке. Достигнув при этом эффективности улавливания 95,0–99,8 %. Такая конструкция показала хорошую эффективность пылеулавливания в некотором диапазоне скоростей на различных продуктах размола. В свою очередь классификатор показал неплохой результат фракционирования.

При более точной настройке параметров работы установки можно добиться улавливания частиц (1-15 мкм) с высоким содержанием белка.

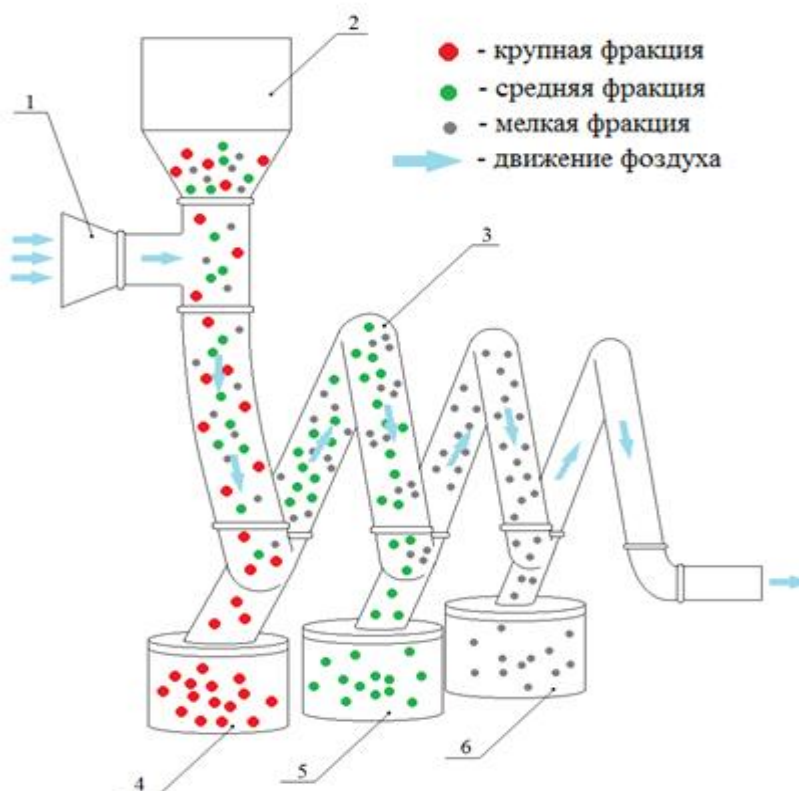


Рисунок 1 – Экспериментальная установка спирального классификатора:

1 – входной патрубков; 2 – питающее устройство; 3 – спиральный классификатор; 4 – бункер для крупной фракции; 5 – бункер для средней фракции; 6 – бункер для мелкой фракции

Выделения из общего потока муки отдельных фракций с определенным составом белка (клейковины) является перспективным направлением. Так в результате использования дезинтегратора можно получить муку с клейковиной на 4-5 % больше по сравнению с исходным продуктом [3].

Чтобы добиться высоко результата улавливания высокобелковой фракции было принято решение использовать в качестве экспериментального продукта в спиральный классификатор муку, полученную после дезинтегратора. Таким образом, возрастет объем полученной высокобелковой муки, появится возможность настроить спиральный классификатор на выход продукта с определенным составом, что в дальнейшем позволит получить новые разновидности продуктов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Патент 2461410 РФ, МКП В01D45/16, В07В7/08. Способ отделения мелкодисперсных частиц от газовой среды / В.Л. Злочевский, О.Н. Терехова. № 2461410/05; заявл. 31.05.2011; опубл. 20.09.2012 г.
2. Терехова О.Н., Глебов А.А., Дуюнова Я.С. Тонкая воздушная сепарация дисперсных частиц в процессах переработки зерна // Вестник алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 5 (175). С. 140-147.
3. Протопопов Д.Н., Умаров А.Х. Дезинтегратор в технологической схеме производства муки // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: материалы XXI международной научно-практической конференции. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2020. С. 112 – 114.

ПРЕДПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

Кудрин Кирилл Александрович, бакалавр кафедры МАПП, e-mail: kiriman1999@mail.ru

Научные руководители - Тарасов Андрей Владимирович, к.т.н., доцент,

e-mail: ptu110@mail.ru, Есин Станислав Борисович, к.т.н., доцент, e-mail: esin.s.b@yandex.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Показаны предпроектные решения по разработке зернохранилища, анализ урожайности зерна в зависимости от года, краткое описание работа элеватора, принцип его работы, применения технического оборудования. Выбор конкретного оборудования для работы, устройство и принцип действия каждого оборудования, и эффективность работы средств автоматизации.

Ключевые слова: элеваторы, зерно, техническое оборудования, система автоматизации.

Алтайский край является крупнейшим производителем в России зерновых культур пшеницы различных сортов, крупяных культур и т.п. На 2019 год валовой сбор зерна в Алтайском крае составил около 4,6 млн. тонн, в том числе зерна пшеницы – около 2,8 млн. тонн, зерна гречихи – 392,5 тыс. тонн. Валовой сбор маслосемян подсолнечника составил около 1,1 млн. тонн. В 2018 году валовой сбор зерна в крае составил более 5,01 млн. тонн, в том числе зерна пшеницы – порядка 3,1 млн. тонн, зерна гречихи – 495,96 тыс. тонн. Сбор маслосемян составил 617,9 тыс. тонн. В 2017 году общем объеме более 5 млн. тонн полученного зерна более половины - пшеница. Этой культуры аграрии собрали около 2,6 миллиона тонн. Сбор зерна гречихи составил 660 тысяч тонн. Обобщенная информация по урожайности представлена в таблице 1

Таблица 1 – Урожайность зерновых и зернобобовых культур в Алтайском крае за 2012-2018 гг. (в хозяйствах всех категорий; центнеров с одного гектара убранной площади).

Показатели	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Зерновые и зернобобовые культуры (в весе после доработки)	8,4	14,2	11,2	11,0	13,4	14,1	15,6
Пшеница озимая	14,0	22,7	21,1	21,0	21,9	16,6	30,4
Пшеница яровая	7,7	13,8	10,0	10,5	11,9	18,7	21,4
Ржи озимая	14,0	22,7	21,1	21,0	21,9	16,6	30,4
Тритикале озимая	20,1	19,5	14,9	16,0	18,5	18,7	21,4
Кукуруза на зерно	15,1	43,2	27,5	27,6	56,8	40,0	51,3
Ячмень яровой	9,1	16,9	11,5	11,8	16,0	16,2	16,7
Овес	10,6	16,9	11,5	11,8	16,0	16,2	17,1
Просо	9,1	11,4	13,0	9,8	12,0	11,4	13,5
Гречиха	7,1	8,0	9,5	8,2	11,5	11,0	10,1
Зернобобовые	9,2	13,3	10,1	12,2	14,6	13,7	14,0

Соседние регионы, в том числе граничащие с Алтайским Краем, испытывают дефицит такой продукции, как в переработанном виде, так и в исходном сырье. Для организации транспортных перевозок, логистически построенных маршрутов используют хлебоприемные пункты и элеваторы которые располагаются в крупных железнодорожных и автомобильных узлах. В 80-е годы прошлого столетия планомерно были построены такие объекты во всех узловых точках, однако за прошедшие 50 и более лет, эти проекты устарели, как физически, так и морально, на рынке появилось новое, эффективное оборудование для приемки зерна, его очистки, сушки и транспортировки. На основании всего выше сказанного предприятием ООО РУСАН, принято решение о создании зернохранилища в районе станции «Среднесибирское». В рамках Выпускной квалификационной работы студентом Кудриным К. А. предлагается выполнить предпроектные решения по созданию данного объекта

Зернохранилище включает в себя прием зерна с железнодорожных или авто приема и учет (взвешивание), первичная обработка (очистку и сушку) [1, 2].

Элеватор зернохранилища – включает в себя комплекс зданий и сооружений технологического, транспортного, весового и лабораторного оборудования, для приема и отпуса зерна с различных видов транспорта, хранения в большом количестве, первичной очистки зерна и его сушки.

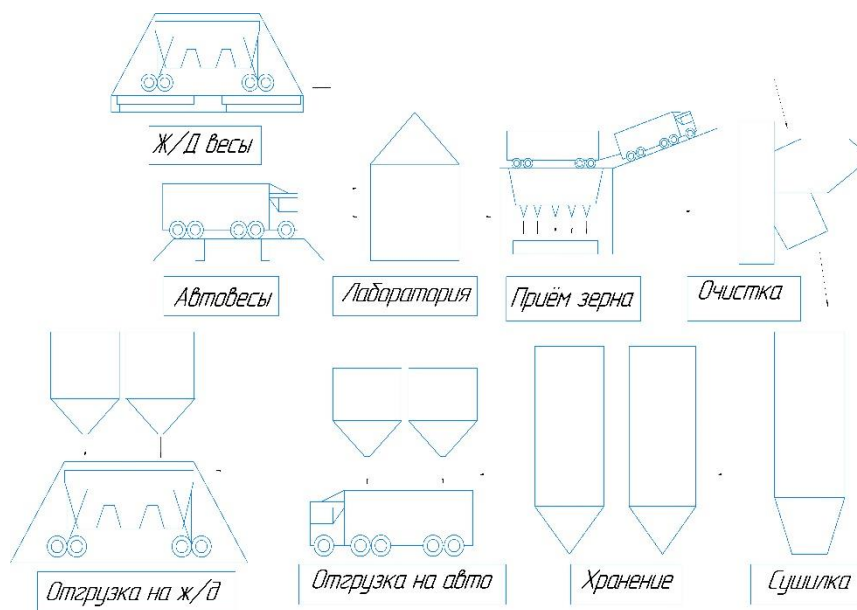


Рисунок 1 – Типовой элеватор

Типовой элеватор разбит на несколько отдельных участков (рис. 1):

1. Участок взвешивания. Весовое отделение. Для транспорта (с зерном и без зерна).
2. Участок приема (Приёмное отделение). В зависимости от транспорта машины, состоит из автомобильного разгрузчика или железнодорожного разгрузчика, а также цепного или винтового конвейера нории для подачи принятого зерна в бункер.
3. Рабочая башня. Технология работы элеватора полагает первичную обработку зерна от примесей. Это происходит на сепараторах типа БИС, БЛС или машинах зерноочистки, комплексного типа (типа МОЗ, СППЗ, ALFA и т.п.). Для перемещения зерна используют цепные или винтовые конвейеры и/или нории
4. Участок сушки. Для снижения влажности используются сушки различного типа: шахтные, рециркуляционные, ленточные и т.д. На участке сушки влажность зерна доводят до параметров указанных в технологическом регламенте. Для получения тепловой энергии используют жидкие топлива (солярка, мазут), газообразные или твердые (уголь).
5. Участок хранения. Для хранения используют сооружения вида силос, которое может иметь конусное днище, для выгрузки зерна самотеком или плоское днище с механическим устройством выгрузки.
6. Здания и сооружения административно-хозяйственного назначения.

При строительстве нового элеватора, силосы являются самой затратной частью предприятия. В настоящее время строительство железобетонных элеваторов экономически нецелесообразно ввиду высокой стоимости единицы объема хранения и высоких затрат на эксплуатацию. Более совершенными являются металлические зернохранилища, которые получают всё большее распространение. Металлические элеваторы подразделяются на классы: коммерческого типа в т.ч. тяжелого коммерческого типа, производственные и фермерские. Металлические силосы высоко технологичны, имеют значительно более низкую, по сравнению с другими типами хранилищ, стоимость единицы объема хранения. Позволяют, в отличие от железобетонных силосов, осуществлять вентилирование хранящегося продукта

и обеспечивают высокую степень автоматизации процессов загрузки, хранения и выгрузки зерна. Защищены от воздействия внешних атмосферных воздействий путем покрытия металла цинком. Для реализации данного проекта выбраны металлические силоса коммерческого типа.

Технологическая схема элеватора предусматривает следующие участки:

- производственную лабораторию для оценки качества поступающего зерна;
- весовую для определения массы поступившего и отгруженного зерна;
- участок для выделения из зерна посторонних сорной и зерновой примеси;
- участок сушки зерна;
- участок хранения.

Для обеспечения перемещения зерна между участками применяют внутрицеховой транспорт - нории, скребковые транспортеры, винтовые конвейеры.

Технологический процесс работы элеватора на 99 % автоматизирован. Ручной труд практически не применяется, автоматизация производственных процессов ускоряет процесс работы, сводя «человеческий фактор» до минимума, делая процесс работы с элеватором, более безопасным, технологичным.

В рамках работы проведем анализ технологического и транспортного оборудования для оснащения данного объекта.

На участке взвешивания используют весовое оборудование, для измерения груженого и порожнего транспорта: автомобиле и железнодорожные весы. Современное весовое оборудование оснащено автоматической системой учета на основе тензометрических датчиков. Принцип действия таких систем заключается в использовании чувствительных элементов между неподвижным основанием и платформой с грузом; передачу сигнала на обработку устройств, вывод и хранению информации в электронном виде. В данном проекте предполагается использовать Автомобильные весы «Стандарт» BALTVEST, а для вагонного комплекса, вагонные статодинамические весы. Комплекс ВЖД-ДВ. Фундаментное исполнение «ЮУВЗ».

Участок разгрузки. Для разгрузки зерна с автомобильного транспорта используют устройства которые наклоняют грузовой автомобиль или прицеп, на угол 36°-42°(больше чем угол естественного откоса зерна), для этого на подвижной раме закрепляются колеса грузового автомобиля, платформа под действием механического или гидравлического привода наклоняется, зерно высыпается в завальную яму. В данном проекте предполагается использовать автомобилеразгрузчик механический ABC-50-80. Для транспортировки зерна железнодорожным транспортом используют специальные вагоны зерновозы «хopper», из которых выгрузка происходит самотеком в завальную яму расположенную под железнодорожными путями. Транспорт зерна из завальной ямы происходит транспортным цепным или винтовым конвейером в бункер.

Первичная очистка зерна подразумевает отчистку от крупных примесей и частичную очистку от пыли, БИС, БЛС, БЦС и т.д. современное зерноочистительное оборудование типа МОЗ, СБПО ALFA, имеет в своем составе устройство вида скальператор (вращающийся ситовой барабан), пневмосепарирующий канал мелкой фракции. В данном проекте предполагается использовать зерноочистительные машины типа ALFA.

В данном проекте предполагается использовать шахтная зерносушилка типа Vesta. Шахтная зерносушилка серии VESTA подходит для любых зерновых культур. Она хорошо показывает себя в работе с зерновыми, бобовыми и масличными культурами. Зерносушилка изготовлена из оцинкованной стали, высокостойкой к воздействию агрессивных сред.

Зернохранилище подразумевает в своем составе больше количество транспортного оборудования: Конвейеры различного типа и нории. В настоящее время в машиностроительной отрасли Алтайского края, России и из «зарубежа», предлагают комплекс подъемно транспортных механизмов, различного качества, производительности и цены.

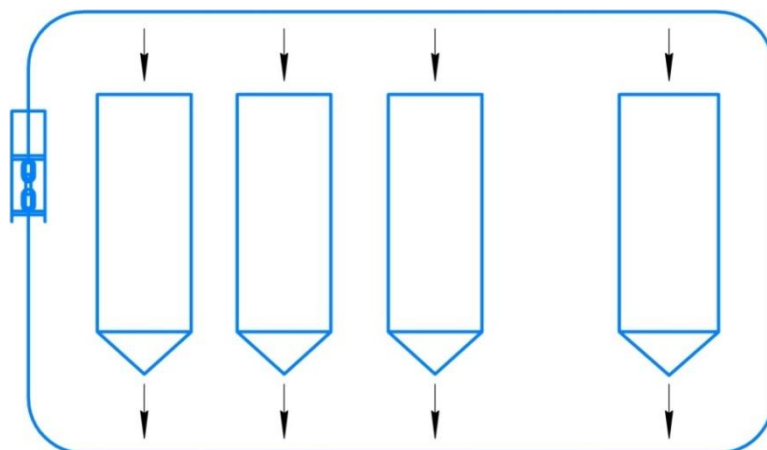


Рисунок 2 – Зерновая система

Одним из вариантов предполагается использование «зерновой помпы», которая может заменить надсилосные и подсилосные конвейеры и нории. Зерновая система представляет собой замкнутую систему трубопровода с угловыми натяжными или приводными секциями. Расположенная внутри трубопровода цепь с круглыми полимерными скребками, непосредственно выполняет роль помпы, проталкивая зерно плотным потоком по замкнутому контуру. Кольцевой конвейер может загружаться на любом его горизонтальном участке трубопровода т.ч. и из приемного бункера, система задвижек позволяет выбирать направление зернового потока путем открытия или закрытия разгрузочных желобов. Диаметр трубопровода до 250 мм, производительность до 150 т/ч. Проектируется и рассчитывается зерновая помпа в индивидуальном порядке, согласно технических условий.

Для эффективной и безопасной работы предлагается автоматизировать процесс, для этого разработана система автоматизации. Это система подразумевает контроль технологических параметров, параметров работы технологического, транспортного и аспирационного оборудования и объединение их в единую систему с выводом на ПК.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анисимова Л.В. Проектирование элеваторов: Учебное пособие /Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2004. 167 с.
2. Винокуров К.В., Никоноров С.Н. Элеваторы, склады, зерносушилки: учеб. пособие. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2008. 88 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ

Пономаренко Михаил Станиславович, бакалавр кафедры МАПП, e-mail: ponomm98@bk.ru
Научные руководители - Тарасов Андрей Владимирович, к.т.н., доцент, e-mail: ptu110@mail.ru,
Лямкин Евгений Сергеевич, к.т.н. доцент, e-mail: liamkin.es@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Представлены решения по модернизации молотковой дробилки с целью доведения её конструкции и условий эксплуатации до требований промышленной безопасности на предприятиях зернопереработки. Расчитана конструкция взрыворазрядного устройства подобрано питающее устройство, выбраны датчики температуры подшипников, датчики открытия крышки и датчик заполнения наддробильного бункера. Разработана схема блокировок средств автоматизации.

Ключевые слова: молотковая дробилка, взрыворазрядитель, модернизация, датчик температуры, датчик открытия крышки, датчик наддробильного бункера.

На предприятии пищевой отрасли Алтайского края широко используется молотковые дробилки для измельчения исходного сырья при приготовлении кормов, комбинированных кормов, кормосмесей и т.п. Большинство таких предприятий оснащено молотковыми дробилками, выпущенными 20-30 лет назад.

Современные требования промышленной безопасности предъявляют к молотковым дробилкам, в том числе правила, которые не соответствуют конструкции и условиям эксплуатации уже установленным молотковым дробилкам. Таким образом, модернизация молотковой дробилки по доведению её до требований современных правил промышленной безопасности является актуальной.

В качестве объекта модернизации была выбрана молотковая дробилка А1-ДМ2Р [1]. В рамках данной работы был проведен анализ конструкции молотковой дробилки, установленной на предприятии ИП Нелюбов, конструкции, условия её эксплуатации и правил промышленной безопасности в соответствии с приказом от 3 сентября 2020 года №331 об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья». В результате чего было выявлено, что молотковая дробилка не имеет взрыворазрядного и дозирующего устройства, датчиков температуры подшипников, датчиков открытия крышки рабочего пространства и датчиками наддробильного бункера. Для расчета и конструирования взрыворазрядного устройства воспользуемся приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 28.04.2017 года № 145 «Рекомендации по расчету и установке взрыворазрядителей на потенциально опасном оборудовании взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья». В результате расчёта было сконструировано взрыворазрядное устройство с использованием разрывной мембраны. Схема взрыворазрядного устройства представлена на рисунке 1.

Для выбора дозирующего устройства были рассмотрены питающие устройства, которые выпускаются и эксплуатируются в современной промышленности. Подбран питатель, разработаны необходимые чертежи для модернизации питателя к молотковой дробилке.

Данная работа определила принципиальную возможность модернизации молотковых дробилок по доведению их до современных требований промышленной безопасности. Конструкторские и технические решения использованные в данной работе позволяют спланировать и организовать технические и конструкторские решения на опасных производственных объектах пищевой промышленности.

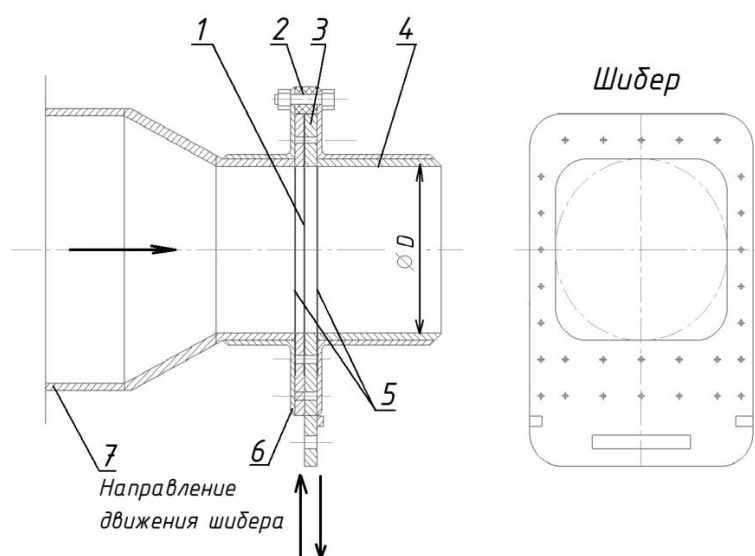


Рисунок 1 – Схема взрыворазрядного устройства

1 – разрывная мембрана с опорной сеткой; 2 – прокладка; 3 – шибер; 4 – выходной патрубок; 5 – накладки (фетр или патронит); 6 – пластина установочная; 7 – входной патрубок

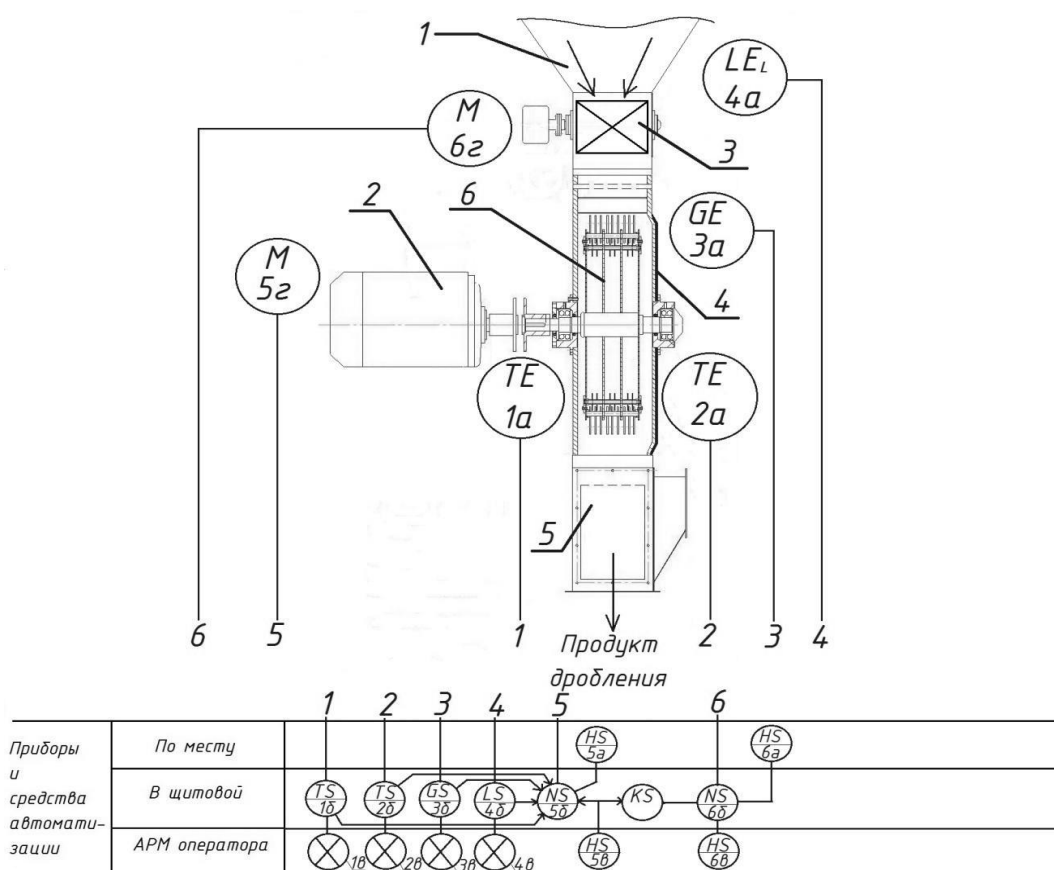


Рисунок 2 – Функциональная схема АСУ молотковой дробилки

1 – наддробильный бункер, 2 – электродвигатель ротора дробилки, 3 – питающее устройство, 4 – крышка, 5 – взрыворазрядное устройство.

Данная работа определила принципиальную возможность модернизации молотковых дробилок по доведению их до современных требований промышленной безопасности. Конструкторские и технические решения использованные в данной работе позволяют спланировать и организовать технические и конструкторские решения на опасных производственных объектах пищевой промышленности.

Для интеграции молотковой дробилки в автоматизированную систему управления предприятием. Разработана функциональная схема автоматизации с учетом требований промышленной безопасности. Для контроля температуры подшипников молотковой дробилки применено устройство дистанционного контроля температуры. Электропривод молотковой дробилки заблокирован с датчиком нижнего уровня наддробильного бункера. Предусмотрена блокировка привода дробилки с устройством загрузки. В схеме автоматизации предусмотрено отключение привода дробилки при открытии крышки. Подача продукта в дробилку осуществляется автоматически (с помощью дозатора) с выдержкой времени после запуска дробилки. Для контроля температуры подобраны датчики РТ100 накладного типа (спецификация 84.SE.028) встраиваемый в корпус подшипника. Для контроля положения крышки ВБ2.18М.80.5.1.1.Z.. Для контроля уровня используется индуктивный датчик. Для дозированной подачи продукта выбран питатель шлюзового типа RVF/RS 350.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Машины и аппараты пищевых производств [Текст]: учеб. для вузов: в 2 кн. / под ред. В. А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001. –(Учебник 21 века) Кн. 1. –2001. –703 с.: ил. –ISBN 5–06–004168–9. –Предм. указ.: с. 701–703. Кн. 2. –2001. –680 с.: ил. – ISBN 5–06–004169–7. – Библиогр.: с. 1379–1384.

УСТАНОВКА ДЛЯ ВЫПАРИВАНИЯ ПИЩЕВЫХ СРЕД

Союстов Андрей Андреевич, бакалавр кафедры МАПП, e-mail: asoustov@mail.ru
Научный руководитель – Терехова Ольга Николаевна, к.т.н., доцент, e-mail: onter@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье приводится анализ работы двух выпарных установок: существующей и предлагаемой, указаны преимущества и недостатки аппаратов. Предлагаемая установка может интенсифицировать процесс выпаривания пищевых сред с целью сгущения и уменьшения содержания воды.

Ключевые слова: выпаривание, выпарная установка, преимущества и недостатки, новая, ускорить и улучшить.

Выпаривание – это процесс, при помощи, которого получают концентрат из жидких растворов, который применим к летучим жидкостям, в которых растворены нелетучие. В процессе кипения жидкость упаривается.

Основная задача самого процесса выпаривания - это получение концентрированной жидкости. Действующее вещество - это агрессивная среда: греющий пар, горячие жидкости, водяной пар и т.д.

Сейчас процесс выпаривания один из популярных среди первоначального обезвоживания или концентрирования, в таких производствах как молочное, производство фруктовых и овощных соков, сахарной промышленности и т.д. Выпаривание используется для сгущения молока и молочных продуктов, свекольного сока при производстве сахара, томатного сока при получении томатной пасты и т.д. Для этой цели используют различные теплообменные аппараты, отличающиеся между собой конструкцией, принципом действия, производительностью и другими характерными особенностями.

Наибольшее распространение в пищевой промышленности получили кожухо-трубные выпарные аппараты [1]. В качестве аналога, мною рассмотрена однокорпусная выпарная установка, которая представляет собой кожухо-трубную выпарную установку (Рис. 1). Проведя анализ ее конструкции и работы, можно указать следующие недостатки, которые предполагается устранить в предлагаемой конструкции (рис. 1).

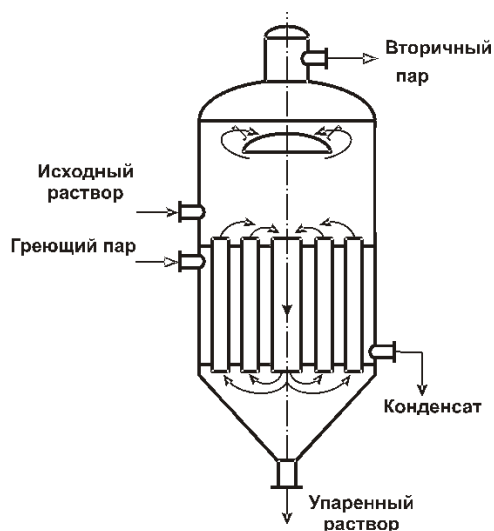


Рисунок 1 - Однокорпусная выпарная установка

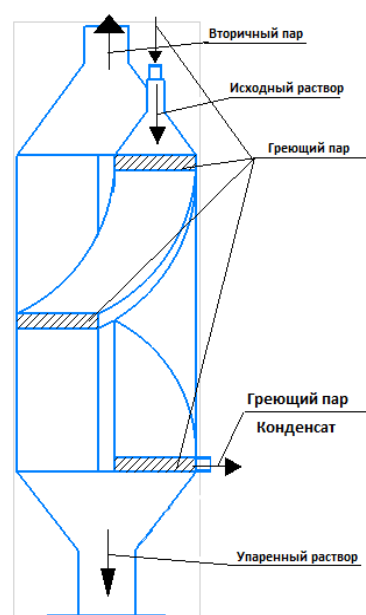


Рисунок 2 – Схема моей конструкции выпарной установки

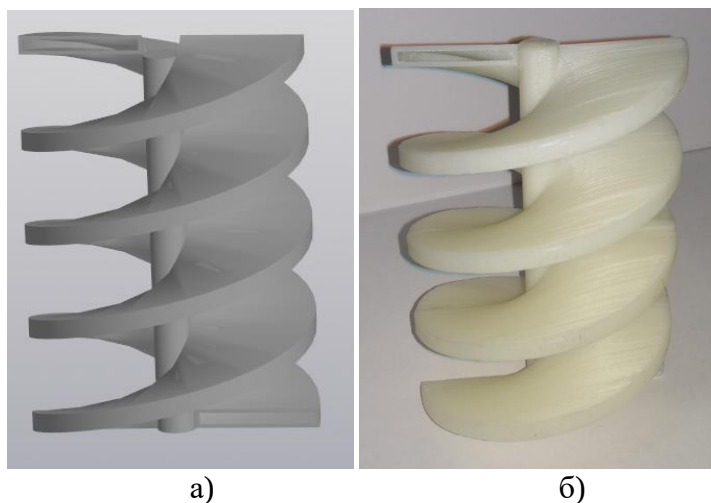
1. В однокорпусной выпарной установке исходный раствор находится длительное время, смешиваясь с раствором который уже пробыл в установке некоторое время и тот который только поступил.

2. Так как ограничено пространство загрузки, то это может замедлить производительности и скорость подачи нового исходного раствора.

3.Что бы получить готовый упаренный раствор, на большинстве производств используют многокорпусные выпарные установки. Это будет занимать много места на производстве, но и дорогостоящие установки.

4. Так как расстояние в нагретых трубах, через который идет исходный раствор маленькое, а основная полость, через которую будет выходить раствор только одна, то скорость выпаривания очень медленная.

Предлагаемая мной конструкция выпарной установки (рис 2а, 2б, 3а, 3б.)



а)

б)

Рисунок 3 – Модель центрального органа выпарной установки:

а) выполненной в программе моделирования; б) 3D модель центральных спиралей, напечатанных на 3D принтере

Принцип работы данной установки, показан на рисунке 3б, а так же описание его:

Исходный раствор разделяется на две винтовых поверхности, внутри которых идет греющий пар. Сама винтовая поверхность состоит из двух шнеков полых внутри, каждый шнек зафиксирован и не вращается. Исходный раствор, который движется по поверхности шнека нагревается быстро и начинает процесс кипения и упаривания исходного раствора, т.к. шнек подогревается греющим паром, а так же шнек который идет выше, тоже дает тепло и таким образом получается, что исходный раствор выпаривается и выделяет вторичный пар, который по шнекам будет подниматься вверх, поддерживая температуру греющего пара. В конце процесса весь выпаренный раствор попадает в одну трубу и уходит из выпарной установки.

Преимущества мной предлагаемой установки:

1. Исходный раствор не скапливается, а по спирали опускается вниз, не образуется скопление раствора.

2. Так как витки спирали полые внутри и в них движется греющий пар, это позволяет нагревать исходный раствор в разы быстрее до температуры кипения, начала процесса упаривания жидкости.

3. В установке расположено 2 витка, которые дают возможность загружать большее количество исходного раствора, что ускорит прохождения единицы массы раствора за единицу время, так же количество витков можно регулировать под каждые нужды пищевого производства.

4. Из-за своей конструкции, данная установка может заменить многокорпусные выпарные установки, т.к. количество проходимого упаренного раствора может быть большое.

5. Температурный баланс в моей выпарной установке будет хорошим, т.к. греющий пар будет нагревать шнек и он будет отдавать тепло на верхнюю поверхность и на нижнюю, что будет нагревать исходный раствор. А так же вторичный пар будет поддерживать температуру греющего пара, т.к. будет подниматься по нижней части шнека расположенного выше. Таким образом, потери по температуре будут минимальные.

Далее приведен расчет удельной производительности выпарной установки.

Расчёт массы исходного вещества во всей выпарной установке:

$$\rho(\text{мол})=1033 \text{ кг/м}^3 \text{ (Плотность молока),}$$

$$S=0,093 \text{ м}^2 \text{ (Площадь одной винтовой поверхности),}$$

Представим уровень высоты исходного раствора 100 мм = 0,1 м, таким образом

$$V = 0,1 * (0,093 * 2) = 0,0186 \text{ м}^3$$

$$m = 1027 * 0,0186 = 19,1 \text{ кг}$$

До 19,1 кг может находиться в установке одновременно

Винтовая скорость рассчитывается $u = \frac{l}{2\pi t} = \frac{4,75}{2*3,14*1} = 0,75 \text{ м/с}$, l -длина ребра витка

$$\text{Пуд} = \frac{\text{Мпр}}{(S_{\text{винт. пов.}} * u_{\text{винт. пов.}})} = \frac{19,1}{0,186 * 0,75} = 136,9 \frac{\text{кг} * \text{с}}{\text{м}^3}$$

Для визуализации устройства и лучшего понимания процесса работы был разработан 3d макет выпарной установки, постоянно идет работа в направлении совершенствования ее конструкции методики расчета. Проект, в рамках которого была представлена конструкция данной установки, занял Первое место на Всероссийском конкурсе «Я ПРОЕКТИрую БУДУЩЕЕ 5».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н. Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. 2-е изд. Москва: «КолосС», 2007. 760 с.

**СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»
ПОДСЕКЦИЯ «ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

СОРБЦИЯ ИОНОВ ЦИНКА ЛУЗГОЙ ГРЕЧИХИ И ПОДСОЛНЕЧНИКА

Воронин Никита Андреевич, бакалавр кафедры «Химическая техника и инженерная экология», e-mail: voroninna00@gmail.com

Научный руководитель – Сомин Владимир Александрович, д.т.н., заведующий кафедрой «Химическая техника и инженерная экология», e-mail: vladimir_somin@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Соединения тяжелых металлов, в том числе цинка, являются одними из наиболее опасных загрязнений окружающей среды. Сточные воды, содержащие соединения цинка, оказывают негативное воздействие на живые организмы, что связано с возможностью ионов металлов встраиваться в пищевую цепь и накапливаться в организмах. Это может вызвать тяжёлые заболевания центральной нервной системы, кровеносных сосудов, сердца, печени и др. Кроме того, соединения цинка обладают мутагенным действием и значительным эффектом суммации, что обуславливает необходимость его эффективного извлечения из воды.

Ключевые слова: сорбция, отходы растениеводства, загрязнители, тяжелые металлы.

Соединения тяжелых металлов, в том числе цинка, являются одними из наиболее опасных загрязнений окружающей среды. Сточные воды, содержащие соединения цинка, оказывают негативное воздействие на живые организмы, что связано с возможностью ионов металлов встраиваться в пищевую цепь и накапливаться в организмах. Это может вызвать тяжёлые заболевания центральной нервной системы, кровеносных сосудов, сердца, печени и др. Кроме того, соединения цинка обладают мутагенным действием и значительным эффектом суммации, что обуславливает необходимость его эффективного извлечения из воды.

Из существующих методов очистки от ионов тяжёлых металлов чаще всего применяют реагентный. Он заключается в осаждении ионов металлов при добавлении соответствующего реагента. Достоинством этого метода является простота используемого оборудования и возможность практически полной очистки. Однако к существенным недостаткам можно отнести введение в смесь нового химического соединения, что требует содержания реагентного хозяйства и необходимость удаления образующихся осадков. Кроме того, из полученного осадка невозможно выделить и вернуть в производство ценные компоненты, вследствие чего теряется большое количество металлов. В этой связи целесообразно использовать сорбционные методы, позволяющие наиболее полно извлекать соединения металлов и возвращать их в технологический процесс.

В качестве сырья для получения сорбентов можно использовать отходы сельскохозяйственных культур, растениеводства, одновременно решая проблему утилизации этих отходов и получения новых типов сорбентов. Известны сорбенты из лузги подсолнечника и гречихи для очистки воды от фенолов [1] и катионов жесткости [2]. Нами было предложено использовать данные материалы для удаления соединений металлов из воды.

Для изучения сорбционной емкости в статических условиях были наведены модельные растворы ионов цинка с содержанием каждого от 10 до 1500 мг/л. Для увеличения эффективности сорбции лузга подвергалась химической модификации растворами гидроксида натрия (500 мг/л) и ортофосфорной кислоты (0,1 н). Анализ ионов цинка осуществлялся фотоколориметрическим методом по предварительно построенному калибровочному графику. В результате были получены изотермы сорбции, представленные на рисунках 1 и 2.

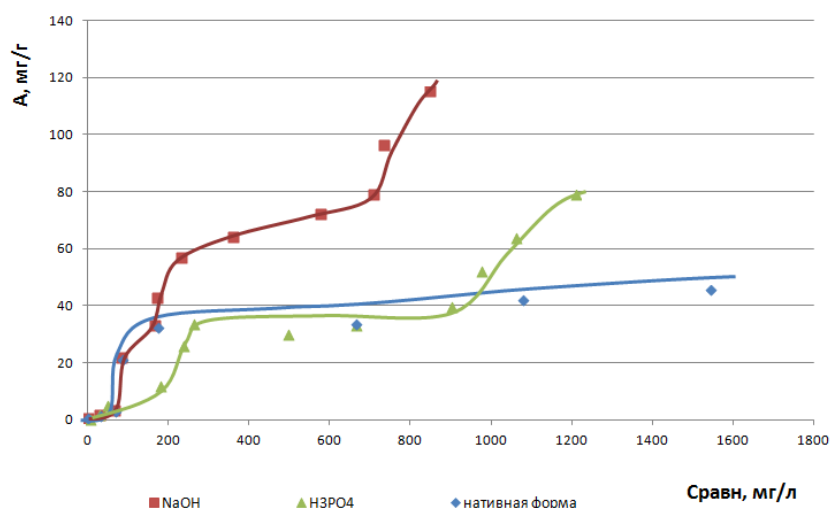


Рисунок 1 – Изотермы сорбции ионов цинка на лузге подсолнечника

Как видно из рисунка 1, все изотермы можно отнести к типу S2, что указывает на то, что преобладающими в материале являются мезопоры. Максимальная ёмкость составляет 80 мг/г для модифицированной ортофосфорной кислотой лузги подсолнечника и 120 мг/г – для лузги, обработанной гидроксидом натрия, что на 30 % больше по сравнению с другим модификатором.

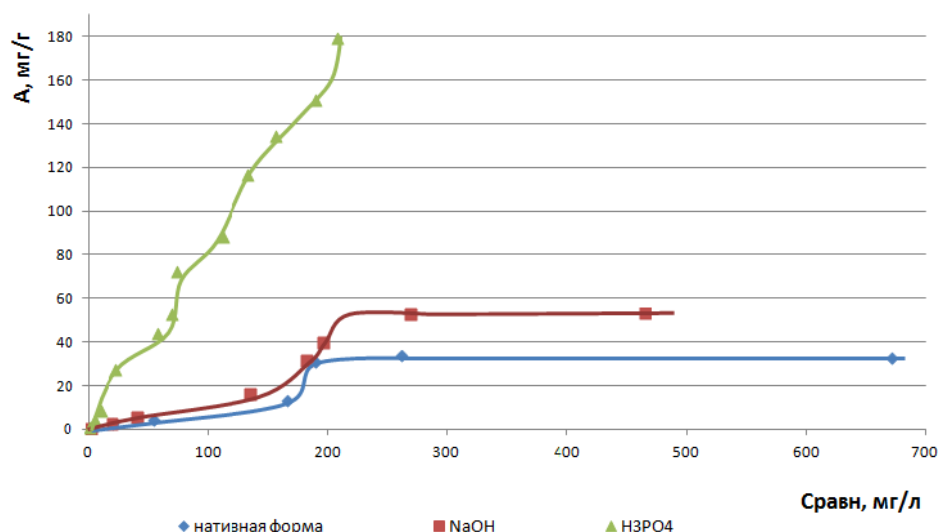


Рисунок 2 – Изотермы сорбции ионов цинка на лузге гречихи

Изотермы нативной и модифицированной раствором гидроксида натрия лузги гречихи можно (рисунок 2) отнести к типу S2, а изотерму модифицированной лузги гречихи H_3PO_4 – к типу S4. Максимальная емкость с использованием в качестве модификатора ортофосфорной кислоты составила 180 мг/г при равновесной концентрации 200 мг/л.

В результате проведенных исследований выявлено, что при активации лузги гречихи целесообразно использовать раствор ортофосфорной кислоты, а лузги подсолнечника – раствор гидроксида натрия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сомин В.А., Бетц С.А., Комарова Л.Ф. Использование отходов растениеводства при очистке воды от фенола. Вода: химия и экология. 2016. № 4 (94). С. 48-53.
2. Куртукова Л.В., Сомин В.А., Комарова Л.Ф. Сорбция катионов кальция и магния из водных растворов на материалах из лузги гречихи. Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 7. С. 54-57.

СИСТЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ «ЗЕЛеной» ЭНЕРГИИ

Лапшин Дмитрий Алексеевич, магистрант кафедры «Химическая техника
и инженерная экология», e-mail: dimalapshin1998@mail.ru

Научный руководитель - Сеселкин Игорь Владимирович, к.т.н., доцент,
e-mail: ivseselkin@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Работа посвящена одной из наиболее актуальных тем современности – развитию альтернативной энергетики. Автором рассматриваются вопросы, связанные с технологиями, применяемыми для накопления «зеленой» энергии, необходимой для решения проблем с нестабильностью её получения. Описаны различные системы аккумулирования энергии. Выполнен обзор функционирующих и проектирующихся накопителей энергии в развитых странах. Рассмотрены перспективы развития водородных систем накопления энергии.

Ключевые слова: альтернативные источники энергии, системы накопления «зеленой» энергии.

Возобновляемые источники энергии в 2019 г. покрыли около 27 % от полного мирового потребления энергии, при этом рост установленных мощностей и генерации ускоряется с каждым годом. В процессе развития альтернативной энергетики, технологии накопления «зеленой энергии» получили широкий спектр развития. Системы накопления энергии – высокотехнологические устройства, позволяющие запасать электрическую энергию, тем самым снимая необходимость одновременности процессов её генерации и потребления. Для решения проблемы с нестабильным получением энергии в настоящее время используют следующие способы её преобразования для аккумулирования [1]: электрохимические; электромеханические; химические; тепловые; криогенные и другие.

Электрохимические системы. Аккумуляторные системы представляют собой комплект взаимосвязанных ячеек, используемый для получения требуемых свойств и уровня производства электроэнергии. Период эксплуатации аккумуляторных систем достигает 1800 циклов разрядки и обладает энергоэффективностью 75–80 %.

Hyundai Electric & Energy Systems, подразделение корпорации Hyundai, планирует построить в Ульсане крупнейшую в мире систему хранения энергии. Как заявили в пресс-службе южнокорейской корпорации, мощность этого литий-ионного аккумуляторного комплекса составит 150 МВт. До настоящего времени крупнейшим в мире считается аккумуляторный комплекс Tesla Powerpack мощностью 129 МВт в Южной Австралии.

Британская энергетическая компания Scottish Power планирует построить накопитель энергии мощностью 50 МВт для хранения электричества, выработанного на 214 ветряных электростанциях. Установка позволит компании накапливать излишки энергии, которые генерируются при высокой скорости ветра и использовать их в безветренную погоду [2].

Электромеханические системы. К электромеханическим системам накопления энергии относятся гидроаккумулирующие станции, системы с использованием сжатого воздуха и использующие инерционные накопители.

Наибольшее практическое применение нашли гидроаккумулирующие станции. Их КПД составляет от 65 до 85 %. Достоинством гидроаккумулирующей станции является запуск в короткий срок, не более 50 минут. На данный момент, крупнейшей в мире является BathCounty, расположенная в США, установленная мощность которой составляет 3000 МВт.

Принцип работы системы, основанной на энергии сжатого воздуха, состоит в следующем: в период максимального потребления энергии, сжатый воздух в смеси с природным газом, извлекают из подземных хранилищ, нагревают и запускают в установки газовых турбин высокого и низкого давления. Работа турбин позволяет запустить электрогенераторы, параллельно с этим выхлопы из турбин применяются для нагревания сжатого воздуха в хранилище. Установки данного типа не пользовались спросом и требовали доработки. Модифицированная же система основывается на адиабатическом сжатии с дальнейшим использованием теплообменников. Срок службы данных установок составляет 40 лет при уровне энергоэффективности 71 %. Созданием накопителей данного вида

занимается небольшое количество компаний, одной из таких компаний является Hydrostor, производящая хранилища энергии сжатого воздуха. Компания разрабатывает проект Rosamond A-CAES в Калифорнии, обеспечивающий 500 МВт мощности за счет энергии солнечных и ветровых ресурсов [3].

Системы теплового накопления. Аккумуляторы тепла подразделяются на паровые, пароводяные и аккумуляторы фазового перехода. Системы теплового накопления энергии с фазовым переходом имеют наибольшее практическое значение. Они запасают и отдают большую тепловую энергию практически без изменения температуры рабочего тела.

Системы теплового накопления большого распространения получили в домашних системах аккумулирования тепла ввиду ряда преимуществ. На практике, такие модели могут быть адаптированы под требуемые параметры системы и характер использования накопленной энергии.

Пилотная установка ETES (Electric Thermal Energy Storage) в Гамбурге, разместившаяся на месте выведенной из эксплуатации традиционной электростанции, преобразует электрическую энергию в горячий воздух, используя резистивный нагреватель и воздухоподувку, чтобы нагреть около 1000 тонн вулканической породы до 750°C. В периоды высокого спроса на электроэнергию, накопленная тепловая энергия преобразуется обратно в электричество с помощью паровой турбины. Благодаря эффективной изоляции тепло может храниться в течение недели или дольше. Siemens Gamesa заявляет, что экспериментальная установка может сохранять до 130 МВт·ч в течение недели [4].

Холдинг Alphabet (частью которого является Google) собирается реализовать проект «Мальта» (Project «Malta») – хранилище энергии в виде расплавленной соли и охлажденной жидкости. Идея хранилища энергии, часть которого – резервуар расплавленной соли, а часть – емкость с охлажденным теплоносителем принадлежит лауреату Нобелевской премии по физике профессору Стэнфордского университета Роберту Лафлину.

Криогенные системы. Компания Highview Power открыла первый в мире накопитель энергии на основе резервуара для хранения жидкого воздуха (LAES) промышленной мощности. Эта технология может составить конкуренцию другим типам накопителей. Технология представляет собой относительно простой процесс, который включает использование непикового или возобновляемого электричества для охлаждения воздуха до -196 °C, после чего он превращается в жидкость, которая может эффективно храниться в изолированных сосудах низкого давления. Когда жидкий воздух высвобождается из этих сосудов, он возвращается в газообразную форму. При этом он быстро расширяется в объеме, приводя в движение турбину, которая связана с электрогенератором. Технология имеет потенциал для обеспечения более длительного хранения энергии, чем могут предложить батареи. Сейчас, опытная установка в северо-западной Англии имеет мощность 5 МВт при емкости 15 МВт·ч. Представители Highview утверждают, что LAES можно легко масштабировать до сотен мегаватт в соответствии с энергетическими потребностями целых городов [5].

Водородные системы. Водород давно рассматривается в качестве перспективного технологического направления (долгосрочного) хранения энергии, реализуется множество пилотных проектов по всему миру.

При эксплуатации ветроэлектрических установок и фотоэлектрических преобразователей, зачастую применяют водородные системы накопления энергии. В таких системах водород хранится в ресивере и используется топливными элементами для выработки электроэнергии, когда производительность ветроэлектрических установок и фотоэлектрических преобразователей недостаточна. Водородные системы накопления позволяют аккумулировать энергию в периоды затишья. Достоинством водородной системы накопления является положительный экономический эффект составляющий 50 % при технико-экономических показателях электролизеров, топливных элементов и водородных аккумуляторов, прогнозируемых на 10-15 лет.

Сегодня существует множество компаний, продукцией которых являются накопители энергии в виде водорода. Одной из таких компаний является немецкая компания HPS Home Power Solutions GmbH, производящая системы энергообеспечения зданий. Система состоит из водородных накопителей, электролизера и топливного элемента. Данная система полностью автоматизирована и проста в обслуживании. Кроме накопителей водородной энергии для нужд зданий, существуют и мобильные электростанции, например, станции Toshiba H2One, производимые и эксплуатируемые в Японии. Масштабные водородные системы проектируются в ближайшем будущем. В Испании планируется завод по производству «зеленого» водорода мощностью 60 МВт и объемом выпуска 9000 т/год.

Согласно опубликованной в июле европейской водородной стратегии, к концу нынешнего десятилетия ЕС планирует получать 40 ГВт энергии водородной мощности для использования в таких секторах, как химическая промышленность и производство стали.

Аккумулирование энергии является одной из значимых тем в развитии нетрадиционной энергетики. Применение систем накопления энергии позволяет решать ряд важных задач: обеспечение энергетической безопасности; регулировка баланса нагрузки сети возобновляемых источников энергии; установление индивидуальной гибкости энергопотребления; поддержание стабильных цен на электроэнергию; получение накопленной энергии в короткий промежуток времени.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Калимуллин Л.В., Левченко Д.К., Смирнова Ю.Б. и др. Приоритетные направления, ключевые технологии и сценарии развития систем накопления энергии // Вестник ИГЭУ. 2019. №1. Доступ из библиотеки «КиберЛенинка». URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prioritetnye-napravleniya-klyuchevye-tehnologii-i-stsenarii-razvitiya-sistem-nakopleniya-energii> (дата обращения: 07.03.2021).
2. Jillian Ambrose Scottish Power to build vast battery to improve wind energy supply // The Guardian. URL: <https://www.theguardian.com/environment/2019/jun/10/scottish-power-build-vast-battery-improve-wind-energy> (дата обращения: 07.03.2021).
3. Savard С., Яковлева Э. В. Развитие технологий накопления электрической энергии / С. Savard, // Молодой ученый. 2017. № 50. С. 76-81.
4. World first: Siemens Gamesa begins operation of its innovative electrothermal energy storage system // Siemens Gamesa. URL: <https://www.siemensgamesa.com/en-int/newsroom/2019/06/190612-siemens-gamesa-inauguration-energy-system-thermal> (дата обращения: 15.03.2021).
5. Mike Scott 'Liquid Air' Technology Offers Prospect Of Storing Energy For The Long Term // Siemens Gamesa. URL: <https://www.forbes.com/sites/mikescott/2018/06/08/liquid-air-technology-offers-prospect-of-storing-energy-for-the-long-term/#63f814e3622f> (дата обращения: 18.03.2021).

ОЧИСТКА ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С ТЕРРИТОРИИ Г. БАРНАУЛА

Пушкарева Ксения Игоревна, магистрант кафедры «Химическая техника и инженерная экология», e-mail: electra-z-team@yandex.ru

Научный руководитель - Сомин Владимир Александрович, д.т.н., заведующий кафедрой «Химическая техника и инженерная экология», e-mail: vladimir_somin@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Поверхностный сток с селитебных территорий и площадок предприятий является одним из интенсивных источников загрязнения окружающей среды различными примесями природного и техногенного происхождения. Водным законодательством РФ запрещается сбрасывать в водные объекты неочищенные до установленных нормативов дождевые, талые и поливочные воды, организованно отводимые с селитебных

территорий и площадок предприятий. Изучен и проведен анализ способов сбора, удаления и очистки поверхностных вод с территории города с учетом наилучших доступных технологий.

Ключевые слова: поверхностный сток, загрязнения окружающей среды, техногенные загрязнения, сброс, нормативы допустимого сброса.

На селитебных территориях в результате выпадения атмосферных осадков и эксплуатации дорожных покрытий образуется поверхностный сток трех видов: дождевой, талый и поливомоечный.

На территории населенных пунктов, чаще всего, используется закрытая система водоотвода. Для районов малоэтажной индивидуальной застройки, для парковых территорий используют открытые водоотводящие системы с устройством мостков или труб. Расчет водосточных сетей производят на дождевой сток по методу предельных интенсивностей. Отвод поверхностных вод предусматривается, как правило, в самотечном режиме в пониженные места рельефа, водотоки и водоемы после необходимой очистки через соответствующие гидротехнические устройства (выпуски). Для того, чтобы предотвратить размыв грунта, при выпуске поверхностного стока на рельеф, предусматривают мероприятия по предотвращению этого нежелательного фактора. Выпуск поверхностного стока в непроточные водоемы, в размываемые овраги, в замкнутые ложбины, заболоченные территории не допускается. Так же необходимо помнить, что на очистные сооружения должна отводиться наиболее загрязненная часть поверхностного стока.

Необходимость очистки поверхностного стока с территорий объектов дорожного сервиса следует устанавливать с учетом возможной степени его загрязненности и условий сброса (выпуска). Степень очистки поверхностных сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, должна отвечать требованиям СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения» и «Правил охраны поверхностных вод» в зависимости от установленной категории водопользования водного объекта, места расположения хозяйственного объекта относительно него и условий сброса очищенных вод. При этом следует учитывать разбавление сточных вод водой водоема-приемника и степень загрязнения водного объекта, а также возможность использования очищенных вод для мойки дорожных покрытий, полива зеленых насаждений, газонов и сельхозугодий. При этом степень очистки сточных вод должна соответствовать нормативам условий их применения.

Основными видами загрязняющих веществ, содержащихся в дождевых и талых сточных водах, являются:

- плавающий мусор (листья, ветки, бумажные и пластмассовые упаковки, пробки, тряпье и пр.);
 - взвешенные вещества (пыль, частицы грунта, характер которых определяется, как правило, составом грунтов района);
 - нефтепродукты (автомасла, топливо автотранспорта);
 - органические вещества (продукты разложения растительного и животного происхождения), характеризуются величиной БПК₂₀;
 - соли (в основном хлориды, применяемые для борьбы с гололедом в зимний период).
- Содержатся в талом стоке и во время оттепелей;
- химические вещества, состав которых определяется составом атмосферного воздуха в районе, наличием и профилем промпредприятий, междождевым периодом и т.д.

Концентрации загрязняющих веществ изменяются в широком диапазоне в течение сезонов года и зависят от многих факторов: степени благоустройства водосборной территории, режима ее уборки, грунтовых условий, интенсивности движения транспорта, состава топлива, интенсивности ливня, состояния водосточных сетей и т.п. Учитывая сезонность образования атмосферных сточных вод в течение года и сравнительно небольшие их объемы, очистные сооружения поверхностного стока целесообразно рассчитывать на удаление взвешенных веществ и нефтепродуктов.

Поверхностный сток с территорий промпредприятий, на которых возможно образование специфических загрязнений, складских хозяйств, автохозяйств, баз ГСМ и др., должен подвергаться очистке на самостоятельных (локальных) сооружениях перед сбросом либо в водный объект, либо в городские водостоки.

Годовой объем стоков (W) рассчитывается по следующей формуле [1]:

$$W = W_d + W_t,$$

где W_d , W_t - среднегодовой объем соответственно дождевых и талых вод, м³.

$$W_d = 10 \cdot h_d \cdot \Psi_d \cdot F,$$

$$W_t = 10 \cdot h_t \cdot \Psi_t \cdot F,$$

где F – общая площадь стока, га;

h_d – слой осадков, за теплый период года, мм (определяется по табл.2 СНиП 23-01-99 и для Барнаула составляет 299 мм);

h_t – слой осадков, за холодный период года, мм, определяет запас воды в снежном покрове к началу снеготаяния (определяется по табл.1 СНиП 23-01-99 и для Барнаула составляет 117 мм);

Ψ_d и Ψ_t – общий коэффициент стока дождевых и талых вод соответственно.

Зная примерный состав и объем стоков, можно посчитать количество загрязняющих веществ, уносимых со стоками.

Примерный состав дождевого стока:

– для асфальтобетонных покрытий: взвешенные вещества 400 мг/дм³, нефтепродукты 8 мг/дм³;

– для газонов: взвешенные вещества 300 мг/дм³, нефтепродукты 0,75 мг/дм³;

– для грунтовых покрытий: взвешенные вещества 2000 мг/дм³, нефтепродукты 18 мг/дм³.

Примерный состав талого стока:

– для асфальтобетонных покрытий: взвешенные вещества 2000 мг/дм³, нефтепродукты 20 мг/дм³;

– для газонов: взвешенные вещества 1500 мг/дм³, нефтепродукты 0,9 мг/дм³;

– для грунтовых покрытий взвешенные вещества 4000 мг/дм³, нефтепродукты 25 мг/дм³.

При рассмотрении условной территории площадью примерно 20 гектар получаем данные, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Объем стока и количество выносимых загрязнений с территории площадью 20 га

Среднегодовой объем поверхностных сточных вод, м ³	Количество взвешенных веществ, уносимых в год с поверхностным стоком, т	Количество нефтепродуктов, уносимых в год с поверхностным стоком, т
44 105	126	0,96

В связи со значительной зависимостью загрязненности поверхностного стока от санитарного состояния водосборных площадей и воздушного бассейна, необходимо предусматривать организационно-технические мероприятия по сокращению количества выносимых примесей, в частности:

- организацию регулярной уборки территорий;
- проведение своевременного ремонта дорожных покрытий;
- ограждение зон озеленения бордюрами, исключающими смыв грунта во время ливневых дождей на дорожные покрытия;
- повышение эффективности работы пыле- и газоочистных установок с целью максимальной очистки выбросов в атмосферу и предотвращения появления в поверхностном стоке специфических загрязняющих компонентов;
- повышение технического уровня эксплуатации автотранспорта;

- организацию уборки и утилизации снега с автомагистралей, стоянок автомобильного транспорта;
- поверхностного стока по временной системе открытых лотков, освещением его на 50-70 % в земляных отстойниках и последующим отведением в дождевую канализацию;
- исключение сброса в дождевую канализацию отходов производства, в том числе и отработанных нефтепродуктов;
- локализацию участков территории, где неизбежны просыпки и проливы химикатов, с отведением поверхностного стока в систему производственной канализации для совместной очистки;
- ограждение строительных площадок с упорядочением отвода.

Современные технологии позволяют без значительных затрат очистить небольшие объемы стоков. Так, например, известны установки, которые занимают небольшие площади, не требуют подвода электроэнергии и высококвалифицированного обслуживающего персонала. Одна из таких установок представлена на рисунке 1.

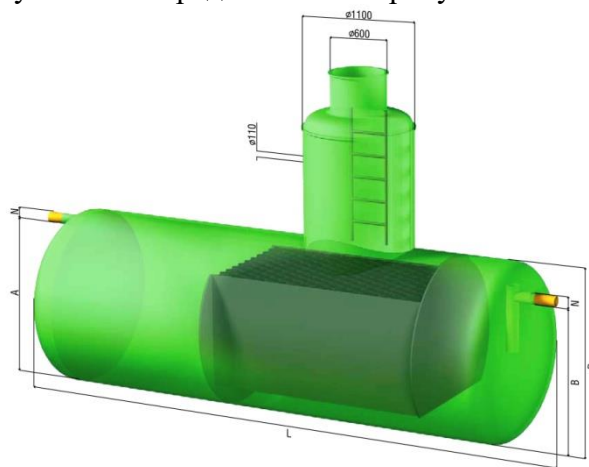


Рисунок 1 – Схема модульной установки для очистки ливневых стоков

Установка применяется для очистки поверхностных сточных вод производительностью от 1,5 л/с до 100 л/с. Системы большей производительности состоят из нескольких линий. Концентрации загрязнений на входе могут составлять по взвешенным веществам до 2500 мг/л, по нефтепродуктам – до 100 мг/л. Степень очистки обеспечивается до норм сброса в водоемы хозяйственно-питьевого, культурно-бытового водопользования и в городские системы канализования [2].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. Методическое пособие. НИИ ВОДГЕО, 2015. 146 с.
2. Очистные сооружения поверхностных сточных вод. Электронный ресурс. Заглавие с экрана. Режим доступа: <https://helyx.ru/storm/livnevye-ochistnye-sooruzheniya/> Дата обращения 30.03.2021.

ПОДСЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРОТЕКАНИЯ ПРОЦЕССА АЦИЛИРОВАНИЯ ЛИГНИНА СИСТЕМОЙ «АЦЕТИЛХЛОРИД - ПИРИДИН»

Андреева Алена Сергеевна, студент кафедры «ХТ», e-mail: calisstika@mail.ru
Научный руководитель - Ефреушин Данил Дементьевич, к.х.н., ст. преподаватель,
e-mail: daniluck@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассмотрен один из способов решения проблемы переработки лигнина, а именно ацилирование системой «ацетилхлорид-пиридин». Представлены исследования, проводимые на базе АлтГТУ им. И. И. Ползунова, целью которых является нахождение оптимальных условий для применения данной ацилирующей системы. В ходе исследований были проведены серии синтезов и квантово-химический расчет.

Ключевые слова: технические лигнины, переработка, модифицирование лигнина, ацилирование, ацилирующая система, ацилиевые соли.

Проблема переработки лигнина, как конечного продукта лесной промышленности, стоит уже давно, что привело к нахождению многих путей решения [1], одним из которых является модификация технических лигнинов на основе органических растворителей, в частности ацилирование системой «хлорангид карбоновой кислоты – пиридин». Также, исходя из исследований [2], взаимодействие ацетилхлорида с пиридом является наиболее химически активным по сравнению с другими производными карбоновых кислот, что обусловлено получением ацилиевых солей – мощных ацилирующих агентов.

При разработке условий проведения ацилирования лигнинов системой «ацетилхлорид-пиридин» на кафедре «Химическая технология» АлтГТУ им. И. И. Ползунова были проведены ряд синтезов по схеме, расположенной на рисунке 1. Время процесса изменялось: от 1 до 24 часов, а температура оставалась неизменной – 25 °С. Это связано с тем, что повышение температуры более чем на половину температуры кипения ацетилхлорида (которая составляет 55,8 °С), приводило к его испарению, что снижало выход образования ацилиевой соли и, как следствие, результативность процесса уменьшалась.

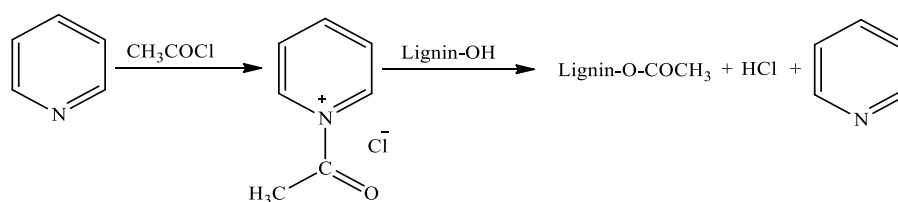


Рисунок 1 – Реакция ацилирования технического лигнина системой «ацетилхлорид-пиридин»

По завершению синтеза продукты реакции смешивали с дистиллированной водой и промывали на фильтре Шотта. После проводили сушку на воздухе при комнатной температуре в течение 48 ч. По органолептическим показателям ацилированный лигнин проявлял цвет от светло-коричневого до каштанового, вкус и запах – нейтральны.

Для качественной оценки проведенных исследований готовый продукт анализировали методом химического анализа, результаты которого представлены в таблице 1.

Исходя из данных, представленных в таблице 1, можно сделать ряд выводов.

Во-первых, найдена оптимальная продолжительность процесса – 2 часа, т.к. в течение этого времени удалось достигнуть наилучших результатов: количество связанной карбоновой кислоты увеличилось на 4,3 %, а число прореагировавших ОН-групп с исходного значения 10,4 % увеличилось до $13,4 \pm 0,3$ %.

Таблица 1 – Результаты анализа ацилированного лигнина

Продолжительность синтеза, ч	Количество связанной карбоновой кислоты, %	Количество прореагировавших ОН-групп, %
1	31,2 ± 0,5	11,3 ± 0,3
2	35,5 ± 0,5	13,4 ± 0,3
3	36,2 ± 0,5	13,7 ± 0,3
4	36,7 ± 0,5	14,0 ± 0,3
5	37,2 ± 0,5	14,3 ± 0,3
24	37,4 ± 0,5	14,4 ± 0,3

Во-вторых, нецелесообразно проводить синтез продолжительностью более 4 часов, т.к. это не ведет к значительному увеличению прореагировавших ОН-групп структурных единиц лигнина (фенольных и алифатических) и дальнейшему росту связанной карбоновой кислоты (ее значения варьируются в пределах менее 0,1 %).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кузнецов Б.Н., Кузнецова С.А., Тарабонько В.Е. Новые методы получения химических продуктов из биомассы деревьев сибирских пород // Российский химический журнал. 2004. Т 48. № 3. С. 4-19.
2. Джоуль Дж., Миллс К., «Химия гетероциклических соединений» (Пер. с англ.). М.: Мир, 2004. 728 с.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ С ДРЕВЕСИНОЙ

Бикмаева Наталья Алексеевна, студент кафедры «Химическая технология»,
e-mail: bikmaeva02@mail.ru

Николаева Екатерина Андреевна, студент кафедры «Химическая технология»
Научный руководитель – Протопопов Андрей Валентинович, к.х.н., доцент,
e-mail: a_protopopov@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Аннотация. Рассмотрен процесс ацилирования древесины лимонной кислотой в среде неполярного растворителя и в присутствии протонного сорастворителя. Получены высокозамещенные сложные эфиры целлюлозы с лимонной кислотой.

Ключевые слова: сложный эфир целлюлозы, бифункциональные производные.

Функциональные группы полимера оказывают решающее влияние на физические, химические и механические свойства и, таким образом, влияют на конкретные области применения полимера. Функционализация сложных эфиров и простых эфиров целлюлозы широко исследуется для применения, включая доставку лекарств, косметику, пищевые ингредиенты и автомобильные покрытия [1].

Многие компании в настоящее время занимаются коммерциализацией ацетилирования древесины. Сегодня предпочтительным методом ацетилирования древесины является использование ограниченного количества жидкого уксусного ангидрида без катализатора или сорастворителя. Для модификации волокон использовались различные варианты этой процедуры. Частицы, хлопья, стружка, шпон и древесина различных размеров.

В Швеции в настоящее время осуществляются два новых процесса по коммерциализации ацетилирования древесины. Один из них - это волокнистый процесс, а другой - процесс ацетилирования древесины больших размеров с использованием микроволновой технологии. В волокнистом процессе используется ограниченное количество ангидрида и используется винтовой реактор и два стриппера для удаления ангидрида и

кислоты. Процесс ацетилирования твердой древесины основан на микроволновом нагреве ангидрида и древесины. Поглощение микроволновой энергии в древесине, пропитанной уксусным ангидридом, предпочтительнее других методов нагрева, поскольку оно нагревает только определенные части древесины, обеспечивает некоторое саморегулирование общего повышения температуры и способствует более равномерному режиму нагрева.

С этой целью существует большой стимул для выявления новых реакций в модификации целлюлозы, которые являются мягкими, эффективными и идеально модульными.

В ходе нашей работы было проведено взаимодействие древесины осины с лимонной кислотой в среде толуола при продолжительности 0,5 - 5 часов с варьированием температуры от 20 до 60 °С. Полученные продукты, отмытые от непрореагировавшей кислоты, анализировали на содержание связанной лимонной кислоты (рисунок 1).

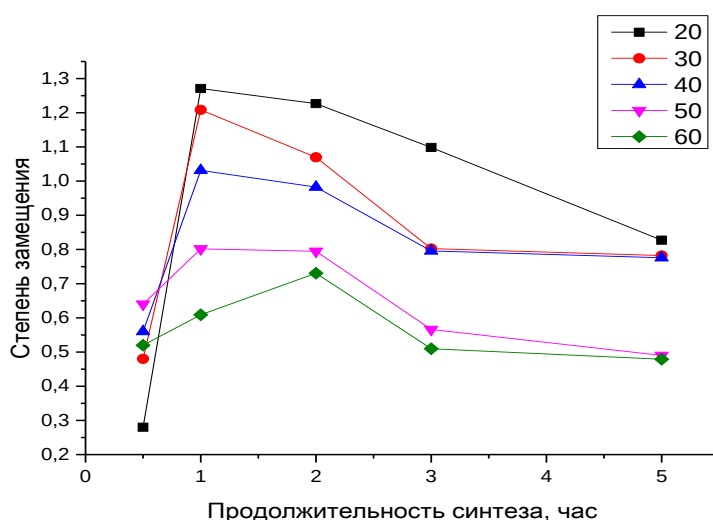


Рисунок 1 – Степень замещения в полученном продукте при различных температурах

Полученные данные показывают, что реакция лучше при низких температурах. Повышение температуры может приводить к деструкции полимеров древесины и побочным реакциям конденсации лимонной кислоты.

Исследование полученных продуктов методом ИК-спектроскопии (рисунок 2, 3) показало образование сложноэфирных связей, при этом в продукте взаимодействия наблюдается увеличение полосы поглощения в области 1740 см⁻¹, характерной для колебаний сложноэфирной группы, что также свидетельствует о протекающем взаимодействии.

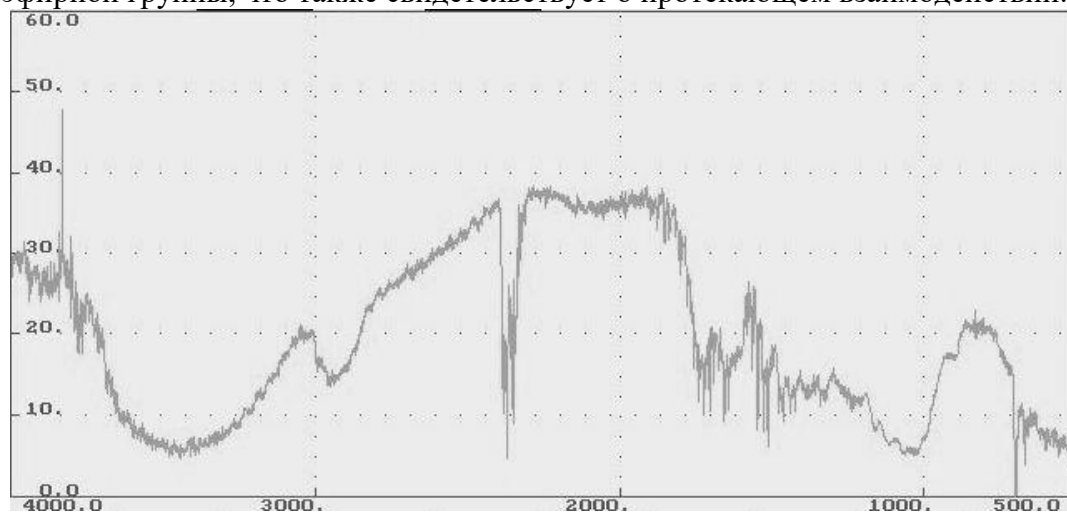


Рисунок 2 – ИК-спектр продукта, полученного при температуре 30 °С и продолжительности 1 час

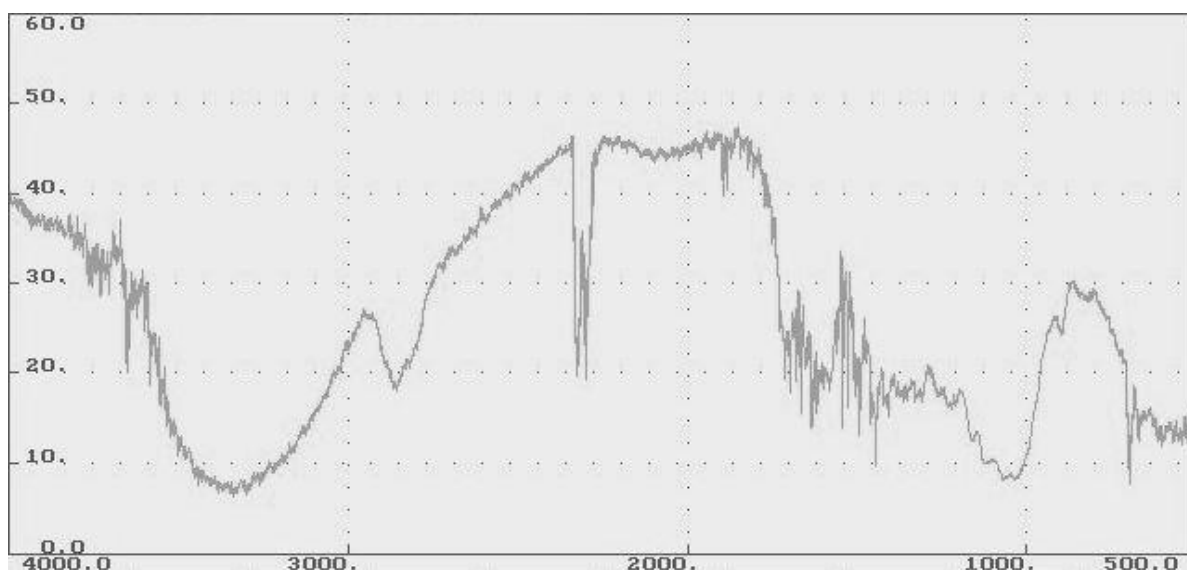


Рисунок 3 – ИК-спектр продукта, полученного при температуре 30⁰С и продолжительности 5 часов

Полученные данные позволяют сделать заключение о возможности ацилирования древесины многоосновными кислотами в неполярных средах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Babu R.P., O'Connor K., Seeram R. Current progress on bio-based polymers and their future trends. Prog. Biomater. 2013;2:2–16. doi: 10.1186/2194-0517-2-8.
2. Е.Л.Матухин, З.Т.Валишина, Г.Г.Гарифзянов. В сб. Всесоюзн. конф Химия и реакционная способность целлюлозы и ее производных, Чолпон-Ата, 1991, 124-126.
3. Ровкина Н.М., Ляпков А.А. Полимеры на основе целлюлозы и ее производных.- Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. 128 с.
4. Klemm D., Philipp B., Heinze U., Wagenknecht W. Comprehensive Cellulose Chemistry. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA; Weinheim, Germany: 1998.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЛИГНИНА В ПРОДУКТАХ ВЗРЫВНОГО АВТОГИДРОЛИЗА ОБОЛОЧЕК ОВСА ПОСЕВНОГО

Ваганник Константин Павлович, студент кафедры «ХТ», e-mail: kostya_vagannik@mail.ru

Книсс Татьяна Александровна, студентка кафедры «ХТ», e-mail: tanakniss4472@gmail.com

Костинская Валерия Александровна, студентка кафедры «ХТ», e-mail: kostinskaya.lera@mail.ru

Научный руководитель - Коньшин Вадим Владимирович, д.х.н., доцент,
e-mail: v-konshin@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В ходе проведенных исследований определено содержание лигнина в продуктах, полученных в результате проведения взрывного автогидролиза оболочек овса посевного (Avena Sativa). Установлено увеличение содержания лигнина в модифицированных продуктах в зависимости от увеличения фактора жесткости баротермической обработки. Указаны причины повышенного содержания лигнина в продукте взрывного автогидролиза лузги овса по сравнению с исходным материалом. Отмечены области возможного применения модифицированного биополимера.

Ключевые слова: взрывной автогидролиз, лигнин, метод Класона, гидролиз, «взорванные» оболочки овса.

В настоящее время процесс взрывного автогидролиза (ВАГ) является достаточно перспективным методом комплексной переработки сырья растительного происхождения. Процесс ВАГа проводится при достаточно высоких показателях давления и температуры (180-250 °С) и основан на кратковременном воздействии на исходное сырьё насыщенного водяного пара, с последующим резким сбросом давления (декомпрессия). Подобным способом возможно получение модифицированной растительной массы, отличающейся по содержанию основных компонентов (целлюлозы, лигнина и др.) от исходного материала [1-2].

Поскольку соотношение основных компонентов растительного сырья значительно влияет на эксплуатационные характеристики готового изделия, большое значение имеет определение лигнина и целлюлозы в модифицированных по методу ВАГа продуктах. Следует отметить, что лигнины, полученные из отходов злаковых культур, имеют достаточно ценные свойства и могут использоваться в парфюмерии, фармакологии, медицине, химической и пищевой промышленности.

В ходе проведенных исследований нами определено содержание лигнина в продуктах, полученных в результате проведения взрывного автогидролиза оболочек овса посевного (*Avena Sativa*). Параметры процесса ВАГ находились в следующих пределах: давление пара в реакторе 1,0-2,0 МПа, время выдержки в реакторе – 2-15 мин. Предварительно проведенные исследования показали, что наиболее эффективно обработка оболочек овса протекает при давлении пара в реакторе 1,4 МПа и времени выдержки в реакторе – 10 мин. При соблюдении данных технологических параметров, получается продукт, который может быть использован в качестве адсорбента, характеризующегося следующими параметрами: предельное значение адсорбции $\Gamma_{\infty} = 0,002 \frac{\text{моль}}{\text{кг}}$, удельная поверхность $S_{\text{уд}} = 301 \text{ м}^2/\text{г}$.

Определение содержания лигнина в продуктах ВАГа проводилось по методу Класона в модификации Комарова по методике, изложенной в работе [3]. Продукты ВАГа на основе оболочек овса посевного обрабатывали концентрированной (72 %-ной) серной кислотой и выдерживались при комнатной температуре в течение 2,5 часа, затем раствор разбавляли дистиллированной водой и кипятили в течение одного часа. После укрупнения частиц осадок отфильтровывали, высушивали и определяли содержание лигнина.

Содержание лигнина во «взорванных» оболочках овса колеблется в пределах 24,5-31,2 % от массы продукта. При этом наблюдается тенденция увеличения содержания лигнина в модифицированном продукте при увеличении давления в реакторе до 2,0 МПа, а также при увеличении времени выдержки с 2 до 15 мин.

Согласно литературным данным [4], содержание лигнина в необработанной лузге овса ниже, чем в продуктах, модифицированных по методу ВАГа, и составляет 22,5 %. Данное явление связано с тем, что в процессе взрывного автогидролиза происходит образование так называемого «псевдолигнина», а также с разрушением и частичным растворением углеводной части растительного комплекса.

Таким образом, «взорванная» лузга овса может стать эффективным источником получения биополимера, который может использоваться в качестве сырья для гранулированного активированного угля, удобрений, пористого кирпича, наполнителей, энтеросорбента.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ефремов, А. А. Комплексная переработка древесных отходов с использованием метода взрывного автогидролиза / А. А. Ефремов, Кротова И.В. // Химия растительного сырья. 1999. №2 С. 19-39.
2. Разработка научных основ получения востребованных продуктов из недревесного целлюлозосодержащего сырья с использованием методов взрывного автогидролиза и гидротермобарической обработки / И.Н. Павлов [и др.] // Химия и переработка растительного сырья. 2013. №3 С.184-187.

3. Оболенская А.В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы / А.В. Оболенская [и др.]. М.: Экология, 1991. 320 с.

4. Карманов А. П., Кочева Л. С., Оводов Ю. С., Бровко О. С. Исследование лигнинов растительных отходов сельскохозяйственного производства // Теоретическая и прикладная экология. С. 35-40.

5. Полимеры на основе целлюлозы и ее производных: учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2006. 128 с.

ОЦЕНКА СОСТАВА ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Гридина Елена Николаевна, магистрант кафедры «ХТ», e-mail: elena-gridina0206@mail.ru

Научный руководитель - Маноха Анастасия Михайловна, к.т.н., доцент,

e-mail: manoha-am-dist.obuch@yandex.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Ежегодно по всей территории региона выбрасываются тысячи тонн вредных веществ. Определение состава газообразных веществ, выбрасываемых предприятиями химического профиля, находящимися на территории Алтайского края, является важной и актуальной задачей. В работе рассмотрен метод количественного определения содержания марганца в составе газообразных выбросов, с целью дальнейшей разработки систем очистки отходящих газов промышленных предприятий.

Ключевые слова: промышленные выбросы, предприятия, отбор проб, массовая концентрация, марганец.

Экологические проблемы появляются в последствии антропогенной деятельности. Чтобы уменьшить негативные воздействия нужно менять технологии на экологически безопасные, проводить мероприятия для улучшения состояния окружающей среды.

Ежегодно по всей территории региона выбрасываются тысячи тонн вредных веществ. Не на всех объектах используются очистительные фильтры. Также атмосферный воздух загрязняют автомобили, транспортные средства, которые выбрасывают выхлопные газы.

Негативное воздействие на здоровье человека может произойти при воздействии определенных концентраций загрязняющих веществ, превышающих нормативные значения установленных для населенных мест и селитебных территорий.

В последние года содержание в воздухе таких вредных примесей, как взвешенные вещества, диоксид серы уменьшилось, но промышленность продолжает существенно воздействовать на здоровье человека. Вредные выбросы могут перемещаться в воздушных потоках на огромные расстояния.

Разрабатываются, проводятся различные мероприятия для снижения неблагоприятных воздействий. Чтобы контролировать уровень загрязнения атмосферного воздуха проводятся измерения промышленных выбросов. В том числе анализ, благодаря которому определяются качественные и количественные характеристики газоздушных примесей [1].

Для различного рода предприятий разрабатываются план-графики контроля. Не соблюдение плана может повлечь за собой штрафы, приостановление деятельности. Контроль над соблюдением нормативов ПДВ осуществляется аккредитованными лабораториями.

В Алтайском крае в г. Барнауле проводит исследование промышленных выбросов Независимая аналитическая лаборатория. Помимо промышленных выбросов в область аккредитация лаборатории включены исследования сточных и природных вод, почвы, донных отложений, отходов производства и потребления, атмосферного воздуха, воздуха рабочей зоны, физических факторов на рабочих местах и селитебной территории. В структуре лаборатории есть необходимое оборудование для исследований. Инженеры используют методы определения - электрохимический, фотометрический, ААС, газовая хроматография, ВЭЖХ, гравиметрии, ИК-спектроскопия, органолептический.

Целью данной работы являлось изучение содержания марганца в выбросах промышленных предприятий. Определение концентрации марганца осуществлялось по действующей методике [2], в основе которой лежит метод измерения степени поглощения светового излучения атомами контролируемого элемента в спектре высоких температур смеси ацетилен-воздух, либо закись азота-ацетилен.

В окружающей среде марганец перемещается с частичками пыли, а попадает в атмосферу от мелких источников, например, сварочные работы. Также марганец находится в выбросах промышленных предприятий – машиностроение, металлообработка, металлургия.

Высокие концентрации марганца в воздухе, накопление частиц в организме человека, в первую очередь, неблагоприятно сказывается на функционирование нервной системы. Симптомами является утомляемость, сонливость, ухудшение памяти. Помимо этого, политропный яд может вызвать осложнения в легких, сердечно-сосудистой системы, вызывает аллергию, мутацию.

Для исследований были отобраны пробы с промышленного предприятия Алтайского края с последующим анализом в соответствии с методикой измерения массовых концентраций металлов [2].

Для проведения исследования газообразные пробы отбирались на фильтр, исследование осуществлялось на атомно-абсорбционном спектрофотометре.

Выбор места отбора играет важную роль при отборе проб, также важным фактором является расход газа при отборе. Отбирались пробы в соответствии с ГОСТ 33007 «Оборудование газоочистное и пылеулавливающее. Методы определения запыленности газопылевых потоков. Общие технические требования и методы контроля» [3]. После отбора, пробы доставлялись в лабораторию для дальнейшего исследования. Для каждого определяемого элемента существует свой способ перевода пробы в раствор. Для марганца подходит способ сухого озоления (растворение зольного остатка), также подходит и способ мокрого озоления – это кислотное разложение фильтра с отобранной на него пробой.

Водные растворы, приготовленные из ГСО ионов металлов, служат для градуирования и последующего определения выходного сигнала контролируемого элемента от его массовой концентрации. Градировочные характеристики устанавливаются с помощью программного обеспечения. Для расчета массовой концентрации элемента в растворе используется формула (1):

$$C_{\text{пр}} = C_a - C_x, \quad (1)$$

где C_x – массовая концентрация «холостого» опыта, мкг/см³;

C_a – среднее арифметическое значение, мкг/см³

Чтобы найти массовую концентрацию в пробе газа (воздух) используют формулу:

$$X = \frac{C_{\text{пр}} \cdot V_a}{V_0} \quad (2)$$

В случае разбавленных растворов:

$$X = \frac{(C_{\text{пр}} \cdot K_p) \cdot V_a}{V_0}, \quad (3)$$

где V_a – объем анализируемого раствора, см³;

K_p – коэффициент разбавления исходного раствора, находят по формуле (4):

$$K_p = \frac{V_k}{V_{\text{ал}}}, \quad (4)$$

где V_k – объем мерной колбы, взятой для приготовления анализируемого раствора, см³;

$V_{\text{ал}}$ – объем аликвоты исходного раствора, см³.

V_0 – отобранный объем газа (м³), рассчитываю по формуле (5).

При расчете промышленных выбросов в атмосферу (нормальные условия: 0 °С, 101,3 кПа).

$$V_0 = Q_p \cdot \tau \cdot \frac{273 \cdot (P \pm \Delta P_p)}{101,3 \cdot (273 + t_p)} \quad (5)$$

После построения градуировочного графика (рисунок 1) устанавливают «нуль» по шкале абсорбции, а затем идет распыление пробы. Прибор автоматически рассчитывает концентрацию элемента, учитывая фон.

После снятия показаний с прибора рассчитывали концентрацию элемента в пробе по формуле (2).

В случае, когда выходной сигнал был выше границы градуировочной характеристики раствор разбавляли раствором азотной кислоты (0,3 моль/дм³).

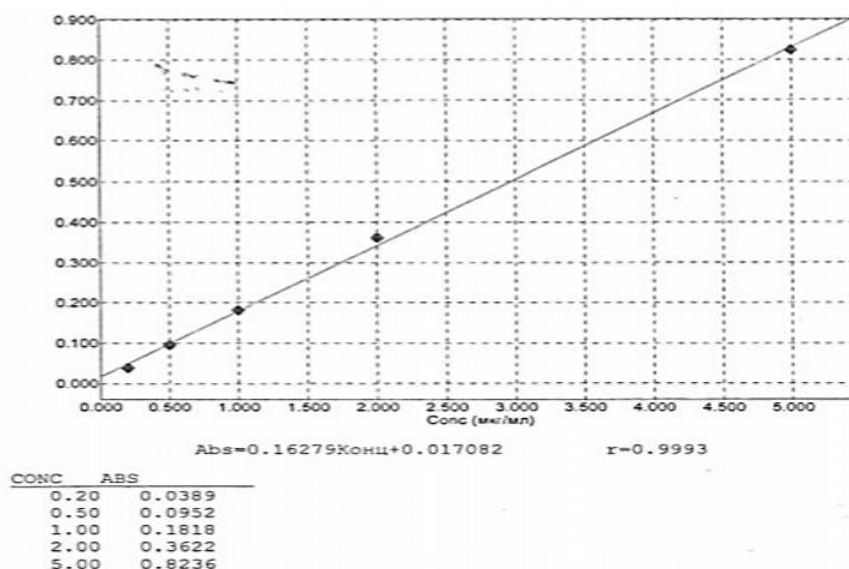


Рисунок 1 – Градуировочный график

2 : UNK Average						
	Конц.	Абс.	Фон	Исх. навеска	Конеч. объем	K
	0.2075	0.0396	-0.0104	1.000000	1.00	
Ед. изм дейст. конц	%RSD	SD		C#	SG#	
Нет	3.03	0.0012		01	1	
3 : UNK						
	-0.200	-0.150	-0.100	-0.050	0.000	0.050
					0.100	0.150
					0.200	0.250
					0.300	0.350
					0.400	0.450

Рисунок 2 – Данные автоматического расчета концентрации элемента

Для того чтобы рассчитать концентрацию элемента в разбавленном растворе использовали формулу (3). Данные анализа отобранных проб показали, что средняя концентрация марганца в газообразных выбросах предприятия составила $0,0036 \pm 0,00086$ мг/м³, таким образом, выброс загрязняющего вещества от промышленного предприятия не превысил норматив ПДВ, г/с.

В настоящее время изучаются существующие методы, системы очистки, также производится подбор оборудования для снижения содержания металлов в выбросах промышленных предприятий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СН-245-71 Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. М., 1971. 98 с.
2. М-01В/2011 Методика измерения массовой концентрации металлов в выбросах загрязняющих веществ в атмосферу и в воздухе рабочей зоны промышленных предприятий. СПб., 2011. 36 с.
3. ГОСТ 33007-2014 Оборудование газоочистное и пылеулавливающее. Методы определения запыленности газопылевых потоков. Общие технические требования и методы контроля. М., 2015.

ПОЛУЧЕНИЕ АМИНОПРОИЗВОДНЫХ ЛИГНИНА НА ОСНОВЕ КАПРОЛАКТАМА

Комаров Павел Викторович, студент кафедры «ХТ», e-mail: paschok.klass@mail.ru

Научный руководитель - Протопопов Андрей Валентинович, к.х.н., доцент,
e-mail: a_protopopov@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Разработка лигнина и его производных привлекает все большее внимание с точки зрения экономической выгоды и защиты окружающей среды. Проведен ряд опытов по синтезу лигнина с капролактамом при различных заданных условиях. Были получены сложные эфиры лигнина с аминокaproновой кислотой с различным количеством связанных гидроксильных групп в лигнине, это было подтверждено с помощью анализа методом ИК-спектроскопии.

Ключевые слова: лигнин, аминокислоты, аминопроводные лигнина, степень превращения, аминолигнин.

Лигнин - это природный ароматический полимер, который биосинтезируется в клеточных стенках практически всех наземных растений. Лигнин является важным компонентом биомассы как альтернативного источника углерода по сравнению с ископаемой нефтью, и среди возобновляемых полимеров он в естественном изобилии уступает только целлюлозе [1].

К сожалению, в промышленности используется только 1-2 % технического лигнина (в основном лигносульфоната), выделенного из отработанных целлюлозных растворов. Следовательно, лигнин вырабатывается в больших количествах как побочный продукт, который часто сжигается для выработки тепла и электроэнергии или используется в малоценных назначениях. Становится очевидным, что вместо того, чтобы обращаться с ним как с отходами, лигнин и его производные подходит для производства улучшенных композитов, углеродных волокон и наноматериалов, что дает как экономические, так и экологические преимущества [2].

Лигнин представляет собой многофункциональный фенольный полимер, содержащий гидроксильные (-ОН), карбоксильные (-COOH), карбонильные (-СОН) и метоксильные (-ОСН₃) группы, которые оказывают влияние на его реакционную способность и другие химические, физические свойства. Например, введение основных аминогрупп в структуру лигнина изменяет резко его физические и химические свойства. Он превращается из поликислоты в полиоснование или полиамфолит, что позволяет обеспечить новые области применения данной производной лигнина из-за изменившихся свойств. Аминолигнин демонстрирует хорошие характеристики флокуляции и может эффективно удалять окрашенные группы красителей в сточных водах. А также аминолигнин может вступать в реакцию со многими органическими и неорганическими соединениями, что позволяет получать на его основе смолы и клеи, которые могут быть использованы для производства таких продуктов, как формованные изделия, фанера, ДСП, которые являются огнезащитными и водостойкими. Получение продуктов с такими характеристиками обходится выгоднее, так как сырье для них достаточно легко получить [1,2].

Таким образом, разработка лигнина и его производных привлекает все большее внимание с точки зрения экономической выгоды и защиты окружающей среды.

В ходе проделанной работы, нами были проведены опыты по синтезу сложных эфиров лигнина с аминокaproновой кислотой.

Взаимодействие лигнина проводили с капролактамом проводили в среде толуола с муравьиной кислотой. Для этого сперва навеску лигнина помещали в толуол при заданной температуре для предварительного набухания. Впоследствии добавляли муравьиную кислоту и капролактамы и выдерживали заданное время при данной температуре. Полученные продукты анализировали на содержание аминокaproновой кислоты.

Таблица 1 – Количество связанных гидроксильных групп в лигнине, %

Продолжительность синтеза, час	Температура синтеза, °C			
	30	40	50	60
3	7,19	7,76	7,87	8,63

Полученные данные показывают, что при данных условиях реакция протекает полностью по всем алифатическим гидроксилам лигнина.

В дальнейшем были проведены аналогичные опыты, но при этом муравьиная кислота добавлялась не после набухания, а непосредственно вместе с толуолом.

Таблица 2 – Количество связанных гидроксильных групп в лигнине, %

Продолжительность синтеза, час	Температура синтеза, °C			
	30	40	50	60
2	9,41	-	-	9,66
3	10,12	-	-	10,63

В этом случае наблюдается более глубокая степень превращения, взаимодействуют не только алифатические группы лигнина, но и ароматические. Очевидно, в данном случае муравьиная кислота не только раскрывает цикл капролактама, делая его реакционноспособным, но и взаимодействует с гидроксилами лигнина, предварительно активируя их. Также полученные продукты анализировали методом ИК-спектроскопии.

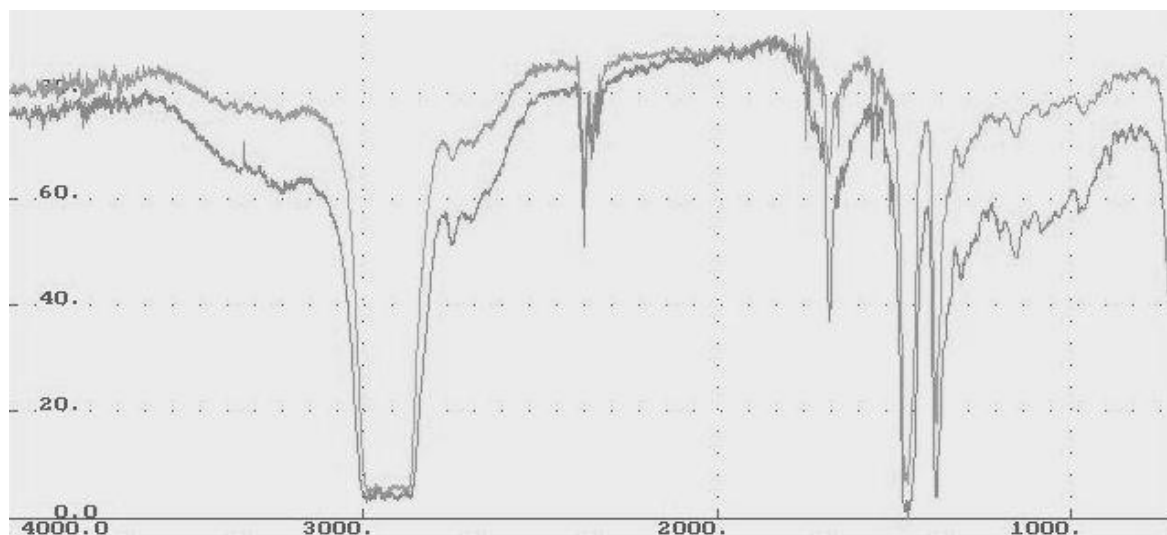


Рисунок 1 – ИК-спектр продуктов взаимодействия лигнина с капролактамом

Как свидетельствует полученный ИК-спектр, происходит взаимодействие аминокaproновой кислоты с гидроксилами лигнина, появляются полосы поглощения в области 1730 см^{-1} и 1280 см^{-1} ответственные за колебания сложноэфирной связи.

Таким образом, в ходе проведенной работы нами были получены аминопроизводные лигнина на основе капролактама.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ling Jiang, Shumian Li, Xiaofeng Li, Zhancal Li, Xiaojie Wang. "Preparation of Aminolignin from Paper Mill Sludge and Its Discolouring Flocculant Performance". Henan Provincial Key Laboratory of Surface & Interface Science, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450002, P.R. China. Asian J. Chem. / 2013 / 25(3) / pp 1279-1284.
2. Elena Ten, Wilfred Vermerris. "Recent developments in polymers derived from industrial lignin". Wiley Periodicals, Inc. J. Appl. Polym. Sci. 2015, 132, 42069.

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЗАМЕНЫ КАПРОНОВОГО КОРДА В КАРКАСЕ РАДИАЛЬНЫХ ШИН

Лебедева Анжелика Юрьевна, студентка кафедры «ХТ», e-mail: Anzhelika.lebedeva.1999@mail.ru
Научный руководитель - Пантелеева Надежда Львовна, к.х.н., доцент, e-mail: nlpant22@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Показана возможность использования полиэфирного корда в каркасе радиальных покрышек взамен капронового. Дана сравнительная характеристика предложенных текстильных кордов. Так же рассмотрены преимущества парового режима вулканизации с давлением 0,8-1,0 МПа и температурой 210°C - 220°C над вулканизацией с перегретой водой. Приведены результаты испытаний покрышки при изменении давления и нагрузки в соответствии с требованиями ТУ.

Ключевые слова: Капроновый корд, полиэфирный корд, паровая вулканизация, термостойкость, радиальная покрышка, эксплуатация шин.

Для оптимизации работы системы вулканизации среднегрузовых радиальных шин предлагается перейти с перегретой воды с давлением 2,0-2,2 МПа на насыщенный пар с давлением 0,8-1,0 МПа и температурой 210°C - 220°C. Тем самым из технологической схемы производства исключается этап приготовления перегретой воды с температурой 160°C - 180°C. Это дает возможность интенсифицировать процесс вулканизации шин, что также позволит снизить затраты на производство [1].

Однако при переходе на паровой режим вулканизации возникла проблема с термостойкостью резинокордного каркаса шин. Поэтому целью работы стало изучение возможности замены капронового корда в каркасе на примере шин 185/75R16С Форвард ФП-156.

Капроновый корд. Ткань кордная капроновая обладает высокой прочностью, устойчивостью к действию многократных деформаций изгиба, высокой влагустойчивостью и относительно небольшой массой. Ткань вырабатывается по основе из стабилизированных кордных нитей, уток - из хлопчатобумажной пряжи или двухкомпонентной нити высокой растяжимости. Недостатком капронового волокна является недостаточная адгезия с резиновыми смесями, поэтому этот корд необходимо подвергать пропитке. Кордная ткань имеет повышенное удлинение при разрыве (23 % - 30 %) и низкий модуль, поэтому в процессе использования шины изнашиваются (увеличиваются в размерах), это способствует увеличению износа протектора и появлению плоских вмятин. Кроме того, капроновый корд имеет сравнительно низкую температуру плавления, что может проявляться при высоких температурах возникновением источников разрушения корда [2].

Анализ режимов эксплуатации шин, литературных данных и технических условий для разных марок текстильного корда показал, что наиболее приемлемым для замены капронового корда является полиэфирный. Он характеризуется высокими эксплуатационными характеристиками, подобными капроновому, а по усталостной прочности превосходит полиамидный капроновый корд (таблица 1).

Полиэфирный корд имеет высокую теплоемкость в сравнении со всеми другими текстильными кордами, которые используются при изготовлении покрышек. Если полиэфирное волокно кратковременно нагревать до 180°C, то оно сохранит примерно половину исходной прочности. При понижении температуры до 20°C, исходная прочность практически полностью восстанавливается.

Следовательно, преимуществом полиэфирного корда является то, что он может применяться для изготовления шин, вулканизуемых по паровому режиму, т.е.

при использовании в качестве теплоносителя, подаваемого в диафрагму для обогрева со стороны каркаса пара высокого давления. Использование парового режима обусловлено стойкостью к повышенным температурам. За счет повышения температуры время вулканизации сокращается (по сравнению с капроновым кордом) и составляет около 20 мин вместо 23 мин. Следует отметить, что полиэфирное волокно является экологически чистым и химически не агрессивным.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика кордов

Наименование показателей	Капроновый	Полиэфирный
	22КНТС-П	21ПДУ
Структура кордной нити	144x1x2	167x1x2
Толщина, мм	0,66±0,03	0,68±0,03
Разрывная нагрузка, Н	211	206
при нагрузке 20Н	3.0±1.5	1,4±0,6
при нагрузке 39Н	6.5±1.0	3.0 ±0.8
при разрыве	24±2.0	>18
Число кручений на 1 м: крутка I	370±20	320±20
крутка II	350±20	320±20
Линейная усадка, %	9	3
Температура плавления, °С	220-240	255-265
Плотность, кг/м ³	1150	1380
Прочность связи кордной нити с резиной, Н	80	70
Сохранение прочности в мокром состоянии, %	85-90	96-100
Сохранение прочности после прогрева при 200 °С в течение 2 ч, %	70-90	90-95

Недостатком полиэфирного корда является небольшая адгезия с резиной. Для достижения высокой прочности связи необходима разработка и применение новых адгезивов, либо поверхностная модификация полиэфирного корда. Это связано с тем, что полиэфирное волокно невозможно обрабатывать латексно-резорцинформальдегидными составами без промежуточного химического преобразования волокон [2].

Постоянное снижение стоимости на полиэфирное волокно, способствует его внедрению в производство шинного корда.

Процесс сборки радиальной бескамерной шины с полиэфирным кордом в каркасе не изменяется и так же проводится в 2 стадии, как и при использовании капронового корда.

Для оценки эффективности замены капронового корда полиэфирным были проведены производственные испытания с использованием капронового корда марки 22 КНТС и полиэфирного корда марки 21 ПДУ в каркасе шин 185/75R16С Форвард ФП-156. Вулканизация шин проводилась по паровому режиму [4].

Результаты стендовых испытаний представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Сравнительный анализ ходимости шин 185/75R16С мод. Forward Professional 156 при стендовых испытаниях по общей работоспособности до разрушения

Марка корда	21 ПДУ	21ПДУ	21ПДУ	22КНТС
Режим испытаний		с повышенной нагрузкой 900 кгс, давление 4,8кгс/см ²	давление 4,8 кгс/см ² ; нагрузка 975 кгс	давление 4,8 кгс/см ² ; Нагрузка 855 кгс
Норма ходимости, км	при пониженном давлении 3,0 кгс/см ² ; нагрузка 700 кгс	3250	3500	3250
Ходимость при испытаниях, км	4090	4205	3780	3878
Характер разрушений	Трещина по боковине	Трещина по боковине	Трещина по боковине	Трещины по 1-му слою каркаса. Выпад каркасных нитей корда

Шины выдержали испытания по общей работоспособности при испытании в соответствии с требованиями ТУ: при пониженном давлении; с повышенной нагрузкой.

Результаты испытаний показывают, что замена капронового корда в каркасе шин позволяет избежать разрушений каркаса при деформации

Можно сделать вывод, что лучшими эксплуатационными свойствами обладает полиэфирный корд, он гарантирует повышенную износоустойчивость и термостойкость шин, постоянство их размеров и тихую езду [3].

Стоимость полиэфирного корда выше стоимости капронового корда, но эксплуатационная ходимость шин с полиэфирным кордом выше.

Кроме того, использование полиэфирного корда позволяет перейти на паровой режим вулканизации, что обеспечит необходимую однородность температуры при значительно более коротком времени вулканизации, увеличение производительности труда, а так же уменьшение затрат на теплоноситель для вулканизации [4].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технология производства и технические характеристики шин для современных транспортных средств : учебное пособие / В.Ф. Каблов, О.М. Новопольцева, М.П. Спиридонова; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. Электрон.текстовые дан. Волгоград: Изд-во ВолгГТУ, 2017. 105 с.
2. Бидерман, В.Л. Автомобильные шины. Москва: Госхимиздат, 1963. 384с.
3. Кирпичникова, П.А. Технология резиновых изделий. Ленинград, 1991. 352с.
4. Технология резины: Рецептуростроение и испытания : практическое руководство / Дик Дж.С., Глаголева В.А., Котова С.В., Люсова Л.Р. Санкт-Петербург: Научные основы и технологии, 2010. 620с.

ПОЛУЧЕНИЕ АМИНОКАПРОНАТОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ КАПРОЛАКТАМА

Никитина Татьяна Владимировна, бакалавр кафедры «ХТ», e-mail: t.nikitina.5@mail.ru

Научный руководитель - Протопопов Андрей Валентинович, к.х.н., доцент

e-mail: protopopov1979@yandex.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В ходе работы был изучен процесс ацилирования целлюлозы капролактамом с целью получения производных целлюлозы с аминокaproновой кислотой. Реакцию проводили в гетерогенной среде толуола при 30-60 °С. Проведено взаимодействие целлюлозы с капролактамом в среде толуола и муравьиной кислоты при разных условиях внесения компонентов. Выявлено, что добавление муравьиной кислоты в начале синтеза способствует активации целлюлозы.

Ключевые слова: целлюлоза, аминокaproнаты, амиоцеллюлоза, взаимодействие с капролактамом, сложные эфиры целлюлозы.

Целлюлоза – самый богатый природный ресурс. Это самый распространенный природный полимер, который встречается в природе в хлопке, древесине, конопле и других материалах растительного происхождения. Она биоразлагаема, возобновляема, нетоксична и довольно дешевая. Целлюлозу можно модифицировать разнообразными химическими реакциями. Она также синтезируется водорослями, оболочками и некоторыми бактериями. На данный момент значительный интерес сосредоточен на поиске новых применений этого биополимера. Создание новых материалов на основе возобновляемых природных ресурсов – это одна из важнейших научных и технологических задач. В настоящее время целлюлозу используют в различных промышленных областях, таких как гигиена, сельское хозяйство, биомедицинские материалы, адсорбенты загрязняющих веществ, биосенсоры. Целлюлозные волокна обладают большой гигроскопичностью, высокой термостойкостью, хорошими

гигиеническими свойствами, низкой стоимостью. Химически модифицированные полимеры целлюлозы могут приводить к улучшенной технологичности и уникальным характеристикам.

Аминоцеллюлозы представляют собой полусинтетические производные полисахаридов, функционализированные аминогруппами. Этот класс полимеров на биологической основе обладает рядом интересных свойств для передовых применений, таких как потенциальная антимикробная активность и выраженное сродство поверхности к различным материалам.

В ходе проведенной работы, нами изучен процесс ацилирования целлюлозы капролактамом с целью получения производных целлюлозы с аминокапроновой кислотой. Реакцию проводили в гетерогенной среде толуола при 30-60 °С.

В ходе проделанных работ было проведено взаимодействие целлюлозы с капролактамом в среде толуола и муравьиной кислоты, при этом кислота выполняет роль протонного растворителя, а толуол – инертная среда. На первом этапе проводили набухание целлюлозы в толуоле и впоследствии добавляли муравьиную кислоту и капролактам.

Таблица 1 - Степень замещения в полученных продуктах

Продолжительность синтеза, час	Температура синтеза, °С			
	30	40	50	60
3	0,36	0,61	0,83	1,12

В дальнейшем были проведены аналогичные синтезы, но муравьиная кислота вносилась вместе с толуолом.

Таблица 2 - Степень замещения в полученных продуктах

Продолжительность синтеза, час	Температура синтеза, °С			
	30	40	50	60
2	0,87	-	-	1,26
3	1,13	-	-	2,02

В данном случае наблюдается более высокая степень замещения, что может быть обусловлено взаимодействием муравьиной кислоты и предварительной активацией целлюлозы.

Анализ полученных продуктов методом ИК-спектроскопии показал образование сложноэфирной связи, что подтверждает взаимодействие целлюлозы с капролактамом.

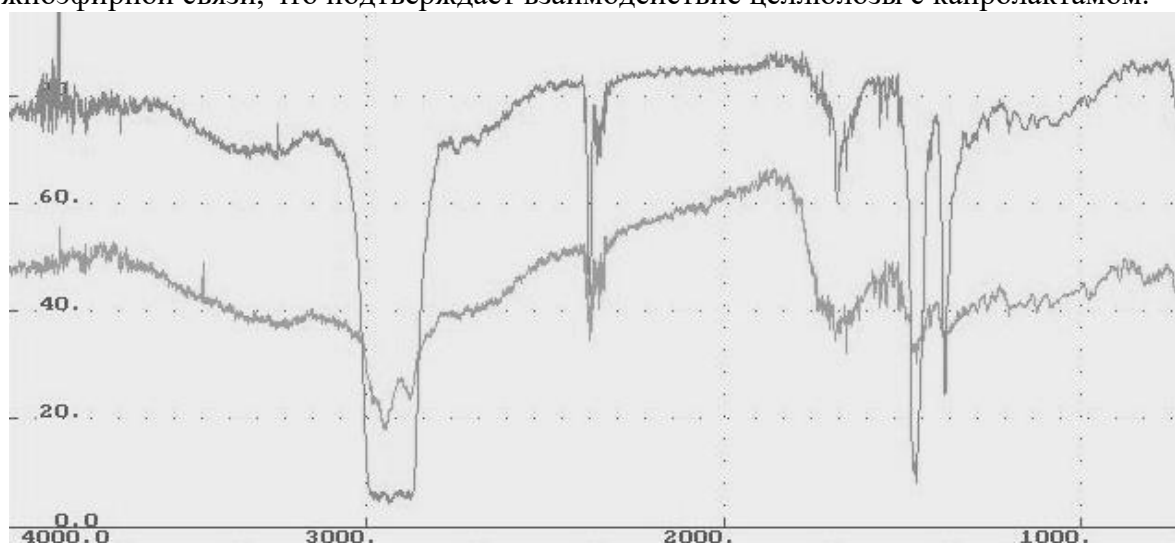


Рисунок 1 - ИК-спектр полученных продуктов

Проведенные исследования показали возможность активации капролактама для взаимодействия с целлюлозой для получения сложных эфиров целлюлозы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Никитина Т.В., Шалимова А.И., Протопопов А.В. Ацилирование целлюлозы капролактамом при различных температурах / Никитина Т.В., Шалимова А.И., Протопопов А.В. // Приднепровский научный вестник / Volume 3 № 11, 2020. г.Днепр Издательство «Наука и образование» 2020 С. 17-19
2. Никитина Т.В., Протопопов А.В. Изучение взаимодействия целлюлозы с капролактамом / Никитина Т.В., Протопопов А.В. // Materiały XVI Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji „Nauka i inowacja - 2020», Volume 6 Przemysł: Nauka i studia - s. 37-39
3. Никитина Т.В., Протопопов А.В. Получение производных целлюлозы с капролактамом / Никитина Т.В., Протопопов А.В. // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2020. Сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции, 24-25 ноября 2020 г., Кемерово : ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева»; редкол.: А.А. Хорешок (отв. редактор), В.А. Колмаков [и др.]. Кемерово, 2020.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАЛИЕВЫХ МЫЛ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Серова Юлия Евгеньевна, магистрант кафедры «ХТ», e-mail: yulyashka_kuris@mail.ru

Научный руководитель – Протопопов Андрей Валентинович, к.х.н., доцент,

e-mail: a_protopopov@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Разработана методика по получению калиевых мыл из местного подсолнечного масла и отходов маслоэкстракционного производства – соапстоков. Получены поверхностно – активные вещества в виде калиевых солей жирных кислот растительного сырья. Для повышения активной поверхности основного сырья и выхода готового продукта используется пенообразующий агент. Преимуществами полученной технологии является одностадийность, безотходность производства и невысокая стоимость готовой продукции.

Ключевые слова: растительное сырье, пенообразующий агент, поверхностно – активные вещества, соапстоки, жидкое мыло, усовершенствование технологии, реализация отходов.

На сегодняшний день продукция моющих и чистящих средств, содержащая поверхностно - активные вещества, востребована и достаточно разнообразна. В результате научных исследований выявлено, что мыло занимает доминирующее положение среди всего ассортимента моющих средств косметико – гигиенического назначения. Продукт имеет высокий спрос в результате массового ежедневного потребления. Несмотря на высокую производительность продукции данного сегмента, повышение качества, в результате расширение сырьевой базы по производству мыла, а также усовершенствование его технологии всегда актуально. Также актуальным является вопрос переработки отходов маслоэкстракционных производств [1].

По консистенции мыла классифицируют на две основные группы: жидкое (калиевое) и твердое (натриевое). Продажи жидкого мыла за последние пять лет значительно возросли, это связано с тем, что калиевое мыло считается более удобным в использовании. Благодаря своей консистенции, продукт легко распределяется по загрязненной поверхности, а тара с дозатором характеризуется гигиеничностью и практичностью.

Калиевые мыла получают в результате омыления жидких растительных масел, канифоли, соапстоков. В качестве растительных масел чаще используют оливковое, кокосовое, пальмовое масло и др. Омыление основного сырья осуществляют соединениями калия.

Научно доказано, что качество готового продукта напрямую зависит от используемого жирового сырья. Например, моющая и пенообразующая способность готового мыла,

полученного из импортного сырья - кокосового или пальмового масла, имеет более высокие показатели, в отличие от мыл, полученных из отечественных растительных масел.

В России имеются производства по получению поверхностно-активных веществ из жирных кислот растительных масел, но в качестве сырья производители используют импортные масла – пальмовое и кокосовое [2].

Задачей нашего исследования являлось разработать методику по получению натурального мыла из сырья отечественного производства, при нормальном атмосферном давлении и температурном режиме не выше 100°C.

Для производства калиевого туалетного мыла используется местное подсолнечное масло, а для производства калиевого хозяйственного мыла используются отходы маслоэкстракционного производства – соапстоки [3]. Состав жирных кислот используемого нами сырья содержит большое количество остатков непредельных высших карбоновых кислот, которые являются трудноомыляемыми. Существенными преимуществами данной методики является одностадийность и безотходность производства.

Омыление подсолнечного масла и отходов их производства осуществляется гидроксидом калия. В результате синтеза получены поверхностно-активные вещества в виде калиевых солей жирных кислот. Определили, что с использованием пенообразующего агента значительно увеличивается выход солей жирных кислот в результате повышения активной поверхности исходного растительного сырья.

Для исследования процесса мы провели взаимодействие растительного масла с концентрированным раствором щелочи и пенообразующего агента, увеличивающего реакционную поверхность растительного масла, а тем самым и выход продукта. Реакцию проводили в трехгорлых круглодонных колбах в термостатированной водяной бане при температурах от 60 °C до 90 °C в условиях синтеза 0,5; 1; 2; 3 и 4 часа при постоянном перемешивании. Конечные продукты исследовали на содержание связанной и свободной щелочи [4].

Для выявления оптимального соотношений сырья, варьировали содержание гидроксида калия и пенообразующего агента. Полученные соли жирных кислот высушивали естественным путем, затем исследовали на содержание связанной и свободной щелочи. Результаты по содержанию мыла в результате омыления растительного сырья представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Содержание мыла в результате омыления растительного масла

Время, ч	Температура синтеза, °C			
	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C
0,5	31,6	35,9	36,8	38,0
1	35,6	37,9	39,5	41,2
2	43,4	45,6	49,2	54,9
3	45,6	51,2	56,7	62,8
4	53,1	58,3	64,5	72,8

Таблица 2 – Содержание мыла в результате омыления соапстоков

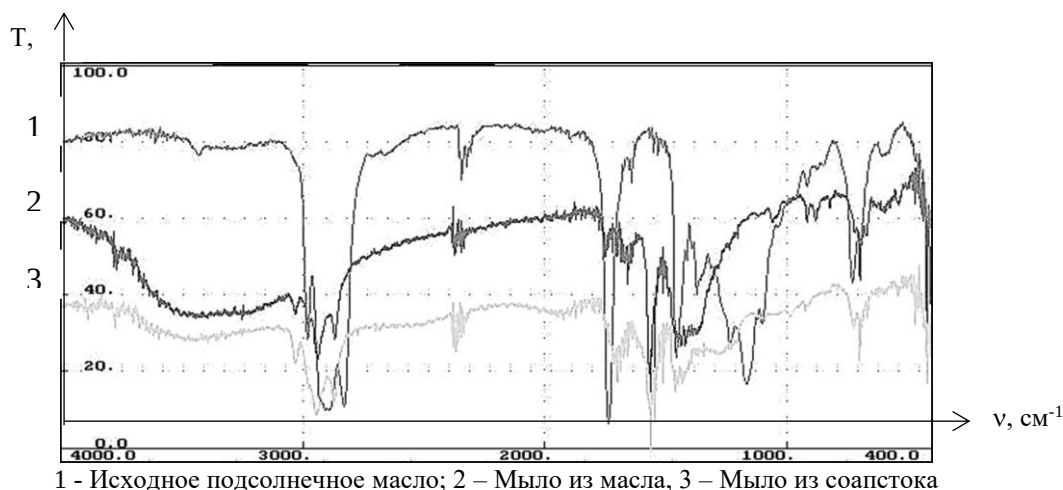
Время, ч	Температура синтеза, °C			
	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C
0,5	18,6	22,4	28,6	37,5
1	26,5	31,5	42,3	48,5
2	30,6	35,8	46,2	54,6
3	32,4	41,8	53,6	64,2
4	36,2	47,0	60,8	74,2

В итоге омыления растительного сырья получается готовый мыльный продукт, не требующий дополнительной очистки от непрореагировавшей щелочи, а значит протекающий без образования сточных вод от производства.

В результате омыления подсолнечного масла получили продукт пастообразной консистенции белого цвета, имеющий слегка ощутимый запах исходного нерафинированного растительного масла. Полученное туалетное жидкое мыло содержит в своем составе продукты от исходного сырья - глицерин, витамины, белки и душистые вещества.

В аналогичных условиях были получены соли жирных кислот из отходов маслоэкстракционного производства – соапстоков. Вследствие отличия состава отходов маслоэкстракционного производства от нерафинированного растительного масла условия их обработки отличаются и для достижения хорошего результата необходимо большее количество щелочи. В результате омыления соапстоков гидроксидом калия в присутствии катализатора был получен продукт пастообразной консистенции светло – кофейного цвета. Полученные при данных условиях продукты имеют характерный запах хозяйственного мыла [4].

Методом ИК-спектроскопии доказано образование солей жирных кислот из растительных масел и отходов их производства. Результат представлен на рисунке 1.



1 - Исходное подсолнечное масло; 2 – Мыло из масла, 3 – Мыло из соапстока
Рисунок 1 – ИК – спектры исходного растительного масла и полученных солей жирных кислот

По ИК – спектрам видно, что полосы поглощения на образцах 2 и 3 в области 1750 см^{-1} и 1250 см^{-1} , ответственных за колебания сложноэфирной связи исчезают, одновременно наблюдаем появление полос поглощения в области 1550 см^{-1} , ответственных за колебания карбонильной группы в солевой форме.

В ходе проведенной работы нами получены калиевые соли жирных кислот из местного сырья. Полученные продукты безопасны для здоровья, т.к. не содержат в своем составе синтетических добавок и отдушек, мыла обладают хорошей моющей способностью, изготавливаются по безотходной технологии, по ключевым физико-химическим показателям ни в чем не уступают известным мировым аналогам. Представленная методика позволяет получать широкий спектр поверхностно – активных веществ высокого качества с различными свойствами, приводит к замещению импортных товаров, создает дополнительные возможности реализации отходов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Производство мыла: учебное пособие / И. М. Товбин, М. И. Залиопо, Д. М. Журавлев. Москва: «Пищевая промышленность», 1965. 391 с.
2. Щербаков, В. Г. Технология получения растительных масел. Ленинград: Химия, 1982. 168 с.

3. Селиванов С. Е., Кулик М. И. Утилизация отходов соапстоков. Москва: Дрофа, 2008. 239 с.
4. Получение мыл из растительного масла / Протопопов А.В., Курис Ю.Е., Вагина Д.С., Тупилкина В.А. // News of science and education, Sheffield, Science and Education LTD№, 6 , 2019 Volume 5, С. 57-60.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПЭГ С АДИПИНАТОМ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Штепенко Диана Евгеньевна, студент кафедры «ХТ», e-mail: doctortaraz@inbox.ru,

Гречко Ангелина Николаевна, студент кафедры «ХТ»

Научный руководитель - Протопопов Андрей Валентинович, к.х.н., доцент,

e-mail: a_protopopov@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Статья посвящена актуальной теме - развития и получения биоразлагаемой пластмассы из древесины. Основной задачей является исследование реакции взаимодействия полиэтиленгликоля (низкомолекулярного) с адипинатом целлюлозы. Выявлена склонность к образованию новых связей при соблюдении определенных структурных условий за счет карбоксильных групп.

Ключевые слова: биоразлагаемые пластмассы, сополимер, эфир целлюлозы, ПЭГ, бифункциональные производные.

Пластмассы в настоящее время являются неотъемлемой частью окружающего нас мира. Благодаря своим свойствам, т.е. относительно низкой стоимости производства и простоте обработки, сопровождают нас практически во всех областях жизни и техники. Однако производство, использование и утилизация пластика оказывают серьезное воздействие на окружающую среду. Из-за чего возникает большая потребность в материале как биопластмасса, полученная из возобновляемого сырья, поддающиеся биоразложению. Такие материалы должны обладать эксплуатационными свойствами, сопоставимыми со свойствами пластмасс, полученных традиционными методами.

Биопластик производят из растительного сырья, и в качестве такого сырья выступает целлюлоза. Целлюлоза является наиболее распространенным органическим соединением в земной биомассе, структурной составляющей стенок растительных клеток. Биопласти на основе целлюлозы, как правило, представляют собой сложные эфиры целлюлозы и их производные. Целлюлоза, будучи намного менее гидрофильной, чем крахмал, производит биопластики с улучшенными свойствами механической прочности, меньшей газопроницаемостью и большей устойчивостью к деградации воды. Целлюлоза нетермопластична, т.е. не может перерабатываться в изделия из раствора или расплава, поэтому большое значение имеет разработка технологии получения термопластичных и растворимых производных целлюлозы, получаемые при ее химической модификации.

Рынок биопластика и биодобавок, безусловно, перспективен и быстро развивается за последнее время. Это связано с растущей осведомленностью о негативном влиянии пластика на окружающую среду, что повышает спрос на рынке на различные продукты, произведенные из биопластика. Снижение уровня выброса двуокиси углерода в атмосферу, нормализация динамики экосистем и сокращения отходов являются главным преимуществом пластмасс биологического происхождения. В связи с этим актуальным является вопрос развития технологии получения биопластмасс путем модификации целлюлозы и целлюлозо-лигнинсодержащих отходов.

Наши предыдущие исследования модификации древесины адипиновой кислотой, дали продукт с новой функциональной группой - карбоксильной, что дает нам возможность взаимодействия с полиэтиленгликолем.

Важным условием биопластмассы является биоразлагаемость, так как многие биопластмассы могут содержать примеси нефтехимического происхождения, что делает их

переработку практически невозможной. Биоразлагаемые материалы из целлюлозы, не смотря на дорогую стоимость, являются подходящей альтернативой пластика для сокращения отходов и сбалансированного развития экономики. Полученный сложный эфир целлюлозы с адипиновой кислотой обладает низкими показателями термопластичности, данный продукт хрупкий. Для улучшения пластичности применимо модифицирование полиэтиленгликолем.

В данной работе рассматривается взаимодействие полиэтиленгликоля с адипинатом целлюлозы. Реакция проводится в течении 3-х часов при температурах 120-180° С. В качестве катализаторов выступают соли хлорида цинка и олова. Также одним из условия будет являться использование низкомолекулярного ПЭГ, так как высокомолекулярные (100 тыс.- 10 млн.) не имеют достаточно ОН-групп, чтобы сшиться (дефектность по функциональности).

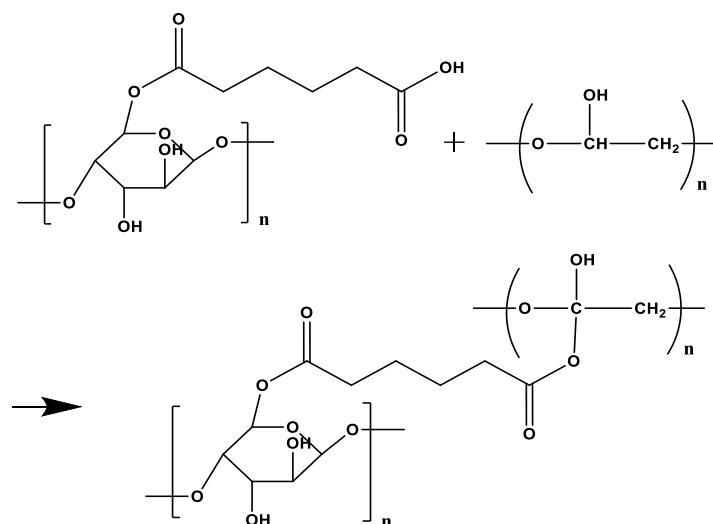


Рисунок 1- Реакция взаимодействия адипината целлюлозы с ПЭГ

Полученные продукты представляют собой вязкую жидкость темно-коричневого цвета. Проанализировав полученные вещества с помощью ИК-спектроскопии, было обнаружено усиление полосы поглощения сложноэфирной группы в области 1730 см⁻¹ и 1310 см⁻¹, что свидетельствует об образовании связей между сложным эфиром целлюлозы и ПЭГ, при этом исчезает полоса поглощения в области 2550 см⁻¹, ответственная за колебания карбонильной группы ацильных остатков адипиновой кислоты.

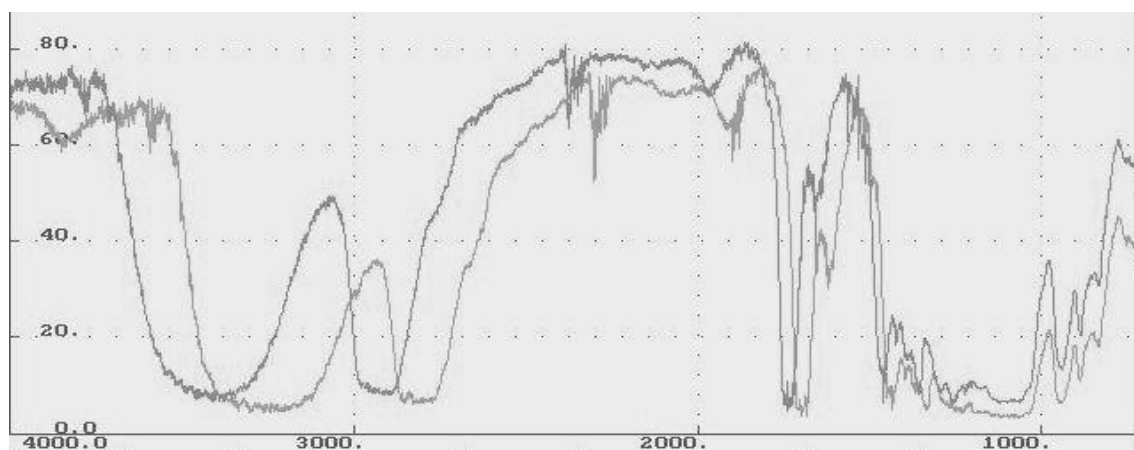


Рисунок – ИК-спектр продукта взаимодействия адипината целлюлозы с ПЭГ при 150°С

Исходя из этого, мы делаем вывод о возможности взаимодействия сложных эфиров целлюлозы с полимерами за счет карбоксильных групп. Полученные нами продукты являются

перспективными объектами дальнейших исследований для производства биоразлагаемой пластмассы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Химия биомассы: биотоплива и биопластики. Под редакцией чл.-корр. РАН С.Д. Варфоломеева, М.: Научный мир, 2017. 790 с. 12 с.
2. Е.Л.Матухин, З.Т.Валишина, Г.Г.Гарифзянов. В сб. Всесоюзн. конф Химия и реакционная способность целлюлозы и ее производных. Чолпон-Ата, 1991, 124-126
3. Ровкина Н.М., Ляпков А.А. Полимеры на основе целлюлозы и ее производных. - Учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2006-128 с.
4. Klemm D., Philipp B., Heinze U., Wagenknecht W. Comprehensive Cellulose Chemistry. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA; Weinheim, Germany: 1998.

СИНТЕЗ СУКЦИНАТОВ КРАХМАЛА СШИТЫХ С ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЕМ

Шумилова Елена Юрьевна, студентка кафедры «ХТ», e-mail: esumilova87@gmail.com

Научный руководитель - Протопопов Андрей Валентинович, к.х.н., доцент,
e-mail: a_protopopov@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

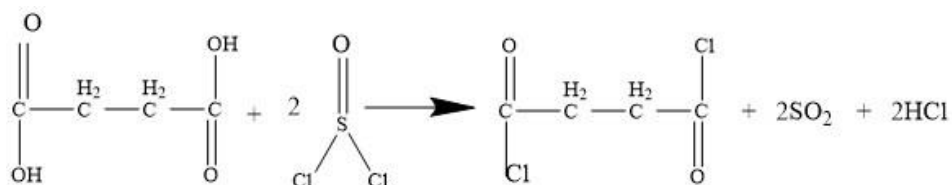
Среди углеводов полимеров, крахмал в настоящее время пользуется повышенным вниманием, благодаря своим полезным свойствам, имеет широкое применение в крупнейших отраслях промышленности. Так как нативная форма крахмала имеет ограниченную функциональность, целью работы является усовершенствование его свойств, путем химической модификации. В ходе работы получен крахмал со степенью замещения, который в последующем модифицируется с полиэтиленгликолем.

Ключевые слова: модифицированный крахмал, сукцинат крахмала, модификация, пищевая промышленность, полиэтиленгликоль, ацилирование, янтарная кислота, степень замещения.

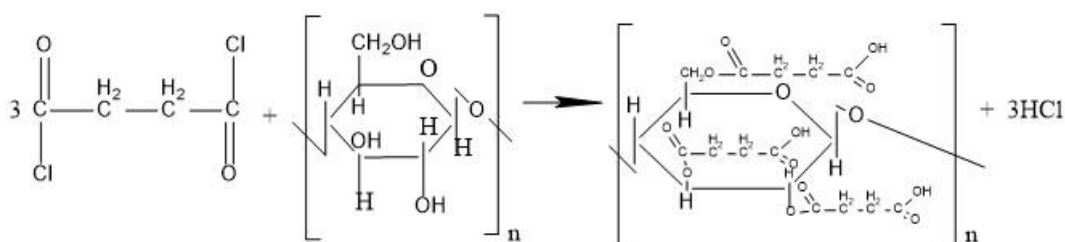
Крахмал является важным пищевым продуктом и универсальным биоматериалом. Он существует на шести структурных уровнях, легко биodeградирует в почве. Среди углеводов полимеров, крахмал в настоящее время пользуется повышенным вниманием, благодаря своим полезным свойствам. Приблизительно ежегодно во всем мире добывается тонна крахмала из злаков, клубней и корнеплодов, из которых примерно 60 % используется в пищевых продуктах. В продуктах питания крахмал действует как текстуризатор, имеет применение в качестве загустителя, коллоидного стабилизатора, желирующего агента, наполнителя и т.д. 40 % крахмала используется для производства фармацевтических препаратов и в различных отраслях промышленности. Универсальность крахмала в промышленном применении во многом определяется его физико-химическими свойствами и функциональными возможностями. Нативный крахмал при различных значениях pH и критических температурах не стабилен, что значительно ухудшает его универсальность применения. Для улучшения свойств, таких как: растворимость, текстура, термальная стабильность, которые необходимы для достижения желаемого продукта или желаемой роли в промышленности, крахмалы модифицируются. Процесс модификации прикрепляет неполярные боковые цепи для увеличения их сродства к границе раздела масло-вода. В научно-исследовательской работе модификация подвергали картофельный крахмал. Ацилирование увеличивает отрасли его применения. Модификация способствует возникновению степени замещения, а также позволяет её варьировать. Актуальность работы заключается в усовершенствовании свойств сложных эфиров крахмала, для их использования в различных отраслях. Использование модифицированного крахмала снижает себестоимость продукта, следовательно, данный фактор показывает перспективы разработки данной тематики. Сложные эфиры крахмала имеют широкое применение в различных отраслях промышленности, что также указывает на актуальность данной разработки.

Нами был проведен синтез в мольном соотношении янтарная кислота: крахмал как 3:1. Синтез состоит из двух стадий:

1. Получение ацилирующего агента - хлорангидрида янтарной кислоты;



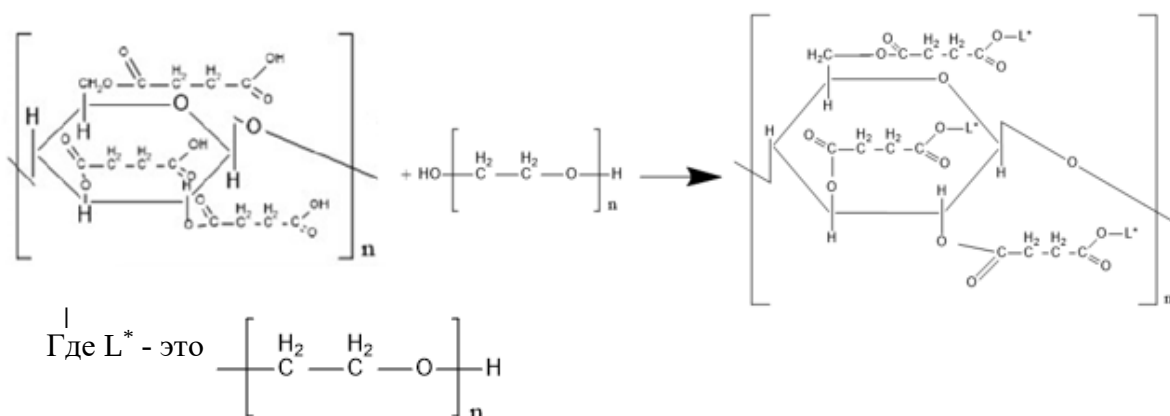
2. Ацилирование крахмала полученным хлорангидридом янтарной кислоты.



Синтез проводили с варьированием температуры от 35 °С до 65 °С с шагом в десять градусов и продолжительности от одного до пяти часов. Термостатирование проводилось на водяной бане с автоматическим термостатом. Полученный продукт, сукцинат крахмала, промывался спиртом на фильтрах Шотта и высушивался до воздушно-сухого состояния.

Обработав данные, стало известно, что модифицированный крахмал имеет различные степени замещения в зависимости от изменения температуры синтеза. Максимально достигнутая степень замещения равна трем при температуре 65 °С. Для полученных продуктов изучено влияние pH на структурообразование, определена изоэлектрическая точка, которая наступает при pH=6, что позволяет использовать полученный продукт в нейтральных средах.

Следующим этапом нашей работы была модификация полученного сукцината крахмала. В результате получили сшитые янтарной кислотой продукты крахмала полиэтиленгликоля.



В качестве катализатора, в данной реакции, использовали хлорид цинка и хлорид олова.

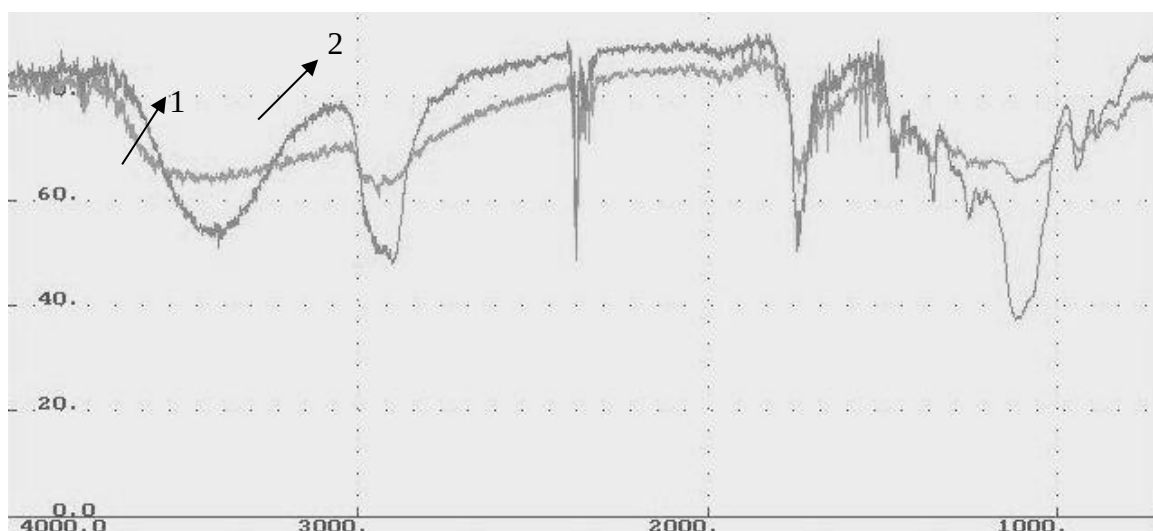


Рисунок – ИК-спектр продуктов взаимодействия сукцината крахмала с полиэтиленгликолем в присутствии хлоридов цинка и олова при 120 °С, (1 – ZnCl₂, 2 – SnCl₂)

Исходя из результатов ИК-спектроскопии, при использовании хлорида олова, получается более высоко замещенный сшитый продукт. Сшивка сложного эфира через янтарную кислоту позволяет получать новый продукт с улучшенными свойствами. В целом модификация крахмала позволяет изменять эмульгирующие свойства и расширять область их применения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технология крахмала и крахмалопродуктов : учебник для вузов по специальности «Технология сахаристых веществ» / Н.Н. Трегубов, Е.Я. Жарова, А.И. Жушман, Е.К. Сидорова; Под ред. Н.Н. Трегубова. М.: 1981. 471 с.
2. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / Под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. М.: Брандес-Медицина, 1998. 341 с.

СЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»

ПОДСЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ BIM-МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ УЧЕБНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Карачев Артем Александрович, магистрант кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий», e-mail: karachev-artem@bk.ru

Научный руководитель – Грибанов Алексей Александрович, к.т.н., доцент,
e-mail: diread@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Указаны возможности применения информационного моделирования сооружений и проектирования сетей электроснабжения и автоматизации составления проектной документации. Показаны возможности для обучения студентов-энергетиков средствам BIM. Указаны сложности при внедрении средств BIM. Показаны текущие условия рынка строительства с повсеместным проектированием в средах BIM и его сокращением по времени и удешевлению.

Ключевые слова: BIM – моделирование, электроснабжение, проектная документация.

За последние 10 лет средствам информационного моделирования зданий (далее – BIM) находится всё большее применение [1]. От уникальных объектов капитального и линейного строительства, например, «Лахта-центр» – самый высокий небоскреб России и Европы, до типовых объектов, такие как школы и детские сады. Последние исследования показывают, что проектирование в средствах BIM снижает вероятность ошибок до 50 %, а также сроки проектирования и его стоимость до 30 %.

На данный момент, существуют проектные организации, использующие BIM для создания большого объема проектной документации, а 12 % строительных компаний гражданского строительства используют только BIM. Компанией NanoCad было проведено исследование по степени применения средств BIM каждым специалистом. Результаты представлены на рисунке 1 [2].

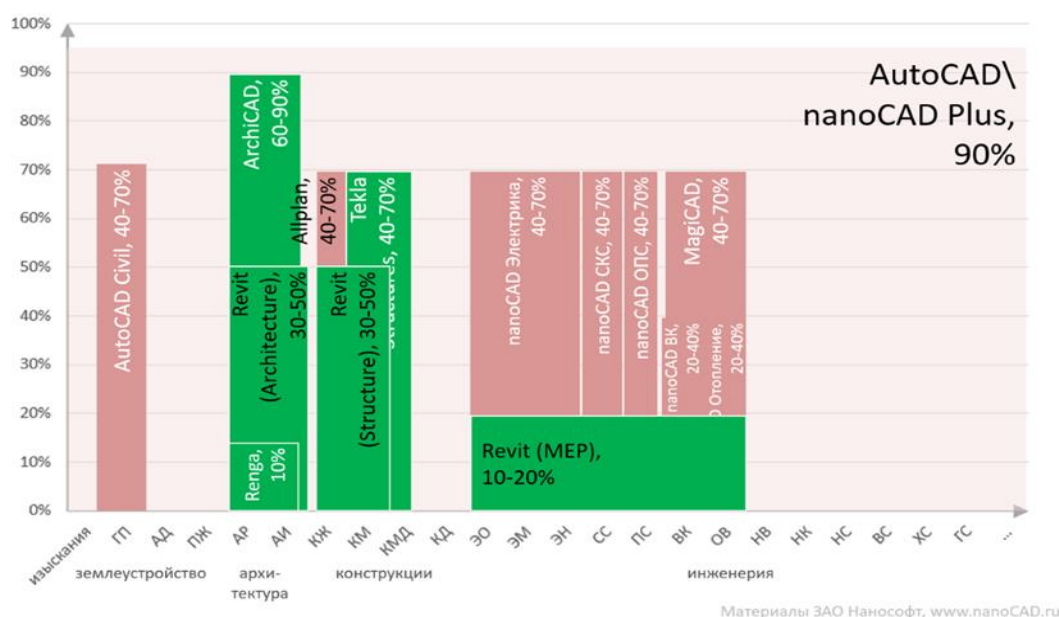


Рисунок 1 – Уровень использования инструментов BIM и САПР в зависимости от задач

Из данного графика следует, что большую часть проектных работ закрывают программы компании Autodesk: (Revit, ArchiCAD, Autocad Civil 3D). Это мешает полному

выполнению проекта. Нужно добавить к этому, что у проектировщиков не хватает квалификации, несмотря на большой опыт работы в 2D среде моделирования, в отличие от студентов строительных направлений, где данные знания необходимы для улучшения конкурентно способности на рынке труда.

С 2017 года понятие информационного моделирования было внесено в Градостроительный кодекс РФ [3]. Это поможет добавить в образовательную программу студентов энергетических направлений высшего образования изучение средств BIM, что является огромным шагом вперед к распространению BIM [4]. Но на внедрение BIM в университетскую среду влияет существующая техническая база, на обновление которой можно потратить миллионы рублей, а также необходима покупка лицензированного ПО.

Одним из перспективных направлений в университете в среде BIM является совместный проект нескольких студентов различных направлений для создания полноценного проекта объекта капитального или линейного строительства. Данные шаги должны показать будущим энергетикам, что в сооружение это комплекс различных и согласованных решений по конструктивной части, электроснабжение, вентиляции, отопления и др. BIM позволяет наглядно увидеть нежелательные пересечения и разрешить данные ситуации с помощью изученных нормативно-правовых актов (ПУЭ, СП) и типовых альбомов для проектирования. Зачастую, студенты, не знают, как происходит монтаж, например, кабельных лотков, какой такелаж необходимо использовать и сколько его необходимо заложить для составления спецификации и локальных смет. BIM-модель позволяет, при наличии плагина от разработчика изделия, нажатием «пары кликов» проложить кабельную трассу с полным комплектом изделий для монтажа и дальнейшей эксплуатации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анализ текущей ситуации на российском BIM-рынке в области гражданского строительства: [сайт]. Москва, 2020. URL: <https://habr.com/ru/company/nanosoft/blog/276587/> (дата обращения: 01.04.2021).
2. BIM-технологии (рынок России). Информационное моделирование зданий и сооружений: [сайт]. Москва, 2021. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:BIM-технологии_\(рынок_России\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:BIM-технологии_(рынок_России)) (дата обращения: 05.04.2021). Текст. Изображение: электронные.
3. ГОСТ Р 57311-2016. Моделирование информационное в строительстве. Требования к эксплуатационной документации объектов завершеного строительства. Введ. 01.07.17. Москва: Стандартинформ, 2016. 8 с.
4. Вакуленко С.В., Грибанов А.А. Перспективы развития проектирования инженерных систем общественных зданий // Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Рубцовск: Издательство: Рубцовский индустриальный институт, 2018. С. 35-41.

О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА И УСТРАНЕНИЯ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ В СЕТЯХ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ

Кречетов Артём Дмитриевич, магистрант кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий», e-mail: xxxxxxxxxx-1999@mail.ru

Научный руководитель – Попов Андрей Николаевич, к.т.н., доцент,
e-mail: popov.a.n@mail.altstu.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В настоящее время достаточно актуальным является вопрос поиска и устранения однофазных замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью, поскольку во время эксплуатации сетей в ненормальном режиме повышается расход ресурса линий и изоляции, что увеличивает возникновение

многоместных повреждений и пробоев изоляции, возникновению феррорезонансных явлений и дугowych перенапряжений, что в свою очередь ведет к увеличению числа аварий, и повышению затрат на ремонт и техническое обслуживание линий электропередачи.

Ключевые слова: однофазное замыкание на землю, дуговое замыкание, изолированная нейтраль, материальные затраты, волновой метод.

В настоящее время, Российский электросетевой комплекс в основной массе представлен распределительными сетями, большая часть которых имеет изолированную нейтраль. Благодаря тому, что нейтраль имеет такой режим работы, однофазное короткое замыкание считается ненормальным режимом работы, в отличие от сетей с глухо или эффективно заземленной нейтралью, что позволяет не прекращать передачу электроэнергии потребителям. Однако такие преимущества эксплуатации сетей с изолированной нейтралью компенсируются возрастающим износом двух оставшихся в работе фаз, что в дальнейшем может привести с двух или трехфазному короткому замыканию, пробоем изоляторов и прочие сопутствующие проблемы, из-за которых, продолжительная работа сети в подобном режиме крайне нежелательна [1]. Помимо этого, большая протяженность и разветвленность распределительных сетей, ПАО «Россети Сибирь» в своем электрохозяйстве имеет порядка 200 тыс. км. линий электропередачи, что делает затруднительным быстрый поиск, и как следствие устранение повреждения, что в свою очередь, негативно сказывается на общих эксплуатационных характеристиках и ресурсе линий и изоляции.

В 2019 году в ПАО «Россети» было зафиксировано 77050 технологических нарушений, из которых 57,5 % приходится на воздушные линии электропередачи. Повреждаемость линий в 6-35 кВ на 100 км в филиале ПАО «Россети Сибирь» – «Алтайэнерго» в 2018 году принимала значения около 15 единиц, что является достаточно высоким показателем аварийности. Учитывая протяженность ЛЭП в рассматриваемом филиале ПАО «Россети», количество однофазных и междуфазных замыканий может достигать порядка сотен тысяч за год, что при суммарном времени эксплуатации в ненормальном режиме, приводит к достаточно высокому уровню изношенности изоляции и сетевого комплекса распределительных сетей, а также, при учете достаточно высокого срока эксплуатации существующих сетей, вероятность возникновения повреждений увеличивается.

Таким образом, материальные затраты на сырье, материалы, запасные части, инструмент, топливо в филиале ПАО «Россети Сибирь» – «Алтайэнерго» составляет 203 523 т. р. из которых на линии 6-35 кВ приходится 67,75 %, согласно статистическим данным, приведенным на рисунке 1.

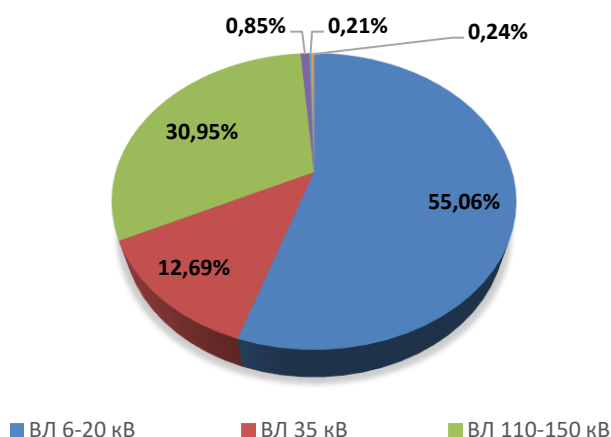


Рисунок 1 – Распределение повреждений ЛЭП по классу напряжений

Отсюда можно сделать вывод о том, что из общего числа затрат, приблизительно, на ремонт и обслуживание линий напряжением 6-35 кВ приходится 130 000 т. р. в год, что является достаточно внушительной суммой. Таким образом, для повышения эффективности

передачи и распределения электроэнергии в распределительных сетях и их содержания, необходимо увеличить скорость и точность определения мест повреждения ЛЭП, что в свою очередь, ведет к снижению времени устранения повреждения и сокращению возникновения новых повреждений.

Существует большое количество методов и способов определения места повреждения в линиях, которые можно разделить на две основные группы: топографические и дистанционные. Сущность первых заключается в непосредственном движении вдоль ЛЭП и либо визуально, либо с помощью специальных устройств, которые реагируют на определенные, сопровождающие процесс КЗ эффекты в линии. Вторые же можно описать, как определение места повреждения с различной точностью, находясь при этом в начале или конце линии. Поскольку для возможности применения дистанционных методов необходимо применение относительно дорогостоящих устройств ОМП, такие технические решения нашли свое применение в сетях высокого напряжения, данные сети являются более ответственными энергообъектами. А в распределительных сетях используются преимущественно топографические методы, что приводит к увеличению расходов на транспорт, оплату труда и увеличению рисков возникновения новых повреждений. При всем при этом, дистанционные методы, применяемые в сетях с глухо или эффективно заземленной нейтралью, не эффективно использовать в электрических системах с изолированным режимом работы нейтрали.

На данный момент, наиболее эффективным, точным и наименее затратным считается волновой метод, существенное преимущество которого заключается в том, что он основывается на измерении времени, а не параметров режима, фиксация которых лежит в основе остальных, применяемых на сегодняшний день методов ОМП [2]. Благодаря этому достигается высокая точность и возможность одностороннего применения волновых устройств ОМП. Ожидаемая эффективность от применения подобных устройств – снижение транспортных и эксплуатационных затрат около 5 %, что в филиале ПАО «Россети Сибирь» – «Алтайэнерго» составит порядка 6 000 т. р., при условии полного оснащения соответствующими системами и устройствами линии электропередач.

Подводя итог всему выше сказанному, хочется ещё раз отметить перспективность внедрения устройств ОМП, основанных на волновых методах, в распределительные сети, их использование позволит повысить эффективность содержания и качества обслуживания потребителей электроэнергии, при снижении общих материальных затрат, что является двойным преимуществом и весомым аргументом дальнейшего развития и изучения волновых методов обнаружения места повреждения в распределительных сетях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Исследование влияния переходного сопротивления на определение места однофазного замыкания на землю в распределительных сетях с изолированной нейтралью / В. К. Козлов, Е. Р. Киржацких, Р. А. Гиниатуллин // Вестник Чувашского университета. №1. 2019. С.39-46. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vliyaniya-perehodnogo-soprotivleniya-na-opredelenie-mesta-odnofaznogo-zamykaniya-na-zemlyu-v-raspredelitelnyh-setyah-s/viewer>. Режим доступа: свободный.
2. Закурдаев, Р. Ю. Применение волнового метода ОМП в распределительных электрических сетях / Р. Ю. Закурдаев // Проблемы науки. № 1(14). 2017. С. 26-30. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28103898>. Режим доступа: для авториз. пользователей.

ВЛИЯНИЕ НАКОПИТЕЛЕЙ НА ПОТЕРИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

Меновщикова Алена Олеговна, бакалавр кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий», e-mail: menovshikovaalena@mail.ru

Научный руководитель – Компанеец Борис Сергеевич, к.т.н., доцент, e-mail: kompbs@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Показаны возможность применения накопителей электроэнергии в электроэнергетической системе с последующим снижением потерь электроэнергии, снижением стоимости на потребляемую мощность и электроэнергию за счет снижения максимума нагрузки в пиковые часы потребления. Приведены математические расчеты изменения потерь мощности, напряжения и электроэнергии в приведенной распределительной сети.

Ключевые слова: накопители электроэнергии, потери, электроэнергетика, максимальная нагрузка, график нагрузки.

В России в период с 2016 по 2020 года общие потери составляли в районе 5,1 – 6,0 млрд. кВт·ч, что в процентном отношении отпуска в сеть составляет 9,36 – 10,60 % [1]. Потери, как правило, делят на коммерческие и технологические. В зависимости от типа потерь выбирают способ для их снижения. Например, для снижения коммерческих потерь проводят все возможные организационные и технические мероприятия по выявлению неплательщиков и проверки установленных счетчиков. А для снижения технических потерь сперва необходимо выяснить причину их возникновения [2].

В нашей работе рассмотрен один из возможных способов снижения потерь за счет использования накопителя электроэнергии и снижения максимальной нагрузки. Для анализа данного влияния рассмотрим для примера график нагрузки с выраженным пиком максимальной нагрузки, который представлен на рисунке 1.

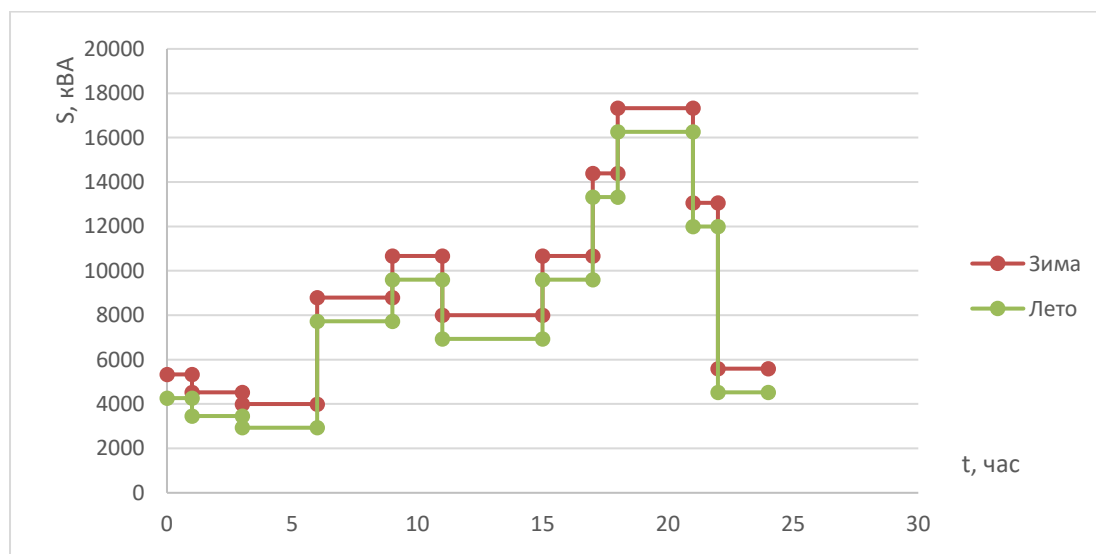


Рисунок 1 – График нагрузки $S=f(t)$

Предположим, что для питания приведенной нагрузки напряжением 10 кВ необходима двухцепная линия напряжением 110 кВ и понизительная подстанция с двумя трансформаторами ТДН-10000/110.

С помощью накопителя снижаем максимальную потребляемую мощность с 17,33 МВА до 14,69, не изменяя суточную потребляемую электроэнергию. По результате расчетов получим значения мощностей и потерь мощностей, приведенных в таблице 1 [3].

Исходя из полученных данных можно сказать, что с использованием накопителя электроэнергии потери мощности в обмотках и проводимостях трансформаторов снизились

на 28 % по сравнению с системой без накопителя, а потери мощности в сопротивлениях ЛЭП с использованием накопителей снизились на 31,4 %.

Таблица 1 – Результаты определения мощности системы

Максимальная потребляемая мощность, МВА	17,330	16,157	14,690
Потери мощности в обмотках и проводимостях, МВА	1,579	1,373	1,135
Мощность в начале расчетного звена, МВА	18,280	16,980	15,368
Мощность, подводимая к трансформаторам, МВА	18,409	17,108	15,496
Мощность в конце ЛЭП, МВА	16,411	15,150	13,595
Потери мощности в сопротивлениях ЛЭП, МВА	0,869	0,740	0,596
Мощность в начале линии, МВА	15,902	14,632	13,109

Рассмотрим влияние накопителей на отклонение напряжения и потери напряжения. Рассмотрим случай, когда отклонение напряжения составляет 10 %. То напряжение в центре питания на шинах районной подстанции будет составлять 121 кВ. Далее определяем для нескольких случаев снижения максимальной мощности напряжение и потери напряжения. Полученные результаты сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты определение напряжений и потерь напряжения для режима максимальной нагрузки

Максимальная потребляемая мощность, МВА	17,330	16,157	14,690
Потери напряжения в ЛЭП, кВ	5,129	4,720	4,229
Напряжение в конце ЛЭП, кВ	115,871	116,280	116, 77
Потеря напряжения в ЛЭП, %	4,663	4,291	3,844
Отклонение напряжения в конце ЛЭП, %	5,337	5,709	6,156
Потерю напряжения в трансформаторе, кВ	10,037	9,291	8,373
Напряжение на шинах вторичного напряжения трансформатора, кВ	105,834	106,989	108,398
Потери напряжения в трансформаторе, %	9,125	8,446	7,612

Исходя из полученных данных можно сказать, что при использовании накопителя потери напряжения в линии снизятся на 0,819 %, потери напряжения в трансформаторе снизятся на 1,513 %. По полученным расчётам также получаем, что напряжение в конце ЛЭП при использовании накопителя увеличивается на 0,9 кВ, напряжение на шинах вторичного напряжения трансформатора увеличивается на 2,564 кВ.

По полученным расчетам можно сказать, что величины мощности, напряжения и потери мощности и напряжения зависят от значения максимальной мощности. А величины потерь электрической энергии зависят не только от значения максимальной мощности, но и от продолжительность максимальной мощности. Поэтому для анализа изменений величины потерь электрической энергии рассмотрим четыре ситуации, когда продолжительность использования максимальной нагрузки равна 1, 2, 3 часам, при этом продолжительность использования нагрузки за последний период изменяется соответственно и равна 4, 3, 2. Полученные результаты записываем в таблицу 3.

По таблице 3 наглядно видно, что экономически более целесообразно использовать накопители электроэнергии в системе электроснабжения с короткими и большими пиками нагрузок, поскольку увеличение продолжительности пика с одного часа до трех полные потери снижаются на 0,669 %. Использование накопителей положительно влияет на снижение полных потерь электрической энергии. В ситуации с пиковой нагрузкой в течение часа полные потери электрической энергии снижаются на 16036,56 кВт·ч.

Таблица 3 – Результаты определение потерь электроэнергии

Продолжительность использования максимальной нагрузки, ч	1		2		3	
Сумма электроэнергии, передаваемая за год, МВА·ч	67122,11		71403,86		75685,61	
Максимальная нагрузка, МВА	17,330	14,397	17,330	14,397	17,330	14,397
Потери электроэнергии в трансформаторах, МВт·ч	444,7	428,7	464,4	447,6	485,1	467,5
Потери электроэнергии в ЛЭП, кВт·ч	3,14	2,89	3,45	3,19	3,78	3,50
Полные потери электрической энергии, МВт·ч	444,7	428,7	464,4	447,6	485,1	467,5
Изменение полных потерь, %	11,645		11,299		10,976	

Помимо описанных выше результатов изменений показаний распределительных сетей можно сказать, что:

- снизятся экономические издержки,
- снизится максимальная передаваемая мощность,
- увеличится пропускная способность ЛЭП,
- повысится надежность питания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Операционные показатели: [сайт]. Москва, 2020. URL: <https://www.mrsk-1.ru/investors/indicators/operating-results/> (дата обращения 28.03.2021).
2. What are Smart Strategies for Reducing Technical Losses?: [сайт]. URL: <https://blog.se.com/power-management-metering-monitoring-power-quality/2020/12/17/what-are-smart-strategies-for-reducing-technical-losses/> (дата обращения 28.03.2021).
3. Электрические станции сети и системы: [сайт]. URL: https://studbooks.net/2368979/tehnika/elektricheskie_stantsii_seti_i_sistemy (дата обращения 28.03.2021).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЭК ДЛЯ ОБЪЕДИНЕНИЯ ЗОН СВОБОДНОГО ПЕРЕТОКА

Павличенко Илья Александрович, магистрант кафедры «ЭПП»,
e-mail: pavlichenko22rus@gmail.com

Пестов Матвей Игоревич, магистрант кафедры «ЭПП», e-mail: mpestov98@gmail.com
Научный руководитель – Белицын Игорь Владимирович, к.п.н., доцент, e-mail: b_i_w@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В работе рассмотрена возможность объединения зон свободного перетока за счет перевода части нагрузки энергообъединения с меньшим потреблением электрической энергии, определяемой в час максимального потребления мощность, на собственную генерацию. Показан вариант установки активных энергетических комплексов, при котором единая энергетическая система получает положительный эффект.

Ключевые слова: ЗСП, АЭК, объединение, мощность, ОРЭМ.

Электроэнергетика России испытывает ряд проблем связанных со старением генерирующего оборудования. Согласно стратегическому отчету ПАО «Интер РАО» за 2019 год средний возраст генерирующего оборудования составил 34 года, а более 30 % оборудования старше 45 лет [1]. Подобную проблему начали решать уже в 2010 году, путем введения договоров на поставку мощности (ДПМ). Данный механизм предназначен для привлечения инвестиций для ввода нового генерирующего оборудования. Согласно ДПМ владельцу такой генерации давалась гарантия на то, что его мощность на оптовом рынке электроэнергии и мощности (ОРЭМ) будет куплена по специальному тарифу в течение 10 лет

для ТЭС и 20 лет для ГЭС. Поэтому инвестор имел гарантированную окупаемость инвестиций и эксплуатационных расходов. По окончании данной программы проблема не была решена в полной мере и в 2019 году была утверждена новая программа по модернизации (КОММод).

Безусловно, данный механизм необходим в современных реалиях. Но возникает логичный вопрос: на кого ложиться нагрузка по оплате мощности по специальным тарифам? Данный нерыночный фактор приходится оплачивать промышленному и коммерческому потребителю. Вдобавок к этому на них ложиться дополнительная нагрузка вследствие практики перекрёстного субсидирования. Всё это побуждает данных потребителей уходить из единой энергетической системы и организовывать собственную генерацию. При этом их нагрузка по оплате перекладывается на оставшихся в системе потребителей, что побуждает их искать возможность также организовать свою генерацию. Но при таком подходе возникает ещё ряд проблем, одной из которых является резервирование такой малой генерации со стороны системы при отсутствии какой-либо оплаты за это.

Урегулировать данную ситуацию стало возможно благодаря постановлению Правительства Российской Федерации от 21 марта 2020 г. №320 [2]. В нем прописано, что представляет собой активный энергетический комплекс (АЭК).

АЭК – это один из вариантов исполнения микрогрида. Его основные особенности:

- установленная мощность генерации 25 МВт;
- отсутствие групп точек поставки (ГТП) на ОРЭМ;
- одна линия связи АЭК-ЕЭС;
- регулировка производства и потребление электроэнергии в рамках АЭК, а также контроль перетока из ЕЭС по линии связи обеспечивается за счет управляемого интеллектуального комплекса (УИС);
- отсутствие потребителей электроэнергии, относящихся к населению и приравненных к нему категориям, а также потребители, ограничение режима потребления которых может привести к экономическим, экологическим и социальным последствиям.

Подробно изучив данное постановление, я пришел к выводу, что в полной мере оно не справляется с задачей, которую призвана решить: минимизация затрат со стороны субъектов ЕЭС при создании АЭК. В данном постановлении прописано лишь взаимодействие АЭК с сетевой компанией, посредством которой образуется связь с ЕЭС. Согласно первому варианту оплаты, описанному в пункте 23а постановления №320, подразумевается полная компенсация затраченных средств на содержание электросетевого комплекса, по которому происходит полное резервирование суммарной установленной мощности электроприемников расположенных в АЭК. По второму варианту оплаты, описанному в пункте 23.б постановления №320, подразумевается резервирование лишь той мощности, которую потребляет АЭК согласно заключенному договору.

Получается, с одной стороны, что при расчете электроэнергетического режима энергорайона, в котором находится АЭК, сотрудничающий по варианту «а», необходимо закладывать резерв мощности на генерирующем оборудовании этого района, оплата которого не предусмотрена в рассматриваемом нормативном документе. С другой стороны возникает ситуация, при которой сетевой компании делают отчисления на обслуживание фидера отходящего на АЭК, тем самым накладывают на неё обязательства по его содержанию, но при всём этом поставка электроэнергии по нему не происходит. Тогда напрашивается логичный вопрос: а какова заинтересованность сетевой компании обслуживать данное подключение при возможности возникновения такой ситуации, в которой будет наблюдаться полное отсутствие транспорта по ней электроэнергии?

В сложившихся обстоятельствах при реализации АЭК по любому из вариантов, представленных в постановлении Правительства Российской Федерации от 21 марта 2020 г. №320, является не желательным для ЕЭС. Поэтому целью данной работы было предложить установку АЭК в таких условиях, в которых бы стало возможно получить положительные эффекты для ЕЭС.

Для этого были рассмотрены зоны свободного перетока (ЗСП). Для объединения ЗСП, согласно [3], необходимо увеличить пропускную способность электрических сетей смежных зон на величину равную третьей части от прогнозируемого значения мощности в час максимума нагрузки в зоне с меньшим потреблением. Данное условие возможно выполнить искусственно. А именно не усиливать электросетевой комплекс, как прописано в приказе, а путем уменьшения нагрузки на необходимую величину в зоне с меньшим потреблением. Технически реализовать такое возможно, организовав АЭК по варианту оплаты 23б в одной из ЗСП. Так как по второму варианту оплаты резервирование со стороны сети подлежит лишь та часть электроэнергии, которая поставляется в АЭК.

Но данное решение имеет ряд ограничений как технических, так и правовых. Во-первых, согласно [2] суммарная разрешенная мощность всех АЭК по варианту оплаты, описанному в пункте 23б, не должна превышать 125 МВт. Это значит, что не каждая пара ЗСП подойдет для объединения таким способом. Во-вторых, объединение ЗСП таким образом носит временный характер. Чтобы достигнуть постоянного эффекта необходимо усиление электросетевого комплекса, либо полное отсутствие новых потребителей в ЗСП, в которой установлены активные энергетические комплексы, что возможно осуществить лишь с дальнейшим развитием концепции АЭК.

Объединение ЗСП повысит конкуренцию на ОРЭМ среди генерирующих компаний. Так как при объединении зон возникает возможность получать электроэнергию и мощность от другого генерирующего оборудованию с аналогичными техническими характеристиками, не входящего ранее в одну из объединенных ЗСП. А также позволит распределить обязанности по оплате вынужденной генерации по двум зонам, что снизит цену на электроэнергию для конечного потребителя в ЗСП с такой генерацией.

Таким образом, применение активных энергетических комплексов в таком ключе позволяет получить выгоду не только потребителям, находящимся в самом АЭК, но и получить положительный эффект для субъектов единой энергетической системы России.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ПАО «Интер РАО» «Годовой отчет 2019»: официальный сайт. URL: https://ar2019.interrao.ru/download/full-reports/ar_ru_annual-report_spreads_interrao_2019.pdf (дата обращения: 29.03.2021).

2. Постановление правительства РФ от 21.03.2020 №320 «О внесении изменения в некоторые акты правительства Российской Федерации по вопросам функционирования активных энергетических комплексов». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73686279/#review> (дата обращения: 29.03.2021).

3. Приказ министерства энергетики Российской Федерации от 06.04.2009 №99 «Об утверждении порядка определения зон свободного перетока электрической энергии (мощности)». URL: [https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/laws/orders/pr99-060409me.pdf#:~:text=от %206 %20апреля %202009 %20г.,Единой %20энергетической %20системы %20России %2C %20в](https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/laws/orders/pr99-060409me.pdf#:~:text=от%206%20апреля%202009%20г.,Единой%20энергетической%20системы%20России%2C%20в) (дата обращения: 25.03.2021).

4. Ассоциация «НП Совет рынка»: официальный сайт. Москва. URL: <https://www.npsr.ru/ru/market/wholesale/index.htm> (дата обращения: 20.03.2021).

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ И ПОДХОДОВ К ФОРМИРОВАНИЮ ТАРИФОВ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СФЕРЕ В РОССИИ

Рассохина Екатерина Олеговна, магистрант кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий», e-mail: ekaterina_rassokhina@mail.ru

Научный руководитель - Старухин Роман Сергеевич, к.т.н., доцент,
e-mail: roman_staruhin@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Одним из недостатков современного электроэнергетического комплекса является нерешённый вопрос в области тарифообразования. Поскольку тариф в современной энергетике выступает инструментом эффективного взаимодействия между потребителем, обществом и организациями, система тарифообразования требует модернизации. В ходе анализа выявлено, что наиболее эффективным методом тарифного регулирования является метод RAB-регулирования.

Ключевые слова: система тарифообразования, тариф, метод RAB-регулирования, метод доходности инвестированного капитала, метод индексации тарифов.

В современных условиях рыночной экономики одной из важнейших проблем, влияющих на нормальное функционирование и устойчивое развитие стратегически значимых сфер промышленности, таких как электроэнергетика, является проблема формирования тарифов. Тариф на ресурс представляет собой не что иное, как инструмент для сохранения баланса интересов между ресурсоснабжающими организациями, потребителями и обществом в условиях, когда формирование цен на основании баланса спроса и предложения ограничен естественными причинами. Одним из острых вопросов электроэнергетического комплекса на данный момент является регулирование цен.

Когда говорят о методах тарифообразования в электроэнергетической сфере, имеется в виду следующее:

1. метод экономически обоснованных расходов (затрат),
2. метод индексации тарифов,
3. метод сравнения аналогов,
4. метод доходности инвестированного капитала,
5. метод долгосрочной индексации необходимой валовой выручки [1].

Остановимся более подробно на нескольких вариантах из заданного списка. Так, первый метод, именуемый также как «затраты плюс», подразумевает под собой ежегодно устанавливаемый тариф, который формируется на базе прошлогодних затрат организации, а также инвестиционной политики. Не стоит забывать, что при этом свою роль в тарифообразовании играет региональная энергетическая комиссия, которая вносит свои коррективы в необходимую валовую выручку.

Такой метод не актуален и неэффективен в настоящее время. Основная часть компаний стандартно пытается уменьшить собственные затраты, однако целесообразность данных действий при этом методе тарифообразования сводится к минимуму.

Важным минусом также является то, что соотношение «цена-качество» в данном случае теряет привычный смысл. При всём этом происходит стандартная ситуация современности (не только в сфере электроэнергетики): цена на товар или услугу возрастает, а их развитие находится в стагнации, поскольку инвестиционные средства компании истощены.

Второй метод – метод индексации. Он, можно сказать, является локальным методом, поскольку используется исключительно на территории РФ и только определенными энергокомпаниями. Данный вариант тарифообразования схож с предыдущим. Однако он имеет важное отличие – индексацию. Её роль в данном случае выполняет коэффициент инфляции, который учитывается при расчёте операционных расходов.

Этот метод тарифообразования потенциально способствует уменьшению затрат, однако эффект от этого незначителен. Также стоит отметить, что регулятор по своему желанию может в любое время изменить тариф на первоначальный. При этом при уменьшении

издержек компании могут оставлять сэкономленные средства себе. Однако стоит помнить, что регулирующие организации при возвращении к базовому тарифу могут изымать эти средства.

Третий метод – метод доходности инвестированного капитала – начал активно функционировать в России чуть более десяти лет назад. Данный метод также называют методом RAB-регулирования. Regulatory Asset Base можно интерпретировать как регулируемая база инвестированного капитала [2].

Основная цель такого метода – привлечение инвестиций в отрасль, которое бы позволило отрасли развиваться, частично сдерживая при этом рост тарифов. При этом методе, как и в случае с индексацией, тариф рассчитывается не на год, а на больший срок (3-5 лет).

Особенно стоит отметить, что при работе с данным методом регулирующие органы могут «поощрять» или «журить» энергокомпании посредством уменьшения или увеличения тарифов. Это существенно отличает его от первого метода, в котором государство, можно сказать, выступает лишь наблюдателем, не способным повлиять на надёжность или качество работы.

Таким образом, из трёх рассмотренных методов наиболее эффективно внедряемым (широко применяется за рубежом) является третий метод – метод доходности инвестированного капитала. Он стимулирует вливание внешних инвестиций, обладает более привлекательным принципом возмездности (в отличие, например, от второго метода). Если же сравнивать его с затратным методом, то очевидным отличием является роль государства в энергетических процессах: регуляторы могут стимулировать повышение качества и надёжности оказываемых услуг. Метод «затраты плюс» в вопросах надёжности в данном случае опирается на рост тарифов, а не на развитие в целом за счёт инвестиций.

Одними из важнейших показателей функционирования электросетевого комплекса с точки зрения потребителей электроэнергии помимо затрат на содержание энергетических установок являются качество и надёжность электроснабжения. Таким образом, внедрение в процедуру тарифообразования инструментов, учитывающих указанные факторы, позволит стимулировать энергетические компании на повышение качества и надёжности снабжения потребителей энергетическими ресурсами при рациональном снижении или обоснованном росте затрат на содержание инфраструктуры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. О ценообразовании в области регулируемых цен (тарифов) в электроэнергетике (вместе с "Основами ценообразования в области регулируемых цен (тарифов) в электроэнергетике", "Правилами государственного регулирования (пересмотра, применения) цен (тарифов) в электроэнергетике"): Постановление №1178: [принят Правительством Российской Федерации 29 декабря 2011 года]: (с изменениями на 02 марта 2021 года). Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс (дата обращения: 05.04.2021). Текст: электронный.

2. Норманский, Р.Н. Характеристика методов тарифообразования в электроэнергетике Российской Федерации / Р. Н. Норманский; Новосибирский государственный технический университет.- Текст: электронный // Производственный менеджмент: теория, методология, практика. 2016. № 6. С. 167-173. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/harakteristika-metodov-tarifobrazovaniya-v-elektroenergetike-rossiyskoy-federatsii/viewer> (дата обращения: 05.04.2021).

КОГЕНЕРАЦИЯ НА ПРИМЕРЕ СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Роговой Александр Владимирович, бакалавр кафедры «ЭПП», e-mail: sasharogovoy123@gmail.com

Павличенко Илья Александрович, магистр кафедры «ЭПП»,
e-mail: pavlichenko22rus@gmail.com

Научный руководитель – Белицын Игорь Владимирович, к.п.н., доцент, e-mail: b_i_w@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В работе рассмотрена возможность применения когенерационных установок для замены устаревших водогрейных котлов в котельных сельской местности, для повышения энергоэффективности теплоносителя, увеличение рентабельности и понижения тарифов на теплоснабжение для населения.

Ключевые слова: Когенерация, ГПУ, срок окупаемости, мини-ТЭЦ.

Использование когенерации малой мощности (по типу мини - ТЭЦ) в сельской местности может стать перспективным направлением развития теплоэнергетики и электроэнергетики населенных пунктов Алтайского края.

Когенерация – процесс единовременной выработки теплоэнергии вместе с электроэнергией. Этот метод позволяет существенно снизить затраты на собственные нужды котельных, а также увеличить экономию топлива, что может значительно сказаться на итоговых тарифах теплоэнергии для населения.

На сегодняшний день когенерация – это хорошо изученный и отлично отлаженный метод модернизации котельных. Эффективность когенерационных установок при выработке электроэнергии находится в диапазоне от 30-43 %, а общий КПД установки вместе с теплогенерацией может достигать значений вплоть до 89 %. Основной вид топлива когенерационных установок это природный газ и различные виды биотоплива. Использование такого топлива, в свою очередь, увеличивает энергоэффективность котельной, т.к. удельная теплота сгорания природного газа выше, чем у любого вида угля. Также применение когенерационных установок положительно влияет на экологию, ведь у природного газа значительно меньше выбросы оксида и диоксида углерода, а также других загрязняющих веществ, что уменьшает негативное влияние на окружающую среду и людей.

Переход на когенерацию актуален и для сельских населенных пунктов Алтайского края. В большинстве сел эксплуатируются старые и сильно изношенные угольные котельные, энергоэффективность которых снижается с каждым годом по сравнению с современными установками. Также имеет значение такой аспект, как постоянно повышающиеся тарифы на энергоносители. Это, в свою очередь, приводит к повышению цен на теплоснабжение, но их рост не может происходить постоянно, т.к. есть ограничения, связанные с поддержанием уровня жизни населения. Модернизация котельных же в когенерационные установки может увеличить энергоэффективность и обеспечить покрытие собственных нужд на тепло и электроэнергию [3]. Из этого следует, что топлива необходимого для производства одно и того же количества энергии понадобится меньше, а также если не полностью, то значительно снизятся издержки производства энергии, а значит увеличится рентабельность, что в конечном итоге положительно скажется на стоимости конечной теплоэнергии для населения.

Связи с тем, что села Алтайского края подключены к централизованному электроснабжению, то это значит, что отсутствует потребность в генерации электроэнергии для населения на когенерационных установках. Стоит отметить, что существуют барьеры, связанные с качеством отпускаемой электроэнергии в сеть, а также слабая нормативно-техническая база. Поэтому мы будем рассматривать концепцию модернизации котельной в когенерационную установку, которая сможет повысить энергоэффективность теплоносителя, обеспечивая электричеством сельскохозяйственные предприятия и население теплом, а также покрывая часть собственных нужд на производство энергии.

На данный момент используются 3 вида когенерационных установок: ПТУ, ГТУ, ГПУ [1].

ПТУ – паротурбинные установки работают на основе паровых и парогазовых циклов, с выработкой электроэнергии в теплофикационном, противоударном цикле. Установка преобразует потенциальную энергию пара в механическую энергию вращающегося вала ротора. Данные установки рассчитаны на работу с любым видом топлива. Электрический КПД современных паротурбинных установок не превышает 40 %.

ГТУ – установка на основе одного или нескольких газотурбинных двигателей. Преобразует кинетическую энергию газа в механическую энергию. Топливо, используемое для установки: природный газ, керосин, дизельное топливо, мазут и др. Электрический КПД современных газотурбинных установок составляет 33-39 %.

ГПУ – установка на основе одного или нескольких газопоршневых двигателей. Преобразует тепловую энергию сгорания топлива в механическую. Установка рассчитана на работу на различном виде топлива: природный газ, биотопливо, дизельное топливо и др. КПД при выработке электроэнергии составляет около 40 %

Наиболее оптимальным будет когенерационная установка на основе газопоршневых двигателей. Так как у данного типа установки есть существенные преимущества:

- более высокий КПД по сравнению с газотурбинными установками;
- низкая себестоимость вырабатываемой электроэнергии;
- широкий диапазон работы при разной нагрузке и сохранение КПД установки при разных режимах работы;
- относительная простота в обслуживании и ремонте по сравнению с другими установками;
- низкая удельная стоимость установленной мощности.

Рассчитаем срок окупаемости одной газопоршневой установки G3512E производства Caterpillar [2].

Затраты на газ при стоимости 6292,2 руб за 1000 м³:

$$\frac{251 * 6292,2}{1000 * 1017} = 1,56 \text{ руб на } 1 \text{ кВт} * \text{ч}$$

Затраты на замену масла:

$$\frac{310 * 300}{2500 * 1017} = 0,04 \text{ руб на } 1 \text{ кВт} * \text{ч}$$

Затраты на запасные запчасти включая капитальный ремонт:

$$\frac{359591 * 92}{60000 * 1017} = 0,55 \text{ руб на } 1 \text{ кВт} * \text{ч}$$

Затраты на налог на имущество:

$$\frac{30000000 * 2,2}{100 * 1017 * 8000} = 0,09 \text{ руб на } 1 \text{ кВт} * \text{ч}$$

Амортизационные отчисления:

$$\frac{30000000}{240000 * 1017} = 0,13 \text{ руб на } 1 \text{ кВт} * \text{ч}$$

Поправка за счет утилизации тепла:

$$\frac{97 * 6292,2}{1000 * 1017} = 0,59 \text{ руб на } 1 \text{ кВт} * \text{ч}$$

Итоговая себестоимость:

$$1,56 + 0,04 + 0,55 + 0,09 + 0,13 - 0,59 = 1,78 \text{ руб на } 1 \text{ кВт} * \text{ч}$$

При использовании мини-ТЭЦ в дополнение к внешней сети итоговый срок окупаемости можно рассчитать, как частное стоимости строительства и разницы между стоимостью электроэнергии из сети и себестоимости выработанной электроэнергии, умноженной на мощность и количество рабочих часов в год, то есть:

$$\frac{30000000}{(3.52 - 1.78) * 8000 * 1017} = 2,11 \text{ года}$$

Таким образом, применение когенерационных установок – это актуальный метод модернизации ветхих котельных сел Алтайского края, который может сократить себестоимость производимой энергии, а также повысить энергоэффективность теплоносителя, а, следовательно, уменьшить расход топлива, повысив рентабельность производства энергии, что в совокупности может уменьшить стоимость тарифов на теплоснабжение населения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Когенерация в муниципальной энергетике / С. Ю. Андреев, В. А. Маляренко, И. А. Темнохуд, И. А. Немировский // Энергетика. 2015. № 2. С. 15 – 24. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_23185805_70832345.pdf (дата обращения: 29.03.2021).
2. Газовое оборудование «САТ»: официальный сайт. URL: https://www.cat.com/ru_RU/products/new/power-systems/electric-power/gas-generator-sets/18487657.html# (дата обращения: 29.03.2021).
3. Ерошкин И. А., Осколков С.В. Использование двухконтурных паро-водогрейных котлов для перевода работы отопительных котельных в режим «мини-ТЭЦ» // Энергетики и металлургии настоящему и будущему России. 2016. С. 135 – 137. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_28332175_74331490.pdf (дата обращения: 01.04.2021).

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ ВОЛНОВОГО ОМП В МАГИСТРАЛЬНЫХ СЕТЯХ РОССИИ

Сатонин Кирилл Викторович, бакалавр кафедры «ЭПП», e-mail: satoninkv17@mail.ru

Пестов Матвей Игоревич, магистрант кафедры «ЭПП», e-mail: mpestov98@gmail.ru

Научный руководитель – Белицын Игорь Владимирович, к.п.н., доцент, e-mail: b_i_w@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Приведена информация, объясняющая необходимость повышения эффективности методов ОМП. Предоставлены общие теоретические сведения и данные о состоянии магистральных сетей России. Показаны наиболее используемые в России методы дистанционного ОМП. Выполнен подробный анализ метода ОМП по ПАР. Осуществлен анализ методов волнового ОМП и некоторых его аспектов. Доказано превосходство методов волнового ОМП над методами ОМП по ПАР.

Ключевые слова: *энергобезопасность, магистральные сети, состояние системы, ОМП по ПАР, волновые методы.*

В наши дни энергетика тесно связана с другими отраслями, и поэтому является опорой существования для развитых государств. Систематические повреждения в электрических сетях ведут к большим финансовым потерям и организационным проблемам одной или нескольких стран. Лишь своевременное устранение повреждений позволит значительно минимизировать потенциальный ущерб.

Магистральные сети – это основа системы передачи электрической энергии до крупных районов электропотребления и распределительных узлов ЭЭС. В целях уменьшения потерь энергии при передаче используются большие напряжения, однако это увеличивает энергопотери при повреждении линии [3].

Время восстановительных работ в электрических сетях по большей части зависит от времени определения места повреждения (ОМП). Например, в России время ОМП как правило занимает половину от всего времени восстановительного процесса. В связи с этим главным фактором повышения надежности функционирования энергосистем является выбор наиболее эффективных методов ОМП.

Эффективность методов ОМП определяется скоростью и точностью определения места короткого замыкания (ОМКЗ), так как большинство повреждений на воздушных линиях (ВЛ) связаны именно с коротким замыканием (КЗ).

На данный момент по статистике ПАО «Россети ФСК ЕЭС» физический износ линий высокого напряжения в России достигает значения в 30 %. Так за 2019 год в электрических сетях напряжением 110 кВ и выше произошло более 15000 аварий, при этом 73 % аварий обусловлены повреждениями в самих ЛЭП. Все это обуславливает частые нарушения межсистемных связей и перерывы в электроснабжении крупных потребителей, что способно вызвать большие социальные и экономические проблемы. Следовательно, на сегодняшний день для России повышение эффективности методов ОМП в сетях высокого напряжения является важнейшей задачей.

В России широко распространены методы ОМП по параметрам аварийного режима (ПАР). Стоит отметить, что они внедрялись в систему еще во времена формирования ЕЭС СССР, и в связи с этим на данный момент значительная часть оборудования нуждается в замене из-за истечения сроков нормативного использования. Но главная проблема заключается не в изношенности устройств, а в неэффективности методов ОМП по ПАР по сравнению с относительно новыми волновыми методами ОМП.

Суть метода ОМП по ПАР заключается в вычислении расстояния до точки КЗ через сопротивление петли. Для этого необходимо решить систему уравнений.

$$\begin{cases} z = z_{\pi} + z_0 \\ z = r_0 * l + x_0 * l, \\ I = U/z \end{cases}$$

где z – сопротивление линии от шин подстанции до точки КЗ, z_{π} – сопротивление в месте КЗ, z_0 – переходное сопротивление, l – расстояние до точки КЗ, r_0 – активное погонное сопротивление, $x_0 l$ – реактивное погонное сопротивление, I – сила тока, U – напряжение.

Сопротивление в месте КЗ неизвестно, переходное сопротивление имеет вероятностный характер. Сила тока и напряжение подвержены воздействию множества факторов:

- переходные составляющие тока;
- искажение тока, вызванное насыщением сердечника в трансформаторах тока;
- ток предварительного заряда в линии, возникающий непосредственно перед возникновением короткого замыкания;
- ёмкость линии относительно земли;
- взаимная индукция кабелей;
- явление прохождения тока в точке соединения линии с ответвлениями в разветвлённых системах [1].

Все это приводит к большой погрешности вычислений, которая равняется 1-20 %.

Использование двусторонней конфигурации с особо точными фиксирующими устройствами и новейшими автоматическими системами позволяет достичь нижнего предела погрешности, однако для этого необходимы огромные денежные затраты. Но даже 1 % является слишком серьезной погрешностью, так как длина ВЛ напряжением 110 кВ 80 км, а длина ВЛ напряжением 1150 кВ достигает 400 км. Такая неточность в разы увеличивает время устранения неполадок.

Волновой метод позволяет избежать многих негативных факторов, так как в его основе лежит определение времени прихода на подстанцию электромагнитных волн, возникающих в месте повреждения линии [2].

В момент короткого замыкания напряжение в линии резко изменяется. В результате образуется электромагнитная волна, которая идет на шины подстанции, возвращается к месту КЗ и затем вновь идет на подстанцию. Устройства фиксируют момент прихода двух фронтов волны на шины подстанции, сравнивают их и далее рассчитывают время, затраченное волной на путь от подстанции к месту повреждения и обратно. Затем выполняется подстановка времени в формулы и находится расстояние до КЗ:

$$\begin{cases} x = v * k_{\text{ук}} * t/2 \\ v = c * k_{\text{ук}} \end{cases},$$

где v – скорость распространения электромагнитной волны, $k_{\text{ук}}$ – коэффициент укорочения, t – время, затраченное на возвращение, c – скорость света.

Такой способ позволяет определить расстояние до КЗ с погрешностью, равной 150-500 м, не зависимо от длины линии. Но, конечно же, методы волнового ОМП обладают и своими проблемами, в число которых входят:

- Недостаточная амплитуда электромагнитной волны, если в момент КЗ значение мгновенного напряжения близко к нулю.
- В случае КЗ вблизи фиксирующих устройств происходит многократное отражение волны, и становится трудно определить необходимые значения.
- Недостаточное качество синхронизации устройств при двусторонней конфигурации.
- Проблема явления бегущей волны (в ходе перемещения волны по линии ее амплитуда уменьшается, а длина увеличивается).

На самом деле все эти проблемы устранимы.

Проблемы малой амплитуды и повреждения вблизи фиксирующих устройств устраняются путем использования приборов с частотой дискретизации более 1 МГц.

Погрешность синхронизации устройств не велика и составляет 150 м. Синхронизация устройств осуществляется при помощи технологий GPS, поэтому спутниковые системы позволяют минимизировать погрешность. Так европейская навигационная спутниковая система Галилео обладает погрешностью менее 1 метра (по данным на 2012 год).

Проблема явления бегущей волны устранима при решении следующих теоретических вопросов:

- скорость распространения волны в линии;
- модель линии электропередачи с распределенными параметрами;
- затухание и искажение волны;
- прохождение и отражение волны;
- диагональная трансформация;
- волновые преобразования.

На решение всех теоретических вопросов и подготовку квалифицированных специалистов потребуется время. Однако внедрять методы волнового ОМП в магистральные сети России куда выгоднее, чем продолжать использовать или пытаться совершенствовать технологии ОМП по ПАР. Высокая точность значительно сократит время устранения неполадок и тем самым повысит надежность энергосистемы. Потенциальный ущерб минимизируется. Затраты на внедрение волновых методов ОМП окупятся.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Kowalik, R., Glik, K. Travelling wave fault location in HV lines. Warsaw: actaenergetica №3, 2011. 5-12 с. URL: <http://actaenergetica.org/article/en/travel-ling-wave-fault-location-in-hv-lines.html?tab=article>.
2. Закурдаев, Р. Ю. Применение волнового метода в распределительных электрических сетях. Курск: журнал Проблемы науки, 2017. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-volnovogo-metoda-omp-v-raspredelitel-nyh-elektricheskikh-setyah>.
3. Висящев А.Н., Устинов А.А. Определение места повреждения на линиях электропередачи с учетом волновых процессов // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири: материалы Всерос. науч.-практ. конф. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2006. С. 311–322.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ НАРУЖНЫХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Тюрина Наталья Александровна, магистрант кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий», e-mail: Turinanatalie@yandex.ru

Научный руководитель - Грибанов Алексей Александрович, к.т.н., доцент, e-mail: diread@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье подробно рассмотрен вопрос проектирования систем освещения наружных установок методом удельной мощности. Описана проблема актуальности значений удельной мощности наружных осветительных установок. Представлены результаты эксперимента одного из расчетных случаев, таблица удельной мощности для одного из источников света, принимавшего участие в эксперименте, математическая модель.

Ключевые слова: наружное освещение, удельная мощность, освещенность, светодиодные светильники.

Одной из важнейших проблем современных городов является обеспечение безопасности дорожного движения. Год от года стремительно растет число участников дорожного движения, что напрямую влияет на число дорожно-транспортных происшествий. Обеспечения безопасности дорожного движения требует комплекса мероприятий и мер, направленных на предотвращение физического дискомфорта участников движения. Одним из таких мероприятий является проектирование оптимального освещения улиц. Проектирование системы наружного освещения, как и проектирование любой системы электроснабжения, берет свое начало с расчета электрических нагрузок, которые в нашем случае называются осветительными [2]. Метод удельной мощности – наиболее простой в использовании метод расчета осветительных нагрузок, позволяет приближенно рассчитать мощность источников света, необходимых для достижения нормируемой освещенности используя всего лишь четыре параметра: нормируемая освещенность территории, для которой проектируется освещение, высота подвеса источников света, площадь освещаемой территории и удельную мощность на единицу площади освещаемой территории. Наряду с явными преимуществами метод удельной мощности обладает и существенным недостатком, ограничивающим его практическое использование, который заключается в том, что значений удельной мощности для проектирования систем наружного освещения на данный момент не существует. Для получения значений удельной мощности был проведен комплекс расчетных экспериментов, суть которого представлена ниже.

Для расчета электрических нагрузок методом удельной мощности следует задаться необходимыми размерами дорог. Понятие дорога включает в себя понятие проезжей части, обочины, разделительной полосы, длина которых зависит от категории дорог. Параметры элементов автомобильных дорог нормированы в СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги [1]. Следующий этап – определение нормируемой освещенности территории. Нормируемая освещенность наружных установок определяется в ГОСТ Р 55706-2013 Освещение наружное утилитарное [3]. Для определения средней освещенности дороги необходимо знать категорию и класс объекта по освещению, которые определяются по таблице 1 ГОСТ Р 55706-2013. Зная эти данные определяются следующие нормируемые параметры: средняя яркость дорожного покрытия, продольная равномерность яркости, общая равномерность яркости, пороговое приращение яркости, средняя освещенность и равномерность освещенности. Данные параметры нормируются в таблице 3 ГОСТ Р 55706-2013 [3].

Затем осуществляется выбор источников света. Поскольку в нормативной документации не указаны требования и рекомендации к типам источников света и их светотехническим характеристикам, то в эксперименте участвовали исключительно светодиодные источники света.

Расчёт удельной мощности ведётся в программе Dialux evo 8.2. Перед расчётом в зависимости от категории и класса объекта по освещению задаются: средняя яркость дорожного покрытия, продольная равномерность яркости, общая равномерность яркости,

пороговое приращение яркости, средняя освещенность и равномерность освещенности, а также высота подвеса, и ширина дорожного покрытия. Далее с помощью функции равномерного распределения светильников устанавливаются выбранные источники света. В эксперименте применяется установка источников света по обе стороны дороги. Необходимо контролировать фактические значения параметров, не допускать их снижения ниже нормируемого значения. По итогам автоматизированного расчета программа формирует отчет о его результатах, указывая количество светильников и их расположение, удельную мощность, суммарную мощность, светоотдачу, освещенность в точках дорожного покрытия, площадь помещения, выводит рисунок изолиний.

Для каждого класса дорог по освещенности был проведен расчетный эксперимент.

В качестве примера рассмотрим один из расчетных случаев Транспортные связи в пределах жилых районов, расчетная скорость 60 км/ч. Преимущественный вид транспорта: легковой, специальный, грузовой транспорт, общественный пассажирский транспорт, пересечение с магистралями в одном уровне. Источники расставлены по обе стороны от дороги. Высота подвеса источников света 10 м.

$\bar{E}=15$ лк; $H_p=10$ м

Значения удельной мощности для второго расчетного случая представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Значения удельной мощности для второго расчетного случая

Наименование светильника	L, м			
	8	16,5	18,75	32,25
Pulse	44860	42580	39413	36989
Digi street	43309	40610	37516	34460
URBANO	103905	101715	98038	95320
Puck Pole	8307	7305	6420	5240
Street	30578	28250	27309	24730
Lugson	37780	35960	33255	31150

После проведения всех экспериментов наступает этап формирования таблиц удельной мощности для каждого источника в отдельности.

Значения удельной мощности для источника Pulse представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Значения удельной мощности для источника Pulse

$H_p, \text{м}$	L, м	$\bar{E}, \text{лк}$				
		6	10	15	20	30
6,5	8	13392	15336	16632	19696	21600
	16,5	12090	13233	14325	17390	20600
	18,75	10497	11418	12839	15119	18212
	32,25	8335	9967	11516	12413	15685
8	8	22507	25929	30814	34948	38340
	16,5	19803	23520	27519	32215	35510
	18,75	17370	21807	23908	29056	33217
	32,25	15118	18802	21076	26508	30153
10	8	39200	42305	44860	47870	52349
	16,5	37105	39063	42580	44480	50219
	18,75	33920	37440	39413	42097	47502
	32,25	30880	35300	36989	40556	45328

Для оптимизации работы проектировщика создается математическая модель методом регрессионного моделирования. В общем виде модель выглядит (1):

$$W = a \cdot S^4 + b \cdot E^4 + c \cdot S^3 + d \cdot E^3 + e \cdot S^3 E + f \cdot S^3 H_p + g \cdot E^3 H_p + h \cdot E^3 S + i \cdot H_p^2 + j \cdot S^2 + k \cdot E^2 + l \cdot H_p^2 S + m \cdot H_p^2 S^2 + n \cdot H_p^2 E^2 + o \cdot S^2 E^2 + p \cdot H_p^2 E + q \cdot S^2 H_p + r \cdot S^2 E + s \cdot E^2 S + t \cdot E^2 H_p + u \cdot H_p^2 \cdot S \cdot E + v \cdot H_p \cdot S^2 \cdot E + w \cdot H_p \cdot S \cdot E^2 + x \cdot H_p + y \cdot S + z \cdot E + \alpha \cdot H_p \cdot S + \beta \cdot H_p \cdot E + \gamma \cdot S \cdot E + \delta \cdot H_p \cdot S + \varepsilon \quad (1)$$

где W – значение удельной мощности осветительной нагрузки на единицу площади помещения, Вт/м²;

$a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z, \alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ – коэффициенты регрессионного уравнения, которые необходимо определить.

Модель позволяет определить значение удельной мощности для входных параметров, не участвовавших в эксперименте.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 34 13330.2012. Автомобильные дороги: дата введения 2013- 07- 01. Москва: Стандартинформ, 2019. 153 с.
2. Жук В.Л. Прогнозирование потребления электроэнергии предприятием с помощью искусственной нейронной сети / В.Л. Жук, А.Н. Попов // Горизонты образования. 2018. № 20. С. 3.06.
3. ГОСТ Р 55706-2013. Освещение наружное утилитарное. Классификация и нормы: дата введения 2014-07-01. Москва: Стандартинформ, 2019. 14 с.

ПОДСЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И БЫТА»

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В ЧАСТИ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ НА ЭНЕРГООБЪЕКТАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Арышев Андрей Владимирович, магистрант кафедры «Электрификация производства и быта», e-mail: aryshev_andrei@mail.ru

Научный руководитель - Компанеев Борис Сергеевич, к.т.н., доцент, e-mail: kompbs@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В данной работе рассмотрена проблема устаревания энергооборудования Алтайского края на примере релейной защиты подстанций, предпосылки перехода к цифровой трансформации и целесообразность данного процесса. Был произведен расчет и сравнение вероятностей отказа (являющимися основным показателем надежности устройств) действующего оборудования и современных микропроцессорных терминалов.

Ключевые слова: релейная защита и автоматика, цифровая трансформация, микропроцессорные терминалы, вероятность отказа, интенсивность отказов.

Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [1]:

Преобразование приоритетных отраслей экономики, включая энергетическую инфраструктуру, посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений (пп. «б» п. 11).

Гарантированное обеспечение доступной электроэнергией, в том числе за счет внедрения интеллектуальных систем управления электросетевым хозяйством на базе цифровых технологий (пп. «в» п. 15).

Для реализации программы внедрения цифровых технологий необходимо обеспечить надежность электросетевого комплекса, а также провести реконструкцию энергообъектов Алтайского края, в особенности уделить внимание устройствам релейной защиты и автоматики (далее - РЗА).

Релейная защита является наиболее сложной технической системой в энергоснабжении. Эффективностью РЗА определяется надежность энергоснабжения в целом. Одним из главных показателей релейной защиты является надежность, которая в свою очередь определяется через вероятность отказа. Чтобы убедиться в целесообразности перехода к современным микропроцессорным терминалам, нужно произвести расчет надежности, как основного показателя эффективности РЗА, и сравнить его с показателем надежности действующих устройств РЗА подстанций Алтайского края.

Для решения данной задачи было решено принять метод однокритериального выбора. Также были приняты некоторые оговорки: для каждого элемента устройства РЗА из генеральной совокупности случайных величин, за основной параметр расчета было принято математическое ожидание, т.е. среднее значение случайной величины; срок службы микропроцессорных терминалов ниже, чем срок службы электромагнитных реле и он составляет 20 лет, это время и будет учитываться при расчете вероятности отказа; вероятность отказа увеличивается со временем работы или наработки объекта; при расчете вероятности отказа, взята наиболее простая схема защиты МТЗ одной фазы ячейки линии 10кВ.

Вероятность безотказной работы определяется как:

$$P(t) = e^{-\lambda t}, \quad (1.1)$$

где λ – интенсивность отказа устройства.

Отсюда можно найти вероятность отказа:

$$Q(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (1.2)$$

Таблица 1 – Интенсивность отказа устройств РЗА

Устройство РЗА	Интенсивность отказа λ , $10^{-6} \cdot \text{ч}^{-1}$	
	Электромагнитные	Микропроцессорные
Промежуточные реле	0,5	0,3
Реле времени	1,5 – 3,5	1,2
Токовые реле	0,8	0,4
Трансформаторы	0,01	0,0035
Резисторы переменные	0,183	0,179
Интегральные микросхемы	-	0,028
Диоды	-	0,091
Транзисторы	-	0,065
Стабилитроны	-	0,0041
Конденсаторы	-	0,019

*Примечание: данные таблицы взяты из источников [1], [2], [3].

Интенсивность отказов защиты в целом определяется суммой интенсивностей отказов всех групп составляющих элементов:

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \sum (\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \dots \lambda_n), \\
 \lambda_{\text{ЭМ}} &= 3,993 \cdot 10^{-6} \cdot \text{ч}^{-1}, \\
 \lambda_{\text{МК}} &= 2,2869 \cdot 10^{-6} \cdot \text{ч}^{-1}, \\
 Q(t)_{\text{ЭМ}} &= 1 - e^{-(3,993 \cdot 10^{-6} \cdot 0,175 \cdot 10^6)} = 0,51 \\
 Q(t)_{\text{МК}} &= 1 - e^{-(2,2869 \cdot 10^{-6} \cdot 0,175 \cdot 10^6)} = 0,33
 \end{aligned}
 \tag{1.3}$$

Из приведенных выше расчетов можно сделать вывод о том, что вероятность отказа микропроцессорных терминалов (даже без учета самодиагностирования микропроцессорных реле, которое уменьшает вероятность отказа) ниже, чем вероятность отказа электромагнитных реле. Учитывая, что срок службы электромагнитных реле на 5 лет выше, а устройства, установленные на подстанциях Алтайского края, давно преодолели этот барьер, вероятность отказа возрастает до ещё больших величин. Такая высокая величина вероятности отказа является веской причиной для реконструкции подстанций Алтайского края и установки более современных устройств РЗА.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. РД 11 0755-90 Микросхемы интегральные. Методы ускоренных испытаний на безотказность и долговечность. РНИИ "Электронстандарт".
2. MIL-HDBK-217F (NOTICE 2), MILITARY HANDBOOK: RELIABILITY PREDICTION OF ELECTRONIC EQUIPMENT (28 FEB 1995).
3. IEC TR 62380 «Reliability data handbook – Universal model for reliability prediction of electronics components, PCBs and equipment».
4. Федотов А. В., Скабкин Н. Г. Основы теории надежности и технической диагностики. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. 64 с.
5. Надежность и эффективность в технике. Справочник: в 10 т. / под ред. В.С. Авдеевский [и др.]. М.: Машиностроение, 1989.

ОБОСНОВАНИЕ УСЛОВИЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗАЩИТЫ ОТ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ С УЧЕТОМ ПЕРЕЖОГА ПРОВОДОВ

Борисова Юлия Андреевна, студент кафедры «Электрификация производства и быта» e-mail: borisa.yulia@yandex.ru

Гусева Анастасия Александровна, студент кафедры «Электрификация производства и быта», e-mail: dyuzhe4kina@yandex.ru

Научный руководитель - Сошников Александр Андреевич, д.т.н., профессор, e-mail: aa@soshnikov.info

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассмотрены условия реализации технологии проектирования эффективной электрической защиты от коротких замыканий в электропроводках с учетом возможности пережога проводов возникающей электрической дугой. Предложены номограммы, позволяющие без проведения расчетов оценить возможность использования этой технологии в конкретной электрической сети.

Ключевые слова: электрическая защита, дуговое короткое замыкание, проектирование, условия пережога.

В Алтайском государственном техническом университете им. И. И. Ползунова разработана технология проектирования эффективной электрической защиты от коротких замыканий в электропроводках с учетом возможности пережога проводов возникающей электрической дугой [1]. Однако при большой протяженности линий внешней сети и малой мощности силового трансформатора, что характерно для АПК, токи КЗ в электропроводках могут снижаться до значений, при которых провода не пережигаются, а происходит их сваривание и эта технология неприменима.

Для примера в таблице 1 представлены экспериментально определенные граничные значения токов возникновения дугового КЗ для алюминиевых проводов сечением до 25 мм² [1].

Таблица 1 – Граничные значения токов возникновения дугового КЗ для алюминиевых проводов

Сечение алюминиевой электропроводки, мм ²	2,5	4	6	10	16	25
Граничные значения токов возникновения дугового КЗ, А	120	120	120	120	200	300

При более низких токах использование этой технологии без соответствующего анализа может привести к ошибочному заключению о низкой пожарной опасности КЗ. Поэтому необходимо контролировать уровень токов однофазного КЗ в удаленных точках сети.

Для обоснования условий реализации принципов проектирования защиты с учетом пережога проводов целесообразно использовать разработанные номограммы для определения параметров электрической сети, соответствующих условиям пережога алюминиевых и медных проводов. На рисунке 1 представлены такие номограммы, построенные с учетом диапазона протяженности внутренней электропроводки сечением 4 мм² от 10 м до 40 м для силового трансформатора мощностью 250 кВА со схемой соединения обмоток «звезда – зигзаг» и воздушной линии (ВЛ) с алюминиевыми проводами сечением 25 мм².

Номограммы позволяют без проведения расчетов оценить возможность использования технологии в конкретной электрической сети. Например, при протяженности ВЛ до 300 м она применима для алюминиевой и медной электропроводки длиной до 40 м, а при протяженности ВЛ 400 м - для медных проводов длиной до 30 м, для алюминиевых - длиной до 20 м.

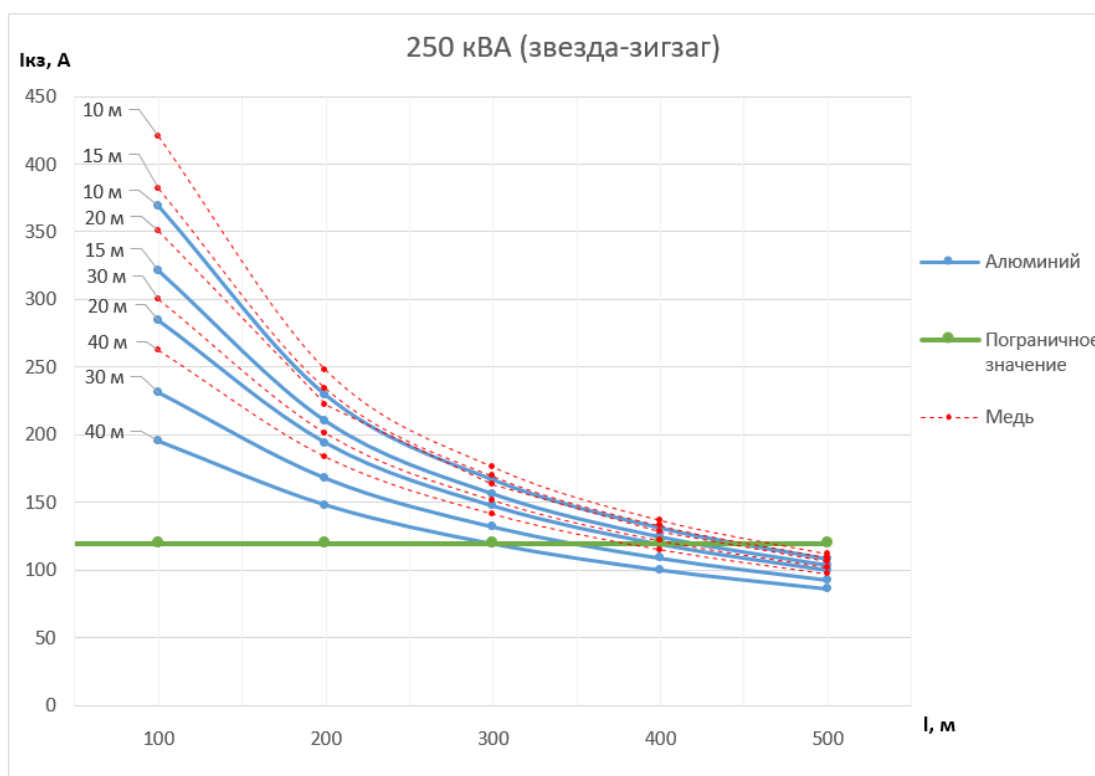


Рисунок 1 – Номограмма для определения параметров электрической сети, соответствующих условиям пережога алюминиевых и медных проводов сечением 4 мм²

В случае, когда токи КЗ не превышают граничных значений, пережог проводов не происходит и оценку эффективности защиты от КЗ целесообразно проводить по результатам расчета времени ее срабатывания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Основы электромагнитной совместимости: учебник для вузов [по направлению подготовки "Электроэнергетика" / Н. А. Володина, Р. Н. Карякин, Л. В. Куликова, О. К. Никольский, А. А. Сошников и др.]; под ред. Р. Н. Карякина; М-во образования и науки Рос. Федерации. 2-е изд., перераб. (pdf-файл: 6,75 Мбайта) и Электрон. текстовые дан. Барнаул: АлтГТУ, 2015. 408 с. Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/epb/Kulikova-oselsov.pdf>.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ПЕРЕЖОГА ПРОВОДА ТОКОМ ДУГОВОГО КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Васильев Валерий Юрьевич, ассистент кафедры «Электрификация производства и быта», e-mail: vasilievvalerij@mail.ru

Научный руководитель – Сошников Александр Андреевич, д.т.н., профессор, e-mail: aa@soshnikov.info

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассмотрена проблема оценки времени пережога провода током дугового короткого замыкания. Предложены расчетные формулы для определения времени пережога. Произведено сравнение полученных теоретических и экспериментальных данных.

Ключевые слова: короткое замыкание, жидкая перемычка, время короткого замыкания, характеристика пережога.

В течение 9 месяцев 2020 года в России зарегистрировано 350 653 пожара, унесших жизни 5 477 человек. При этом материальный ущерб составил 14 миллиардов рублей. Одной из основных причин пожаров являются аварийные режимы электрического оборудования, и, в частности, короткие замыкания (КЗ) [1]. Высокий уровень противопожарной эффективности защиты от КЗ достигается, если она срабатывает до завершения процесса перегрева проводов током возникающей электрической дуги. Оценку качества функционирования защиты можно проводить путем сопоставления характеристик срабатывания защиты и перегрева проводов током дугового КЗ. Характеристики перегрева для одножильных медных и алюминиевых проводов экспериментально получены в Алтайском государственном техническом университете им. И. И. Ползунова [2]. Однако для расширения баз данных с учетом возможных диапазонов токов КЗ и различных видов исполнения проводов необходима разработка расчетных методов получения характеристик перегрева.

Можно разделить процесс перегрева проводника на два этапа. На первом этапе происходит расплавление проводника до жидкого состояния за счет повышенного тепловыделения в точке КЗ. На втором этапе происходит взрыв жидкой перемычки, сопровождающийся разбрызгиванием частиц металла. Время этого этапа можно оценить по формуле [3]:

$$t_k = \frac{q \cdot \gamma \cdot \pi \cdot d^2}{4 \cdot \rho \cdot I \cdot J}, \quad (1)$$

где q – удельная теплота парообразования, Дж/кг;

γ – плотность вещества, кг/м³;

ρ – удельное сопротивление вещества, Ом·м;

J – плотность тока, А/м²;

d – диаметр поперечного сечения цилиндрического проводника, м;

I – ток короткого замыкания, А.

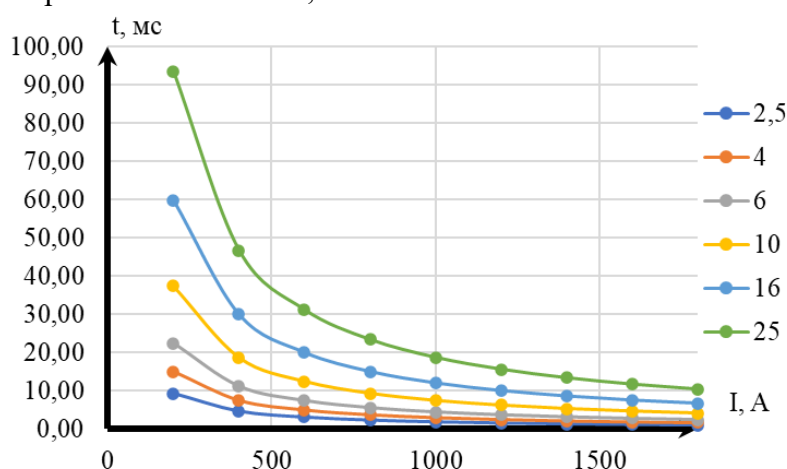


Рисунок 1 – Расчетная длительность КЗ для обеспечения взрыва жидкой перемычки

Реализующую формулу (1) зависимости для алюминиевых проводов разного сечения приведены на рисунке 1.

Расчетная длительность тока для расплавления проводника в точке КЗ может быть определена по следующей формуле:

$$t_k = \frac{\lambda \cdot \gamma \cdot \pi \cdot d^2}{4 \cdot \rho \cdot I \cdot J}, \quad (2)$$

где λ – удельная теплота плавления материала проводника, Дж/кг.

Результирующую формулу для определения времени перегрева проводника целесообразно представить в виде:

$$t = \frac{\lambda \cdot \gamma_T \cdot S}{\rho_T \cdot I \cdot J} + \frac{q \cdot \gamma_{ж} \cdot S}{\rho_{ж} \cdot I \cdot J} + km, \quad (3)$$

где γ_T – плотность проводника в твердом состоянии, кг/м³;

$\gamma_{\text{ж}}$ – плотность проводника в жидком состоянии, кг/м³;

S – площадь поперечного сечения проводника, м²;

$\rho_{\text{т}}$ – удельное сопротивление проводника в твердом состоянии, Ом·м;

$\rho_{\text{ж}}$ – удельное сопротивление проводника в жидком состоянии, Ом·м;

k – коэффициент, учитывающий свойства проводника при его нагревании до температур плавления и парообразования;

m – расплавленная масса проводника, кг.

На рисунке 2 приведены зависимости от сечения одножильных алюминиевых проводов времени взрыва жидкой перемычки (t_1) и экспериментально ($t_{\text{эксп}}$) и теоретически (t_2) определенного времени пережога при токе КЗ 260 А.

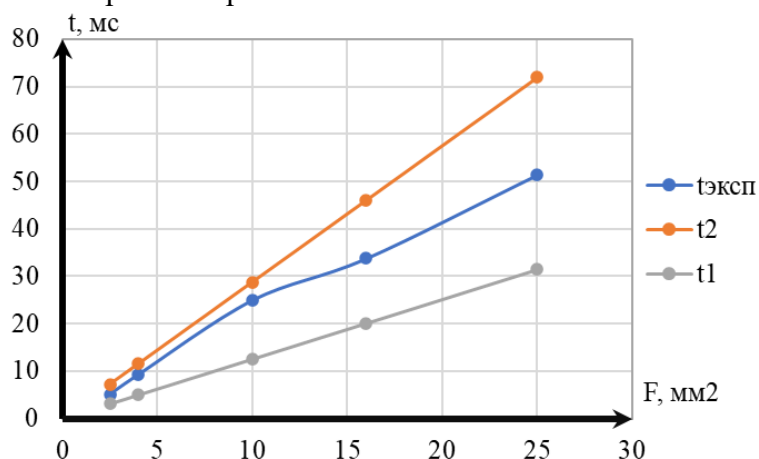


Рисунок 2 - Зависимости времени взрыва жидкой перемычки (t_1) и экспериментально ($t_{\text{эксп}}$) и теоретически (t_2) определенного времени пережога от сечения одножильных алюминиевых проводов при токе КЗ 260 А

Степень различия экспериментальных и теоретических зависимостей может быть снижена за счет уточнения значения коэффициента k в формуле (3).

Полученные расчетные характеристики пережога могут быть использованы для оценки пожарной опасности КЗ в широких диапазонах аварийных токов при отсутствии возможности их экспериментального определения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Обстановка с пожарами на территории Российской Федерации за 9 месяцев 2020 г. Режим доступа URL: <https://mihailovskoe-gp.ru/archive/4318-obstanovka-s-pozharami-na-territorii-rossijskoj-federatsii-za-9-mesyatsev-2020-g> (дата обращения: 27.03.2021).
2. Основы электромагнитной совместимости : учебник для вузов по направлению подготовки "Электроэнергетика" / Н. А. Володина [и др.]; под ред. Р. Н. Карякина; М-во образования и науки Рос. Федерации. 2-е изд., перераб. (pdf-файл: 6,75 Мбайта). Барнаул: АлтГТУ, 2015. 408 с. Режим доступа: <http://elibr.altstu.ru/eum/download/epb/Kulikova-oselsov.pdf>.
3. Смелков Г. И. Пожарная безопасность электропроводок. М.: ООО «КАБЕЛЬ», 2009. 328 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РИСКОВ ОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК В ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОЙ СИСТЕМЕ

Габова Мария Андреевна - старший преподаватель кафедры «Информационные системы в экономике», e-mail: gabova_ma@mail.ru

Научный руководитель - Никольский Олег Константинович, д.т.н., профессор,
e-mail: Nik37Oleg@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Целью исследования является анализ модели оценки риска электроустановок. Достижение цели возможно при проведении анализа различных способов диагностирования параметров электрооборудования и данных, получаемых по ее результатам, а также рассмотрения методик анализа и оценки этих данных с получением прогноза о дальнейшем состоянии электроустановки. Кроме того, в статье приводится анализ текущего состояния пожарной безопасности на электроустановках. Рассмотрены причины возникновения пожаров при эксплуатации электротехнических устройств и механизмы появления утечки токов. Предложен ряд мероприятий для решения выявленных проблем

Ключевые слова: электроустановка, техногенный риск, безопасность электроустановок, техногенный риск, риски пожарной опасности, электрозащитная аппаратура, УЗО

Анализ статистических данных по пожарам в Алтайском крае показал, что за период 2016-2020 годов количество пожаров возросло с 3259 в 2016 года до 13728 в 2020 году. При этом необходимо отметить, что столь резкое увеличение обуславливается внесением изменений в Порядок учета пожаров и их последствий, утвержденный приказом МЧС России от 21 ноября 2008 года № 714.

Количество травмированных сократилось с 181 в 2016 году до 158 в 2020. Число погибших также сократилось с 183 в 2016 году до 178 в 2020, однако необходимо отметить что в 2019 году этот показатель был 201 человек, что значительно превышает средний уровень по последним 5 годам.

При анализе данных в разрезе мест возникновения в 2020 году в сравнении с 2019 увеличилось количество пожаров в зданиях производственного, складского, учебно-воспитательного назначения, в жилом секторе, в сооружениях и установках промышленного назначения.

Одной из основных причин возникновения пожаров стали электротехнические причины – 1021 (7,4 %). Нарушение правил монтажа и эксплуатации электрооборудования стало причиной возгорания на 11,5 % чаще.

Как было сказано в [1], на пожароопасную обстановку на сельскохозяйственных предприятиях сферы АПК в влияют три основных фактора: Человек, Электроустановка и Среда.

На предприятиях АПК используется значительное количество электрооборудования и различные электроустановки. Каждая единица техники соответствует стандартам – нормативным документам, которые в соответствии с законодательством РФ [2] устанавливают обязательные требования к техническим средствам и к качеству электрической энергии (ГОСТ 33073-2014).

Все указанные типы электроустановок подвержены аварийности. Анализ тенденций роста рисков опасности электроустановок выявил основные причины их возникновения:

- Все увеличивающийся износ производственных фондов объектов электроэнергетики, жилищно-коммунального хозяйства и агропромышленного комплекса, достигший к настоящему времени уже 75-80 %;
- Ввод в эксплуатацию все более сложных производственных объектов и технологических систем, потребляющих значительные объемы электроэнергии, который требует улучшения существующих мер безопасности.
- Увеличение количества потенциально опасных объектов, в том числе системы электроснабжения;

- Негативная пожароопасная обстановка в стране: в соответствии со статистикой 31,07 % всех пожаров, произошедших в зданиях, случились по причине выхода из строя электрооборудования.

Приведенные факторы ведут к возникновению техногенных рисков, которые, в свою очередь, становятся причинами аварий, несущих за собой различные виды ущерба.

В соответствии с [Теория и практика управления техногенными рисками: учебное пособие / О.К. Никольский [и др.], под общ. Ред. Заслуженного деятеля науки и техники России, докт. техн. наук, О.К. Никольского. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2015 – 2019 с.] введем понятие интегрального риска и его составляющих.

Под интегральным риском электроустановки, выражаемом в материальном эквиваленте, понимается значение потенциальной техногенной опасности, в которую входит социальный, материальный и экологический аспекты.

Данное определение можно представить в виде суммы его составляющих, в которую входят:

Риск социального ущерба, который представлен в виде производственных травм или гибели персонала вследствие поражения током, или пожаров, вызванных электротехническими причинами, а также потерями трудоспособности и затратами на реабилитацию пострадавших;

Риск материального ущерба, формирующийся из непосредственного повреждения зданий и оборудования, а также из упущенной по причине аварии выгоды;

Риск экологического ущерба, определяется из вреда, нанесенного окружающей среде и животным.

Указанные критерии легли в основу обследования, проведенного на производственном предприятии сферы АПК. В результате анализа собранных данных выделены основные причины роста рисков техногенных угроз, среди которых:

- а) степень износа оборудования в целом и его частей;
- б) достаточно высокий уровень износа электропроводки, местами достигающий 70-75 %;
- в) недостаточная эффективность, либо отсутствие устройств защитного отключения;
- г) возможность «человеческого фактора». В данное понятие входит физическое, психоэмоциональное состояние работника, уровень его квалификации, уровень соблюдения правил технической безопасности и т.д.;
- д) недостаточность материальных и финансовых ресурсов, выделяемых на обеспечение охраны труда и техники безопасности при работе с электроустановками [2].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пожарная безопасность электроустановок. Методология и практические рекомендации / под общ. ред. О.К. Никольского, Еремина Т.В., Шаныгин И.А., Шлионская Ю.Д. [и др.], Улан-Удэ: ВСГУТУ, 2019. 112 с.
2. Никольский, О.К. Математическая модель оценки и управления рисками аварий в системах электроснабжения / О.К. Никольский, Л.Ю. Качесова, И.А. Шаныгин // Электрооборудование: Эксплуатация и ремонт. 2018. № 11. С. 72–77.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИГНАЛОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПРИБОРА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ SCILAB 5.5.2

Корюгин Георгий Вячеславович, студент кафедры «Электрификация производства и быта»,
e-mail: Geajter@gmail.com

Научный руководитель - Воробьев Николай Павлович, д.т.н., доцент, e-mail: koly_1949@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Обоснована актуальность ультразвукового контроля концентрации аммиака в агропромышленном комплексе. Сформулирована цель и задачи работы. Проанализированы особенности работы ультразвуковых автоциркуляционных измерителей скорости звука, позволяющих контролировать концентрацию аммиака в воздухе. Разработана модель аналога синхронизируемого блокинг-генератора в Scilab 5.5.2.

Ключевые слова: ультразвуковые измерения, аммиак, моделирование, блокинг-генератор, Scilab, синхрокольцо.

Ультразвуковые измерения в газовых средах менее распространены при контроле состава газов, но благодаря быстрдействию и надёжности используются при контроле опасных сред. Так наличие аммиака в животноводческих помещениях может привести к отравлению, ожогам, вызвать снижение продуктивности животных.

Известные газоанализаторы аммиака имеют недостаточную чувствительность, и высокую стоимость. В агропромышленном комплексе контроль аммиака очень актуален из-за его частого использования в производстве.

Цель работы: исследование возможностей моделирования ультразвукового газоанализатора концентрации аммиака в воздухе рабочей зоны с использованием моделирующего пакета Scilab 5.5.2.

Задачи работы:

- проанализировать структуру и принцип работы ультразвукового анализатора аммиака;
- разработать модель аналога синхронизируемого блокинг-генератора;
- используя исходные данные, получить временные диаграммы работы синхронизируемого блокинг-генератора и оценить соответствие работы модели ее аналитическому описанию.

Известные способы состава газов по скорости ультразвука характеризуется пониженной точностью, малым быстрдействием и ограниченным диапазоном измерений. Блок-схемы устройств, решающая упомянутую проблему, приведены в работе [1]. Одним из основных компонентов таких устройств является синхронизируемый блокинг-генератор.

Структурные схемы таких устройств содержат, как правило, ультразвуковые преобразователи, контролируемый и эталонный канал распространения ультразвуковых колебаний и блоки обработки полученных от них синхропоследовательностей.

При работе устройства в контролируемом канале устанавливается режим автоциркуляции электроакустических импульсов. В эталонном канале при этом происходит импульсное формирование и распространение сигналов. Ультразвуковые преобразователи действуют по принципу эхолокации – расстояние до объекта рассчитывается на основании измерения промежутка времени между моментами посылки и приёма звукового импульса и скорости звука в среде. Для газов формула скорости звука (c) выглядит так [2]

$$c = \sqrt{\frac{\gamma \cdot k \cdot T}{m}} = \sqrt{\frac{\gamma \cdot R \cdot T}{M}} = \sqrt{\frac{\gamma \cdot R \cdot (273,5 + t)}{M}}, \quad (1)$$

где γ - показатель адиабаты: 5/3 для одноатомных газов, 7/5 для двухатомных (и для воздуха), 4/3 для многоатомных; k - постоянная Больцмана; R - универсальная газовая постоянная; T - абсолютная температура в кельвинах; t - температура в градусах Цельсия;

m - молекулярная масса; M - молярная масса.

Разработка модели ультразвукового синхронизируемого блокинг-генератора с помощью программы Scilab 5.5.2.

В качестве исходных данных для моделирования ультразвукового прибора будем использовать исходные данные по таблице 1 [1].

На основе данных таблицы 1 нами разработана модель аналога синхронизируемого блокинг-генератора (рисунок 1), выполненная в Xcos моделирующего пакета Scilab 5.5.2.

Таблица 1 – Оценка погрешности метода моделирования в зависимости от особенностей его реализации для газов

$\delta, \%$	T_K	T_0
4×10^{-3}	10^{-3}	10^{-8}
4×10^{-5}	10^{-3}	10^{-9}
Примечание: δ - относительная погрешность дискретизации; T_K – период автоциркуляции электроакустических импульсов в контролируемом канале; T_0 - период появления импульсов с синхронизируемого блокинг-генератора.		

Параметры модели аналога синхронизируемого блокинг-генератора приведены на рисунках 2 - 5.

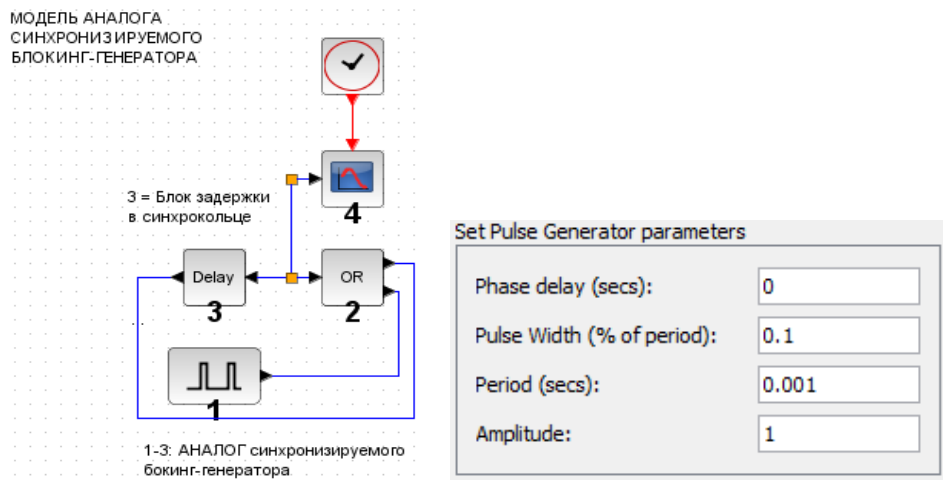


Рисунок 1 – Модель аналога синхронизируемого блокинг-генератора с параметрами

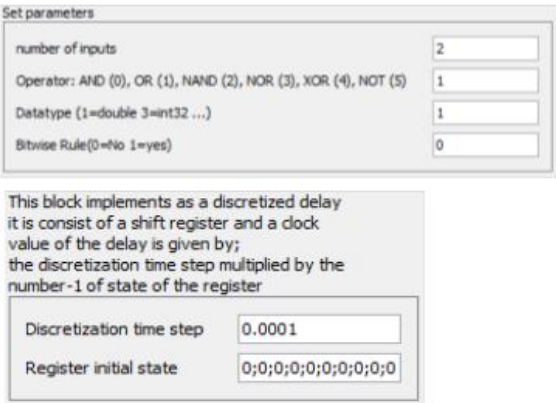


Рисунок 2 – Параметры схемы и блока задержки в синхрокольце

Set Scope parameters	
Color (>0) or mark (<0) vector (8 entries)	1 3 5 7 9 11 13 15
Output window number (-1 for automatic)	-1
Output window position	0
Output window sizes	[600;400]
Ymin	-2
Ymax	2
Refresh period	0.006
Buffer size	20
Accept herited events 0/1	0
Name of Scope (label&id)	4

Рисунок 3 – Параметры осциллографа

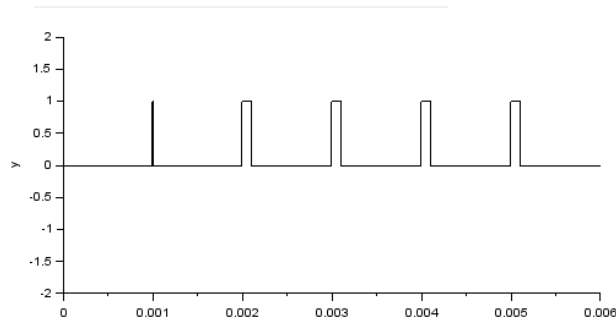


Рисунок 4 – Форма сигнала в синхроколеце

Установите параметры блока CLOCK_c	
Event clock generator	
Не запускать, если 'Время инициализации' отрицательно	
Period	0.000001
Время инициализации	0

Параметры моделирования	
Конечное время интегрирования	5.0E-03
Количество секунд в единице времени	0.0E00
Абсолютная погрешность интегрирования	1.0E-06
Относительная погрешность интегрирования	1.0E-06
Погрешность по времени	1.0E-10
Максимальный временной интервал интегрирования	1.0000 1E05
Вид программы решения	Sundials/CVODE - BDF - NEWTON
Максимальный размер шага (0 означает "без ограничения")	0.0E00

Рисунок 5 – Параметры моделирования

Таким образом, полученные на модели временные диаграммы работы аналога синхронизируемого блокинг-генератора соответствуют аналитическому описанию [1] его работы, что позволяет использовать Xcos Scilab для моделирования работы ультразвуковых приборов, используемых в агропромышленном комплексе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Воробьев Н.П. Исследование и разработка ультразвукового псевдоселективного измерителя уровня загрязнённости воздуха для автоматизированной системы контроля: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.11: защищена 22.11.79; утв. 01.04.80. Томск, 1980 - 242 с. Библиогр.: с. 235-240.
2. Цифровые приборы с частотными датчиками / П.В. Новицкий [и др.]. Л.: Энергия, 1970. – 424 с.

АНАЛИЗ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Кривошеева Анастасия Петровна, студент кафедры «Электрификация производства и быта»,
e-mail: nastasia.krivosheeva@yandex.ru

Научный руководитель – Васильев Валерий Юрьевич, ассистент кафедры «Электрификация
производства и быта», e-mail: vasilievvalerij@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассмотрен вопрос энергосбережения за счет проведения мероприятий по компенсации реактивной мощности у потребителей. Проведен анализ существующих устройств компенсации реактивной мощности и приведен перечень основных устройств компенсации реактивной мощности.

Ключевые слова: энергоэффективность, компенсация, энергосберегающие мероприятия, энергосбережение, реактивная мощность.

Вопрос грамотного использования природных ресурсов считался всегда одним из самых актуальных вопросов человечества. Связано это с тем, что ресурсы ограничены и неразумное их использование может привести к социально-экономическим, экологическим и прочим глобальным проблемам.

Огромный вклад в сфере грамотного природопользования вносит энергосбережение. Само энергосбережение представляет собой некий комплекс мер, направленный на повышение значения разумного использования энергетических ресурсов в сферах жизнедеятельности человека. Кроме того, актуальность грамотного природопользования обуславливается ежегодным ростом нехватки и повышением стоимости энергоресурсов.

Рассматривая вопрос энергозатратности потребителей, можно увидеть, что многие из них являются потребителями не только активной мощности, но и реактивной. При этом, в качестве показателя ее потребления используется коэффициент мощности, рассчитываемый с помощью следующего выражения [1]:

$$\cos\varphi = \frac{P}{S}, \quad (1)$$

где $\cos\varphi$ – коэффициент мощности;

P – активная мощность;

S – полная мощность.

Реактивная мощность, в свою очередь, не приводит к совершению полезной работы, а только увеличивает потери электроэнергии, например, на создание электромагнитных полей. Кроме того, увеличение реактивной мощности в электросетях приводит к появлению дополнительной загруженности их элементов, снижению пропускной способности и, что особенно важно, просадкам напряжения в электрической сети.

Также, реактивная мощность накапливается на емкостных и индуктивных элементах, а затем возвращается обратно в сеть. Это приводит к увеличению токов в проводниках и, как следствие, их нагреву.

Проведя анализ существующих мероприятий по уменьшению реактивной составляющей мощности электросетей, было выявлено, что для предотвращения вышеуказанных явлений применяются различные компенсирующие устройства около индукционных приемников энергии. Одним из самых распространенных видов таких компенсаторов являются конденсаторные батареи. Они предназначены для выдачи в систему реактивной мощности. При использовании конденсаторных батарей снижаются потери активной энергии и напряжений за счет выдачи снижения перетоков реактивной мощности от генератора к нагрузке в сети [1].

Также, для компенсации реактивной энергии используются синхронные компенсаторы, представляющие собой синхронную машину, служащую для восполнения коэффициента мощности электросети и стабилизации напряжения.

Еще одним примером компенсационных устройств является компенсатор реактивной мощности. Он представляет собой последовательно соединенные модули, выполненные из конденсаторных групп и полупроводниковых ключей. Эти модули, в свою очередь, имеют непосредственную связь с модулем управления. Его схема изображена на рисунке 1 [2].

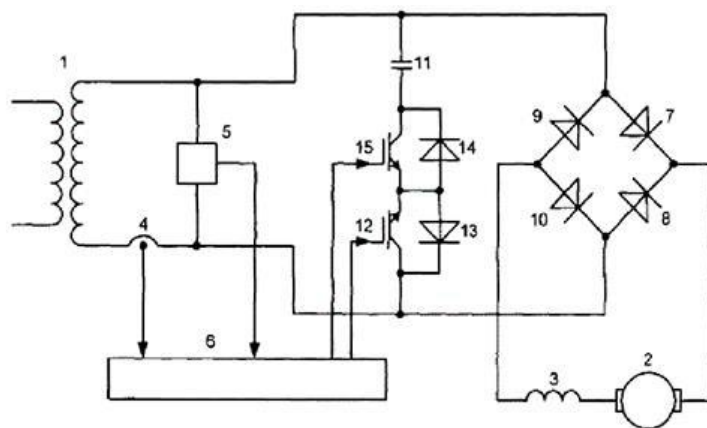


Рисунок 1- Схема компенсатора реактивной мощности

Все рассматриваемые нами устройства позволяют снизить количество реактивной энергии в электросетях и, как следствие, способствуют повышению энергоэффективности за счет уменьшения потерь на нагрев, индукционные процессы и т.д.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Малюк Е. Г. Реактивная мощность и особенности компенсации реактивной мощности в сетях жилищно-коммунального сектора // Энергетические установки и технологии 2017. Т.3. Вып. № 1. С. 57-62
4. 2. Бугаева И. В. Устройства компенсации реактивной мощности // Наука и молодежь : материалы XVII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / АлтГТУ им. И. И. Ползунова. Электрон. Текстовые дан. (1 файл: 10.1 МБ). Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2020. Ч. 8. Режим доступа: https://journal.altstu.ru/konf_2020/2020_1/54/ (дата обращения: 27.03.2021).

ОПЫТНАЯ МОДЕЛЬ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ИМПУЛЬСНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Максимов Никита Игоревич, магистрант кафедры «Электрификация производства и быта»,
e-mail: creyse.mn@icloud.com

Научный руководитель – Компанеев Борис Сергеевич, к.т.н., доцент, e-mail: kompbs@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В работе был проведен анализ применяемых устройств защиты от перенапряжений в электрической сети, отмечены их недостатки, такие как недостаточное быстродействие, а также высокий уровень перенапряжения для срабатывания такого устройства. Предложена идея разработки нового устройства защиты от возникающих в электрической сети перенапряжений на базе электронных компонентов. Разработана схема устройства и описан принцип его работы.

Ключевые слова: перенапряжение, защита от перенапряжений, схема устройства, принцип работы.

В ходе изучения вопроса о защите электрических сетей и аппаратуры от возникающих импульсов перенапряжения была предложена идея разработки нового устройства защиты. Предпосылкой к разработке данного устройства послужила недостаточное быстродействие существующих устройств, а также высокий уровень перенапряжения при котором данные

устройства начинают выполнять свои защитные функции (значение напряжения превышающее в 3-7 раз номинальное будет оказывать воздействие на защищаемые элементы в течение времени включения аппарата защиты). Эти проблемы наглядно демонстрирует статистика; так согласно данным до 60 % поломок электрического оборудования происходит в связи появления импульсных перенапряжений [1].

В процессе разработки нового устройства было принято решение использовать в его конструкции принципиально новый подход. Для создания более эффективной защиты сложных современных устройств, предлагается использовать в конструкции современную базу электронных компонентов [2].

На этапе проектирования разработана и собрана испытательная схема устройства, представленная на рисунке 1.

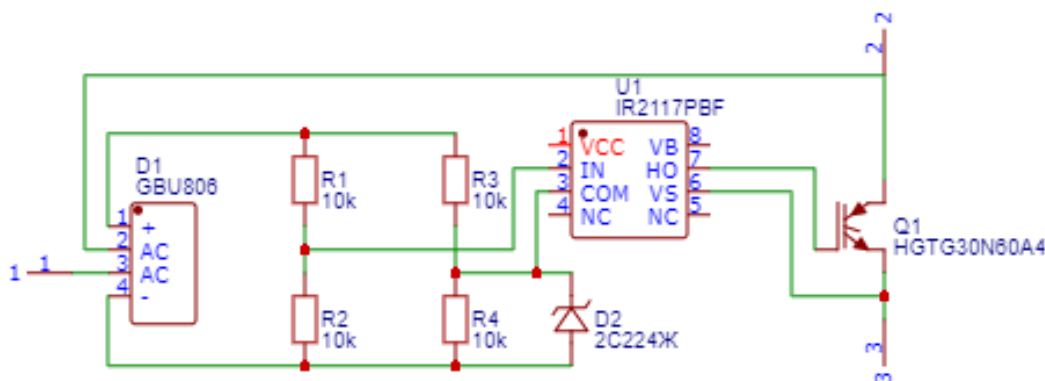


Рисунок 1 – Принципиальная электрическая схема устройства

Данная схема собрана из доступных на рынке компонентов и состоит из следующих компонентов:

- D1 – диодный мост GBU806;
- R1-R4 – резисторы 10кОм;
- D2 – стабилитрон 2C224Ж;
- U1 – одноканальный драйвер управления транзистором IR2117;
- Q1 – БТИЗ–транзистор HGTG30N60A4.

При подключении схемы к сети устройство находится в режиме ожидания. При появлении переменного напряжения на входе и его нарастании, пропорционально растет напряжение на резисторах R1-R4, данные резисторы соединены попарно последовательно и выполняют роль делителя напряжения, при этом параллельно с одним из резисторов, а именно резистором R4 подключается стабилитрон D2, который будет в дальнейшем определять напряжение открытия силового ключа. С центральных точек параллельных ветвей подается управляющее напряжение на драйвер U1, соответственно на входы IN и COM. В этом случае при повышении напряжения в питающей сети будут постепенно возрастать токи и, следовательно, напряжения в ветвях R1-R2 и R3-R4, но за счет стабилитрона рост напряжения на R4 будет ограничен, а на R2 продолжится пропорционально уровню входного напряжения. Таким образом, в тот момент, когда напряжение на R2 станет превышать напряжение на R4 произойдет открытие силового ключа и замыкание сети на землю. Уставка напряжения открытия силового ключа определяется соотношением сопротивлений резисторов R1-R4 и параметрами применяемого стабилитрона. Закрытие транзисторного ключа будет происходить в момент, когда синусоида тока будет находиться в точке перехода из положительного значения в отрицательное (точка нулевого значения). После того как транзистор закроется, устройство переходит в режим готовности к следующему включению.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Халилов Ф.Х. Средства защиты от перенапряжений [Текст] / Ф.Х. Халилов. – Санкт-Петербург: НОУ «ЦПКЭ», 2012.
2. Кудрявцев И.А. Электронные ключи: Учеб. пособие [Текст] / И.А. Кудрявцев, В.Д. Фалкин. – Самара: гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2002. – 24с.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Соловской Александр Сергеевич, магистрант кафедры «Электрификация
производства и быта», e-mail: solovskoyas@mail.ru

Научный руководитель - Никольский Олег Константинович, д.т.н., профессор,
e-mail: Nik37Oleg@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассмотрена нормативная и законодательная база для регулирования техногенного риска. Особое внимание уделяется вопросу прогнозирования опасных техногенных ситуаций. Объяснена разница между понятиями «метод прогнозирования» и «модель прогнозирования». Изложена актуальность использования нейронных сетей для прогнозирования опасных ситуаций. Разработана нейронная сеть для определения величины электротравмы обслуживающего персонала.

Ключевые слова: нейронные сети, прогнозирование, техногенный риск, человеко-машинные системы, безопасность.

Современная угроза человечеству обусловлена темповым уровнем развития не только науки, но и техники, производства. Поэтому, вопрос об обеспечении надлежащего уровня техногенной безопасности в современном мире актуален. Производственные объекты характеризуются постоянным источником опасных техногенных ситуаций, результатом которых может выступать массовая гибель людей, чрезвычайные ситуации и аварии. Снижая уровень существующей опасности, есть возможность получить потенциально иную угрозу, которая неизбежно приведет к опасным последствиям.

До недавнего времени техногенные риски определялись своей жесткой неопределенностью, происходящие за счет стечения обстоятельств, человеческого фактора и т.д. Но сейчас формируется другой принцип: большинство опасных техногенных ситуаций могут и должны быть смоделированы, чтобы снизить уровень влияния их на человека, окружающий мир. Согласно [1], только 15 % всех опасных техногенных ситуаций могли быть спрогнозированы с помощью измерения определенных параметров, выступающие в своем роде «предвестниками» чрезвычайной ситуации, аварии, электротравмы, катастрофы.

Для регулирования промышленной безопасности в РФ разработана система законодательных и нормативных актов, предусмотренных для каждого этапа функционирования системы. Существующие международные конвенции регулируют промышленную безопасность в мировом масштабе. Так, в соответствии с конвенцией «О предотвращении крупных промышленных предприятий» №174 от 22.06.1993 г. установлены требования для принятия всех надлежащих мер, предусматривающих: анализ, идентификацию и прогнозирование опасных техногенных ситуаций, и оценку факторов риска; мероприятия, направленные на повышения уровня системы безопасности; организационные мероприятия, направленные на профессиональную переподготовку; алгоритм действий в аварийных ситуациях. Целями всех законодательных и нормативных актов, направленные на регулирование техногенного риска, выступают – минимизация опасных техногенных ситуаций, максимально сократить процент возникновения аварий и максимально снизить возможные последствий крупных аварий [2].

Прогнозирование опасных техногенных ситуаций сводится к опережающей визуализации возможных техногенных ситуаций и их последствий на основе оценки риска

аварий, возникновения пожаров, электротравмы. Влияющее значение на прогноз опасной ситуации оказывают оценки человеческого фактора, окружающей среды и технического состояния электрооборудования. Но для начала рассмотрим более подробно вопрос методов прогнозирования. Между понятиями «метод прогнозирования» и «модель прогнозирования» существуют различия. Первое раскрывает всю последовательность действий, совершаемых для получения второго. Второе, в свою очередь, описывает исследуемый процесс и является базой для получения будущих значений. Обобщенная классификация моделей и методов прогнозирования представлена на рисунке 1.

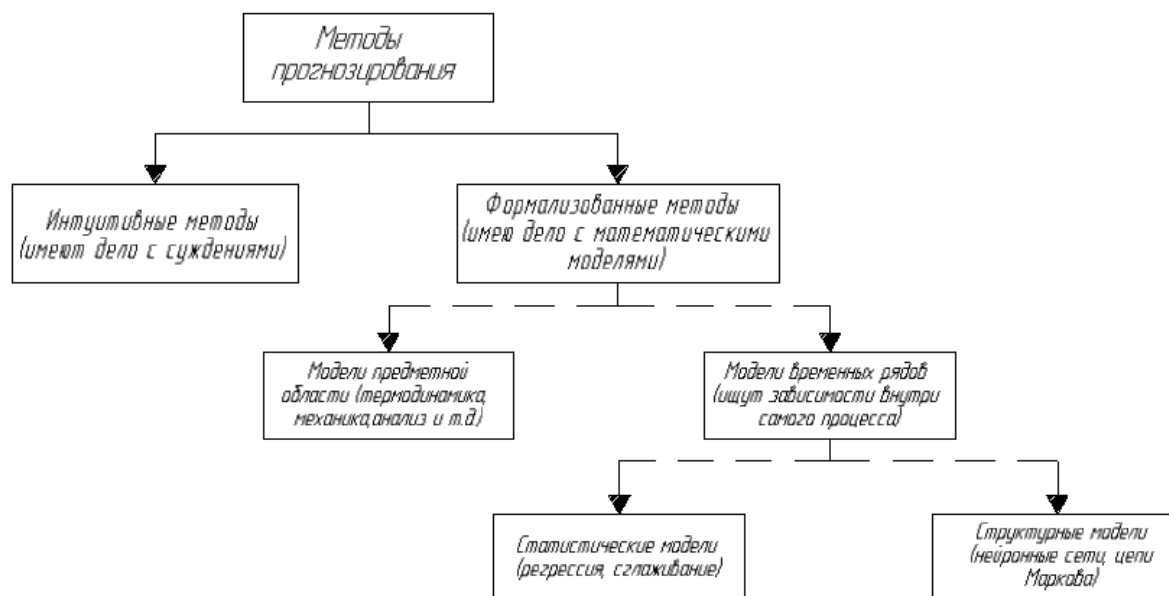


Рисунок 1 – Обобщенная классификация моделей и методов прогнозирования

Понятие «метод прогнозирования» включает в себя более широкое смысловое выражение, поэтому, на первом этапе методы прогнозирования классифицируются на интуитивные и формализованные. Интуитивные методы содержат в себе суждения и оценки экспертов. Наиболее применимы в системах маркетинга, экономики, в которой поведение необходимо спрогнозировать. Формализованные методы опираются на математический аппарат, вычисляющие зависимость и прогнозирующие будущее процесса. Последний этап классификации определяет возможные инструменты для прогнозирования. И именно устойчивость к изменениям, результативность работы с неопределенными данными и при большом объеме информации определяют преимущества использования искусственных нейронных сетей.

Всплеск развития искусственных нейронных сетей приходится на середину двадцатого века с исследованиями У. Маккаллоха и У. Питтса. Значительное внимание к искусственному интеллекту подтолкнуло к возрастанию публикаций по нейронным сетям. Поэтому, уже на сегодняшний день есть возможность утверждать о достижении определенных успехов для решения сложных задач на основе нейронных сетей.

Для решения задач прогнозирования опасных техногенных ситуаций на основе искусственного интеллекта на начальных этапах необходимо определиться с нейроархитектурой. В нашем случае использование полносвязной нейронной сети обусловлено возможной реализацией меньших скрытых слоев, которые не только ухудшают полученные результаты, но и усложняют процесс обучения [3].

Для наглядности была разработана нейронная сеть, в результате которой определяется риск получения человеком электротравмы. В процессе функционирования обслуживающий персонал может прикоснуться к токопроводящему корпусу электрооборудованию с

различным возникающим исходом. Экспертным методом устанавливаются влияющие рискообразующие факторы. Рассматривая лишь влияние человеческого фактора на электротравму человека необходимо выделить следующие основные факторы, оказывающие наибольшее влияние на исход:

1. Игнорирование техники безопасности – X_1 ;
2. Уровень профессионализма обслуживающего персонала – X_2 ;
3. Ошибки в оперативных переключениях – X_3 .

Полносвязная нейронная сеть прямого распределения для прогнозирования электротравмы человека представлена на рисунке 2.

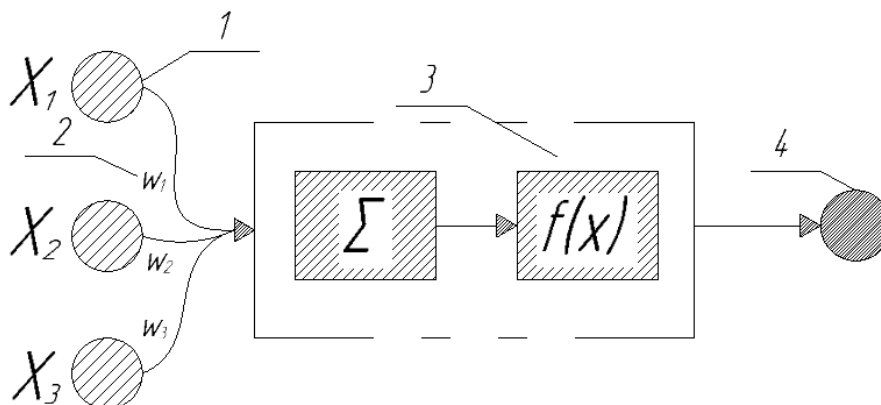


Рисунок 2 – Полносвязная нейронная сеть прямого распределения

Представленная на рисунке 2 нейронная сеть включает в свой состав следующие составляющие – входные сигналы (обозначаемые X_n – 1), веса каждого входного сигнала (w_i – 2), функция активации (в нашем случае используется сигмоидальная функция активации, позволяющая на выходе получить конкретное число – 3) и выходной сигнал (представленный в виде конкретного числа и показывающий величину потенциального риска – 4).

Рассмотрим случай функционирования нейронной сети для определения величины риска получения обслуживающим персоналом электротравмы. Представим, что экспертная оценка всех рискообразующих факторов (X_1 , X_2 , X_3) представлена в виде терм-множества «удовлетворительно» (числовое значение – 0,5). Тогда, на выходе будет представлена возможность электротравмы для этих терм-множеств, а именно 0,018 (10^{-3}). На основе полученных результатов есть возможность делать вывод об уровне настоящего риска на производственных объектах (обозначим, что величина допустимого риска составляет 10^{-4}). Так, в нашем случае, величина полученного значения риска характеризуется как «высокий», для снижения которого необходимо применять организационные или технические мероприятия (нейронная сеть была реализована на языке программирования *Python*).

Гибкость нейронной сети, возможность ее обучения, возможность редактирования входных данных позволяет расширить функционал для прогнозирования опасных техногенных ситуаций. Так, существенно изменив структуру разработанной нейронной сети, можно спрогнозировать уже не только уровень получения электротравмы человеком, но и течение определенной техногенной опасности, определения, на основе входных данных, процент возникновения каждой определенной чрезвычайной ситуации, которая позволит снизить уровень электротравматизма, пожара и аварии в системе электроснабжения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Петров С.В. Опасные ситуации техногенного характера и защита от них. М.: ЭНАС, 2008. 224с.
2. Федеральный закон «О ратификации конвенции о предотвращении крупных промышленных аварий (Конвенции №174)»: утв. постановлением Правительства Рос.

Федерации от 30.11.2011 №366-ФЗ: в ред. Постановления Правительства Рос. Федерации от 01.12.2011 // Собрание законодательства Рос. Федерации. 2011. №49. ст. 7044.

3. Барский А.Б. Логические нейронные сети: Учебное пособие. М.: Бином, 2013. 352 с.

ПРОБЛЕМАТИКА УТОЧНЕНИЯ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Титова Татьяна Анатольевна, магистрант кафедры «Электрификация производства и быта»,
e-mail: tanya.tu1234@gmail.com

Научный руководитель - Нефедов Сергей Федорович, к.т.н., e-mail: nfdv@inbox.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Целью научной работы является создание и апробация методики расчета потерь электрической энергии, учитывающей дополнительные факторы относительно методики Минэнерго РФ. В качестве объекта исследования были взяты сети электроснабжения от 35 кВ. Первичной задачей ставится выявление и учёт факторов, способных оказывать дополнительное влияние на качество расчёта технических потерь. На следующем этапе предполагается получение картины потерь электроэнергии, демонстрирующей и эффективность, и проблемные места применения методик.

Ключевые слова: *потери электроэнергии, виды потерь, оптимизация работы, распределительные сети, энергоресурсосберегающая политика.*

На сегодняшний день существует эффективная методика оценки технических потерь электроэнергии, представленная Минэнерго РФ [1]. Она задаёт стандарты качества при расчётах и удовлетворяет реальным показателям приборов в большинстве случаев. Однако применение данной методики на практике продемонстрировало, что в ряде случаев наблюдаются достаточно сильно выраженные расхождения между расчётными данными и реальными цифрами. Одной из основных целей научной работы, которую мы перед собой ставим является создание и апробация методики, учитывающей дополнительные факторы относительно Минэнерго РФ.

Чтобы проверить эффективность работы расчётных методов, которые должны будут учитывать ряд факторов, позволяющих улучшить данную методику, потребуется провести ряд сравнительных расчётов на примере объектов инфраструктуры сетей электроснабжения, а также обратить внимание на реальные значения потерь электроэнергии для этих объектов.

В основе работы лежит предположение, что существуют такие факторы, которые в ряде случаев не оказывают большого влияния на расчёт технологических потерь. Но в некоторых ситуациях их вклад значителен. И если данные факторы учесть, то расчёт будет намного более точным. Это предположение позволяет особым образом взглянуть на ситуацию. Так как речь идёт об очень больших суммах в рублях при значительных объёмах передаваемой энергии в течении каждого эксплуатационного сезона, данная задача носит очень актуальный характер несмотря на высокое качество исходной методики. Решение такой задачи позволит экономить средства на регулярной основе.

В качестве объекта исследования были взяты сети электроснабжения от 35 кВ. Первичной задачей ставится выявление и учёт факторов, способных оказывать дополнительное влияние на качество расчёта технических потерь. На следующем этапе предполагается получение картины потерь электроэнергии, демонстрирующей и эффективность, и проблемные места применения методик: Минэнерго РФ и нашей. В результате такого моделирования и последующего анализа предполагается переход к третьему этапу: задаче сведения к минимуму проблемных мест и неточностей в нашей методике. В рамках решения этих задач оценка качества методик будет осуществляться на данных для реальных объектов.

Для того, чтобы провести такую работу, требуется выполнение значительного объёма расчётов, которые достаточно сложно структурировать и представить в виде классических

табличных форм, таких как документ Excel. Табличные калькуляторы позиционируются компаниями, занимающимися их разработкой, как универсальные программы. И это является как их несомненным преимуществом, так и недостатком. Чтобы моделировать процессы, происходящие в сетях электроснабжения гораздо выгоднее иметь под рукой набор инструментов, некий программный продукт, который специально предназначен для этого.

Главными проблемами универсальных программ помимо изначально усложнённого под различные гипотетические задачи интерфейса является: во-первых, необходимость хранить и обрабатывать данные, представленные множеством документов, во-вторых, отсутствие качественно построенных связей между этими документами. Речь идёт о связях, напрямую отражающих логику модели, оперирующей сферой электроэнергетики. А в-третьих, программы такого типа представляют собой с точки зрения пользователя так называемый чёрный ящик, что значительно снижает прозрачность моделей, построенных на их основе. Кроме того, это сильно затрудняет поиск ошибок внутри моделей и оптимизацию их работы.

В этой связи нами планируется построение моделей, опирающихся на рассматриваемые в данной статье методики: Минэнерго РФ и улучшенной, создаваемой нами на её же основе в программном комплексе, специально разрабатываемом для решения научных задач в сфере электроэнергетики на кафедре ЭПБ Энергетического факультета АлтГТУ.

Работа с такой задачей ставит необходимость построения базы данных как нормативно справочного характера, так и в рамках описания инфраструктуры объекта сети электроснабжения. Множественность связанных с элементами инфраструктуры табличных данных потребует использование реляционного подхода в проектировании и построения соответствующих ветвящихся структур, изображающих реальную сеть [2]. Такие структуры будут представлены как в базе данных, так и в визуальном интерфейсе, делающем удобной навигацию по документу.

Сама идеология построения программного комплекса должна подразумевать возможность его сопровождения и обновления в целях актуализации для новых версий операционных систем и новых компьютеров, так как различные задачи в сфере электроэнергетики постоянно сохраняют свою актуальность.

В процессе решения группы задач, рассматриваемой в данной статье, отдельное внимание планируется уделить следующим вопросам: в чём заключается причина расхождения оценок по разным методикам, а также по одной конкретно взятой методике и реальным показаниям приборов? Как именно нужно учитывать исправления в линии электроснабжения [3]? Как изображать выполнение проверки элементов инфраструктуры сети: изоляторов, трансформаторов, как учитывать необходимость и факт устранения растительности.

На текущем этапе проектирования нами предполагается, что для заданного в такой программе объекта сети электроснабжения в виде единого документа будут одновременно построены две модели: под исходную и улучшенную методики. Также в документ программы будут внесены и реальные показатели технических потерь электроэнергии. А затем с учётом дополнительных факторов, отражённых в расчётах при моделировании, будут построены графики распределения технических потерь согласно исследуемым методикам и реальным данным. На основании полученной картины можно будет проводить анализ и делать выводы. А в последствии улучшать методику и оперативно получать результаты моделирования с учётом внесённых изменений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Приказ Министерства России от 03 февраля 2005 №21 «Об утверждении методики расчета нормативных (технологических) потерь электроэнергии в электрических сетях». Доступ из информационно-правовой системы «Консультант Плюс».

2. Основы технологий баз данных : учеб. пособие / Б.А. Новиков, Е. А. Горшкова; под ред. Е. В. Рогова. М.: Издательство «ДМК Пресс», 2019. 240 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/123699> (дата обращения: 27.03.2021).

3. Основы электроснабжения : учебное пособие / Ю. М. Фролов, В.П. Шелякин. СПб.: Издательство «Лань», 2012. 480 с.: ил. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4544> – Загл. с экрана.

ПОДСЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД»

ПОЛУПРОВОДНИКОВОЕ УСТРОЙСТВО ЗАПУСКА ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ОТ ОДНОФАЗНОЙ СЕТИ

Глуховский Данил Денисович, бакалавр кафедры «Электротехника и автоматизированный электропривод», e-mail: unicorjesus@gmail.com

Научный руководитель - Еремочкин Сергей Юрьевич, к.т.н., доцент,
e-mail: s.eremochkin@yandex.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Работа посвящена изучению и выявлению наилучшего способа запуска трехфазного асинхронного электродвигателя от однофазной сети с помощью полупроводникового устройства. Целесообразность использования этих двигателей обусловлена потребностями промышленных и бытовых устройств. В настоящее время существует огромное количество способов и схем для подключения трехфазных асинхронных двигателей к однофазной сети, которые должны обеспечить запуск и четкую работу двигателя.

Ключевые слова: трехфазный асинхронный электродвигатель, однофазная сеть, полупроводниковое устройство, электропривод.

Трехфазный асинхронный электродвигатель широко используется в современном электроприводе благодаря надежности и простоте конструкции. Он применяется в системах электропривода промышленных и домашних устройств. Иногда возникает необходимость подключить трехфазный асинхронный электродвигатель к однофазной сети, так как применение трехфазной сети в бытовых условиях не предусмотрено либо экономически нецелесообразно [1].

Существуют три основных способа питания трехфазного асинхронного электродвигателя от однофазной сети: прямое включение; использование емкостных, индуктивно-емкостных фазосдвигающих цепей; запуск и работа с помощью частотного преобразователя [2].

Основными недостатками некоторых способов подключения трехфазного асинхронного двигателя к однофазной сети являются: высокое потребление электроэнергии; дороговизна сборки конструкции; ненадежность; большой габарит.

Для решения этой проблемы мы изучим все способы и выявим один наилучший для запуска трехфазного электродвигателя от однофазной сети с помощью полупроводникового устройства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Подключение трехфазной обмотки электродвигателя к однофазной сети: сайт. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podklyuchenie-trehfaznoy-obmotki-elektrodvigatelya-k-odnofaznoy-seti/viewer> (дата обращения: 27.03.2021).

2. К вопросу об эффективном использовании мобильных машин в АПК: сайт. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-effektivnom-ispolzovanii-mobilnyh-mashin-v-apk/viewer> (дата обращения: 27.03.2021).

К ВОПРОСУ ВЫБОРА УСТРОЙСТВА ЗАПУСКА ТРЕХФАЗНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТ ОДНОФАЗНОЙ СЕТИ

Еремочкин Сергей Юрьевич, к.т.н., доцент, e-mail: s.eremochkin@yandex.ru

Дорохов Данил Валерьевич, студент кафедры «Электротехника и автоматизированный электропривод», e-mail: danil.dorokhov.2000@mail.ru

Научный руководитель – Стальная Мая Ивановна, к.т.н., профессор,
e-mail: vens-1@yandex.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В данной статье предложено новое устройство запуска и работы трехфазного асинхронного короткозамкнутого электродвигателя от однофазной сети. Приведена принципиальная схема и описан принцип работы разработанного устройства. Обосновано его применение в электроприводе мобильных лабораторных установок, используемых при геологоразведке.

Ключевые слова: электродвигатель, векторно-алгоритмическое управление, устройство запуска, электрический привод, оборудование для геологоразведки.

Важным этапом добычи полезных ископаемых является процесс поиска новых месторождений, который включает геологическую разведку. При геологоразведке часто возникает необходимость проведения лабораторных исследований в условиях отдаленной местности. В частности, для анализа горных пород требуется производить измельчение образцов. Между тем, в электроприводе большинства мобильных лабораторных установок, таких как щековые дробилки, дисковые истиратели и др., используются трехфазные асинхронные электродвигатели малой и средней мощности. Их применение объясняется дешевизной и легкостью эксплуатации [1-3]. Таким образом, для работы электропривода лабораторных установок требуется трехфазная питающая сеть, которая часто отсутствует в местах проведения геологоразведочных работ. В этом случае может возникнуть необходимость запуска трехфазного двигателя от однофазной сети, получившей наибольшее распространение в отдаленной местности.

Для запуска трехфазных двигателей от однофазной сети часто применяется схема, содержащая фазосдвигающие конденсаторы. Данный способ содержит ряд недостатков: бумажные конденсаторы большой емкости имеют большие габариты и массу, что снижает мобильность всей установки. Более эффективным решением является применение полупроводниковых преобразователей, которые имеют значительно меньшие габариты и стоимость [4].

На кафедре «Электротехника и автоматизированный электропривод» АлтГТУ разработано одно из таких устройств, получившее название «Полупроводниковое устройство запуска трехфазного асинхронного электродвигателя от однофазной сети» [5]. Принципиальная схема устройства представлена на рисунке 1.

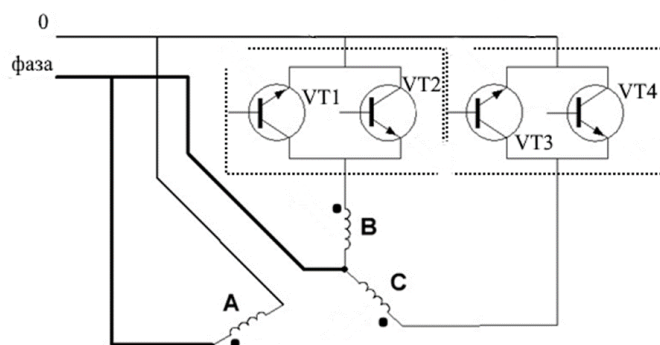


Рисунок 1 – Принципиальная схема полупроводникового устройства запуска

Рассматриваемое полупроводниковое устройство предназначено для запуска и работы трехфазных асинхронных электродвигателей от однофазной сети. Устройство содержит два

полупроводниковых ключа, выполненных в виде встречно-параллельно соединенных биполярных транзисторов п-р-п-типа. При подаче на транзисторы управляющих сигналов по заданному алгоритму возможно получить вращающееся магнитное поле статора двигателя. Векторная диаграмма поля статора двигателя представлена на рисунке 2.

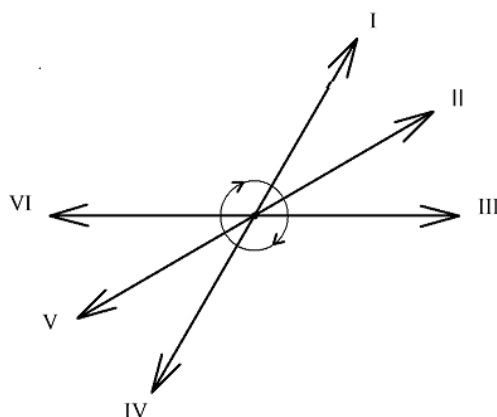


Рисунок 2 – Векторная диаграмма поля статора двигателя

Алгоритм открытия транзисторов выглядит следующим образом. Период питающего напряжения разбивается на шесть равных промежутков времени ($t_0 - t_5$). Для получения первого положения вектора магнитодвижущей силы, при положительной полуволне питающего напряжения, в начальный момент времени подается управляющий сигнал на транзистор VT1. Ток протекает по первой (А) и второй (В) обмоткам статора. Для получения второго положения вектора магнитодвижущей силы, при положительной полуволне питающего напряжения, в момент времени t_1 подаются управляющие сигналы на транзисторы VT1 и VT3. Ток протекает по первой (А), второй (В) и третьей (С) обмоткам статора. Для получения третьего положения вектора магнитодвижущей силы, при положительной полуволне питающего напряжения, в момент времени t_2 подается управляющий сигнал на транзистор VT3. Ток протекает по первой (А) и третьей (С) обмоткам статора. Для получения четвертого положения вектора магнитодвижущей силы, при отрицательной полуволне питающего напряжения, в момент времени t_3 подается управляющий сигнал на транзистор VT2. Ток протекает по первой (А) и второй (В) обмоткам статора. Для получения пятого положения вектора магнитодвижущей силы, при отрицательной полуволне питающего напряжения, в момент времени t_4 подаются управляющие сигналы транзисторы VT2 и VT4. Ток протекает по первой (А), второй (В) и третьей обмоткам статора. Для получения шестого положения вектора магнитодвижущей силы, при отрицательной полуволне питающего напряжения, в момент времени t_5 подается управляющий сигнал на транзистор VT4. Ток протекает по первой (А) и третьей (С) обмоткам статора. При следующей положительной полуволне питающего напряжения алгоритм открытия транзисторов повторяется.

На основании выше изложенного можно сделать вывод о том, что предложенное устройство позволяет осуществлять запуск и работу трехфазных асинхронных электродвигателей непосредственно от однофазной питающей сети при использовании простой и дешевой силовой схемы, выполненной на полупроводниковых ключах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Еремочкин С.Ю., Королев Д.А. Устройство регулирования скорости вращения ротора трехфазного асинхронного электродвигателя для пастеризационных установок // Наука и молодежь: мат. 15-й Междунар. науч.-техн. конф.; г. Барнаул, 25 апреля 2018. С. 41-43.
2. Еремочкин С.Ю., Дорохов Д.В. Реверсивный полупроводниковый коммутатор запуска трехфазного асинхронного короткозамкнутого электродвигателя от однофазной сети

// Энерго- и ресурсосбережение - XXI век: Материалы XVIII междунар. науч.-практ.конф.; г. Орел, 8-10 декабря 2020. С. 43-48.

3. Еремочкин К.С., Еремочкин С.Ю. Рациональное использование электрифицированных машин при однофазном электроснабжении // Энергетика глазами молодых. 2017. С. 53-56

4. Еремочкин, С. Ю. Повышение эффективности мобильных машин в апк на основе векторно-алгоритмического управления электродвигателем : дис.....канд. техн. наук: 05.20.02. Барнаул, 2014. 151 с.

5. Полупроводниковое устройство запуска трехфазного асинхронного электродвигателя от однофазной сети: пат. 192777 Рос. Федерация / М.И. Стальная, С.Ю. Еремочкин, Д.В. Дорохов. № 2019118851; заявл. 17.06.2019; опубл. 01.10.2019, Бюл. №28.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТАРЕВШИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЛИНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Елишев Антон Викторович, бакалавр кафедры «Электротехника и автоматизированный электропривод», e-mail: anton14091999@gmail.com

Научный руководитель - Стальная Мая Ивановна, к.т.н., профессор, e-mail: dialogp@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассмотрен вопрос использования частотных преобразователей с обратной связью вместо редукторов в системах с асинхронным двигателем. Рассмотрено использование систем нагрева на базе ШИМ с использованием ПИД-регулятора. Предоставлены необходимые требования для работы нагревателей с использованием ШИМ. Оценен эффект, производимый усовершенствованием. Произведено сравнение предложенных методов с существующими аналогами.

Ключевые слова: частотный преобразователь, нагреватель, управляемый ШИМ, регулирование мощности нагревателей, постоянная скорость вращения, ПИД-регулятор, векторный ПЧ, производственная линия.

В наши дни в России достаточно большое распространение имеют автоматизированные производственные линии, произведенные в конце 20 века. Некоторые из данных линий по сей день остаются в работе, при этом линии не потерпели с момента своего производства значительных изменений, а некоторые узлы изнашивались и не выполняют свои функции в полной мере. В свою очередь, современные реалии диктуют свои правила о качестве продукции, а продукция, произведенная на старых линиях этим правилам, не соответствует. Таким образом, актуальной становится проблема замены изношенных или устаревших узлов на современные аналоги, которые вдохнут в старые линии новую жизнь.

В подавляющем большинстве производственных линий встречаются узлы, для которых необходимо плавное регулирование скорости вращения узлов, приводимых в движение, асинхронными двигателями. Такие узлы могут отвечать за вращение различных валов, намотку готовых изделий, подачу заготовок и другое. При этом зачастую плавное регулирование скоростью данных узлов осуществляется с помощью вариаторов, которые способны механически изменять передаточное число в процессе работы. Принципиальная схема вариатора показана на рисунке 1. Вариаторы не отличаются большой надежностью, громоздки и дорогостоящи. Кроме того, изношенные вариаторы могут самопроизвольно изменять передаточное число [1]. При изменении нагрузки на валу вариатора, в связи с использованием асинхронного двигателя, скорость вращения валов изменяется. Все вышесказанное негативно сказывается на качестве конечной продукции производимой на линии такого типа. Данная проблема особенно актуальна для производственных линий, где момент на валу двигателя может изменяться в процессе работы, а скорость должна оставаться постоянной.

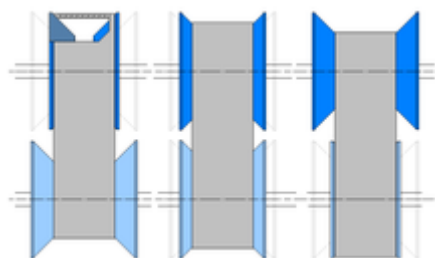


Рисунок 1 – Принципиальная схема вариатора

Современным аналогом данного узла, обеспечивающим плавное регулирование в приводах с использованием асинхронных двигателей, может стать узел, где вариатор заменен на значительно более надежный редуктор, а регулирование частоты вращения происходит путем изменения частоты питающего двигателя напряжения, с помощью частотного преобразователя. Функциональная схема частотного преобразователя показана на рисунке 2, где слева изображена питающая сеть, далее идет выпрямитель, который преобразует переменный ток в постоянный и зачастую выполнен на базе диодов или тиристоров, если выпрямитель управляемый. После выпрямителя напряжение поступает на батарею конденсаторов, которая выступает в роли стабилизатора напряжения и фильтра. Последней изображенной частью частотного преобразователя является инвертор, который преобразует постоянное напряжение в переменное напряжение необходимой частоты и амплитуды с помощью широтно-импульсной модуляции. Инвертор зачастую выполнен на транзисторах, к каждому из которых параллельно подключен диод для гашения ЭДС самоиндукции, возникающая в процессе коммутации транзисторов и может привести к выходу их из строя. Далее преобразованное напряжение поступает на двигатель. С вала двигателя вращение зачастую преобразуется редуктором и поступает на рабочий орган. Частотные преобразователи обладают большей надежностью, большим постоянством, чем вариаторы. Если необходимо постоянство скорости вращения валов при условии изменяющегося момента на валу асинхронного двигателя, существует возможность использования частотного преобразователя с векторным регулированием. При этом в случае работы на низких скоростях может быть использован векторный частотный преобразователь без датчика обратной связи, данный режим иногда называется “форсирование момента”, при этом частотный преобразователь по величине реактивного сопротивления определяет скорость вращения двигателя, а при ее изменении, поднимает величину напряжения, поступающего на двигатель, что может приводить к дополнительному нагреву двигателя, что также необходимо учитывать. В случае работы двигателя на частоте близкой к номинальной, необходимо использовать датчик обратной связи, в роли которого может выступать инкодер. В таком случае замедление вращения двигателя определяется датчиков, при этом частотный преобразователь изменяет частоту напряжения, поступающего на двигатель. Данный режим является более щадящим для двигателя. Также отметим, что стоимость частотных преобразователей сопоставима со стоимостью вариаторов.

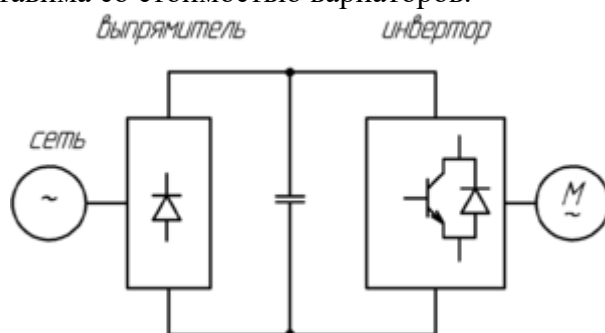


Рисунок 2 – Функциональная схема преобразователя частоты

Кроме того, большое распространение в производственных линиях имеют узлы, осуществляющие нагрев сырья до определенной температуры с помощью электрических нагревателей. При этом, с этой целью используются системы на базе порогового нагрева. В случае использования систем порогового нагрева в узлах с большой тепловой инерцией появляется проблема расхождения температуры нагревателя и ближайшего к нему сырья и температуры датчика, при этом возможны значительный перегрев или недогрев сырья [2]. Данная проблема проявляется тем значительнее, чем больше тепловая инерция узла и чем дальше датчик находится от нагревателя. Так, температура нагревателя может отличаться от необходимой на величину до 10 градусов Цельсия и изменяться в положительную и отрицательную сторону в процессе работы. Все вышесказанное значительно сказывается на качестве продукции. Кроме того, на практике при значительном перегреве узлов нагрева зачастую для их ускоренного охлаждения используются воздушные турбины, которые охлаждают нагреватели воздушными потоками. Данный метод характеризуется дополнительными потерями энергии.

Для решения вышеупомянутой проблемы может применяться система управления нагревателями с использованием широтно-импульсной модуляции, при этом коэффициент заполнения импульсов определяется ПИД-регулятором. Использование ШИМ позволяет плавно изменять средний ток, протекающий по нагревателям и тем самым регулировать их нагрев. Принцип работы низкочастотной широтно-импульсной модуляции поясняется рисунком 3, где I_n -ток нагрузки, U_c -напряжение сети, $U_{упр}$ - управляющее напряжение. К особенностям данного метода относится то, что коммутация нагревателей происходит довольно часто. Такой режим работы обычные контакторы не выдерживают, и приходится использовать твердотельные реле, стоимость которых, в среднем, в 2 раза больше. Кроме того, для использования данного метода необходим контроллер, который будет определять выходной сигнал с ПИД-регулятора и соответственно коэффициент заполнения ШИМ. При правильной настройке ПИД-регулятора данная система способна обеспечить постоянство температуры сырья. Отметим, что твердотельное реле содержит в своей схеме датчик нуля, поэтому после пропадания управляющего сигнала реле закрывается только при токе, равном нулю.

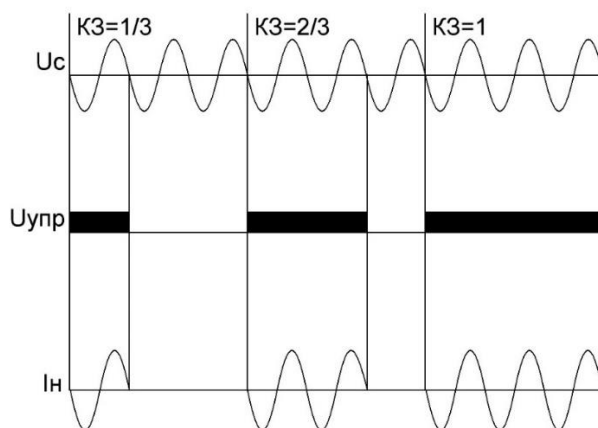


Рисунок 3 – Низкочастотная широтно-импульсная модуляция

Таким образом, использование современных технологий, а именно нагревателей, работающих с использованием ШИМ, и частотных преобразователей способно улучшить качество продукции, выпускаемой производственными линиями, произведенными в конце 20 века.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Москаленко В. В. Электрический привод: учебник. Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2015. 400 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-009474-8. URL: <https://znanium.com/catalog/product/443646> (дата обращения: 04.04.2021). Режим доступа: по подписке.

2. Юдаев И. В., Живописцев Е. Н. Электрический нагрев: учебное пособие для СПО. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 196 с. ISBN 978-5-8114-6696-2. Доступ из электронно-библиотечная система Лань : сайт. URL: <https://e.lanbook.com/book/151675> (дата обращения: 04.04.2021). Режим доступа: для авториз. пользователей.

ПОСТРОЕНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ВЕКТОРНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ТИПА ДЛЯ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Жуков Алексей Андреевич, бакалавр кафедры «Электротехника и автоматизированный электропривод», e-mail: zh_astu@mail.ru

Научный руководитель – Еремочкин Сергей Юрьевич, к.т.н., доцент,
e-mail: S.Eremochkin@yandex.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Произведено исследование асинхронного электропривода с однофазным частотным регулятором скорости с помощью компьютерной имитационной модели. Разработана имитационная модель однофазного частотного регулятора скорости трехфазного асинхронного электродвигателя в среде MatlabSimulink. Произведено исследование характеристик электропривода на основе имитационной модели. Проанализированы результаты исследования. Выявлено, что характеристики трехфазного асинхронного двигателя, управление которого происходит посредством однофазного частотного регулятора скорости, имеют удовлетворительные показатели при питании электропривода от однофазной сети.

Ключевые слова: компьютерное имитационное моделирование, асинхронный электропривод, векторно-алгоритмическое управление, преобразователь векторно-алгоритмического типа, однофазная питающая сеть.

Среди асинхронного электропривода наиболее широкое применение получил асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором. Его распространенность обусловлена простым устройством конструкции электродвигателя и низкими затратами на техническое обслуживание [1,2]. Однако в некоторых случаях отсутствует возможность подключения электродвигателя к трехфазной питающей сети, поэтому возникают ситуации, когда необходимо наиболее эффективным способом осуществить питание трёхфазного асинхронного электродвигателя от однофазной сети [3].

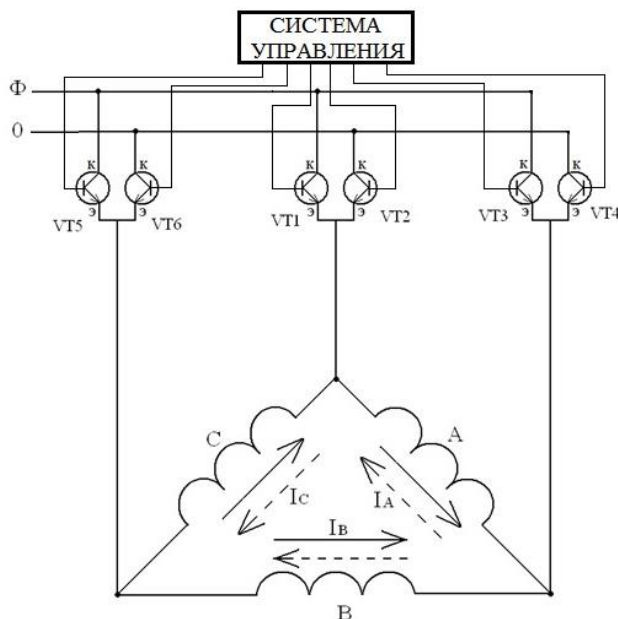


Рисунок 1 – Принципиальная электрическая схема полупроводникового преобразователя: VT1-VT6 – силовые транзисторы; A, B, C – первая, вторая и третья статорные обмотки двигателя; Φ – фаза питающей сети; 0 – ноль питающей сети

Работа трехфазных двигателей от однофазной сети может быть осуществлена только при использовании специальных преобразующих устройств. В данной работе в качестве такого устройства рассмотрен полупроводниковый преобразователь, предназначенный для запуска трехфазного двигателя от однофазной сети [4]. В данном устройстве система управления выполнена по принципу векторно-алгоритмической коммутации обмоток статора двигателя. На рисунке 1 представлена принципиальная электрическая схема полупроводникового преобразователя.

Предлагаемый полупроводниковый преобразователь относится к устройствам запуска трехфазных асинхронных электродвигателей от однофазной сети, и может применяться в электроприводе для питания трехфазных асинхронных электродвигателей, статорные обмотки которых соединены по схеме «треугольник».

Векторная диаграмма вращения поля статора представлена на рисунке 2.

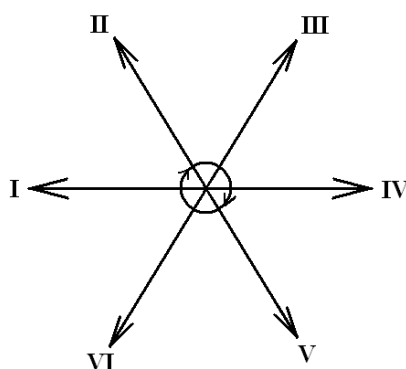


Рисунок 2 – Векторная диаграмма вращения поля статора

Построение адекватной компьютерной имитационной модели, отображающей с высокой степенью точности электромеханические процессы в электроприводе, даёт возможность производить исследование электрических и механических характеристик электродвигателя при отсутствии затрат на опытные испытания. Наиболее широкое применение в области компьютерного имитационного моделирования асинхронного электропривода с полупроводниковыми устройствами питания имеет пакет прикладного программного обеспечения Matlab Simulink [5].

С помощью данного программного обеспечения было проведено исследование работы данного устройства. На рисунке 3 изображена механическая характеристика трехфазного электродвигателя при работе с полупроводниковым преобразователем.

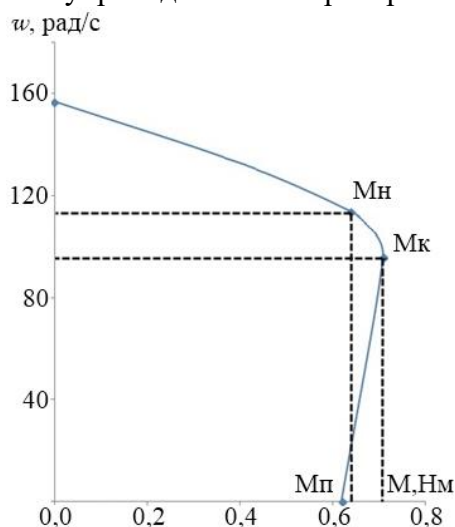


Рисунок 3 – Механическая характеристика электродвигателя при работе с полупроводниковым преобразователем

Из графика, представленного на рисунке 3, видно, что значение пускового момента электродвигателя при работе с полупроводниковым преобразователем составляет $M_{п}=0,62$ Нм, значение критического момента равно $M_{кр}=0,71$ Нм.

На рисунке 4 изображен график электромагнитного момента при питании от полупроводникового преобразователя.

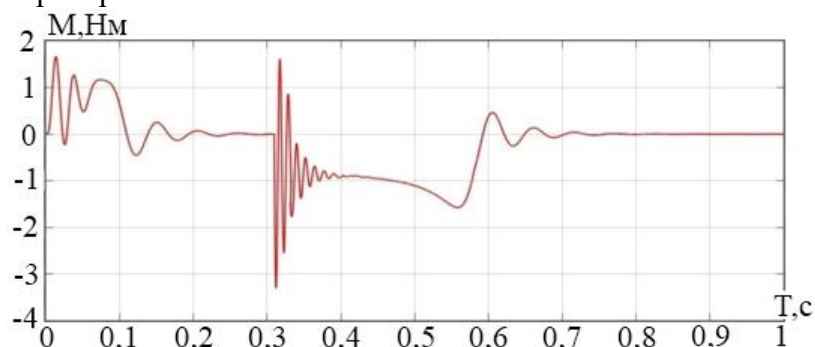


Рисунок 4 – График электромагнитного момента трехфазного асинхронного двигателя при работе с полупроводниковым преобразователем

Из осциллограммы на рисунке 4 видно как происходит колебание вращающего момента на валу электродвигателя в разные моменты времени. От начала времени моделирования 0 сек. и до начала торможения противовключением, вращающий момент колеблется от 1,8 Нм до -0,5 Нм и стремится к установившемуся значению в 0 Нм. Вращающий момент при торможении противовключением, в момент времени от 0,3 сек. и до 0,48 сек., колеблется от -3,3 Нм до 1,8 Нм и стремится к установившемуся значению в -1 Нм. Вращающий момент при реверсе, в момент времени от 0,48 сек. и до конца времени моделирования, колеблется от -1,5 Нм до 0,5 Нм и стремится к установившемуся значению в 0 Нм.

Таким образом, с помощью компьютерного имитационного моделирования в среде Matlab Simulink удалось провести исследование характеристик преобразователя векторно-алгоритмического типа для трехфазного асинхронного электродвигателя. Рассмотренная в данной статье схема электропривода показывает хорошие энергетические показатели. Значение пускового момента электродвигателя при работе с данным устройством составляет $M_{п}=0,62$ Нм, значение критического момента равно $M_{кр}=0,71$ Нм. Данная схема имеет высокую надежность вследствие использования простых силовых полупроводниковых элементов, и может быть применена, в механизмах автоматизации производства при отсутствии трехфазной сети электроснабжения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Васильев Б.Г. Электропривод. Энергетика электропривода: учебник. М.: Солон-пресс, 2015. 268с.
2. Стальная М.И., Ерёмочкин С.Ю. Моделирование электромеханических характеристик трехфазного электродвигателя с преобразователем, выполненным по схеме однофазная сеть - трехфазная сеть // Электротехника. 2016. №12. С. 60-63.
3. Герман-Галкин С.Г. Matlab Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. Спб.: КОРОНА-Век, 2008. 368 с.
4. Однофазный частотный регулятор скорости, ведомый сетью, для трехфазного асинхронного короткозамкнутого электродвигателя: пат. 2461118 Рос. Федерация / М.И. Стальная, С.Ю. Еремочкин, В.С. Солопов. №2011113032/07; заявл. 05.04.2011; опубл. 05.04.2011.
5. Шрейнер Р. Т. Системы подчиненного регулирования электроприводов. Екатеринбург: Издво ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. 279 с.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ АВТОНОМНОГО ПОТРЕБИТЕЛЯ

Иванов Илья Алексеевич, аспирант кафедры «Электропривода и автоматизации промышленных установок», e-mail: i.a.ivanov@corp.nstu.ru

Научный руководитель – Котин Денис Алексеевич, к.т.н., доцент, e-mail: d.kotin@corp.nstu.ru
Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, Россия

Рассматривается проблема электроснабжения автономных потребителей широкого диапазона мощности, в результате решения которой предлагается использовать модульную конструкцию системы электроснабжения автономного потребителя, с использованием ранее разработанных и исследованных многообмоточных синхронных генераторов с постоянными магнитами. В статье представлена структурная схема, позволяющая унифицировать энергоснабжающий комплекс, и общий алгоритм управления всем объектом.

Ключевые слова: smartgrid, умные сети, автономный потребитель, синхронный генератор, автономные потребители.

В современном мире существует тенденция перехода к системе электроснабжения автономных потребителей по принципу «smartgrid». Суть данного принципа заключается в повышении энергетической эффективности и надёжности за счет обмена информацией средств учета электроэнергии и средств контроля вырабатываемой мощности, и сведения их разницы к минимуму, для обеспечения минимальных потерь при передаче, использовании и накоплении.

В связи с широким разбросом мощностей [1], потребляемых автономными потребителями, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Типовые потребляемые мощности автономных потребителей

Потребляемая мощность, кВт	Тип автономного потребителя
0,1 – 1	автономное освещение, системы связи, метеостанции, системы мониторинга и наблюдения
1 – 10	системы телекоммуникации, небольшие поселки, частные домохозяйства
10 – 100	поселки и деревни, частные производства, сезонные производства, фермы и объекты туризма
100 и более	индустриальные объекты и большие жилые территории

Следуя таблице 1, видно, что существует большой диапазон автономных потребителей, мощности которых различаются более чем в 1000 раз. Из-за этого необходимо уделить должное внимание конструкции узлов генерирующего комплекса, занимающегося регулированием и распределением электрической энергии, и алгоритмами управления узлами и всем комплексом в целом.

Для унификации разрабатываемого комплекса электроснабжения автономного потребителя (КЭСАП) предлагается произвести разработку модульной системы электроснабжения автономного потребителя, которая позволила бы легко масштабировать систему электроснабжения без значительных затрат, с сохранением общих алгоритмов и принципов управления узлами и комплексом в целом. Помимо этого, данный КЭСАП должен отвечать главной особенности данного типа потребителя, а именно вырабатывать энергию из локальных источников энергии.

Так как предложенный КЭСАП является полноценным комплексом энергоснабжения, следовательно, он должен выполнять ряд задач, поставленных перед ним потребителями, а именно, решать проблему накопления энергии, распределения энергии и генерирования энергии. Данный перечень задач должен решаться не только на схемном уровне, но и на уровне разработки алгоритмов управления всем объектом в целом и его узлами по отдельности. Рассмотрим типовую структурную схему КЭСАП, которая могла бы подойти ко

всем видам потребителей и мощностей, представленных в таблице 1, с использованием ранее разработанного метода применения модифицированных многообмоточных синхронных генераторов с постоянными магнитами (ММСГПМ) [2].

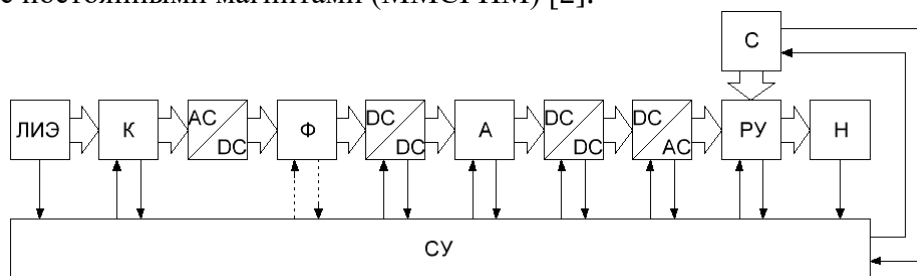


Рисунок 1 – Структурная схема комплекса электроснабжения

ЛИЭ – локальный источник энергии, К – коммутатор, AC/DC – выпрямитель, Ф – фильтр, DC/DC – преобразователь постоянного тока, А – аккумулятор, DC/AC – инвертор, РУ – распределяющее устройство, С – сеть, Н – нагрузка, СУ – система управления

Для понимания работы данного КЭСАП необходимо описать перетоки энергии (крупные стрелки), которые будут осуществлять в нем и регулироваться, а также собирать информацию, заниматься ее обработкой и на основании полученных результатов формировать управляющие воздействия (черные стрелки).

Согласно рисунку 1, переток электрической энергии осуществляется рядом преобразований, а именно, за счет использования ММСГПМ в структуре КЭСАП необходимо вводить коммутирующее устройство «К», позволяющее регулировать выходные параметры генератора, такие как, ток и напряжение, увеличивая один из этих параметров несколько раз. Далее идет цепочка элементов необходимая для осуществления надежного заряда аккумуляторной батареи «А», а именно цепочка из выпрямителя «AC/DC» и фильтра «Ф», а также преобразователя постоянного тока «DC/DC», позволяющего регулировать постоянное напряжения в заданных рамках при заряде «А». После идет цепочка необходимая для осуществления работы инвертора «DC/AC» в требуемом диапазоне переменного напряжения, при необходимости его наличия. После идет устройство «РУ», осуществляющее подключение центральной системы энергоснабжения «С» к питанию потребителя «Н» при ее наличии и не критического недостатка энергии в КЭСАП.

Согласно вышеописанному процессу передачи и преобразования энергии в системе КЭСАП и рисунку 1, произведём описание потока информации в системе, согласно которому происходит формирование управляющих воздействий. Основным параметром, отвечающим за перетоки энергии в системе, является ток, так как при работе потребителя требуется сохранение величины напряжения питания в строго заданном диапазоне, что по сути приводит к необходимости считать весь комплекс источником напряжения с точки зрения потребителя. Так же надо учитывать, что данный КЭСАП не является источником энергии с бесконечной мощностью, а ограничен ею в определённых рамках, что приводит к необходимости учета мощности, которая в данный момент времени вырабатывается локальными источниками энергии «ЛИЭ», т.е. необходимо получить значения напряжения на обмотках генератора, тока протекающего в них и частоты переменного напряжения (скорости вращения вала), что позволит сформировать первоначальное значение имеющейся электрической мощности в системе и первичном значении регулируемых параметров, тока и напряжения генератора, затем с использованием стоит получать первичные преобразованные значения выходных параметров генератора, тока и напряжения. В дальнейшем происходит формирование постоянного напряжения и регулирование его уровня, согласно кривой заряда аккумуляторной батареи. В самом блоке аккумулятора должен находиться токовый регулятор, позволяющий регулировать токи заряда и разряда аккумуляторной батареи, тем самым регулируя перетоки мощности запасаемой и передаваемой непосредственно на нагрузку. В

дальнейшем идет преобразование постоянного напряжения в переменное с требуемыми уровнем и частотой позволяющей работать системе параллельно с сетью, через устройство регулирующее «РУ» перетоки энергии между КЭСАП и «С». После этого идет определение достаточно ли мощность перетекает в системе КЭСАП, для поддержания напряжения на нагрузке в установленном диапазоне, при его недостатке или избытке происходит регулирование токов заряда/разряда аккумулятора, т.е. происходит увеличение тока разряда аккумулятора и уменьшение тока заряда аккумулятора, а при избытке мощности наоборот. Если условие постоянства напряжения на нагрузке в строго заданном диапазоне не осуществляется при выполнении вышеописанных манипуляций или запасённая энергия в «А» закончилась, т.е. ток разряда аккумулятора и напряжение на аккумуляторе упали ниже порогового значения, то происходит подключение к сети с забором недостатка энергии. Алгоритм словесного описания вышеописанной работы представлен на рисунке 2.

Рисунок 2 – Алгоритм работы КЭСАП

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

2. М.И. Стальная, Т.М. Халина, И.А. Иванов, Электрические генераторы нового типа в малой гидроэнергетике, Горизонт образования – сборник трудов XV Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь». 2018. Выпуск 20. Режим доступа: http://edu.secna.ru/media/f/eiaep_2018.pdf. (дата обращения: 27.03.2021).

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДА ПОВЕРХНОСТНО-РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА С ПОМОЩЬЮ МКЭ В УСТРОЙСТВАХ ПОДОГРЕВА ЗЕРНА

Карнушин Артем Викторович, магистрант кафедры «Электротехника и автоматизированный электропривод», e-mail: karnushinru@mail.ru

Научный руководитель – Халин Михаил Васильевич, д.т.н., профессор,
e-mail: enefftech@yandex.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Исследована эффективность использования многоэлектродных композиционных электрообогревателей в поверхностно-распределённом нагреве. Приведена таблица расчета плановой себестоимости многоэлектродного композиционного электрообогревателя. Проведен анализ и сравнение данных актуальных цен устройств с поверхностно-распределённым нагревом».

Ключевые слова: *поверхностно-распределенный нагрев, многоэлектродный композиционный электрообогреватель МКЭ, подогрев зерна.*

В Российской Федерации актуальной постоянно является проблема повышения энергоэффективности производственных и технологических процессов. Постановление Российской Федерации № 335 от 28 марта 2019 г. предусматривает развитие энергетики по государственным программам, которые должны обеспечивать надежное, качественное и экономически обоснованное обеспечение потребностей внутреннего рынка в энергоносителях, энергии и сырье на принципах энергосбережения и энергоэффективности [1].

Для выхода на такой уровень и получения качественного результата необходимо решить ряд проблем, основными из которых являются: высокая нагрузка на бюджет по погашению расходов на энергоресурсы, низкая конкурентоспособность и финансовая устойчивость экономики, повышенные цены на энергоресурсы для населения и бизнеса, большое количество вредных выбросов в окружающую среду.

В современном мире, по этой причине, одним из приоритетных направлений деятельности человека стало создание таких технологий, которые в наименьшей степени отрицательно влияют на окружающую среду.

Наиболее экономически не затратный и эффективный способ нагрева в устройствах подогрева зерна является метод поверхностно-распределенного нагрева.

В АлтГТУ были разработаны многоэлектронные композиционные электрообогреватели (МКЭ), предназначенные для локального поверхностно-распределенного обогрева и поддержания диапазона заданных температур при эксплуатации устройств, установок и предметов промышленного и сельскохозяйственного назначения (рисунок 1).

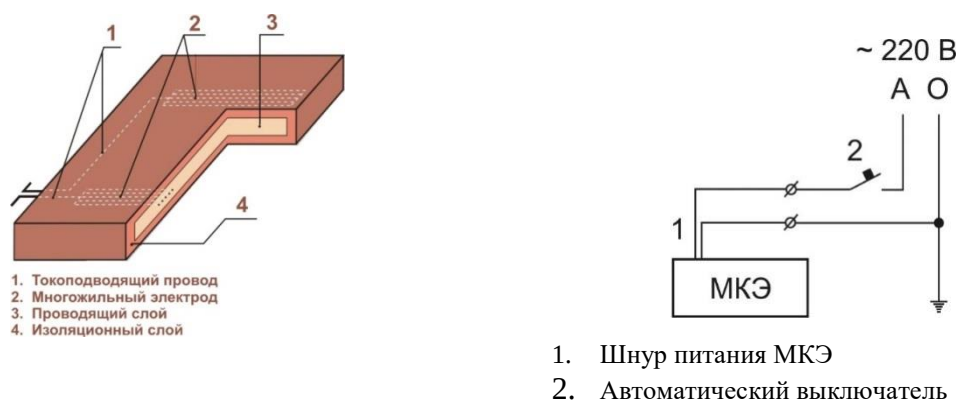


Рисунок 1 – Конструкция и схема подключения многоэлектронного композиционного электрообогревателя

Преимущества МКЭ:

- высокая теплостойкость;
- высокая химическая стойкость;
- высокие диэлектрические свойства;
- стойкость к атмосферному и тепловому старению;
- низкая газо- и влагопроницаемость;
- высокая стойкость к механическим воздействиям [2][3].

МКЭ в качестве основного энергоносителя в одной секции ЭАПЗ (рисунок 2):

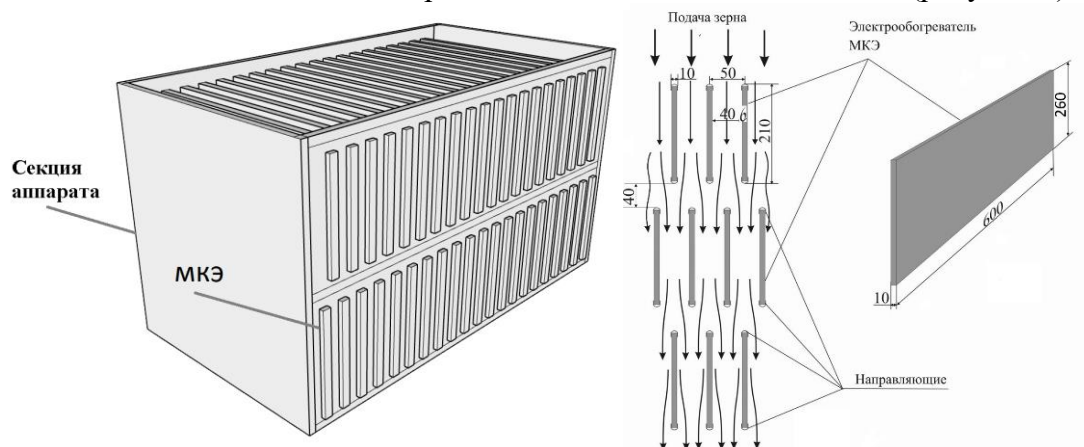


Рисунок 2 – Элементы конструкции ЭАПЗ

Таблица 1 – Расчет плановой себестоимости многоэлектродного композиционного электрообогревателя МКЭ -1/3

Статья затрат	Сумма расходов за месяц, руб.	Расходы на одно изделие, руб.
Прямые расходы		
Сырье		458,25
Электроэнергия на технологические цели		67,96
Косвенные расходы		
амортизация нематериальных активов	167	0,13
амортизация ОС	13200	10,15
арендная плата	88450	68,04
электроэнергия	6000	4,62
отопление	17000	13,08
вода	800	0,62
заработная плата	250000	192,31
отчисления во внебюджетные фонды	36520	28,09
ремонт и содержание оборудования	15000	11,54
прочие расходы (интернет, телефон, канцтовары, хозтовары, услуги банка ...)	19000	14,62
Всего		869,41

Таблица 2 – Расчет плановой себестоимости многоэлектродного композиционного электрообогревателя МКЭ -1/3

Статья затрат	Сумма расходов за месяц, руб.	Расходы на одно изделие, руб.
Прямые расходы		869,41
НДС 20 %		173,88
Всего с НДС		1043,29
Рентабельность	44,34	459,05
Цена		1500,47

Таблица 3 – Параметры устройств с поверхностно-распределенным нагревом

	Размер, мм	Рабочая максимальная температура, °С	Потребляемая мощность, Вт	Максимальная IP-защита	Цена, руб.
1. Нагреватель из нихрома с миканитовой изоляцией	450*290	350	1500	-	2700
2. Плоский ленточный керамический нагреватель	275*65	450	1000	-	2500
3. Гибкий силиконовый нагреватель	100*200	200	250	IP65	2 790
4. МКЭ	600x260	30...100	50	IP57	1500

В результате анализа и сравнения данных актуальных цен устройств с поверхностно-распределённым нагревом, можно сделать вывод, что наиболее выгодным вариантом является многоэлектронные композиционные обогреватели МКЭ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Государственная программа Российской Федерации «Развитие энергетики» сайт. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/323> (дата обращения: 27.03.2021).
2. ТУ 3468-007-02067824-2003. Многоэлектродные композиционные электрообогреватели (МКЭ). № Гос. рег. 004026 / Разработчик М.В. Халин. Барнаул, 2003. 24 с.
3. Халина Т.М. Многоэлектродные системы низкотемпературных композиционных электрообогревателей для агропромышленного комплекса: дисс. док.техн. наук: 05.20.02. Барнаул, 2005. 445 с.

АНТИОБЛЕДЕНИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ГЛАВНОГО КОРПУСА АлтГТУ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРООБОГРЕВАТЕЛЕЙ

Клепиков Федос Петрович, магистрант кафедры «Электротехника и автоматизированный электропривод», e-mail: phedya_2997@mail.ru

Научный руководитель – Дедаев Константин Евгеньевич, старший преподаватель, e-mail: alister11@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Произведена разработка антиобледенительной системы на основе композиционных электрообогревателей. Выполнен анализ крыши АлтГТУ, выделены основные критические места скопления наледи. Произведен анализ и выбор датчиков для создания системы обогрева. Проанализированы результаты исследования.

Ключевые слова: многоэлектродные композиционные электрообогреватели, контроллер, датчик температуры, кровля, водостоки.

Обледенение крыши представляет собой потенциальную угрозу для жизни человека и целостности здания. В прошлой статье был произведен сравнительный анализ существующих систем защиты от образования наледи, на основе данного анализа был предложен новый инновационный метод обогрева кровли на базе многоэлектродных саморегулирующихся композиционных электрообогревателей (МКЭ) (рисунок 1). В качестве примера сделаем расчет установки системы в нашем вузе.

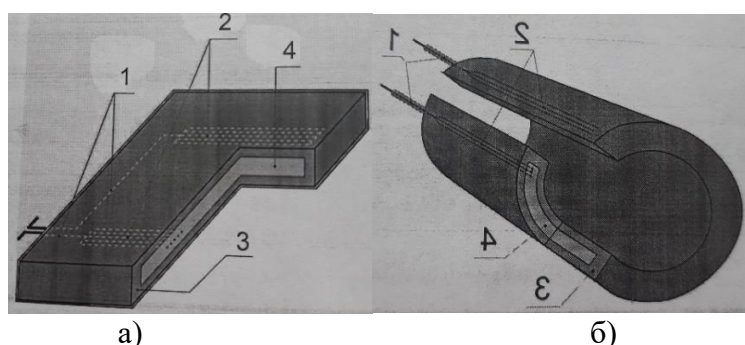


Рисунок 1 – Схематическое изображение МКЭ: а) пластинчатого б) объемного; 1 - токопроводящие провода; 2 - многожильные электроды; 3 - электропроводный слой; 4 - изоляционный слой

В качестве основы для антиобледенительной системы с учетом специфики эксплуатации и функционирования были выбраны следующие два типа МКЭ: объемные цилиндрического типа, размерами: внутренний $\varnothing 24$ и внешний $\varnothing 44 \times 200$ мм пластинчатый, размером $200 \times 135 \times 10$ мм. Первый тип будет эксплуатироваться в водосточных трубах, второй же тип на карнизах, воронках и коробах.

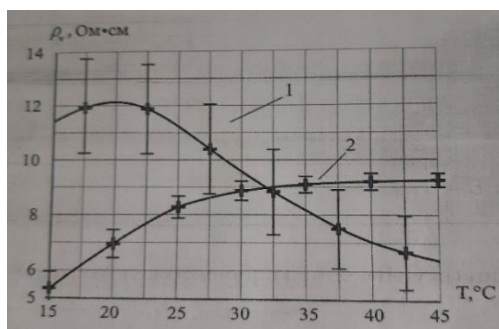


Рисунок 2 – Зависимости r_v электропроводного слоя определённого вида МКЭ в зависимости от температуры:

- 1) с положительным температурным коэффициентом,
- 2) с отрицательным коэффициентом

Для приведенных зависимостей характерно, что в первое время идет увеличение удельного сопротивления, затем оно стабилизируется или незначительно меняется для первого вида многоэлектродных композиционных электрообогревателей, что характеризуется положительным температурным коэффициентом. Полученные характеристики подтверждают возможность работы МКЭ в режиме самостабилизации температуры на поверхности.

В качестве примера возьмем главный корпус АлтГТУ, периметр крыши главного корпуса примерно равен $L_{\text{крыши}}=577$ метра (рисунок 3). Для обогрева выберем юго-западную часть крыши и все водостоки.

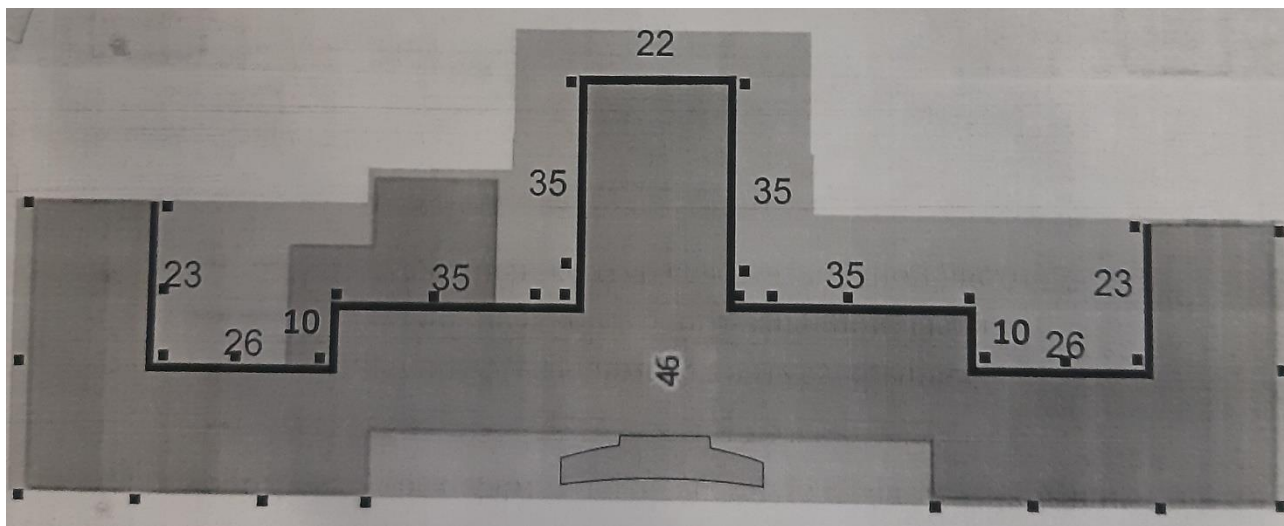


Рисунок 3 – Места обогрева крыши главного корпуса

Для подключения всех элементов питания, управления и мониторинга состояния, необходимо определиться со схемой питания и подключения:

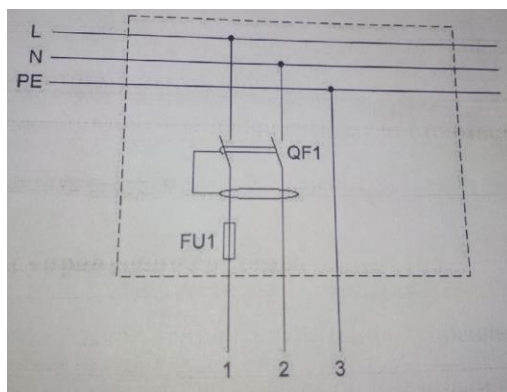


Рисунок 4 – Общая схема питания системы:

1, 2 – подключение контроллера и нагревательного элемента 3 – экранирование корпуса контроллера и защита от выноса потенциала

Для системы выбираем контроллер РТ200. Исходя из выбранного контроллера, принципиальная схема питания будет иметь следующий вид (см. рис.5)

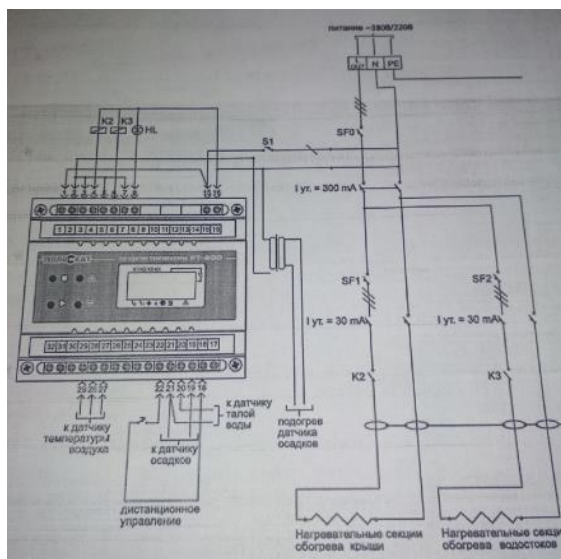


Рисунок 5 – Схема питания электроустановки

Основной принцип работы данного регулятора заключается в следующем: установленный диапазон равный температуре окружающей среды, включается реле K1 основная задача которого снять блокировку со всех цепей управления нагрузкой. При входе в температурный диапазон и заранее установленном таймере включения, прибор включит обогрев всей кровли (реле K2 и K3) на время установленное в таймере. После этого обогрев будет выключен. Прибор начнет контролировать состояние датчиков воды и осадков. Когда сработает датчик осадков, прибор включает обогрев кровли и лотков (реле K2 и K3). По окончании осадков когда датчик перестанет работать, прибор отключит обогрев кровли (реле K2). Водосточные лотки и трубы будут продолжать подогреваться, пока не пропадет сигнал с датчика талой воды. После этого обогрев лотков и труб будет продолжать работать по встроенному таймеру задержки. По окончании времени задержки обогрев будет отключен. Так же возможно ручное управление прибором в виде принудительного включения обогрева, либо аварийного отключения.

В качестве датчика наружной температуры используется датчик температуры TST01-0.3-П (-55 до +60).

В качестве датчика наличия воды используется TSW01-3.0.

В качестве датчика наличия осадков используется TSP01-15.0

Разобьем всю обогреваемую поверхность на три зоны контроля (см. рис. 6).

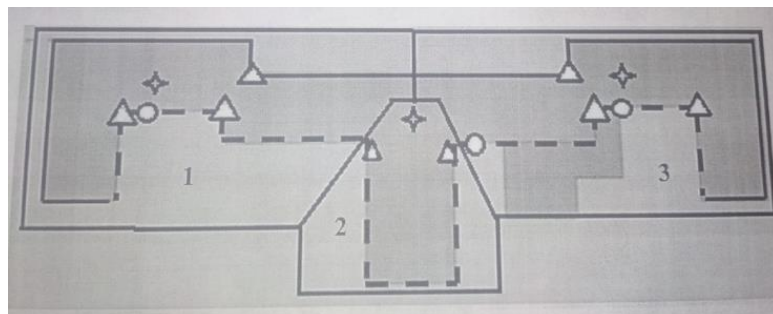


Рисунок 6 – Зоны контроля: * - датчики осадков, ▲ – датчики воды (влаги), 0 – датчики температуры

В конечном итоге нам понадобится три датчика осадков, 8 датчиков воды и три датчика температуры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Халина, Т.М. Разработка энергоэффективных технологий обогрева и опытных образцов изделий на основе многоэлектродных композиционных электрообогревателей: отчет о НИОКР / Т.М. Халина, М.В. Халин, А.Б. Дорош, и др. // ЭнергоЭффектТехнология - ГР № 01201164482, ГК № 8796p/6815. Барнаул, 2012. 123 с.

УСТРОЙСТВО ОПРОСА ИНКРЕМЕНТАЛЬНЫХ МНОГОВЫВОДНЫХ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ ДАТЧИКОВ ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СТАНКАХ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Кречетов Данил Сергеевич, бакалавр кафедры «Электротехника и автоматизированный электропривод», e-mail: danil-krechetov99@mail.ru

Научный руководитель – Дорожкин Максим Владимирович, старший преподаватель, e-mail: maxmusicd@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Статья посвящена описанию и разработке устройства опроса инкрементальных оптоэлектронных датчиков линейных перемещений с дифференциальными выходными линиями, в станках с числовым программным управлением. Описан принцип работы двухканальных оптических энкодеров с дифференциальным выходом. Предложена электрическая принципиальная схема устройства опроса с описанием работы отдельных элементов. Представлен фрагмент кода программы для микроконтроллера, реализующий основной алгоритм работы устройства.

Ключевые слова: оптический дифференциальный энкодер, ЧПУ, устройство опроса, датчик линейных перемещений.

В настоящее время применение оптических энкодеров в качестве датчиков обратной связи в различных автоматизированных системах, с позиции определения текущего пространственного положения рабочего инструмента является одним из самых удачных решений. Особенно это актуально в современных станках с числовым программным управлением (ЧПУ), где из-за высоких требований к качеству изготавливаемой продукции необходим постоянный контроль над процессом выполнения сложных операций, а своевременные корректировки в ходе выполнения управляющей программы возможны лишь посредством отклика с линейных или радиальных датчиков обратной связи [1-3]. Пропуск шагов, при использовании шаговых двигателей, невозможность движения рабочего органа покакой-либо из координатных осей станка, вследствие заклинивания передачи, вала электродвигателя или наличия препятствия на пути движения, все это может послужить причиной возникновения брака, а в некоторых случаях и поломки самого станка [2].

Чаще всего в станках с ЧПУ для контроля положения рабочего устройства (в дополнение к конечным выключателям) применяются два типа фотодатчиков: двухканальный энкодер и двухканальный энкодер с дифференциальными линиями [1, 2, 4]. Работа таких энкодеров базируется на одних и тех же принципах, однако есть и существенные различия. Двухканальный оптический энкодер формирует на выходе 2 идентичных сигнала (каналы А и В), смещенных друг относительно друга на четверть периода, что позволяет кроме генерации последовательности счетных импульсов определять направление движения. Оптический энкодер с дифференциальными линиями в своем составе имеет также 2 канала (А и В), каждый из которых представлен комплементарной парой линий (рисунок 1а). Сигналы в дифференциальных линиях являются инверсными, благодаря чему имеется возможность при дальнейшей обработке восстановить полезный сигнал без шумов и искажений, что в отличие от двухканального оптического датчика подверженного более сильному влиянию внешних электрических помех, позволяет использовать более длинные провода для подключения к платам управления станка [4,5].

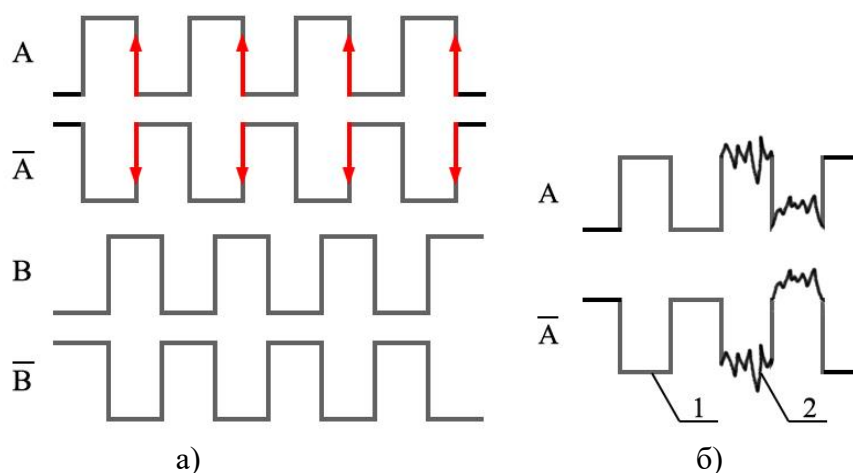


Рисунок 1 – Внешний вид сигналов с выхода растрового фотодатчика:
а – с использованием 2х парных линий; б – при возникновении синфазных помех.

Поскольку главным недостатком использования энкодеров с дифференциальными выходами при всех их достоинствах является высокая цена решения, которая включает в себя стоимость специализированных дифференциальных драйверов, а также дополнительных сигнальных линий, была поставлена цель разработать более доступное устройство реализации основных функций: опроса датчиков оптического энкодера, выделение полезного сигнала на фоне помех, определение направления движения инструмента, а также подсчет пройденного им расстояния.

Электрическая схема предлагаемого устройства (рисунок 2) состоит из двух парных фотодатчиков U5 - U6 и U7 - U8 подключенных к операционным усилителям U2 и U4, компараторов U1 и U3, микроконтроллера ATmega8, выполняющего основной алгоритм обработки, кнопок SB1 и SB2, а также двухстрочного LCD – дисплея на 16 символов в строке, с возможностью ручной регулировки яркости отображения символов.

Работа устройства заключается в следующем, сигналы с двух парных фотодатчиков U5 и U6 подаются на входы операционного усилителя U2 подключенного по схеме вычитания сигналов [4, 5]. Поскольку сигналы являются комплементарными (рисунок 1-б) и представляют собой инверсные копии друг друга, а искажения сигнала, наводимые вследствие внешних факторов (наводки сети, помехи от работы двигателей и т.д.) являются синфазными, то в результате их вычитания происходит двукратное увеличение амплитуды полезного сигнала, и практически полное подавление паразитных помех. Высокая степень ослабления помехи возможна при условии обеспечения идентичности параметров сигнальных линий, используя, например, проводники одинаковой длины, сечения и материала, скрученных между собой в витую пару. Аналогичная операция вычитания проводится с сигналами, поступающими со второй пары фотодатчиков U7 и U8.

Сопровитления R3-R6 (R7-R10) операционного усилителя U2 (U4) подбираются таким образом, чтобы результирующий сигнал на его выходе по амплитуде был сопоставим с уровнями входных сигналов (порядка 5 вольт).

Далее оба сигнала с выходов операционных усилителей U2 и U4 подаются на прямые входы отдельных компараторов U1 и U3, на выходах которых, в зависимости от положения датчиков относительно делений энкодерной ленты устанавливается либо высокий уровень сигнала (логическая 1), либо низкий уровень (логический ноль) [4, 5].

С выхода каждого из компараторов информационный сигнал поступает на выводы одного из портов микроконтроллера. В представленной версии схемы (рисунок 2) для этих целей используются входы PB0 и PB1 порта В, настроенные на прием данных [6]. Свободные выводы порта В микроконтроллера могут быть задействованы при использовании абсолютных линейных датчиков, вместо представленных инкрементальных.

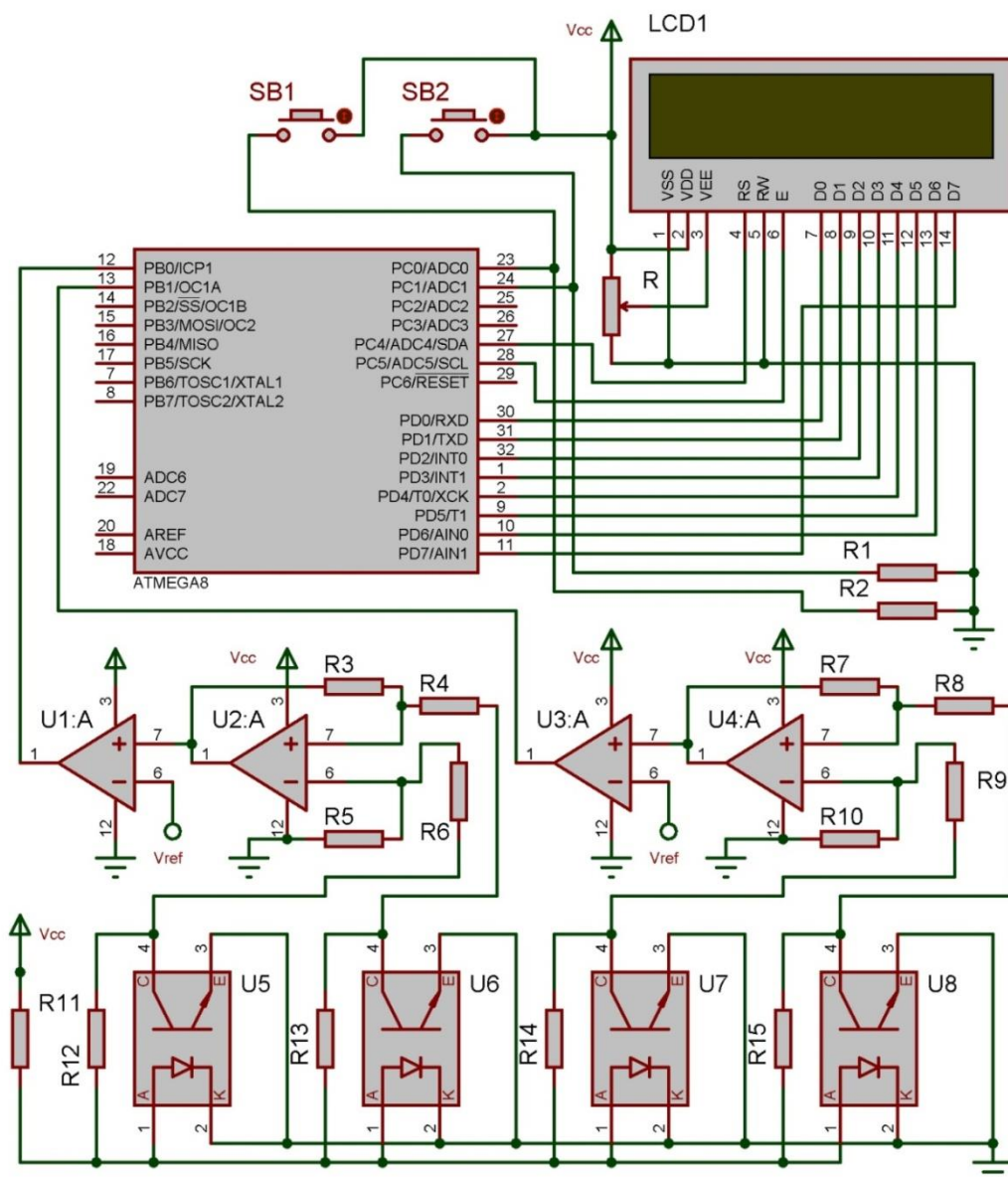


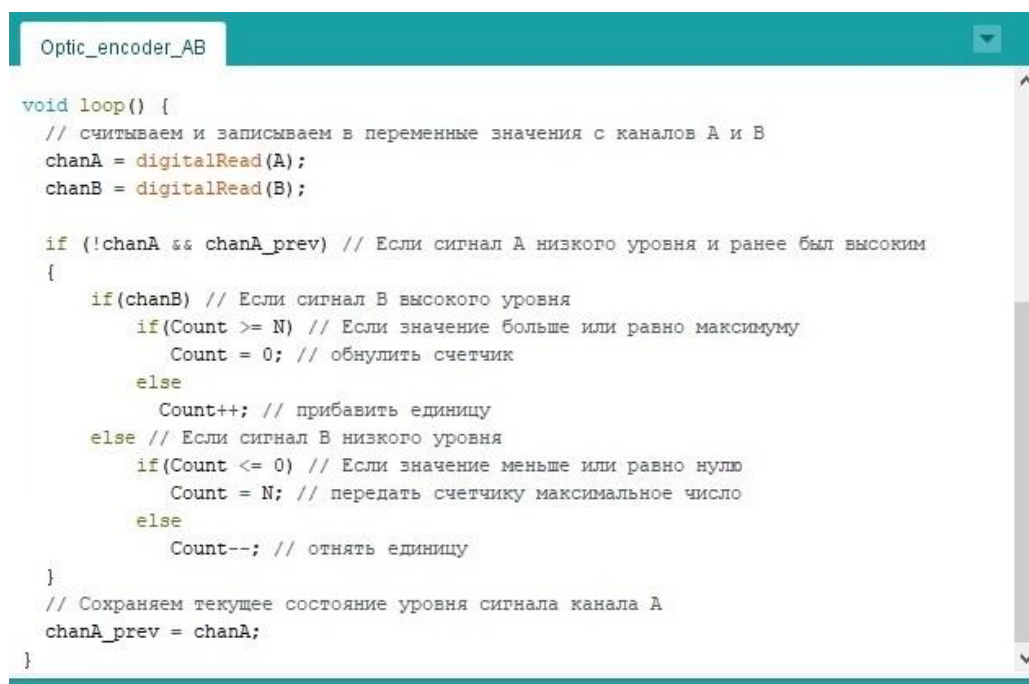
Рисунок 2 – Электрическая принципиальная схема устройства считывания данных с 4-х выводного растрового фотодатчика.

Дальнейшая обработка информации с фотодатчиков и вывод результатов на дисплей осуществляется посредством программной части микроконтроллера, фрагмент кода которой представлен на рисунке 3.

В процессе запуска программы помимо подключения библиотек для работы с двухстрочным LCD дисплеем, инициализации портов микроконтроллера к которым он подключен (порты C и D), происходит инициализация выводов порта B (0 и 1) и их перевод на чтение данных [6].

Переменные chanA и chanB типа boolean (логические данные) предназначены для записи и хранения значений логических уровней с каналов A и B оптоэлектронного датчика, переменная Count (типа long) используется для записи и хранения положительных целых чисел и представляет сумму импульсов с канала A оптического датчика.

В начале выполнения основного цикла программы (рисунок 3) происходит считывание и запись в переменные chanA и chanB состояний каналов A и B датчика. Поскольку цифровые порты микроконтроллера и выходы с компараторов согласованы по уровню, переменные chanA и chanB могут принимать только логические значения: ноль или единицу.



```
Optic_encoder_AB

void loop() {
    // считываем и записываем в переменные значения с каналов А и В
    chanA = digitalRead(A);
    chanB = digitalRead(B);

    if (!chanA && chanA_prev) // Если сигнал А низкого уровня и ранее был высоким
    {
        if (chanB) // Если сигнал В высокого уровня
        {
            if (Count >= N) // Если значение больше или равно максимуму
                Count = 0; // обнулить счетчик
            else
                Count++; // прибавить единицу
        }
        else // Если сигнал В низкого уровня
        {
            if (Count <= 0) // Если значение меньше или равно нулю
                Count = N; // передать счетчику максимальное число
            else
                Count--; // отнять единицу
        }
    }
    // Сохраняем текущее состояние уровня сигнала канала А
    chanA_prev = chanA;
}
```

Рисунок 3 – Фрагмент кода главной программы

Далее выполняется основной алгоритм программы в результате которого происходит либо постоянное инкрементирование переменной Count, когда направление движения датчика относительно энкодерной ленты определяется как положительное, либо декрементирование переменной при движении в противоположную сторону. Информация о текущем значении счетчика в реальном времени передается на LCD дисплей в виде десятичного числа [6].

Функциональное назначение кнопки SB1 - включение/выключение устройства (при длительном удержании). Кнопка SB2 необходима для разрешения/запрещения счета импульсов микроконтроллером, а также для сброса текущего значения счетчика в ноль (при удержании) с одновременным обнулением отображаемой на дисплее информации.

Представленная измерительная система может быть реализована как с применением практически любых микроконтроллеров, так и с использованием многофункциональных платформ типа Arduino. В этом случае благодаря специализированной среде разработки Sketch, процесс написания программ может быть значительно упрощен.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гибкие производственные системы, промышленные роботы, робототехнические комплексы. Практическое пособие. Книга 14. Современный электропривод станков с ЧПУ и промышленных роботов / О.П. Михайлов, Р.Т. Орлова, А.В. Пальцев. Москва: Высшая школа, 1989. с.111
2. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система / А. А. Ловыгин, Л. В. Теворовский. Полноцв. 4-е изд. Москва: ДМК Пресс, 2015. 278 с.: ил.
3. Жолобов А.А. Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение : учеб. пособие / А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек, А.В. Аверченков, М.В. Терехов, В.А. Шкаберин. 2-е изд., стер. М.: ФЛИНТА, 2014. 355с.
4. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. М.: ДМК Пресс, 2008.
5. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. М.: Мир, 1998.
6. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 256 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДПИТОЧНЫМИ НАСОСАМИ ПАРОВОЙ КОТЕЛЬНОЙ НА БАЗЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА СУНА.121.0000.220

Купреев Константин Алексеевич, магистрант кафедры «Электротехника и автоматизированный электропривод», e-mail: Kupreev_kostia@mail.ru

Научный руководитель – Ведманкин Александр Васильевич, старший преподаватель, e-mail: Eletok22@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Показаны возможности применения специализированного логического контроллера Суна 121 на насосных станциях котельной, описаны основные алгоритмы управления насосами.

Ключевые слова: контроллер, Суна 121, насосы, котельная.

В Алтайском крае континентальный климат. Что характеризуется дополнительными затратами на отопление, в холодный период года. Данную задачу в городской местности решаю паровые, либо водогрейные котельные.

Проектирование котельной подразумевает ряд задач, одной из которых, является система управления котельной. В настоящее время большинство производителей котельной аппаратуры (котлы, горелки, деаэраторы и т.д.) оснащают свои изделия щитами управления. Поэтому стоит задача согласования всего оборудования между собой, а также подключения потребителей не имеющих собственного щита. Для согласования проектируется щит управления котельной (ЩУК). При небольших мощностях в ЩУК добавляют узел управления насосами.

Насосы в котельной необходимы для поддержания давления в магистральной системе подачи воды или уровня в баке накопителе. Решение этой задачи осуществляет программируемый логический контроллер, либо контроллер, разработанный под определенный ряд задач. Будем использовать контроллер Суна 121, изображенный на рисунке 1, от компании Овен. Его преимущество в том, что он адаптирован специально под системы управления насосами. Имея ограниченный ряд алгоритмов настройка контроллера суна 121 сводится к выбору алгоритма работы. Все алгоритмы предоставлены производителем и находятся в свободном доступе. Выбор производится посредством использования программы «ОВЕН конфигуратор». Она находится в свободном доступе на сайте производителя. Всего алгоритмов у контроллера 9:

- 1) Управление насосной станцией из 2-х насосов.
- 2) Управление насосной станцией из 3-х насосов.
- 3) Поддержание давления в системе двумя насосами, контроль по реле давления.
- 4) Поддержание давления в системе двумя насосами, контроль по аналоговому датчику.
- 5) Поддержание давления в системе тремя насосами, контроль по аналоговому датчику.
- 6) Поддержание уровня жидкости двумя насосами путем наполнения, либо осушения, контроль по дискретным датчикам.
- 7) Поддержание уровня жидкости двумя насосами путем наполнения, либо осушения, контроль по аналоговому датчику.
- 8) Поддержание уровня жидкости тремя насосами путем наполнения, либо осушения, контроль по аналоговому датчику.
- 9) Управление канализационной насосной станцией, состоящей из 2-х насосов одного типоразмера. [1]

Около 80 % насосных станций используют один из перечисленных алгоритмов.



Рисунок 1 – Контроллер СУНА121

Напряжение питания контроллера варьируется от 94 до 264В при частоте от 47 до 63Гц, по этой причине контроллер не боится скачков напряжения и токов утечки, которые встречаются при использовании оборудования высокой мощности. Суна 121 имеет интерфейс RS-485, посредством которого можно осуществить передачу показателей насосов в диспетчерскую. Встроенный блок питания на 24В позволит подключать активные аналоговые датчики. Контроллер оснащен 8 дискретными и 4 аналоговыми входами и 8 релейными выходами.

Таким образом использование контроллера Суна 121 для систем автоматизации, снижает затраты на проектирование, монтаж и пуско-наладочные работы систем водоснабжения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СУНА-121 контроллер для групп насосов с поддержкой датчиков 4...20 мА и RS-485 сайт. URL: https://owen.ru/product/suna_121 (дата обращения: 27.03.2021).
2. ПУЭ: правила устройства электроустановок. сайт. URL: <https://tech-expo.ru/pue/> (дата обращения: 27.03.2021).
3. Терехов В. М., Осипов О. И. Системы управления электроприводов: учебник для вузов. М.: Академия, 2005. 304с.

УСТРОЙСТВО ОЦЕНКИ ВЕЛИЧИНЫ ОШИБКИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КООРДИНАТЫ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ, ПОСТРОЕННЫХ НА ПРИВОДЕ С ШАГОВЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

Малыгин Михаил Дмитриевич, бакалавр кафедры «Электротехника и автоматизированный электропривод», e-mail: maligin.mikhail2016@yandex.ru

Научный руководитель – Дорожкин Максим Владимирович, старший преподаватель, e-mail: maxmusicd@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Статья посвящена описанию и разработке устройства оценки величины ошибки при перемещении рабочего инструмента в станках с числовым программным управлением. Представлено описание принципа работы линейного оптического энкодера. Приведена электрическая принципиальная схема устройства для реализации алгоритма реверсивного считывания импульсов с оптического датчика. Дано описание работы отдельных блоков устройства. Предложены способы расширения функциональных возможностей устройства.

Ключевые слова: оптический энкодер, ЧПУ, ошибка перемещения, датчик линейных перемещений

Приоритетной задачей для станков, оснащенных системой числового программного управления (ЧПУ) является решение проблемы обеспечения точности позиционирования рабочего инструмента станка. Для этих целей, как правило, создаются предельно жесткие станки, с тяжелой многотонной станиной, минимально возможными люфтами в подвижных элементах, с использованием привода, имеющего высокую разрешающую способность по перемещению в требуемых координатах [1-3]. Помимо этого, в состав таких станков входит и дорогостоящая высокоточная электроника, а также всевозможные датчики обратной связи. Использование таких датчиков в большинстве случаев оправданно лишь в промышленных станках, где, например, стоимость датчиков линейных перемещений составляет менее 1 % от стоимости самого станка. При меньшем бюджете, особенно в малом бизнесе или в любительских конструкциях станков установка таких специализированных устройств нецелесообразна [2, 3].

Зачастую точность недорогих станков с ЧПУ можно значительно повысить путем калибровки и настройки нескольких ключевых параметров электроники станка, основываясь на показаниях измерительных средств. Для этого опять же потребуется датчик линейных перемещений или иная измерительная система, позволяющая определять малые перемещения рабочего инструмента станка [1 -3].

Предлагаемый измерительный комплекс (рисунок 1) является оптической инкрементальной системой и состоит из двухканального растрового фотодатчика 1, энкодерной оптической ленты 2, и блока подсчета и вывода информации о величине линейного перемещения подвижной части станка (на рисунке не представлен).

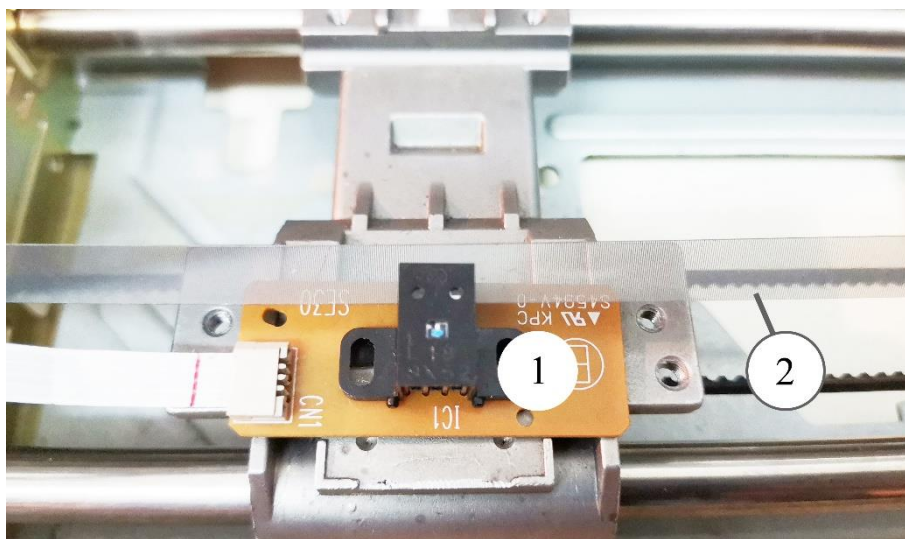


Рисунок 1 – Экспериментальная установка:
1 – растровый фотодатчик; 2 – энкодерная оптическая лента

Оптический датчик (рисунок 1 - 1) устанавливается на подвижную часть станка (каретка, подвижный стол и т.д.), оптическая лента (рисунок 1 - 2) закрепляется на неподвижной раме (станине) станка. Энкодерная лента устанавливается в зазор датчика (между излучателем и приемником) таким образом, чтобы при перемещении датчика относительно ленты, в процессе проведения тестовых измерений, лента не выходила из оптического зазора датчика [1, 3].

Важным элементом установки, оказывающим наибольшее влияние на чувствительность измерительной системы, является энкодерная оптическая лента (рисунок 2), состоящая из чередующихся оптически прозрачных областей (просветов) и непрозрачных линий. Способ создания оптически разнородных областей может быть любой, например, перфорация непрозрачной ленты или нанесение непрозрачных линий на прозрачную пленку [1].

Разрешающая способность системы будет напрямую зависеть от плотности чередующихся областей: больше линий на единицу длины оптической ленты – выше разрешающая способность, и наоборот. При плотности линий 100 lpi в одном сантиметре имеем чуть меньше 40 делений, при этом расстояние между центрами соседних линий составит 254 мкм, что даже при таком разрешении измерительной системы позволяет с достаточно высокой точностью провести калибровку подвижной координаты станка.

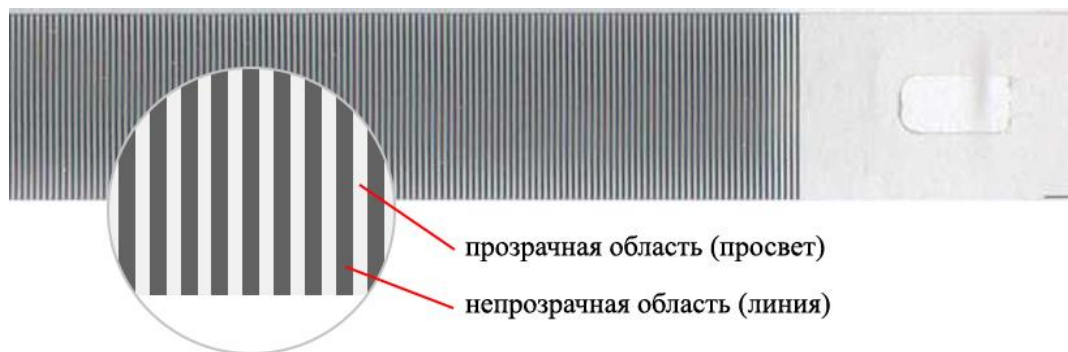


Рисунок 2 – Устройство энкодерной оптической ленты

В момент движения оптического датчика относительно энкодерной ленты происходит попеременное прерывание и восстановление оптической связи светоизлучателя и фотоприемника для каждого из каналов. В этом случае на выходе оптического датчика на обоих каналах получаем пакет импульсов, отстоящих друг от друга по времени. Длительность импульса, а также расстояние между их одноименными фронтами зависит как от скорости движения датчика относительно ленты, так и от плотности чередования прозрачных и непрозрачных линий [1, 3].

Форма сигнала, снимаемого с оптического датчика (каналы А и В) представлена на рисунке 3. Канал А необходим для генерации счетных импульсов, канал В – для определения направления движения датчика [1, 3]. В данном случае для большей наглядности выходные сигналы изображены идеализированными. В реальности из-за высокой плотности линий (100-180 lpi), а также вследствие волновых эффектов вблизи границ темных линий выходной сигнал с датчика приобретает вид синусоиды. Для получения же прямоугольных импульсов с резкими фронтами применяются различные электронные устройства, например, компаратор [4, 5].

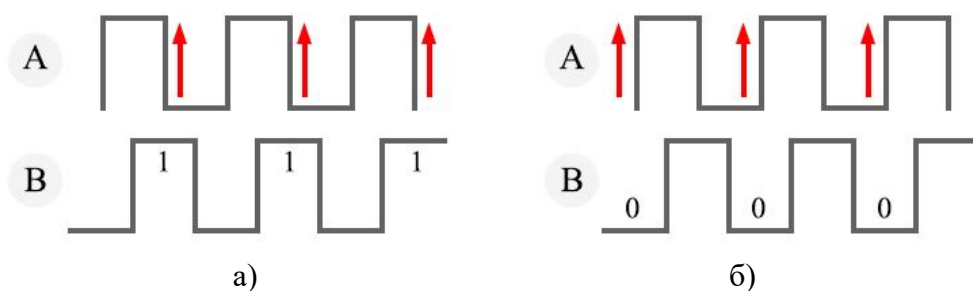


Рисунок 3 – Последовательность следования импульсов каналов А и В растрового фотодатчика: а – при движении датчика влево; б – при движении датчика вправо

Как видно из рисунка 3 сигналы каналов А и В сдвинуты относительно друг друга на четверть периода. В данном примере счет осуществляется по положительному фронту импульса, при этом в процессе движения датчика в одну из сторон (рисунок 3а) на канале В устанавливается высокий уровень сигнала, в противоположную сторону - логический ноль (рисунок 3б).

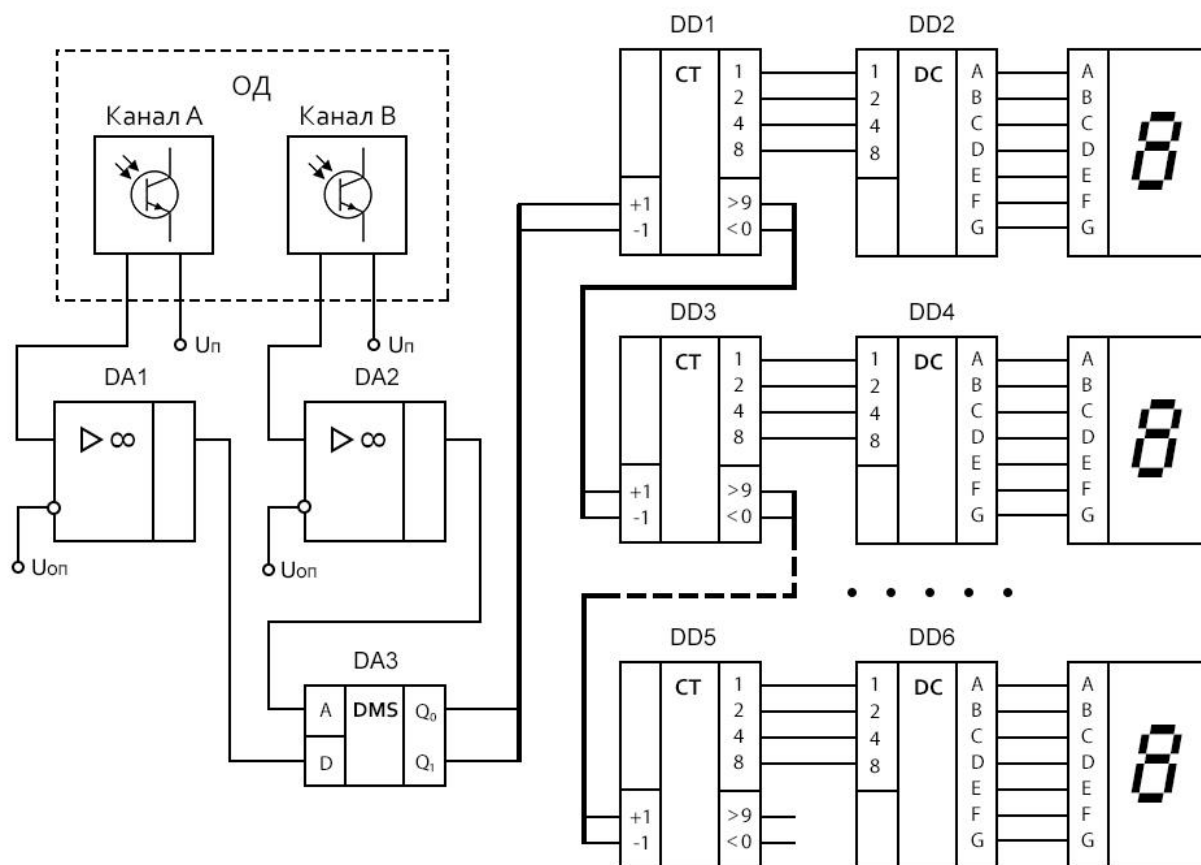


Рисунок 4 – Электрическая принципиальная схема реализации алгоритма реверсивного считывания импульсов с оптического датчика

На рисунке 4 представлена электрическая схема устройства подсчета количества импульсов при движении рабочего инструмента станка по одной из координатных осей. При перемещении оптического датчика относительно энкодерной ленты, на каналах А и В происходит генерация соответствующих импульсов. Для корректировки формы сигналов, (преобразования в меандр) сигналы с каждого из каналов поступают на прямые входы отдельных компараторов DA1 и DA2, на выходах которых в зависимости от момента времени устанавливается либо логический ноль, либо логическая единица [4, 5].

Сигнал с выхода А через демультиплексор DA3 (коммутатор) поступает на счетные входы реверсивного двоично-десятичного счетчика DD1. Вход «+1» используется для прямого счета (сложение), вход «-1» - для обратного (вычитание). Переключение между режимами счета осуществляется посредством подачи на управляющий вход А демультиплексора DA3 сигналов различных логических уровней, при этом информационный вход D коммутируется с одним из выходов демультиплексора (Q_0 или Q_1) [4, 5].

В процессе счета на информационных выходах счетчика DD1 формируется четырех разрядный двоичный код, соответствующий номеру поступившего на счетный вход импульса. Полученный код по шине данных передается на информационные входы четырех разрядного дешифратора DD2, выходы которого подключены к семисегментному индикатору, позволяющему отображать число импульсов в десятичном виде 0-9 (единицы) [4].

В момент переполнения счетчика DD1 на выходе переполнения появляется импульс высокого логического уровня, который подается на прямой счетный вход второго реверсивного счетчика DD3. После этого происходит сброс значения счетчика DD1 и счет начинается заново. В свою очередь счетчик DD3 аналогичным образом передает данные о счете на дешифратор DD4, который выводит на свой модуль индикации данные о текущем значении количества импульсов (десятки) [4].

Данная цепочка: счетчик – дешифратор – индикатор в зависимости от длины энкодерной ленты, а также плотности нанесенных линий, может быть значительно расширена путем дублирования элементов, тем самым расширяя диапазон измерения количества импульсов до сотен, тысяч и т. д.

Представленное устройство помимо предложенной электрической схемы можно реализовать с использованием микроконтроллера, с выводом информации на многострочный LCD дисплей. В этом случае кроме данных о количестве делений можно выводить информацию о пройденном датчиком путь в привычной метрической системе с несколькими знаками после запятой. Кроме того, имеется возможность предусмотреть функцию калибровки системы при использовании энкодерных лент большего или меньшего разрешения.

Предложенный измерительный комплекс применим для любых станков с ЧПУ в независимости от используемого типа передач (ременная, шарико-винтовая, реечная и т.д.) и позволяет осуществить достаточно точную калибровку линейно перемещающихся органов станка [1]. Установка оптического датчика не требует какой-либо модернизации станка и допускает его закрепление с помощью специальных клейких лент. Аналогичным образом на неподвижную часть станка можно закреплять и энкодерную ленту.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Михайлов О.П. Гибкие производственные системы, промышленные роботы, робототехнические комплексы. Практическое пособие. Книга 14. Современный электропривод станков с ЧПУ и промышленных роботов / О.П. Михайлов, Р.Т. Орлова, А.В. Пальцев. - Москва: Высшая школа, 1989. с.111.
2. Ловыгин, А. А. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система / А. А. Ловыгин, Л. В. Теверовский. Полноцв. 4-е изд. Москва: ДМК Пресс, 2015. 278 с.: ил.
3. Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка : учеб. пособие / А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек, А.В. Аверченков, М.В. Терехов, В.А. Шкаберин. 2-е изд., стер. М.: ФЛИНТА, 2014. 355с.
4. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. М.: ДМК Пресс, 2008.
5. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. М.: Мир, 1998.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРООБОГРЕВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ТРЕБУЕМОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ В ШКАФАХ УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИКИ

Матвеев Михаил Андреевич, магистрант кафедры «Электротехника и автоматизированный электропривод», e-mail: samovarchekus@gmail.com

Научный руководитель – Дорош Александр Борисович, к.т.н., старший преподаватель,
e-mail: aldorosh@yandex.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Предложено энергоэффективное решение проблемы обеспечения требуемой температуры в шкафах управления и автоматики на базе обогревателей МКЭ. Сделан вывод о целесообразности применения данных обогревателей.

Ключевые слова: МКЭ, микроклимат, автоматика.

В Алтайском крае, как и на большей части территории России существуют периоды с отрицательной температурой окружающей среды, когда температура опускается значительно ниже нуля. Часть электронных устройств автоматики при таких температурах может работать некорректно, либо вообще выходить из строя. Таким образом, проблема обеспечения

положительной температуры в шкафах управления и автоматики является актуальной и на сегодняшний день.

Для обогрева оборудования в щитах учета электроэнергии уже применяются электрообогреватели различных производителей. Для снижения затрат на обогрев предлагается использовать поверхностно распределенный обогрев оборудования на основе электрообогревателей МКЭ с саморегулированием температуры производства ООО «ЭнергоЭффектТехнология». Данные обогреватели обладают рядом преимуществ: наличие саморегулирования температуры на поверхности, высокий класс защиты от поражения электрическим током, высокий класс пылевлагозащищенности по сравнению с аналогами.

Электрообогреватели МКЭ можно использовать не только для обогрева отдельных устройств, но и использовать их для поддержания микроклимата во всём объёме шкафа. Для этого достаточно будет разместить МКЭ подходящего размера и мощности между задней стенкой и монтажной плитой шкафа управления и вывести провода для подключения питания. Это накладывает некоторые ограничения на способ крепления устройств к монтажной плите, но данные ограничения незначительны. Данное решение является энергоэффективным, позволяет не задумываться о расположении нагревательного элемента и не несет риска перегрева отдельных элементов схемы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ТУ 3468-007-02067824-2003. Многоэлектродные композиционные электрообогреватели (МКЭ). № Г. Р. 004026 / М.В. Халин. Барнаул, 2003. 24 с.
2. Khalina T. M., Khalin M. V., Dorosh A. B. Designin gandmanufacturin gofpolymer electricheaters with theuseof butylrubber // Technical and Physical Problemsin Power Engineering. 6-th Intern. Conf. Thebriz, 2010. P. 605-606.
3. Энергоэффективные технологии локального обогрева на основе многоэлектродных композиционных электрообогревателей / Т. М. Халина, М. В. Халин, А. Б. Дорош, С. А. Гусейнова // Современные проблемы электроэнергетики. Алтай – 2014 : сб. статей II-ой междунар. науч.-техн. конф. : под. ред. : С. О. Хомутова, И. А. Гутова, В. И. Сташко. Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2014. С. 88-95.
4. Халина Т. М., Дорош А. Б., Жуйков А. В. Энергоэффективные системы на основе многоэлектродных композиционных электрообогревателей : сб. мат. всерос. науч.- техн. конф. «Электроэнергия: от получения и распределения до эффективного использования». Томск : Изд-во ТПУ, 2011. С. 123-127.

ИССЛЕДОВАНИЕ СКАЛЯРНОГО И ВЕКТОРНОГО РЕЖИМОВ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Осипов Никита Евгеньевич, магистрант кафедры «Электротехника и автоматизированный электропривод», e-mail: samovarchekus@gmail.com

Научный руководитель – Григорьев Алексей Владимирович, старший преподаватель, e-mail: main@argum.pro

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Исследована эффективность использования частотных преобразователей скалярного и векторного типа управления асинхронного электропривода с короткозамкнутым ротором. Разработан наглядный лабораторный стенд с исследуемыми преобразователями частоты скалярного и векторного режима управления. Получены рабочие и механические характеристики трёхфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором при управлении частотными преобразователями скалярного и векторного режимов управления.

Ключевые слова: частотный преобразователь, скалярное управление, векторное управление, асинхронный электродвигатель.

В настоящее время, наиболее распространённым видом электродвигателей в промышленности и сельском хозяйстве являются трехфазные асинхронные электродвигатели переменного тока с короткозамкнутым ротором, ввиду их несомненных достоинств таких как, невысокая себестоимость простота конструкции и высокая надежность.

Для управления асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором все чаще применяется частотные преобразователи, которые, надежно защищая электродвигатель, позволяют обеспечивать плавный пуск-разгон и эффективно управлять скоростью его вращения. Номенклатура частотных преобразователей, имеющих на рынке, многочисленна и разнообразна. Производители ПЧ закладывают в производимое оборудование разнообразные функции и возможности. Однако существует распространенная классификация частотных преобразователей по способу управления электродвигателем - это «скалярный» и «векторный».

Тем не менее в документации на ПЧ, как правило не дается конкретных указаний на области применения того или иного способа управления ПЧ. А производители, движимые коммерческими соображениями, рекомендуют повсеместно применять более дорогие векторные модели.

Поэтому возникает вопрос критериев выбора скалярного или векторного режима частотного управления для конкретных задач.



Рисунок 1. Лабораторный стенд «Исследования скалярного и векторного режимов частотного управления асинхронным электроприводом»

Для исследования и демонстрации различных режимов управления, в АлтГТУ им. Ползунова разработан лабораторный стенд (Рисунок 1), состоящий из двух частотных преобразователей марки INNOVERT моделей ITD401U21B2_0102 и ISD401M21B, двух асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором, а также элементов управления и индикации. Данный стенд поможет будущим энергетикам, с помощью экспериментов и лабораторных работ, проанализировать и разобраться в преимуществах и недостатках того или иного режима управления.

При скалярном режиме управления асинхронным электродвигателем необходимо поддерживать неизменным отношение напряжение/частота (U/f) рабочем диапазоне скоростей, при этом контролируется только величина и частота питающего напряжения [1].

Отношение U/f вычисляется на основе номинальных значений частоты и напряжения электродвигателя. Поддерживая постоянное значение отношения U/f можно поддерживать относительно постоянным магнитный поток в зазоре двигателя. При увеличении отношения U/f электродвигатель становится перевозбужденным и наоборот если отношение уменьшить двигатель находится в невозбужденном состоянии.

Отношение U/f при низких оборотах необходимо устанавливать выше номинального, в связи с необходимостью компенсировать падение напряжения на обмотках статора. Скалярный метод управления наиболее распространён при управлении асинхронными электроприводами, так как такой способ управления проще в исполнении, потому более дешёвый, и не требует установки вспомогательного оборудования для обратной связи с двигателем. Он часто используется в несложных системах электропривода из-за своей простоты и минимального количества необходимых для работы параметров [1].

Но данный способ управления имеет некоторые недостатки, такие как: ограниченный пусковой момент, отсутствие реакции на воздействия, при динамических режимах изменения скорости или нагрузки.

При векторном методе управления ведется контроль не только над величиной частоты, но и над выходным напряжением с учетом нагрузки на электродвигатель, посредством контроля тока, или с помощью обратной связи.

Когда требуется максимальное быстродействие, возможность регулирования в широком диапазоне скоростей и возможность управления моментом электродвигателя используется векторное управление. Векторное управление обладает более высокой производительностью и восполняет практически все недостатки скалярного управления. Этот режим имеет высокую точность управления скоростью двигателя. Обратную связь обеспечивает энкодер или резольвер.

Энкодер устанавливается на валу электродвигателя либо редуктора и передает данные о скорости вращения. На основании полученной информации преобразователь меняет напряжение, момент и, соответственно, скорость двигателя.

Векторный метод управления относительно скалярного имеет большую производительность, диапазон и точность регулирования, в том числе на малых оборотах двигателя, чем перекрывает практически все недостатки скалярного метода управления [2].

Преимущества векторного управления:

1. высокая точность регулирования скорости;
2. плавный старт и плавное вращение двигателя во всем диапазоне частот;
3. быстрая реакция на изменение нагрузки: при изменении нагрузки практически не происходит изменения скорости;
4. увеличенный диапазон управления и точность регулирования;
5. снижаются потери на нагрев и намагничивание, повышается КПД электродвигателя.

К недостаткам векторного управления можно отнести, большую вычислительную мощность, и как следствие высокую стоимость частотных преобразователей с этим типом управления.

Таким образом, можно сделать вывод, что скалярный режим подходит для управления в приводах компрессоров, вентиляторов, насосов и прочих механизмов в которых необходимо поддерживать, скорость вращения вала двигателя или какой-либо другой технологический параметр, например, давление или разряжение. В то время как, векторное управление можно применять, в тянущем оборудовании на линиях производства синтетических нитей, прокатных станах, кранах и других электроприводах, где необходимы жесткое поддержание и регулирование параметров технологических процессов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Хитров А.И. Системы управления электроприводов. Издательство ППИ, 2009.
2. Калачев Ю.Н. Векторное регулирование сайт. URL: http://privod.news/files/kniga_www_3.pdf. (дата обращения: 27.03.2021).

ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ КОТЕЛЬНОЙ

Попов Дмитрий Олегович, бакалавр кафедры «Электротехники и автоматизированного электропривода», e-mail: rebeelsc@gmail.com

Научный руководитель - Стальная Мая Ивановна, к.т.н., профессор, e-mail: eiaer@bk.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В данной статье рассматриваются программируемые логические контроллеры и, так называемые, устройства с жесткой логикой, которые предназначены для построения системы автоматизации технологических процессов. Выявлены преимущества и недостатки контроллеров по сравнению с системами, построенными на релейной логике, а также обоснована целесообразность применения контроллеров в современных системах управления котельной.

Ключевые слова: программируемые логические контроллеры, ПЛК, язык программирования, Ladder, релейная логика, котельная.

Современные котельные обладают большим количеством исполнительных механизмов (приводов) и параметров, которые необходимо отслеживать и регулировать. С этой целью требуется создание комплексной системы автоматического управления оборудованием.

Для построения данных систем чаще всего используют:

- Программируемый логический контроллер (ПЛК) – разновидность компьютера, который используется для автоматизации технологических процессов. Использование ПЛК обычно осуществляется в длительном автономном режиме без вмешательства человека. ПЛК отличаются повышенными требованиями к надежности и бесперебойности работы;

- Системы управления, построенные на релейных взаимодействиях, относятся к устройствам с “жесткой” логикой, поскольку изменение его функционала или выполняемой программы может осуществляться только изменением их внутреннего устройства.

В отличие от устройств с «жесткой» логикой функционал ПЛК можно изменить, перепрограммировав с помощью программного обеспечения.

На сегодняшний день ПЛК выпускаются в различных исполнениях [1]:

- комплексные устройства, в которых объединены процессор, память, входа/выхода;
- распределенные устройства, включают в себя лишь процессор и память, а по шине и через интерфейсы подключаются модули для ввода и вывода.

Второе вид исполнения получил более широкое распространение, чем первый, поскольку может обрабатывать большее количество сигналов, а также, если производство масштабное, имеется возможность разнести модули ввода и вывода и объединить их в единую сеть, которую контролирует один ПЛК.

Программирование ПЛК так же является его преимуществом, поскольку языки программирования ПЛК очень просты и не требуют особых знаний в области программирования. Так, например, язык Ladder (LD) строится на базе релейной логики и чтобы запрограммировать на этом языке нужно лишь уметь читать электрические схемы, что значительно упрощает процесс изучения программирования ПЛК.

Контроллеры получают информацию о состоянии оборудования и параметрах техпроцессов через модули аналоговых и дискретных входов. На основании полученной информации контроллеры формируют управляющие воздействия через модули вывода дискретных сигналов на пускатели приводов и устройства звуковой сигнализации, а по сети Ethernet - на преобразователи частоты [2].

Подводя итоги можно сказать, что ПЛК обладает следующими преимуществами по сравнению с устройствами с «жесткой» логикой:

- удобство установки и обслуживания;
- повышенная надежность;
- простое и быстрое изменение функционала (перепрограммирование);

- небольшой размер;
- возможность объединения контроллеров и модулей, распределенных в пространстве, в единую сеть;

- меньший расход электроэнергии.

Но у ПЛК так же существуют недостатки и ограничения:

- влияние внешних электромагнитных полей;
- частотные помехи, питание, заземление - влияют на работу памяти ПЛК;
- ремонт ПЛК зачастую является экономически нецелесообразным и выгодней заменить модуль, чем ремонтировать.

Несмотря на перечисленные недостатки, применение ПЛК при проектировании системы автоматического управления котельной обоснованно и целесообразно, оно позволяет значительно упростить контроль и поддержание технологических параметров, благодаря чему повышается быстродействие и надежность всей системы. Также большая скорость обработки сигналов с датчиков и их усреднения, обеспечивает рост точности измерения параметров. Помимо всего прочего применение контроллеров позволяет создать систему автоматического управления и контроля (САУК) с меньшим количеством устройств, что позволяет повысить надежность и снизить стоимость оборудования и трудоёмкость проектирования [3].

При создании гибкой системы управления возникает возможность модернизации, тонкой настройки работы котла на различные режимы нагрузки, поддержание производительности зависимых производств.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Программируемый логический контроллер и его применение: сайт. URL: <https://arduinoplus.ru/programmiruemii-logicheskii-kontroller/#i-17> (дата обращения: 27.03.2021).
2. Системы управления автоматизированными котельными: сайт. URL: https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=3578 (дата обращения: 27.03.2021).
3. Автоматизация газовой котельной сайт. URL: https://owen.ru/project/avtomatizaciya_kotelnoy_temlyakovo (дата обращения: 27.03.2021).

ПОТЕРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

Родт Сергей Александрович, аспирант кафедры «Электротехника и автоматизированный электропривод», e-mail: rodtsa@yandex.ru

Научный руководитель - Федянин Виктор Яковлевич, д.т.н., профессор,
e-mail: fedyanin054@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Постановка проблемы о достоверности данных об учёте фактических потерь в распределительных электрических сетях. Поиск подходов к определению реальной величины потерь электрической энергии для перемещения энергии от мест производства до мест потребления в сельской местности, в условиях с очень низкой или нестабильной нагрузкой на линии передачи. Является ли экономически обоснованной или нет стоимость транспортировки электроэнергии. Потери электроэнергии в электрических сетях являются экономическим показателем состояния и развития сетей.

Ключевые слова: технические потери электроэнергии, коммерческие потери, достоверность данных баланса электроэнергии, реальная величина потерь электрической энергии для перемещения энергии от мест производства до мест потребления в сельской местности, коллаборация традиционной и возобновляемой энергетики, сколько на самом деле стоит транспортирование электроэнергии по распределительным сетям в сельской местности.

Организационно-экономическое разграничение процессов генерации, передачи, сбыта, диспетчеризации, ремонтной и прочих видов деятельности привело к появлению новых хозяйствующих субъектов, в регулировании деятельности которых, важную роль играют

механизмы рыночных отношений. В этой связи особое внимание уделяется мониторингу и оптимальному управлению процессами производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии, являющейся в данном случае товарной продукцией. Одним из существенных показателей, влияющих на экономическую эффективность функционирования энергосистемы в целом и, в частности, сетевых компаний, является значение потерь электроэнергии [3]. Электрическая энергия является единственным видом продукции, для перемещения которого от мест производства до мест потребления не используются другие ресурсы. Для этого расходуется часть самой передаваемой электроэнергии, поэтому её потери неизбежны, задача состоит в определении их экономически обоснованного уровня. Рост потерь энергии в электрических сетях определён действием вполне объективных закономерностей в развитии всей энергетики в целом. Основными из них являются: тенденция к концентрации производства электроэнергии на крупных электростанциях; непрерывный рост нагрузок электрических сетей, связанный с естественным ростом нагрузок потребителей и отставанием темпов прироста пропускной способности сети от темпов прироста потребления электроэнергии и генерирующих мощностей. Потери электроэнергии в электрических сетях являются экономическим показателем состояния сетей. На основании уровня потерь электроэнергии можно сделать выводы о необходимости и объёме внедрения энергосберегающих мероприятий. Фактические потери определяют как разность электроэнергии, поступившей

в сеть и отпущенной из сети потребителям. Их можно разделить на три составляющие [1]:

- технические потери электроэнергии, обусловленные физическими процессами в проводах и электрооборудовании, происходящие при передаче электроэнергии по электрическим сетям, включают в себя расход электроэнергии на собственные нужды подстанций;

- потери электроэнергии, обусловленные погрешностью системы учёта, как правило, представляют недоучёт электроэнергии, обусловленный техническими характеристиками и режимами работы приборов учёта электроэнергии на объекте;

- коммерческие потери, обусловленные несанкционированным отбором мощности электроэнергии, несоответствием оплаты за электроэнергию бытовыми потребителями показаниям счётчиков и другими причинами в сфере организации контроля за потреблением энергии. При тарифном регулировании в тарифы на передачу электрической энергии включаются нормативные технические потери электроэнергии, которые определяются расчётным путём на основании Методики расчёта технологических потерь электроэнергии при её передаче по электрическим сетям в базовом периоде, утверждённой Приказом Министерства энергетики РФ №326 от 30.12.2008 г. [2] Нормирование производится уполномоченным органом исполнительной власти в соответствии с указанной методикой на основании схемных и режимных параметров сетей, заявленных ТСО (территориальной сетевой организацией) и согласованных планов вывода объектов в плановый ремонт или реконструкцию. Указанная методика определяет порядок расчёта и применения величин для определения технических потерь электроэнергии на всех участках сетей, находящихся на балансе ТСО. Все технические потери электроэнергии, в соответствии с этой Методикой, делятся на потери, не зависящие от величины передаваемой мощности (нагрузки), и являются условно-постоянными потерями, и потери, объём которых зависит от величины передаваемой мощности (нагрузки) – нагрузочные (переменные) потери [2].

В современных условиях ТСО не обеспечивают, да и скорее всего в настоящее время не могут обеспечить точный учёт технических потерь энергии по уровням напряжения и по конкретным участкам сетей/фидерам. В местах более компактного проживания людей (города и крупные населённые пункты) этот вопрос не является актуальным, так как все центры распределения электрической энергии, как правило, обеспечивают энергией население и юридические лица. Здесь в среднем картина может считаться достоверной, и фактические потери электроэнергии искажены на неточные данные по потреблению населения и незаконный отбор мощности. Работа с такими годовыми значениями показателей отпуска в

сеть, полезного отпуска энергии потребителям и величины потерь для городов и крупных поселений даёт минимальные искажения, поэтому реализация такого подхода обеспечивает достижение баланса интересов и энергетиков, и потребителей, и органов надзора и тарифного регулирования.

Достоверность данных баланса электроэнергии при снабжении потребителей малых сельских поселений значительно уменьшается, т.к. до таких поселений порой может идти тупиковая ЛЭП (линия электропередачи) протяженностью более 30 км для снабжения 3 или 5 частных домовладений с минимальным потреблением энергии.

Вопросов возникает несколько: достоверный приборный учёт на конкретном центре питания; график потребления мощности, определение реальной величины фактических потерь электроэнергии, где структурно может значительно отличаться, какая часть потерь становится постоянной, а какая переменной от усреднённых нормированных величин энергии, определённых надлежащим органом власти для конкретного ТСО в среднем по уровням напряжений или по предприятию в целом. В таких местах работы ЕНЭС (единой национальной энергосистемы) наблюдаем следующее: фактического учёта потерь практически не существует, так как обязать все фидера, границы балансовых разделов между энергетиками и потребителями и/или транзитных перетоков энергии приборами учета очень дорого и возможно нецелесообразно, поэтому наблюдаем ситуацию, когда так называемые фактические величины потерь энергии таковыми не являются, а на практике всегда определяются балансовым расчётным методом отпуск в сеть, минус полезный отпуск, выставленный потребителям. Таким образом, на сегодняшний день ситуация такова, что все мы вынуждены мириться и называть фактом потерь то, что фактом не является, а является сложившейся практикой функционирования отрасли, т.е. устоявшимся поведением и подходом по поводу формирования и распределения факта потерь, что в свою очередь со временем становится базой для определения нового норматива потерь по вышеуказанной классификации. В таких регионах, как Алтайский край, который полностью электрифицирован, а уровень потребления мощности низкий, доля потребления населения заметно высокая (около 35-40 % от всего полезного отпуска потребителям), это приводит к тому, что мы не можем видеть достоверную картину по поводу того, сколько же на самом деле стоит транспортирование электроэнергии по распределительным сетям в сельской местности, а ведь количество малых сельских поселений исчисляется сотнями.

Точное и достоверное определение данного интегрального показателя режима работы (значение потерь электроэнергии) является основой для анализа потерь электрической энергии, разработки организационных и технических мероприятий по эффективному управлению, определения нормативной величины потерь электроэнергии, формирования тарифов на энергию и в конечном итоге существенно сказывается на экономической эффективности функционирования ТСО [3].

Итоговый вопрос таков: какова реальная величина потерь электрической энергии для перемещения энергии от мест производства до мест потребления в сельской местности, либо для транзита через значительно протяжённую ЛЭП, при этом с очень низкой или нестабильной нагрузкой, является она обоснованной или нет, кто за это должен платить и как замотивировать ТСО заняться повышением эффективности, так как потери электроэнергии в электрических сетях являются экономическим показателем состояния и развития сетей.

Может стать при более детальном и глубоком анализе, что уже сегодня в местах с низкой плотностью населения обеспечение дальнейшего функционирования ЕНЭС не эффективно и нецелесообразно, соответственно необходимо всерьёз заняться более глубокими исследованиями развития распределённой генерации электрической энергии с использованием ВИЭ и современных способов накопления и использования ранее произведённой энергии в зависимости от потребностей конкретной территории. Подобная реорганизация подходов к управлению энергетической отраслью и коллаборация традиционной и возобновляемой энергетики может принести пользу всем потребителям и экономике не только отдельных регионов, но и страны в целом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шойимова С.П. Потери электроэнергии и способы борьбы с ними / С.П. Шойимова. Текст: непосредственный // Молодой ученый. 2015. №23 (103). С. 278-280 : сайт. URL: <https://moluch.ru/archive/103/23801/> (дата обращения 31.03.2021).
2. Методика расчёта технологических потерь электроэнергии при её передаче по электрическим сетям в базовом периоде, утверждённая приказом Министерства энергетики РФ № 326 от 30.12.2008 г : сайт. URL: <https://base.garant.ru/195516/> (дата обращения: 27.03.2021).
3. Тихонович А. В. Расчёт потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях на основе объединения детерминированного и стохастического методов и алгоритмов / Автореф. дисс. на соискание учёной степени кандидата тех. наук. Красноярск : ИПЦ Политехнического института Сибирского федерального университета. 2008. 20 с.

РЕГУЛИРУЕМЫЙ ДИНИСТОР

Рязанова Елизавета Дмитриевна, магистрант кафедры «Электротехника и автоматизированный электропривод», e-mail: riazanovaelizavetad@mail.ru

Научный руководитель – Стальная Мая Ивановна, к.т.н., профессор, e-mail: stalnaya.m.i@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Рассматриваются полупроводниковые элементы, применяемые в системах автоматического управления электрическими приводами, технологическими процессами и в системах автоматической защиты электрического оборудования. Также предлагается использование в данных системах разработанного регулируемого динистора, который включается в работу при регулируемом значении напряжения и способен осуществлять работу на высоких напряжениях и токах.

Ключевые слова: полупроводниковый элемент, электрический привод, динистор, тиристор, автоматическая защита электрооборудования.

В настоящее время полупроводниковые элементы повсеместно используются в системах автоматического управления электроприводами, технологическими процессами и в системах автоматической защиты электрооборудования. К таким полупроводниковым элементам относится динистор. Данный полупроводниковый элемент имеет анод и катод и включается в работу при достижении конструктивно заданного напряжения на аноде. При определенном положительном значении напряжения на аноде динистор переходит в открытое состояние, переход в закрытое состояние происходит при смене полярности напряжения или тока. Однако стоит отметить, что открытие данного полупроводникового элемента происходит только при одном стандартном напряжении, которое было конструктивно задано при его производстве, кроме того стандартные динисторы не способны осуществить работу на высоких напряжениях и больших токах. Таким образом, возникает потребность в разработке устройства способного включаться в работу при регулируемом значении напряжения, а также способного осуществлять работу при высоких значениях напряжения и тока.

Решить данную задачу способен разработанный [1] регулируемый динистор (рисунок 1). Работа предлагаемого устройства поясняется рисунком 2. Так регулируемое сопротивление $R1$ и нерегулируемое сопротивление $R2$ в совокупности являются делителем напряжения, причем сопротивление $R1$ во много раз больше сопротивления $R2$, поэтому, перемещая ползунок регулируемого сопротивления $R1$, то есть, меняя его сопротивление, а значит и падение напряжения на нем, можно осуществлять регулировку падения напряжения на нерегулируемом сопротивлении $R2$. Если падение напряжения на нерегулируемом сопротивлении $R2$ превысит напряжение стабилизации стабилитрона $VD2$, то произойдет его пробой и на управляющий электрод УЭ тиристора начнет поступать ток, открывая тем самым тиристор $VD1$, который шунтирует цепочку сопротивлений $R1$ и $R2$ и начинает пропускать через себя ток.

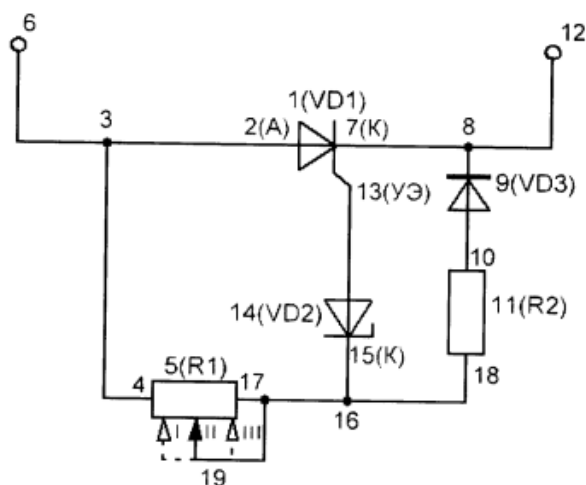


Рисунок 1 – Регулируемый динистор

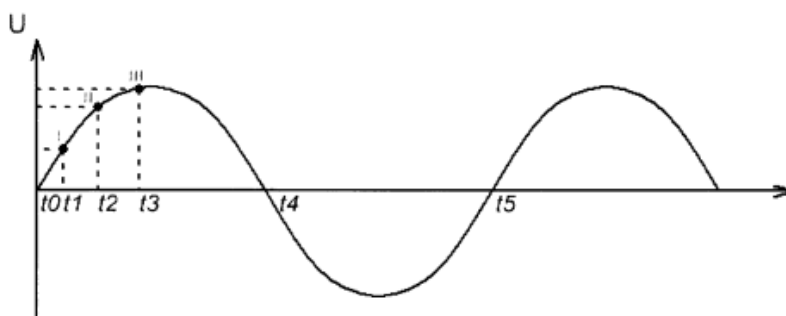


Рисунок 2 – Моменты открытия тиристора при разных положениях ползунка

Работа разработанного регулируемого динистора происходит следующим образом. В первый момент времени t_1 , при установке ползунка регулируемого сопротивления R_1 в положение I (рисунок 1), тиристор VD_1 откроется при напряжении сети, равном напряжению в точке I (рисунок 2). Во второй момент времени t_2 , при установке ползунка регулируемого сопротивления R_1 в положение II (рисунок 1), тиристор VD_1 откроется при напряжении сети, равном напряжению в точке II (рисунок 2). В третий момент времени t_3 , при установке ползунка регулируемого сопротивления R_1 в положение III (рисунок 1), тиристор VD_1 перейдет в открытое состояние при напряжении сети, равном напряжению в точке III (рисунок 2). В четвертый момент времени t_4 , при отрицательной полуволне питающего напряжения, тиристор VD_1 находится в закрытом состоянии, поскольку на анод тиристора VD_1 поступает минус питающей сети, а на катод поступает плюс питающей сети. В пятый момент времени t_5 , рассмотренный цикл начинает повторяться с момента времени t_0 , но с уже установленным во время прошлой положительной полуволны моментом срабатывания.

Подводя итог выше сказанному, можно сказать, что регулируемый динистор способен осуществить поставленную задачу. А именно: включаться в работу при регулируемом значении напряжения, а также способен осуществлять работу при высоких значениях напряжения и тока. Так обеспечение регулируемого напряжения включения устройства в работу и его работа на высоких напряжениях и токах объясняются использованием тиристорных диодов на большие напряжения и большие токи, применением регулируемого резистора. Кроме того четкость работы устройства обеспечивается использованием стабилитрона, а применяемый в конструкции устройства диод не дает возможности срабатывать стабилитрону при обратной полуволне питающего напряжения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Патент № 201517 Российская Федерация, МПК H03K 17/72 (2006.01). Регулируемый динистор: № 2020125893; заявлено 28.07.2020; опубликовано 21.12.2020 / Стальная М. И., Горников В. А., Рязанова Е. Д., Кыков Д. А.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное высшее учебное заведение "Алтайский государственный технический университет им. И. Ползунова". 6 с.

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПРОТЯЖЕННОГО ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

Сухинин Степан Евгеньевич, аспирант кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», e-mail: s.suxinin@corp.nstu.ru

Научный руководитель - Котин Денис Алексеевич, к.т.н., доцент, e-mail: d.kotin@corp.nstu.ru
Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, Россия

Для обеспечения гарантированного пуска и стабильной работы в многодвигательных конвейерах необходимо использование специальных алгоритм распределения нагрузок двигателя. Для создания алгоритма необходимо понимание происходящих в конвейере процессах, которые могут быть исследованы с помощью математического моделирования. От выбора математической модели зависит точность описания этих процессов.

Ключевые слова: ленточный конвейер, электропривод, натяжение, математическая модель

Конвейер – транспортная машина непрерывного действия, предназначенная для транспортировки сыпучих, кусковых и прочих грузов. В зависимости от тягового органа конвейеры подразделяются на: ленточные, цепные, канатные, без тягового органа.

В ленточном конвейере лента является тяговым и грузонесущим органом. В протяженных ленточных конвейерах в основном используются резинотканевые и резинотросовые ленты. Конвейерная лента является непрерывной петлей, которая вращается вокруг нескольких барабанов. Барабаны подразделяются на приводные (к которому присоединен электродвигатель) и натяжные. В коротких и конвейерах средней протяженности обычно используется один приводной барабан и несколько натяжных. В протяженных конвейерах используется несколько приводных барабанов, причем, расположены они могут быть в разных частях конвейера.

Основной задачей при работе, а особенно при пуске конвейера, является поддержание необходимого натяжения ленты на всех ее участках. Недостаточное натяжение (провисание ленты) приведет к пробуксовке приводного барабана, избыточное натяжение приводит к повышенному износу ленты и барабанов. Также, избыточное натяжение может привести к обрыву ленты, ремонт которой является дорогостоящей и время затратной операцией.

Регулирование натяжения ленты в многодвигательном конвейере является непростой задачей, так как при неправильном распределении моментов на двигателях конвейера может произойти сильный перекося натяжений на разных участках ленты. Один двигатель может оказаться недогружен, другой двигатель может быть перегружен, что вызывает помимо повышенного потребления тока и повышенное натяжение ленты. Такой режим работы не может гарантировать пуск конвейера при различном уровне загрузки на нем, а также приводит к преждевременному износу всех компонентов конвейера. Поэтому разработка алгоритма выравнивания нагрузок двигателей многодвигательного электропривода конвейера является актуальной задачей.

Для понимания того, как распределяется натяжение в ленте конвейера, а также других, происходящих в ней процессах, можно воспользоваться методом математического моделирования. Разные авторы подходят к этому по разному, в зависимости от поставленных ими задач.

В работе [1] модель ленточного конвейера представляет собой схему замещения, показанную на рисунке 1.

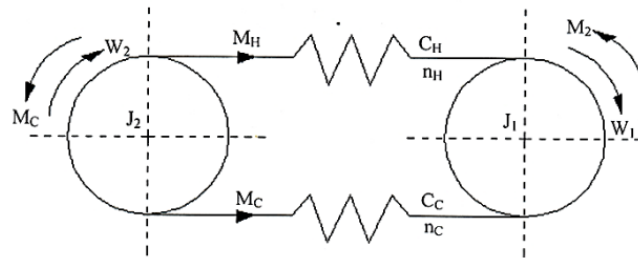


Рисунок 1 – Схема замещения конвейера

Конвейер представлен в двух сосредоточенных моментах инерций J_1 и J_2 , включающие в себя все приведенные моменты инерции связанных с ними элементов конвейера. Данный подход не позволяет получить данные о натяжении ленты в различных участках конвейера, помимо этого не учитывается неравномерное распределение массы груза по всей длине ленты в процессе ее работы.

В работе [2] представлена математическая модель ленточного конвейера с двухбарабанным раздельным приводом, описываемая системой дифференциальных уравнений:

$$J_1 \frac{d^2 \varphi_1}{dt^2} + C_1(\varphi_1 - \varphi_2) = M_1; \quad (1)$$

$$J_2 \frac{d^2 \varphi_2}{dt^2} - C_2(\varphi_1 - \varphi_2) = M_{\text{доп}} - M_c \quad (2)$$

где J_1, J_2 – моменты инерции приводного барабана и ленты; C_1 – эквивалентная жесткость упругих элементов вала двигателя, редуктора, муфты; $C_1(\varphi_1 - \varphi_2)$ – момент упругих сил (M_{y1}), создаваемый деформацией упругих элементов; M_1 – момент двигателя, приведенный к валу приводного барабана; M_c – момент сопротивления (статический момент); φ_1, φ_2 – угловые координаты перемещения вала двигателя и приводного барабана; $M_{\text{доп}}$ – дополнительный момент от натяжения ленты на участке между приводными барабанами.

Данная модель также не может отразить все процессы в конвейере, влияющие на его работу, так как весь конвейер сведен к двум сосредоточенным массам.

В работе [3] используется другой принцип построения математической модели. Конвейер разбивается на n -ое количество участков одинаковой длины l (рисунок 2), силы сопротивления движению ленты прикладываются к сосредоточенным массам этих участков. Каждый участок ленты обладает своей жесткостью и упругостью, зависящие от длины участка и толщины ленты. Разбиение конвейера на большое число участков повышает точность модели, но и значительно повышает сложность ее расчета.

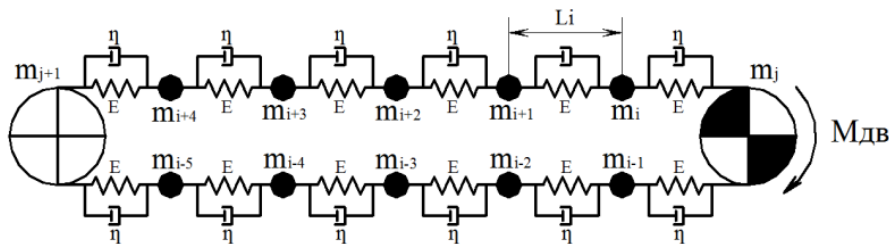


Рисунок 2 – Модель конвейера с сосредоточенными параметрами

В результате конвейер описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка:

$$\frac{d^2 u_i}{dt^2} = \frac{1}{m_i} (-C \cdot (2u_i - u_{i-1} - u_{i+1}) - B \cdot (2\dot{u}_i - \dot{u}_{i-1} - \dot{u}_{i+1}) - W_i - F_i) \quad (3)$$

при $i=1, 2, \dots, n-1$, где $C=ibE/l$ – коэффициент жесткости ленты; $B=\eta bi/l$ – коэффициент вязкости ленты; i – толщина ленты, м; b – ширина ленты, м; E – модуль упругости, Па; η – коэффициент внутреннего трения, Па*с; u_{i-1}, u_i, u_{i+1} – величина растяжения соответствующего участка ленты, м; $\dot{u}_{i-1}, \dot{u}_i, \dot{u}_{i+1}$ – скорость растяжения соответствующего

участка ленты, м/с; m_i – масса соответствующего участка, кг; F_i – сила (усилие привода – F_n , усилие натяжного устройства – F_n), действующая на соответствующем участке ленты, Н; W_i – сила сопротивления на соответствующем участке ленты, нелинейно зависящая от искоемых переменных, Н.

На рисунке 3 представлен фрагмент моделирования конвейерной ленты для одного из его участка.

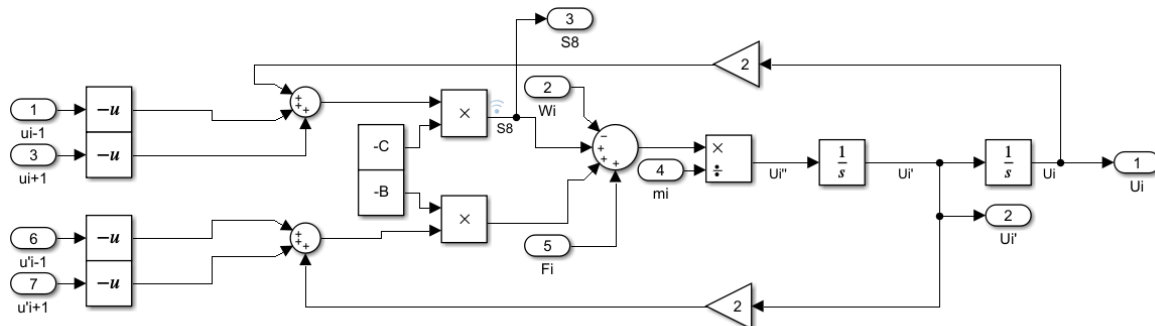


Рисунок 3 – Фрагмент математической модели конвейера

Данная математическая модель позволяет учитывать упруго-вязкие свойства ленты, а также позволяет моделировать многодвигательные конвейеры, причем двигатель может быть расположен на любом участке конвейера. Помимо этого, вычисление скорости движения участков ленты позволит учитывать нелинейный характер изменения сил сопротивления движения ленты, что повышает точность моделирования работы конвейера, а значит, позволит разработать более точный алгоритм распределения нагрузок двигателей протяженного многодвигательного конвейера. Данный алгоритм позволит поддерживать натяжение ленты конвейера на необходимом уровне, что позволит уменьшить износ ленты и барабана.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Черемушкина М.С. Синтез алгоритмов управления многодвигательным электроприводом конвейерного транспорта с использованием полупроводниковых преобразователей: дис ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2009. 158 с.
2. Рыжикова А.Г. Обоснование способов обеспечения устойчивой работы двухбарабанного привода мощных ленточных конвейеров для горной промышленности: дис. ... канд. техн. наук. Москва, 1985. 235 с.
3. Кожубаев Ю. Н. Снижение интенсивности изнашивания транспортных лент протяженных конвейеров средствами электропривода с нечетким регулятором: дис. ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2016. 111 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Хоренко Павел Евгеньевич, бакалавр кафедры «Электрификация производства и быта»,
e-mail: hpe2000@yandex.ru

Научный руководитель – Компанец Борис Сергеевич, к.т.н., доцент, e-mail: kompbs@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме использования солнечной энергии, как более экологически чистого источника энергии, чем ископаемое топливо. Выделены основные достоинства и недостатки солнечной энергетики. Описаны принцип работы и конструкционные особенности сферического солнечного генератора под названием Beta.ray. Показаны преимущества этой разработки, по сравнению с обычными солнечными панелями.

Ключевые слова: солнечная энергетика, альтернативный источник, сферический генератор, Beta.ray, CPV-системы, многопереходная ячейка.

Сегодня трудно представить себе мир без электричества. Традиционные источники энергии - нефть, газ, уголь, дрова - в конце концов иссякнут. Проблема перехода от традиционных углеводородных источников энергии к возобновляемым, с каждым годом становится все более актуальной. Помимо перспективы истощения традиционных источников, существует еще и экологическая проблема, поскольку сжигание углеводородного топлива приводит к вредным выбросам в атмосферу, ухудшая среду обитания человека, создавая экологические проблемы. Использование атомной энергии, на которое возлагались большие надежды, также не является панацеей, поскольку оно также создает проблемы, связанные с окружающей средой - мир никогда не забудет, к чему могут привести катастрофы на атомных электростанциях (Чернобыль, 1986; Фукусима, 2011). Именно поэтому так важно найти новые источники энергии, которые не связаны с углеводородным или ядерным топливом и являются более безопасными с экологической точки зрения.

Одним из наиболее перспективных альтернативных источников энергии является солнечная энергия. Солнечная энергия - это излучаемые свет и тепло от Солнца, которые используются в ряде постоянно развивающихся технологий, таких как солнечное отопление, фотоэлектрика, солнечная тепловая энергия, солнечная архитектура, электростанции на расплавах солей и искусственный фотосинтез.

Цель работы: выявление основных достоинств и недостатков солнечной энергетики, а также ответ на вопрос: как можно добиться повышения энергоэффективности солнечных панелей.

Использование солнечной энергии имеет ряд преимуществ. Рассмотрим основные из них:

- Экологическая безопасность. Транспортировка, установка и использование солнечных электростанций практически не сопровождается вредными выбросами в атмосферу.

- Изобилие. Потенциал солнечной энергии огромен - земная поверхность облучается 120 тысячами тераватт солнечного света, что в 20 тысяч раз превышает мировой спрос на него.

- Доступность. Она доступна в любой точке земного шара - не только в экваториальной зоне Земли, но и в северных широтах. Например, Германия в настоящее время занимает первое место в мире по использованию солнечной энергии.

- Бесшумность. Из-за того, что в системах на солнечном ресурсе нет подвижных узлов, таких как генераторы, выработка электроэнергии происходит бесшумно.

- Экономичность. Солнечные панели не требуют больших затрат на техническое обслуживание.

Недостатков использования солнечной энергии меньше, чем достоинств, но нельзя их не упомянуть:

- Необходимость в первоначальных крупных инвестициях, которые не требуются для подключения к центральной электросети. Но, тем не менее, солнечные панели окупаются через несколько лет.

- Строительство солнечных электростанций требует больших площадей. Например, для электростанции мощностью 1 ГВт может понадобиться участок площадью в несколько десятков квадратных километров.

- Низкий уровень эффективности. Солнечные батареи имеют значительно более низкий КПД по сравнению с традиционными источниками энергии - около 14-15 % [1].

Ученые всего мира пытаются создать модели, которые смогут минимизировать влияние этих недостатков. В этой статье мы рассмотрим одну из подобных разработок в области солнечной энергетики.

Уроженец Германии, Барселонский архитектор André Broessel, генеральный директор компании Rawlemon, представил миру свою последнюю разработку - сферический стеклянный генератор солнечной энергии. В проекте используются шаровая линза и специфическая геометрическая структура, которые позволяют добиться повышения

энергоэффективности на 35 %. Устройство включает в себя полностью вращающееся атмосферостойкое естественное оптическое следящее устройство, которое подходит для работы на наклонных поверхностях и навесных стенах, расширяя возможности любой поверхности здания [2].



Рисунок 1 – Устройство Beta.ray

André Broessel назвал свое изобретение Beta.ray. Beta.ray – это хрустальный шар, наполненный дистиллированной водой и закрепленный на специальной конструкции. Сферическая форма генератора позволяет концентрировать солнечные лучи на фотоэлектрической панели. Благодаря своей конструкции устройство может вращаться вслед за солнцем. Архитектор утверждает, что его устройство способно получать энергию также от лунного света [3].

Это, по сути, инновационная технология в сфере фотовольтаических концентраторов (concentrator photovoltaic – CPV). Существующие примеры (Amonix система в Лас - Вегасе, США; солнечный трекер в Голмуде, Китай) обычно используют зеркала и линзы для фокусировки солнечной энергии на коллекторе солнечных элементов. CPV обычно также представляют собой двухосные системы, которые способны отслеживать прохождение солнца в течение всего дня. CPV и Beta.ray, будучи в состоянии отслеживать солнце, максимизирует захват энергии по сравнению с фиксированными панельными системами.

Каждая много переходная ячейка солнечной мини-панели устройства Beta.ray в четыре раза меньше стандартной. Несмотря на малый размер, при фокусировке солнечного света ее выходная мощность достигает 57 % мощности классической ячейки. Соответственно, четыре много переходные ячейки, расположенные на той же площади, что и одна стандартная ячейка, производят на 114 % больше электроэнергии [4]. А учитывая постоянную ориентацию на солнце, панель вырабатывает эту энергию практически в течение всего дня. Станция работает автономно, а также может быть использована для дополнения потребления электроэнергии зданием и тепловых контуров, таких как горячая вода.

Кроме того, компания Rawlemon предложила интересную идею использовать такую технологию, как сбор солнечной энергии с помощью окон. Несколько маленьких генераторов Beta.ray встраиваются в окно. Это затрудняет использование окна по прямому назначению, но это также может стать интересным дизайнерским решением.

Неоспорима роль электроэнергии в поддержании и дальнейшем развитии человечества. В современном обществе остается все меньше областей человеческой деятельности, в которых бы не использовалось электричество. Традиционные источники энергии не бесконечны и экологически небезопасны. Запасы энергии Солнца безграничны, поэтому ученые по всему миру трудятся над созданием новых систем, которые позволят расширить сферы применения солнечной энергетики. Уже сегодня они достигли многого, но в будущем солнечная энергетика может стать главным источником энергии в мире.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Преимущества и недостатки солнечной энергии: сайт. solarelectro.ru. URL: <https://solarelectro.ru/articles/preimuschestva-i-nedostatki-solnechnoj-energii> (дата обращения: 27.03.2021).
2. Spherical glass solar energy generator by Rawlemon : сайт. www.designboom.com. URL: <https://www.designboom.com/technology/spherical-glass-solar-energy-generator-by-rawlemon/> (дата обращения: 27.03.2021).
3. Энциклопедия удивительных механизмов. Выпуск 19 (солнечный генератор Beta.ray) : сайт. zen.yandex.ru. URL: Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/stranniky/enciklopediia-udivitelnyh-mehanizmov-vypusk-19-solnechnyi-generator-betaray-5c55aa8aced40f00ade27f06> (дата обращения: 27.03.2021).
4. Сферическая солнечная батарея beta.ray вдвое эффективнее обычной : сайт. teknoblog.ru. URL: <https://teknoblog.ru/2016/09/09/68442> (дата обращения: 27.03.2021).

ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕРМОЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Шумский Денис Валерьевич, бакалавр кафедры «Электрификация производства и быта»,
e-mail: d_shumskiy@mail.ru

Научный руководитель – Компанеец Борис Сергеевич, к.т.н., доцент, e-mail: kompbs@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье рассматривается термоядерный синтез как альтернативный источник энергии. Изучаются перспективы развития альтернативной энергетики. Авторы представляют описание инновационных технологий в области альтернативной энергетики и приводят примеры успешных исследовательских проектов в этой сфере. Выявлены основные преимущества, недостатки и проблемы, связанные с этими технологиями. Особое внимание уделяется описанию токамака и стелларатора, которые используются для получения управляемого термоядерного синтеза. В статье также представлен сравнительный анализ этих устройств.

Ключевые слова: альтернативная энергия, термоядерный синтез, токамак, стелларатор, плазма, ITER, HL-2M, Солнце.

На Земле существует огромное количество источников энергии и их достаточно, чтобы обеспечивать потребности человечества на данном этапе его развития. Однако надолго ли их хватит, и какие изменения в окружающей среде несет использование некоторых из них? Долгое время ученые пытаются найти новые более чистые, безопасные и неисчерпаемые источники энергии. Примером последних достижений является установка термоядерного синтеза.

На Солнце происходят термоядерные реакции, выделяющие огромное количество энергии и эти реакции можно воссоздать и на Земле. Действительно, сейчас как раз то время, когда назрела необходимость создания источника энергии, такого же мощного и чистого, как

Солнце. В настоящее время ведутся активные разработки в этой области. Самые передовые страны заняты исследованиями для создания такой установки.

Целью данной статьи является рассмотрение термоядерного синтеза как альтернативного источника энергии и исследование разработок в этой области.

Существуют традиционные способы преобразования солнечной энергии, такие как солнечные батареи, солнечные коллекторы и гибридные солнечные панели. Однако использование таких источников энергии ограничено географическим местоположением и метеорологическими условиями. Более того, они имеют низкую эффективность преобразования солнечной энергии в электрическую и тепловую, а также низкий коэффициент полезного действия. Тем не менее, Солнце – это не только энергия света, это также и термоядерные реакции. Получение управляемых реакций, аналогичных реакциям на Солнце может стать хорошим альтернативным источником энергии.

С этой целью китайские ученые разрабатывают устройство, способное вырабатывать и сдерживать огромное количество энергии. В Китае разрабатывается «искусственное солнце». Основной целью этого проекта является исследование термоядерного синтеза, которое способно дать нам путь к чистой энергии, получить Солнце на Земле. В его основе лежит токамак [1].

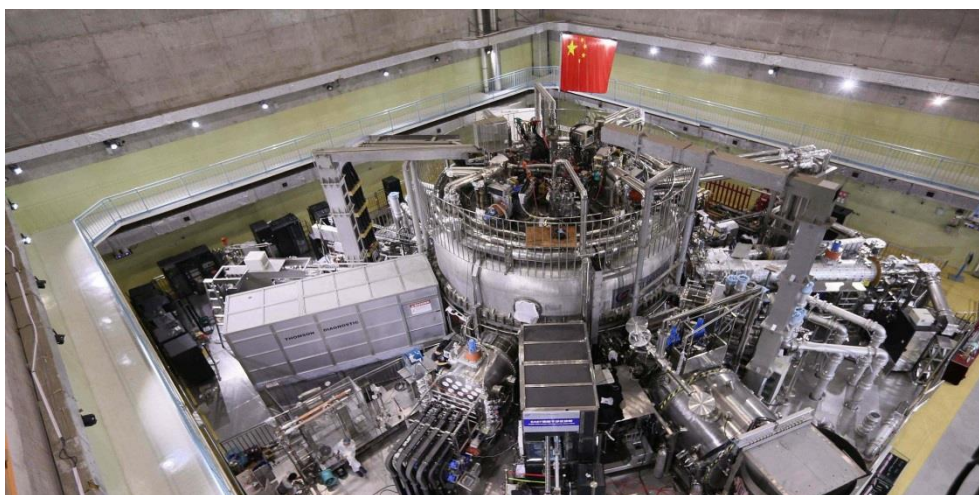


Рисунок 1 – Токамак HL-2M

Токамак (тороидальная камера с магнитными катушками) - это тороидальная установка для удержания плазмы с помощью сильных магнитов, необходимых для того, чтобы достичь условий управляемого термоядерного синтеза. Главной особенностью этого устройства является то, что плазма удерживается с помощью создаваемого током магнитного поля, а не стенками токамака [2].

Помимо токамака для осуществления управляемого термоядерного синтеза используется стелларатор. Стелларатор – замкнутая магнитная ловушка для удержания высокотемпературной плазмы. Принципиальное отличие стелларатора от токамака заключается в том, что магнитное поле для изоляции плазмы от внутренних стенок тороидальной камеры полностью создаётся внешними катушками. Стелларатор был спроектирован для уменьшения турбулентности плазмы. Однако удержание плазмы в таких установках в настоящее время представляет собой очень сложный процесс. Максимальный результат стелларатора по поддержанию реакции составляет 0,1 секунды. Вследствие этого, более эффективным способом получения термоядерного синтеза является использование токамака.

Однако есть несколько ключевых технологических проблем, когда речь идет о реакторе на основе токамака. Главным образом, они связаны с доведением этих устройств до требуемых температур и удержанием потоков плазмы для протекания реакций.

По всему миру действует целый ряд экспериментальных токамаков. ИТЭР (Международный термоядерный экспериментальный реактор) - крупнейший энергетический проект современности. В нем участвуют 35 стран. Наиболее активными участниками этого проекта являются Россия и Китай. Китайское устройство ядерного синтеза называется HL-2M. Оно было разработано и построено Китайской национальной ядерной корпорацией и Юго-Западным Институтом физики. Реактор был построен для получения энергии ядерного синтеза. Это устройство представляет собой сверхпроводящий токамак с некруглым поперечным сечением и является усовершенствованным и модифицированным вариантом токамака, созданного в России [1]. В 2018 году, еще один токамак HT-7U смог получить результат в 100 миллионов градусов, поддерживая их в течение 100 секунд, но HL-2M предположительно способен достичь 200 миллионов градусов по Цельсию, что по сравнению с Солнцем горячее в 13 раз. Самая длинная реакция была зарегистрирована в 2003 году у токамака Tore Supra во Франции и составила 6 минут и 30 секунд.

Чем выше температура внутри установки, тем проще происходят термоядерные реакции и больше объем выделяющейся энергии. Время влияет на количество полученной энергии без вмешательства для перезапуска. Чтобы воссоздать процесс термоядерных реакций на Земле токамак разогревает изотопы водорода дейтерий и тритий до огромных температур, получая плазму. Управляемый термоядерный синтез отличается от традиционной ядерной энергетики тем, что в последней используется реакция распада [3]. Переход на энергию солнца сократит влияние токсичных отходов.

Спроектированный в России гибридный термоядерный реактор Т-15МД станет первой за последние 20 лет термоядерной установкой, построенной в России. Токмак разработан совместными усилиями Курчатовского института, Научно-исследовательского института электрофизической аппаратуры имени Ефремова и Института ядерной физики Сибирского отделения РАН. При этом Т-15МД получает энергию и от распада атома (как обычная атомная станция) и от синтеза, то есть сочетает в себе принципы ядерной и термоядерной энергетики. Гибридный токамак Т-15МД будет работать на тории, который стоит дешевле, а запасы его больше, чем урана. Основное его отличие от термоядерного реактора заключается в том, что для получения энергии гибриднему реактору не нужно получать сверхвысокие температуры [4].

Основными преимуществами реактора на основе токамака можно считать следующие:

- выработка радиоактивных отходов с коротким периодом полураспада;
- отсутствие продуктов сгорания;
- в случае аварии последствия будут менее разрушительными по сравнению с атомной станцией.

Несмотря на описанные выше преимущества, существует и ряд недостатков. Выделим основные недостатки:

- сложность получения высоких температур в камере;
- поддержание температуры и термоядерной реакции из-за высокой турбулентности плазмы в камере;
- высокая цена разработок.

По мнению большинства исследователей, в будущем ученые смогут устранить эти недостатки. Чтобы добиться результатов в этой сфере, необходимо увеличить объем инвестиций в изучение альтернативных способов получения энергии [5].

Разработки в области альтернативных видов энергии нужны человечеству. Рано или поздно мы исчерпаем большую часть запасов традиционных энергетических источников, что приведет к губительным последствиям для окружающей среды. Общими силами исследователей разных стран человечество может приблизиться на шаг к чистой неисчерпаемой энергии, которая станет основным источником для будущих поколений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. China's completed «artificial sun» to start operation in 2020 : сайт scmp.com. URL: <https://www.scmp.com/tech/big-tech/article/3039493/chinas-completed-artificial-sun-start-operation-2020> (дата обращения: 27.03.2021).
2. Tokamak : сайт wikipedia.org. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Tokamak>. (дата обращения: 27.03.2021).
3. China's «artificial sun» operates at temperatures of 100 million degrees Celsius : сайт. cgtn.com. URL: https://news.cgtn.com/news/3d3d414f3455544e30457a6333566d54/share_p.html. (дата обращения: 27.03.2021).
4. Китайское искусственное солнце : сайт habr.com. URL: <https://habr.com/ru/post/430178/> (дата обращения: 27.03.2021).
5. Курчатовский институт готовится к пуску гибридного токамака Т-15МД : сайт habr.com. URL: <https://habr.com/ru/post/412353/>. (дата обращения: 27.03.2021).

(К содержанию).