

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ

*Материалы XVII Всероссийской научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
(01-05 июня 2020 года, г. Барнаул)*

Часть 6

ФАКУЛЬТЕТ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

01-05 ИЮНЯ 2020 ГОДА

ISBN 978-5-7568-1345-6



Изд-во АлтГТУ
Барнаул • 2020

УДК 621

Наука и молодежь [Электронный ресурс] : материалы XVII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (01-05 июня 2020 года, г. Барнаул) : в 8 ч. / АлтГТУ им. И.И. Ползунова. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 5,5 МБ). – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2020. – Ч. 6. – Режим доступа: https://journal.altstu.ru/konf_2020/2020_1/50/

ISBN 978-5-7568-1345-6 (ч. 6)

ISBN 978-5-7568-1339-5

Конференция посвящена актуальным вопросам научных исследований в области физики, новых конструкционных материалов и инновационных машиностроительных технологий.

Сборник включает материалы конференции, проведенной 01-05 июня 2020 года в г. Барнауле. Материалы издаются в авторской редакции.

Ответственный редактор:

Балашов Александр Владимирович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технология машиностроения», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

ISBN 978-5-7568-1345-6 (ч. 6)

ISBN 978-5-7568-1339-5

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

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

ПОДСЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

Гаврилов Р.С., Мозговой Н.И., Кремлева Ю.В. Методика оценки соответствия технической документации разработанной на железнодорожный вагон требованиям нормативных документов	6
Гаврилов Р.С., Мозговой Н.И. Передача с круговинтовым зацеплением новикова, как альтернатива эвольвентному типу зацепления в тяговой зубчатой передаче железнодорожного тягового подвижного состава	7
Гаврилов Р.С., Мозговой Н.И. Выбор оптимального варианта круговинтового зацепления новикова для использования в конструкции тяговой зубчатой передачи тягового подвижного состава	9
Горбунов И.Ю., Маркова М.И. Использование sla-технологии для изготовления мастер моделей	11
Горохов В.Ю., Аскалонова Т.А. Влияние геометрических параметров магнитно-абразивных зерен на производительность процесса микрорезания	13
Карюкин С.А., Булыгина Е.А., Мандров Б.И. Снижение объемов механической резки при изготовлении технологической оснастки в мелкосерийном сварочном производстве	14
Копейченко В.В., Буканова И.С., Ятло И.И. Применение поперечно-клиновой прокатки для получения остроконечных высокопрочных сердечников пуль	17
Кочетков Е.В., Марков А.М. Повышение производительности изготовления тонкостенных деталей на основе моделирования формирования показателей точности	19
Куппа Р.И., Маркова М.И. Селективная сборка пули	21
Куппа Р.И., Маркова М.И. Оксидированное покрытие гильзы	23
Милов И.Е., Мозговой Н.И. Повышение производительности токарных операций путем выбора рациональной конструкции режущего инструмента	26
Никифоров Н.А., Кряжев Ю.А. Совершенствование технологического процесса изготовления деталей из пвх и сплавов алюминия путём применения метода иглофрезерования	28
Писковой Н.А., Маркова М.И. Автоматизация подготовки технологической документации	33
Полухин И.А., Буевич В.Н. Совершенствование контроля состояния режущего инструмента, путем применения оптико-электронных бесконтактных устройств	35
Садовой А.В., Щербаков Н.П. Автоматизация выбора режущего инструмента для обработки отверстий методом сверления	36
Семенов И.В., Верещагин П.В. Определение второстепенных работ пороховых газов при расчете внутренней баллистики патрона травматического действия	38
Собачкин А.В., Ятло И.И. Экспериментальное исследование нанесения тонкопленочного покрытия на детали топливной аппаратуры	41
Эрфурт В.А., Щербаков Н.П. Обеспечение качества метрических резьбовых соединений на примере соединения корпус форсунки-штуцер	44

ПОДСЕКЦИЯ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ»

Бондарь А. А., Демьянов Б. Ф. Морфология фаз на границе раздела твердая медь/жидкое олово	48
Зудилов С. Г., Головина Е. А. Исследование влияния упругих модулей компонентов композиционного материала на эффективность упрочнения	51
Коваль С. Г., Головина Е. А. Особенности инфузионного процесса в полимерных композитных материалах	54
Копытский В.О., Петров Е.В. Исследование структуры и свойств поверхностного слоя материалов после высокоскоростного соударения с потоком частиц	56
Нефедов М. Э., Демьянов Б. Ф. Морфология частиц, кристаллизующихся при поверхностном плавлении меди	60
Павлов Н. А. Морозов С. В. Повышение физико-механических свойств стеклопластика путем модификации связующего	63
Pavlov N. A., Morozov S.V., Kremlyova J. V. Improvement of the physical and mechanical properties of fiberglass by modification of the binder	66
Семенчук И. Е., Сайков И. В., Малахов А. Ю. Получение слоистых композиционных материалов с использованием энергии взрыва и синтеза в порошковой смеси Ni-Al	68
Собачкин А. В., Ситников А. А., Яковлев В. И., Филимонов В. Ю., Логинова М. В., Мясников А. Ю., Иванов С. Г., Негодяев А. З., Градобоев А. В. Гамма-облучение в высокотемпературном синтезе алюминидов титана	70
Тимошенко С. С., Головина Е. А. Особенности в разработке технологии изготовления узла крепления навесного оборудования, используемого в авиационной технике	73
Timoshchenko S. S., Kremleva J. V. Specificity of the construction of the attachment of hinged equipment for aircraft	76
Трусов Н. О., Головина Е. А. Повышение термостойкости эпоксидного клея путём введения антипиренов	79
Черезов Н. П., Малахов А. Ю., Сайков И. В. Исследование структуры биметаллических труб после сварки взрывом и холодной прокатки	82
Чуков Д. А., Головина Е. А. Методы формования композитных материалов, наполненных короткими волокнами	85

ПОДСЕКЦИЯ «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»

Жук М.Н., Зоря И.В., Полетаев Г.М. Влияние примесных атомов углерода на скорость миграции границ зерен наклона в никеле	88
Лукьященко Е.О., Зоря И.В., Полетаев Г.М. Влияние примесных атомов углерода на скорость движения фронта кристаллизации в никеле	91
Мурач А.Е., Зоря И.В., Полетаев Г.М. Компьютерное моделирование скольжения дислокации в никеле в условиях наличия примесных атомов углерода	94

ПОДСЕКЦИЯ «ИННОВАТИКА»

Белов Д.С., Новоселов С.В. Перспективы применение очков дополненной реальности в образовательной среде	97
Бровкина М.Д., Новоселов С.В. Исследование электромагнитного загрязнения на базе передвижной лаборатории комплексного мониторинга окружающей среды	99
Бухтоярова Л.А., Новоселов С.В. Технология производства мозаичного панно с помощью станка с числовым программным управлением	101
Вассев К.С., Котенева Н.В. Стратегические альтернативы при разработке производственной стратегии предприятий машиностроительного комплекса	103
Вотинова С.А., Новоселов С.В. Модель разработки метода защиты леса с применением энтомофага <i>Chouioia cunea</i> от вредителя шелкопряда-монашенки	106
Гданова А.А., Новоселов С.В. Модель формирования производства хлебобулочных изделий с добавкой, переработанной культурой сорго	109
Иванова Е.А., Новоселов С.В. Энергоснабжение поселений городского типа при помощи теплоэлектростанции на природном газе	112
Кропачева Л.С., Новоселов С.В. Разработка и применение съедобной посуды с добавкой минерального вещества	114
Комаров И.А., Новоселов С.В. Основные положения инновационного проекта модернизации свиного комплекса на основе автоматизации производства	117
Комаров И.А., Котенева Н.В. Форсайт технологии в образовании: основные задачи и проблемы	120
Костылев А.В., Новоселов С.В. Модель компьютерной консультационной системы с голосовым пользовательским интерфейсом	121
Лазарева Л.Н., Новоселов С.В. Модель производства хлебобулочных изделий специализированного назначения с добавкой грибного порошка «чага»	123
Морозова А.Д., Новоселов С.В. Мониторинг оценки инновационного потенциала предприятий пищевой промышленности в условиях алтайского края	128
Ободец Д.В., Котенева Н.В. Инновационная стратегия (стратегия ниокр). Создание специфических видов ресурсов и управление всеми видами ресурсов, выделенных на проект ниокр	130
Рекунова К.Г., Исаева Н.В., Новоселов С.В. Модель производства альтернативного сахарозаменителя с содержанием фруктозы	133
Фукс А.Е., Новоселов С.В. Типовые проблемы акустического оформления малых коммерческих студий звукозаписи и способ их устранения	136
Чернущенко И.В., Новоселов С.В. Модель инновационного производства системы «умный домашний огород» для применения в условиях алтайского края	138

ПОДСЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ РАЗРАБОТАННОЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ВАГОН ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

Р.С. Гаврилов, Н.И. Мозговой, Ю.В. Кремлева

Существующая система разработки и постановки продукции на производство в части постройки железнодорожного подвижного состава предусматривает проведение экспертизы технической документации. На сегодняшний день методика проведения экспертиз не регламентирована ни одним нормативным документом. Приведены основные (обобщенные) требования к конструкции изделия. Рассмотрены основные вопросы, возникающие в результате проведения работ.

Ключевые слова: разработка, постановка на производство, продукция, производство, железнодорожный подвижной состав, экспертиза, техническая документация, методика, регламент, нормативный документ.

В связи с возрастающими требованиями, предъявляемыми к конструкции изделия, а также к подготовке производства, со стороны надзорных органов, органов по стандартизации и сертификации, возникает необходимость проведения комплекса работ по оценке технической документации, значение которых заключается в предупреждении несоответствий установленным НД требованиям на ранних стадиях жизненного цикла изделия (ОКР и постановка на производство), оказывающих негативное влияние на качество при разработке и изготовлении.

Существующая Система разработки и постановки продукции на производство в части постройки железнодорожного подвижного состава и его составных частей [1] предусматривает проведение оценки технической документации в виде экспертизы. Экспертиза устанавливает факт соответствия или несоответствия характеристик вновь разработанного изделия, на основании исходных данных – технической документации, основным требованиям, обеспечивающим:

- безопасность при разработке, изготовлении, эксплуатации и ремонте;
- прочность и (или) динамические качества конструкции;
- надежность конструкции;
- охраны труда и окружающей среды при изготовлении;
- стабильность качества при производстве;
- эффективность при эксплуатации (технические и технико-экономические показатели).

Оценка может быть как объектной, так и предметной. Исследуются либо отдельные виды технической документации (конструкторская документация, технологическая документация, организационно-методическая документация и др.), либо оценке подвергается весь объем документации, разработанной на конкретном этапе стадий ОКР и постановки на производство.

Одним из наиболее значимых вопросов на сегодняшний день, возникающих при проведении оценки технической документации является отсутствие методики и регламента ее проведения, что приводит к следующим проблемам:

- а) отсутствие указаний по назначению объема технической документации, обеспечивающих достаточность исходных данных, необходимых для проведения оценки;
- б) необходимость рекомендаций по установлению критериев оценки объекта или предмета оценки;
- в) нет рекомендаций по использованию критериев оценки, с указанием конкретных документов, используемых при проведении работ, обеспечивающих объективность результатов оценок и выводов;

г) необходимо четко сформулировать вопросы, подлежащие рассмотрению при проведении оценки технической документации, обеспечивающие однозначность результатов оценок и выводов;

д) не выработаны рекомендации по организации обсуждения выявленных несоответствий с заказчиком и разработке мероприятий по их устранению.

Из вышесказанного следует, что легитимность документа, оформленного в результате выполнения работ по оценке технической документации, необходимо поставить под сомнение, т.к. повторное проведение работ при иных обстоятельствах (другая экспертная организация, другое лицо, проводящее работы по оценке технической документации и др.) может привести к результатам, отличным от ранее полученных, доказывая необъективность выводов.

Разрабатываемый нами метод оценки технической документации позволит обеспечить объективность выводов, данных в результате оценки, и позволит воспроизвести оценку с соответствующими результатами при иных обстоятельствах выполнения работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 15.902-2014 Система разработки и постановки продукции на производство. Железнодорожный подвижной состав. Порядок разработки и постановки на производство

2. ГОСТ Р 50.03.01-2017 Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Оценка соответствия в форме экспертизы технической документации. Порядок проведения

Гаврилов Роман Сергеевич, магистрант кафедры «Технология машиностроения», Факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: RomanSG93@yandex.ru

Кремлева Юлия Владимировна, к.п.н., доцент кафедры «Иностранные языки», Гуманитарного факультета ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: kremlevajuliya@mail.ru

Мозговой Николай Иванович, научный руководитель, к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения», Факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: Nick_3@mail.ru

ПЕРЕДАЧА С КРУГОВИНТОВЫМ ЗАЦЕПЛЕНИЕМ НОВИКОВА, КАК АЛЬТЕРНАТИВА ЭВОЛЬВЕНТНОМУ ТИПУ ЗАЦЕПЛЕНИЯ В ТЯГОВОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА Р.С. Гаврилов, Н.И. Мозговой

Рассмотрены основные недостатки применения эвольвентного зацепления в сфере производства и эксплуатации тяговой зубчатой передачи тягового подвижного состава. Выполнено сопоставление характеристик эвольвентного зацепления с альтернативными типами. Подобрано наиболее подходящее зацепление, удовлетворяющее требованиям, предъявляемым к зубчатой передаче тягового подвижного состава – круговинтовое зацепление Новикова. Рассмотрены его основные достоинства и недостатки.

Ключевые слова: эвольвентное зацепление, круговинтовое зацепление Новикова, зубчатая передача, зубчатое колесо, тяговый подвижной состав.

Известно, что наряду со всеми достоинствами эвольвентного зацепления (рисунок 1 а), в сфере производства и эксплуатации тяговой зубчатой передачи тягового подвижного состава, не маловажную роль несут и его недостатки [1, 2, 3, 4]:

- линейчатый контакт зубьев, повышающий чувствительность к погрешностям изготовления и сборки;
- увеличенные потери в зацеплении в связи со значительным скольжением;
- сопротивление контактной усталости, ограниченное радиусом кривизны активных поверхностей зубьев.

Следовательно, увеличение нагрузочной способности передачи с эвольвентным зацеплением сопровождается увеличением диаметров зубчатых колес и, следовательно, габаритов и массы передач.

Сравнив характеристики эвольвентного зацепления с альтернативными типами, а также учитывая специфику работы тяговой зубчатой передачи тягового подвижного состава, было решено использовать круговинтовое зацепление Новикова (рисунок 1 б), позволяющее исключить основные недостатки эвольвентного зацепления и повысить надежность и работоспособность зубчатой передачи.

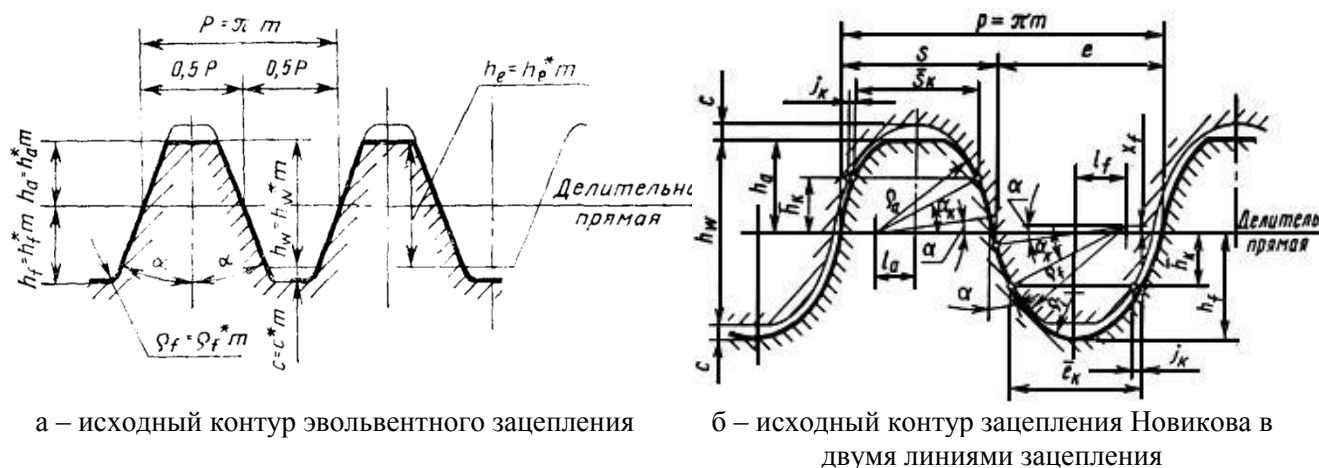


Рисунок 1 – Исходные контуры

В процессе изучения профильных материалов были рассмотрены существующие виды зацепления, особенности их применения, а также способы повышения работоспособности тяговых зубчатых передач тягового подвижного состава. Однако стоит отметить, что в настоящее время применение иных типов зацепления в тяговых передачах, кроме эвольвентного, не допускается; все производимые колеса зубчатые тяговых передач тягового подвижного состава должны соответствовать ГОСТ 30803-2014 «Колеса зубчатые тяговых передач тягового подвижного состава. Технические условия».

Внедрение круговинтового зацепления Новикова в тяговую зубчатую передачу железнодорожного тягового подвижного состава позволит существенно повысить нагрузочную способность по контактным напряжениям изгиба или снизить массогабаритные параметры при сохранении прежней эффективности работы равной эвольвентному зацеплению; снизить уровень шума, создаваемого при работе зубчатой передачи, снизить чувствительность к перекосам зубчатых колес вследствие точечного контакта зубьев.

Следует указать, что внедряемое зацепление также не лишено недостатков, среди которых можно выделить главные:

- высокая чувствительность к изменению межосевого расстояния между ведомым и ведущим колесами;
- повышение контактной усталости, снижение сопротивление усталости по изгибным напряжениям и усложнение технологии изготовления при твердости зубьев свыше 350НВ;
- при твердости ниже 350 НВ и больших нагрузках увеличивается площадь контакта и при высокой скорости их перемещения возрастает опасность заедания.

Рассмотренные недостатки можно предупредить на стадии проектирования и изготовления.

В заключение стоит отметить, что рассматриваемое круговинтовое зацепление Новикова обладает рядом преимуществ над эвольвентным. Его применение может обеспечить повышение эффективности работы тяговой зубчатой передачи тягового подвижного состава, увеличить ресурс продолжительности работы зубчатой передачи и оказать положительный экономический эффект при внедрении данного типа зацепления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Детали машин и основы конструирования: учебник / А.Т. Скойбеда, А.В. Кузьмин, Н. Н. Макейчик; под общ. ред. А.Т. Скойбеда. перераб. – Мн. : Выш. шк., 2006. – 560 с. : ил.
2. Орлов В.В. Вопросы исследования зубчатых колес тягового редуктора тепловозов в эксплуатации. //Труды МИИТ. вып. 390. -1971.-с.138-147.
3. Обзор зубчатых зацеплений с различными профилями зубьев, Вестник Кузбасского государственного технического университета 2018, № 6, с. 76-93 Дубов Г.М., Трухманов Д.С., Лопасова Е.С., Ельцов И.Е., Тимофеев Р.А., Фоминых П.А.
4. Технологические основы повышения работоспособности тяговых зубчатых передач локомотивов, 1998, д. т. н., В. В. Орлов.

Гаврилов Роман Сергеевич, магистрант кафедры «Технология машиностроения», Факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: RomanSG93@yandex.ru

Мозговой Николай Иванович, научный руководитель, к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения», Факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: Nick_3@mail.ru

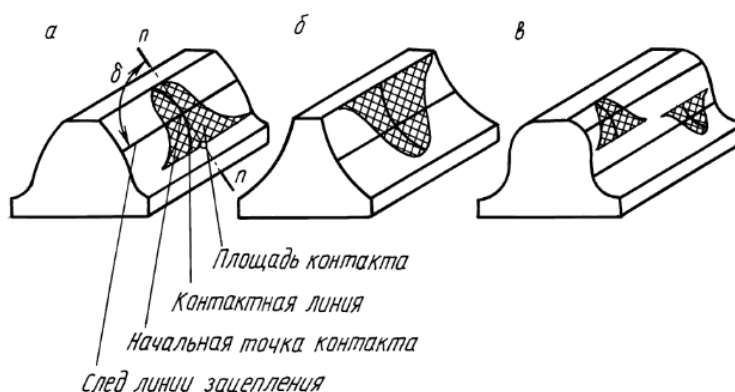
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА КРУГОВИНТОВОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ НОВИКОВА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КОНСТРУКЦИИ ТЯГОВОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Р.С. Гаврилов, Н.И. Мозговой

Рассмотрены два варианта круговинтового зацепления Новикова - с одной линией зацепления за полюсные и дополюсные, с двумя линиями зацепления дозаполюсные. Определен наиболее эффективный вариант круговинтового зацепления - с двумя линиями зацепления дозаполюсное. Установлена необходимость проведения дополнительных исследований, связанных с повышением предельно допустимой окружной скорости работы передачи, без снижения эффективности ее работы.

Ключевые слова: круговинтовое зацепление Новикова, зубчатая передача, зубчатое колесо, линия зацепления, тяговый подвижной состав.

Известно, что круговинтовое зацепление Новикова имеет два варианта передач (рис. 1): с одной линией зацепления за полюсные и дополюсные, с двумя линиями зацепления дозаполюсные. Каждый из вариантов передач обладает рядом достоинствами и недостатками, и следовательно ставится вопрос о том, какой вариант передачи предпочтительнее использовать в конструкции зубчатых колес тяговой зубчатой передачи тягового подвижного состава [1, 2].

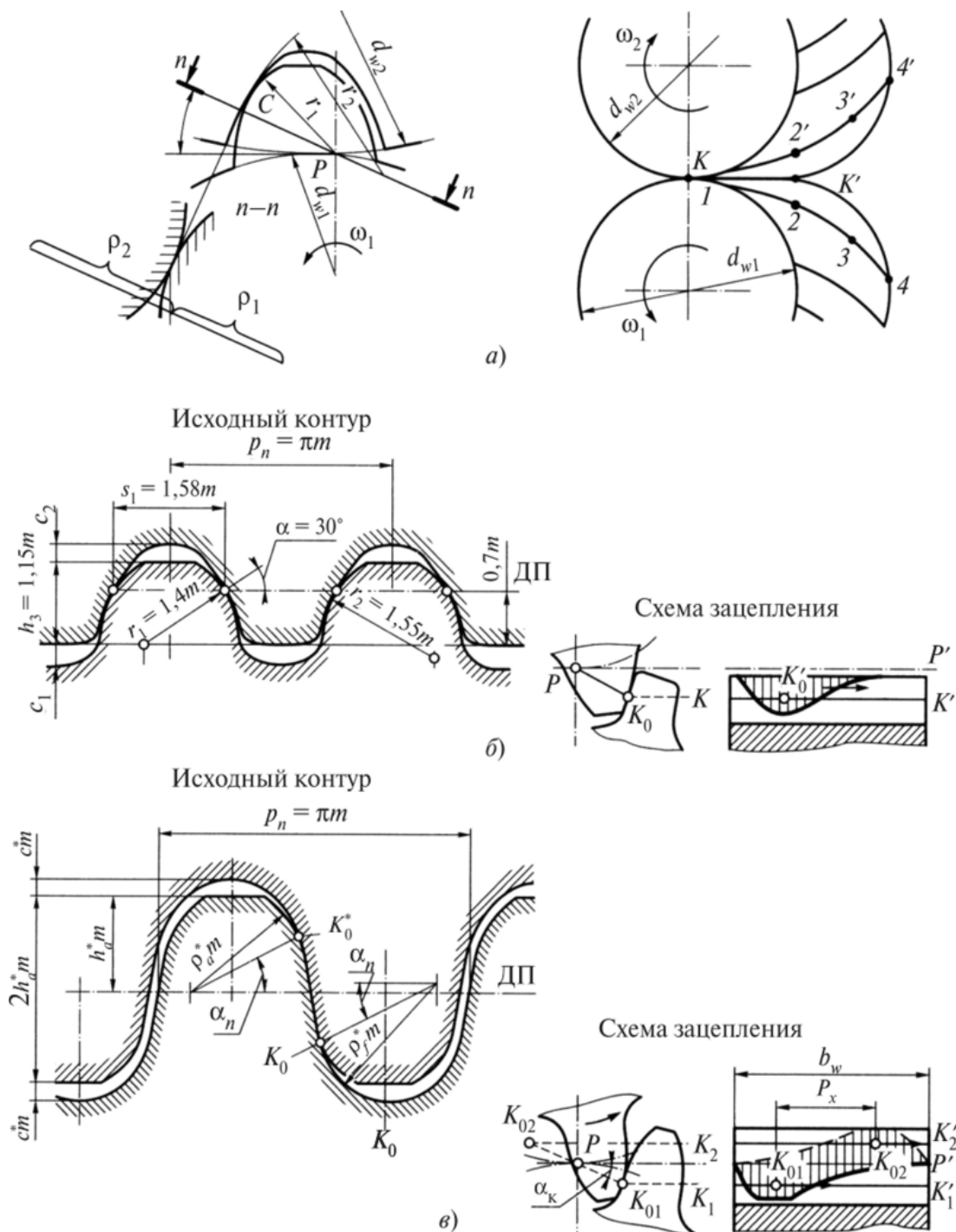


а – с одной линией зацепления однополюсные; б – с одной линией зацепления за полюсные;
в – с двумя линиями зацепления дозаполюсные

Рисунок 1 – Варианты передач

Применяя круговинтовое зацепление Новикова в конструкции тяговой зубчатой передачи тягового подвижного состава необходимо подобрать оптимальный вариант передачи, обеспечивающий в первую очередь высокую надежность, её эффективность и продолжительный ресурс работы.

В процессе изучения материалов были рассмотрены варианты круговинтового зацепления Новикова и особенности их применения. Исходные контуры вариантов зацепления, а также их схемы, приведены на рисунке 2.



а – схемы контакта зубьев; б – исходный контур и схемы для варианта передачи с одной линией зацепления; в – исходный контур и схемы для варианта передачи с одной линией зацепления

Рисунок 2 – Круговинтовое зацепление Новикова

На основании полученных данных решено применить в тяговой передаче тягового подвижного состава круговинтовое зацепление Новикова с двумя линиями зацепления, имеющее в 2 раза большее число точек контакта зубьев, и следовательно, повышенную несущую способность в сравнении с передачей с одной линией зацепления. Данный вариант зацепления легче в изготовлении (применяется один режущий инструмент для фрезерования зубьев ведущего и ведомого колес, вместо двух для передач с одной линией зацепления). За основу взята передача, соответствующая ГОСТ 15023-76 «Передачи Новикова цилиндрические с двумя линиями зацепления. Исходный контур», однако, она рассчитана на зубчатые колеса с твердостью активных поверхностей зубьев не более 320 НВ, работающие с окружной скоростью до 20 м/с, что предполагает проведение дополнительных исследований, связанных с повышением предельно допустимой окружной скорости работы передачи, без снижения работоспособности.

Применение зацепления Новикова с двумя линиями зацепления несомненно имеет ряд преимуществ над вариантом с одной линией зацепления. Его использование может обеспечить повышение эффективности работы тяговой зубчатой передачи тягового подвижного состава, увеличить ресурс продолжительности работы зубчатой передачи и оказать положительный экономический эффект при внедрении данного варианта зацепления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Детали машин и основы конструирования: учебник / А.Т. Скойбеда, А.В. Кузьмин, Н. Н. Макейчик; под общ. ред. А.Т. Скойбеда. перераб. – Мн. : Выш. шк., 2006. – 560 с. : ил.
2. Обзор зубчатых зацеплений с различными профилями зубьев, Вестник Кузбасского государственного технического университета 2018, № 6, с. 76-93 Дубов Г.М., Трухманов Д.С., Лопасова Е.С., Ельцов И.Е., Тимофеев Р.А., Фоминых П.А.

Гаврилов Роман Сергеевич, магистрант кафедры «Технология машиностроения», Факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: RomanSG93@yandex.ru

Мозговой Николай Иванович, научный руководитель, к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения», Факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: Nick_3@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SLA-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАСТЕР МОДЕЛЕЙ

И.Ю. Горбунов, М. И. Маркова

Рассмотрен подход проектирования мастер-модели на основе 3D моделирования и ее выращивания на 3D принтере методом лазерной стереолитографии. Разработан образец для изготовления методом SLS – технологии. Исследование образцов на прочность стенки, точность размеров и шероховатость поверхностей позволит дать рекомендации по режимам печати и наполняемости мастер-модели материалом.

Ключевые слова: мастер-модель, метод лазерной стереолитографии, SLS – технологии, 3D моделирование.

Мастер-модель – это первичная модель, которая является прототипом объекта. В дальнейшем она используется для отлива копий самого объекта. Поэтому требования к точности изготовления мастер-модели высокие.

Технология получения мастер-моделей достаточно трудоемка и требует больших как временных, так и материальных затрат [1] и традиционно состоит из этапов: проектирование конструкторской документации, получение самой модели, изготовление литейной формы и получение отливки.

Проектирование конструкторской документации на изготовление мастер-модели проводится с учетом требований литейной технологии. Изготовление мастер-модели – самый трудоемкий процесс в этой цепочки. Зачастую мастер-модель состоит из пространственно-

сложных поверхностей и на предприятии такие модели получают на 3-х, 5-ти координатных фрезерных и многоцелевых станков и дальнейшей слесарной доводкой. Применение такого метода требует специальное оборудование с ЧПУ и высококвалифицированные кадры.

Учитывая современный уровень развития 3D моделирования и возможность применения технологий быстрого прототипирования трудоемкость изготовления мастер-моделей снижается.

Некоторые виды быстрого прототипирования применяются в литейном производстве, например, SLS – технология используется для получения песчаных форм. Форма изготавливается послойно, при помощи избирательного напыления жидкого связующего на слои формовочного порошка. Главными преимуществами являются: высокая производительность, возможность получения форм для крупногабаритных отливок, но технология имеет и очевидные недостатки: высокая шероховатость рабочих поверхностей, засорения струйных головок машин для прототипирования [2].

В данной работе, предполагается использовать метод лазерной стереолитографии или SLA – технологии с использованием жидкого материала, который становится твердым под действием луча лазера. Преимущества данной технологии заключается в изготовлении моделей любой сложности, высокой точности и качества построения поверхностей. Изготовленная по SLA – технологии модель запрессовывается в песчаную форму без последующего извлечения, форма подвергается прокаливанию при высоких температурах, при этом пластик выгорает, а на его место в образовавшуюся форму под вакуумом заливается металл [3].

Для изготовления образцов мастер-моделей методом лазерной стереолитографии спроектирована их 3D модель (рисунок 1). Образцы из фотополимерной смолы планируется изготовить на 3D принтере с различными режимами печати. А затем исследовать образцы на точность размеров и шероховатость поверхностей. Изготовление образцов с разной толщиной стенки и исследование прочности стенок позволит выявить прочность материала мастер-модели при запрессовывании в песчаную форму.



Рисунок 1 – 3D модель образца

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Селезнев В.А., Медведев А.А. Технология изготовления мастер-моделей для литейного производства на основе компьютерного объемного моделирования и прототипирования. /Новые материалы и технологии в машиностроении. 2012. № 16. С. 93-96.

2. Марков В.А., Мальцев А.К. Использование технологий быстрого прототипирования в ходе технической подготовки литейного производства. /В сборнике: Проблемы и перспективы развития литейного, сварочного и кузнечно-штамповочного производств Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. Министерство образования Российской Федерации; Международная академия наук высшей школы (МАН ВШ); Академия наук высшей школы России (АН ВШ РФ); Сибирское отделение МАН ВШ и АН ВШ РФ (САН ВШ); Алтайское региональное отделение (СО АН ВШ-САН ВШ); админист-

рация Алтайского Края; Союз промышленников Алтайского Края; Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. 2001. С. 127-128.

3. Куватова А.М. Современные технологии быстрого прототипирования в литейном производстве. в сборнике: современные тенденции развития науки и образования. Материалы международной (заочной) научно-практической конференции. Научно-издательский центр «Мир науки». 2016. С. 126-132.

Горбунов Илья Юрьевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: ilya_gorbunov97@mail.ru>

Маркова Маргарита Ивановна, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: margarita-markova@inbox.ru

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНО-АБРАЗИВНЫХ ЗЕРЕН НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА МИКРОРЕЗАНИЯ

В.Ю. Горохов, Т.А. Аскалонова

Показана возможность применения современных вычислительных программ для моделирования процесса микрорезания абразивными зёрнами, воплощает данную возможность программа Ansis, данная программа основана на методе конечных элементов. Программа предназначена для расчета быстротекущих и динамических задач физики и процессов, имеющих значительную нелинейность, и идеально подходит для решения задач магнитно-абразивной обработки

Ключевые слова: магнитно-абразивная обработка, геометрические параметры зерна, моделирование.

Эффективность магнитно-абразивной обработки определяется целым рядом факторов, в частности значительное влияние оказывает геометрия зёрен и их режущая способность.

От геометрических параметров, а именно: геометрия зерна, форма, зависит то какое будет сечение срезаемой при обработке стружки, температура и сила резания в ходе обработки материала [1].

Качество обработанных поверхностей также во многом зависит от линейных размеров зёрен.

Для определения геометрических параметров зёрен учувствуют такие критерии как L-длина, B-ширина, H-высота, а также угол заострения α_i и радиус при вершине зерна R_i , представлены все эти параметры на рисунке 1 [2].

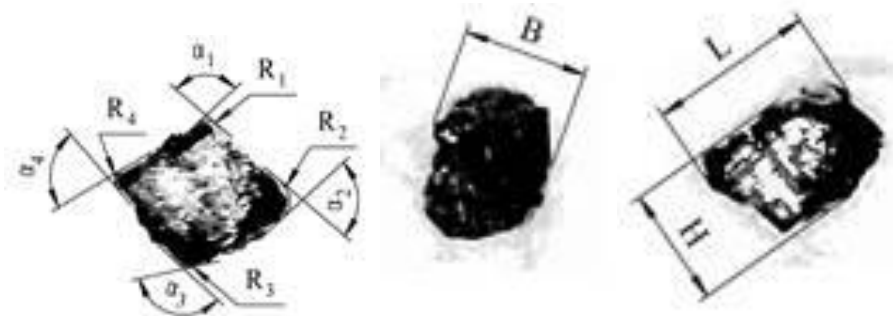


Рисунок 1 – Геометрические параметры зерна

Для построения статистической и динамической модели внедрение абразивного зерна в материал используются современные вычислительные программы такие как Ansis.

Сложность таких расчетов заключается в том, что даже сравнительно малый по объему эксперимент занимает продолжительное количество времени.

Первым этапом следуем выяснить, насколько сильно влияют геометрические параметры абразивных зёрен каждое по отдельности, один из самых влиятельных параметров - это радиус при вершине абразивного зерна.

Для упрощения стабилизации расчетов радиус при вершине будет представляться в виде сферы, с разным радиусом, что позволит определить по какой зависимости изменяется процесс внедрение абразивного зерна в заготовку.

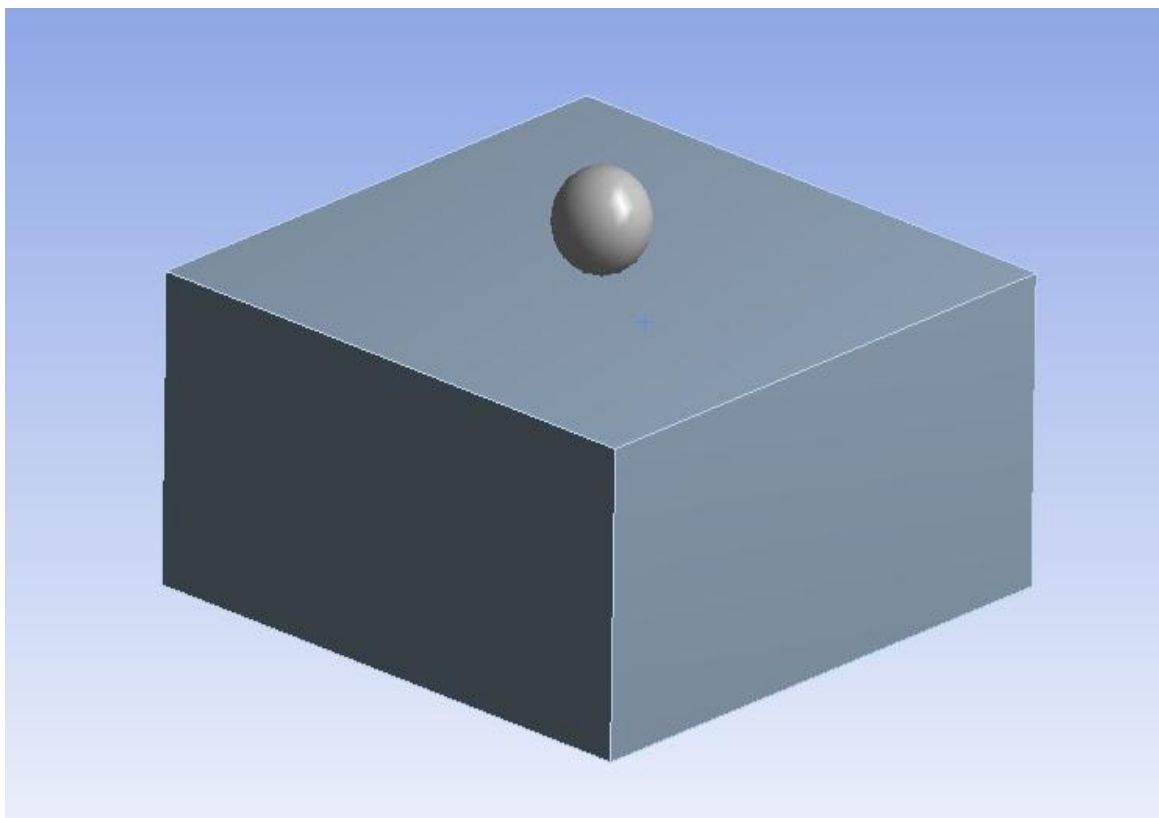


Рисунок 2 – Моделирование абразивного зерна и заготовки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кунгуров Д.А., Мкртчян А.Ф. Исследование геометрических параметров абразивных зерен в магнитно-абразивной обработке // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4.
2. Никифоров И.П. К вопросу о геометрии абразивного зерна // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2009 №9. С.65-68.

Горохов Владислав Юрьевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: vlad_gorox97@mail.ru>

Аскалонова Татьяна Александровна, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: Askalonova-astu@inbox.ru

СНИЖЕНИЕ ОБЪЕМОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ РЕЗКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАТКИ В МЕЛКОСЕРИЙНОМ СВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

С.А. Карюкин, Е.А. Булыгина, Б.И. Мандров

Показаны проблемы проектирования и изготовления технологической оснастки (далее ТССО) в мелкосерийном производстве. Для снижения трудоемкости проектирования оснастки предложено использовать КОМПАС-3D при моделировании деталей и сборочных единиц ТССО. Показано отличие в реализации связки проектирование-изготовление пластмассовых и металлических изделий. Предложено уменьшить объем механической обработки за счет выбора эффективных методов разделительной резки.

Ключевые слова: технологическая оснастка, трехмерная модель, пластмассовые и металлические изделия, заготовительные операции, разделительная резка.

Во многих отраслях промышленности происходит частая смена изготавливаемой продукции, что отражается на типе производства и применяемом как основном оборудовании, так и технологической оснастке. Оценка типа производства может производиться или через

коэффициент закрепления операций за рабочим местом, или через объем выпуска и массу конструкции (часто используется в сварочном производстве).

В зависимости от типа производства выбирается тип технологической оснастки. В крупносерийном производстве используется специализированная, а в мелкосерийном и единичном универсальная оснастка. Применение универсальной оснастки снижает производительность труда, повышает себестоимость продукции и ухудшает качество, в частности, в сборочных и контрольных операциях. Для использования специализированной оснастки в условиях малых партий продукции необходимо снизить затраты как на проектирование, так и на изготовление ТССО. В работе была предпринята попытка расширения возможности проектирования и изготовления специализированной оснастки малой серии выпуска.

Авторы работы на момент ее выполнения имели опыт 3D моделирования и 3D печати опытных образцов из полимерного материала АБС. В программном продукте SolidWorks проектировались твердотельные модели оснастки-шаблонов для контроля величины грата при сварке полиэтиленовых трубопроводов. Спроектированная модель сохранялась в STL коде и далее на слайсере она преобразовывалась в g-code и печаталась на 3D принтере, что позволяло исключить разработку чертежей деталей. Переход к металлическим изделиям требует корректировки отработанного алгоритма проектирования и изготовления. Это главным образом связано с высокой стоимостью металлических порошков и 3D принтеров для них.

Изменения алгоритма в первую очередь коснулись выбора программного продукта проектирования. Это было обусловлено необходимостью вовлечения в изготовление деталей процессов заготовительного производства и механической обработки и выполнения чертежей деталей. В тоже время для снижения проектных затрат целесообразно использовать 3D моделирование. В связи с этим, был выбран программный продукт КОМПАС- 3D, имеющий хорошую библиотеку российских стандартов, хорошие возможности для твердотельного моделирования и разработки электронных чертежей. Это особенно важно для снижения объемов механической обработки и максимально возможного применения разделительной резки. В настоящее время предпосылки для такого подхода имеются.

Произошло качественное улучшение оборудования для плазменной и лазерной разделительной резки, что привело к появлению предприятий малого бизнеса, занимающихся этими видами резки листового проката толщиной (20-40) мм и обеспечивающие хорошую точность вырезки заготовок. В тоже время, для перехода к координатной резке необходимо чертежи КОМПАС- 3D сохранять в формате, соответствующим программному обеспечению оборудования для разделительной резки. В связи с этим, в алгоритме 3D моделирования появляются переходы от 3D модели к формату cdw и далее специальному формату.

В работе предстояло определить какому методу разделительной резки плазменной или лазерной отдать предпочтение. Для этого в КОМПАС- 3D с помощью операции выдавливания [1] была спроектирована 3D модель боковины измерительного устройства, оформлен чертеж в формат cdw и сделан перевод чертежа в формат оборудования для плазменной и лазерной разделительной резки. Далее вырезались опытные образцы боковины измерительного устройства и производилась оценка их качества. Основными критериями оценки применимости способа резки к выбранной практической задаче были:

- Качество кромок заготовки (наличие: грата, оплавления кромок, зарезов в глубину заготовки);
- Деформации заготовки;
- Соответствие размеров чертежа и заготовки (особенно при вырезке отверстий и пазов);
- Объем механической обработки при доводке заготовок.

На рисунках 1 и 2 показаны образцы соответственно вырезанные плазменной и лазерной разделительной резкой. Заготовки после вырезки не подвергались механической обработки (удаление грата и шлифовка и т.п.). Сравнение рисунков показало, что при вырезке

заготовок малых размеров с отверстиями и пазами предпочтение следует отдать лазерной резке.



Рисунок 1 – Заготовка боковины измерительного устройства, вырезанная плазменной резкой



Рисунок 2 – Заготовка боковины измерительного устройства, вырезанная лазерной резкой с приваренными лапками

В отверстия боковины должны вставляться и закрепляться направляющие для платформы с измерительным блоком, поэтому производилась проверка возможности их установки и точности из взаимного расположения как по ширине направляющей, так и по высоте. Измерение диаметра направляющих и отверстий под них показало, отверстия нужно калибровать сверлом. После этого собранная конструкция, из двух боковин с закрепленными направляющими контролировалась на сборочной плите. Уход параллельных направляющих по ширине на участке длиной 350 мм не превышал 0,01 мм, их пересечение по длине также не превышало вышеуказанного значения. Пересечение направляющих по длине может регулироваться при сборке и настройке измерительного устройства.

Выводы по работе:

1. Выбрана методика проектирования и способ вырезки заготовок;
2. Проведено экспериментальное сравнение заготовок боковины измерительного устройства, вырезанных плазменной и лазерной разделительной резкой, которое показало преимущества лазерной резки на объектах малого размера со сложной конфигурацией реза.
3. Предложенное сочетание методов проектирования и лазерной резки с малым объемом механической обработки для условий мелкосерийного производства

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Операция выдавливания // КОМПАС уроки. URL: <https://kompas-uroki.ru/kompas-3d/operatsiya-vydavlivaniya> (дата обращения: 16.12.2019).
2. <https://mclaser.ru/shop/lazernoe-oborudovanie/stanok-lazernoy-rezki-metalla/mc-500w-metal.html>

Карюкин Сергей Александрович, магистрант кафедры «МБСП», Факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: ru:ksa250198@gmail.com

Булыгина Елизавета Александровна, магистрант кафедры «МБСП», Факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: e.li.za96@mail.ru

Мандров Борис Иванович, научный руководитель, к.т.н., доцент кафедры «МБСП» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: polimerbim@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ПОПЕРЕЧНО-КЛИНОВОЙ ПРОКАТКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОСТРОКОНЕЧНЫХ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СЕРДЕЧНИКОВ ПУЛЬ

В.В. Копейченко, И.С. Буканова, И.И. Ятло

Показаны возможности применения метода поперечно-клиновой прокатки для совершенствования технологии изготовления остроконечных высокопрочных сердечников пуль стрелкового оружия. Предложенная технология позволяет отказаться от низкопроизводительных операций токарной обработки при острении сердечника.

Ключевые слова: поперечно-клиновая прокатка, сердечник пули, острение сердечника, производительность, ресурсосбережение, деформационные усилия.

Высокопрочный сердечник – это составная часть пули и в процентном соотношении занимает наибольшую часть от массы пули. Сердечник располагается по центру пули и позволяет ей достичь максимального пробивного и убойного воздействия.

Бронебойное воздействие сердечников осуществляется за счет высокой твердости, которая должна быть не менее 63 HRC. Для этого должна использоваться высококачественная инструментальная углеродистая сталь, например У10А и У12А. Если пуля попадает в преграду под углом и сердечник ломается, то это можно объяснить тем, что закаленный сердечник имеет концентраторы напряжений в виде рисок на заостренной части, полученных при токарной обработке. Предлагаемая технология острения сердечников методом поперечно-клиновой прокатки позволяет повысить их эксплуатационные и служебные свойства.

Когда пуля попадает и ударяется о препятствие, то ее оболочка разрушается, а сердечник обеспечивает пробивное действие. Какая-то часть кинетической энергии пули расходуется на разрушение оболочки. Это зависит от материала оболочки, расположения сердечника в пуле и других факторов. Если сердечник остроконечный, то его эффективность заметно повышается при пробитии. И чем острее будет сердечник, тем меньше кинетической энергии понадобится на разрушение оболочки. Поэтому та часть кинетической энергии, не израсходованная на смятие головной части оболочки, (если есть пространство между вершиной сердечника и оболочкой), идет на пробитие преграды.

Процесс поперечно клиновой прокатки (ПКП) считается одним из самых экономичных и производительных способов изготовления тел вращения [1,2]. При таком способе коэффициент использования материала может приближаться к единице. А точность полуфабриката приближается к точности, достигаемой при токарной обработке.

Одной из главных технологических операций, которая определяет служебные свойства и качество изделий, считается операция острения сердечника пули стрелкового оружия. Суть процесса поперечно – клиновой прокатки состоит в том, что заготовка нарубается из прутка и помещается поперек заходной части нижней плашки (неподвижный инструмент). А верхняя плашка (подвижный инструмент), имеет профиль подобный неподвижному и, перемещаясь параллельно нижней плашке, входит в заготовку, вызывая ее вращение. Диаметр заготовки уменьшается, а длина, за счет перемещения избытка металла по направлению к торцам, увеличивается. Так, постоянно перекатываясь вдоль неподвижного инструмента, из заготовки получается готовое изделие. Затем подвижный инструмент, возвращается в начальное положение и цикл повторяется снова (рисунок 1). В итоге повышается прочностные характеристики сердечника, уменьшается нагрузка на инструмент и происходит снижение

себестоимости изготовления сердечника. Эффективность применения метода поперечно-клиновой прокатки напрямую связано с выбором оптимальных параметров прокатно – клинового и деформационных режимов. Все эти условия влияют на производительность процесса, ресурсосбережение, деформационные усилия и энергозатраты.

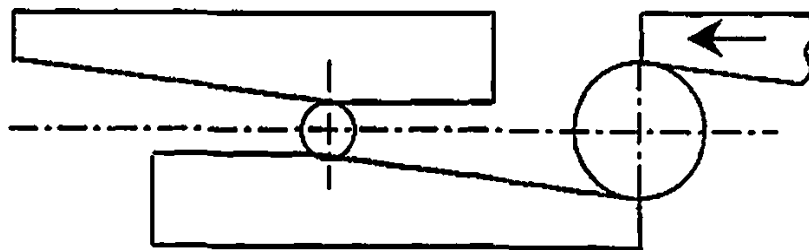


Рисунок 1 – Схема деформирования заготовки между двумя клиньями

ПКП может быть, как одинарной, так и парной. Парная прокатка может быть выполнена на комплексах поперечно – клиновой прокатки.

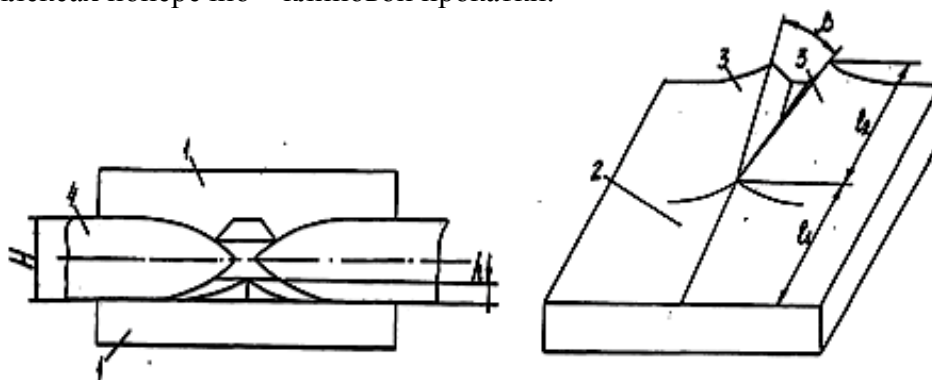


Рисунок 2 – Инструмент для парной прокатки изделий на комплексах поперечно – клиновой прокатки:

1 – основание, 2 – разделительные клинья, 3 – деформирующий клин, 4 – заготовка, β – величина угла, характеризующая интенсивность деформации.

Способ поперечно – клиновой прокатки имеет ряд преимуществ, если его сравнивать с механической обработкой на токарных станках: производительность труда возрастает до 7 раз; простота клинового инструмента; повышение коэффициента использования металла на 20 – 30 %; низкая себестоимость; улучшаются условия труда рабочих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кожевникова Г.В. Теория и практика поперечно-клиновой прокатки: Монография. — Минск: Белорусская наука, 2010. - 304 с.
2. Манин В.П., Пыхтунова С.В. Анализ конечных деформаций при поперечно-клиновой прокатке конусообразных тел вращения Труды четвертого конгресса прокатчиков. Т. 2.-М., 2002.- С. 183.

Копейченко Виталий Вячеславович, магистрант кафедры «Технология машиностроения», факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: kovi_12@mail.ru.

Буканова Ирина Сергеевна, к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: ir-bis68@mail.ru

Ятло Иван Иванович, научный руководитель, к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: iij-alt@mail.ru.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОЧНОСТИ

Е.В. Кочетков, А.М. Марков

Показана возможность спрогнозировать отжатие детали на токарном станке. В Microsoft Excel была создана программа для моделирования упругих отжатий во время точения детали. Приведены результаты моделирования деформации тонкостенной заготовки в зависимости от подачи, глубины резания, скорости резания. Подобран диапазон подач, а так же переменной глубины резания для получения постоянного размера в процессе механической обработки.

Ключевые слова: механическая обработка, моделирование упругих отжатий, тонкостенная заготовка, диапазон подач, переменная глубина резания.

В современном машиностроении существует проблема механической обработки тонкостенных деталей. Во время точения происходит отгиб детали, вибрации в результате чего проявляется конусность и неравномерность толщины стенок (рис.1) [1].

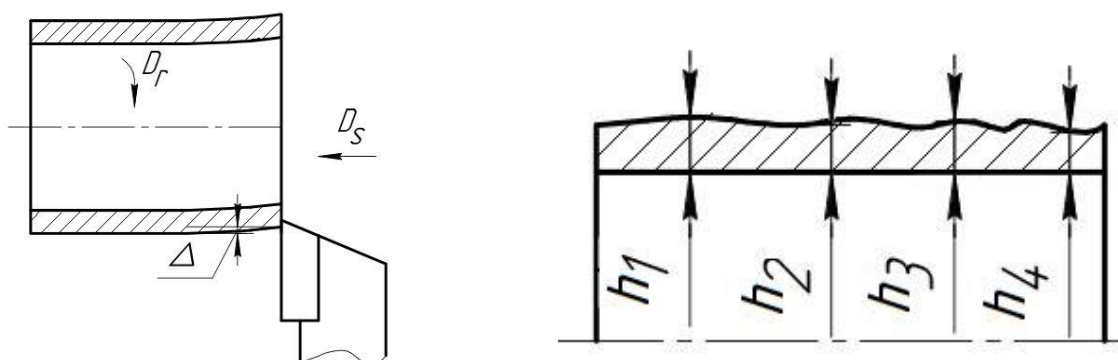


Рисунок 1 – Повреждения при обработке детали

Чтобы спрогнозировать величину конусности была разработана программа для моделирования упругих отжатий (рис. 2).

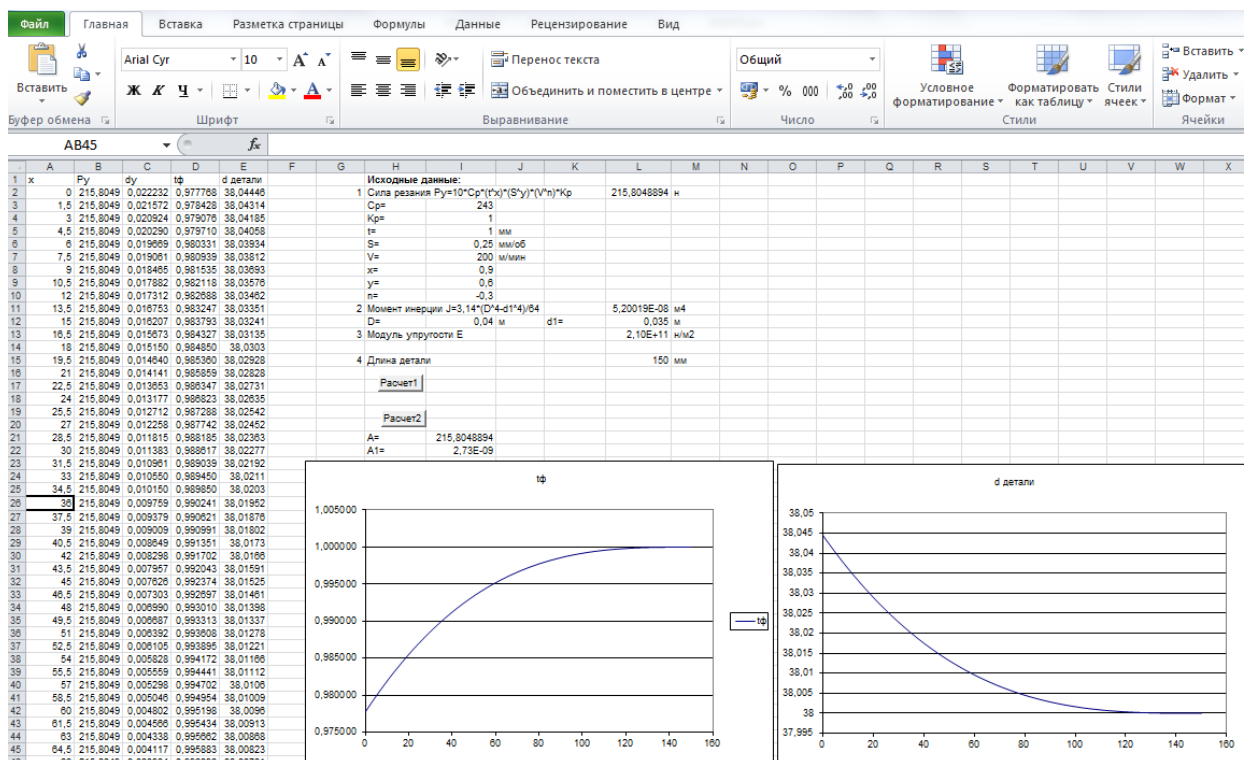


Рисунок 2 – Программа для моделирования

Для эксперимента были взяты одинаковые заготовки: труба $\varnothing 27$ мм, с внутренним диаметром $\varnothing 22$ мм, длина $l=130$ мм, длина точения $l_1=70$ мм.

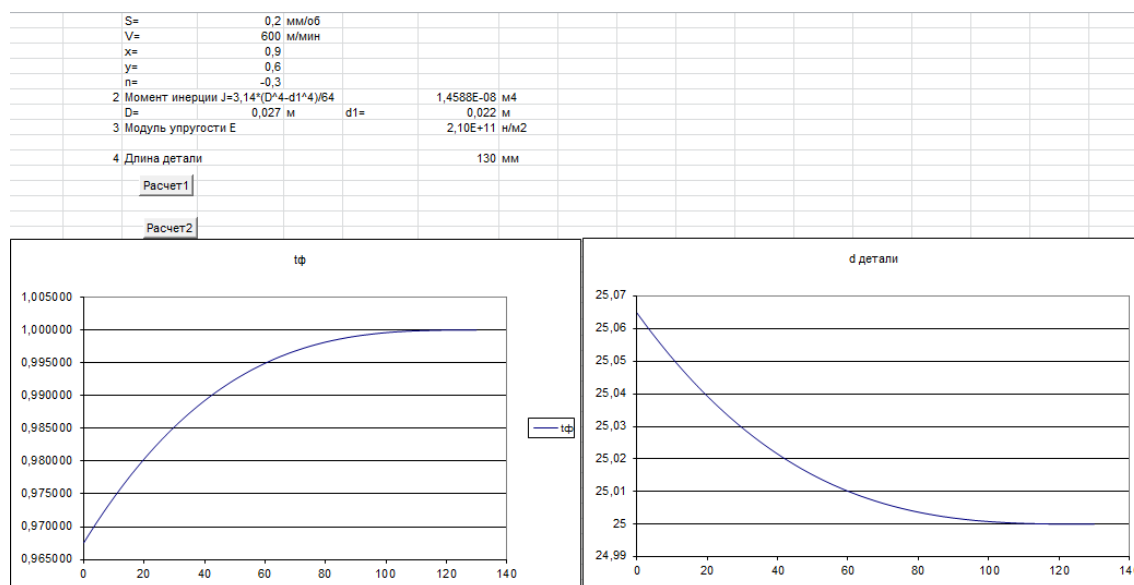


Рисунок 3 – Деформация заготовки при постоянной подаче

На основании этого расчета мы выяснили, что диаметр заготовки имеет конусность в 0,07 мм

Для того, чтобы нам получить постоянный диаметр мы провели эксперимент. Так как на графике мы получили фактическую глубину резания, на станке с ЧПУ мы задали траекторию движения инструмента с изменяемой глубиной резания, таким образом был получен постоянный диаметр. В следующем эксперименте было точение с изменяемой подачей. С помощью этой же программы был подобран диапазон подач от 0.03 до 0.1 мм/об. Подача увеличивалась каждые 10 мм, и таким образом мы получили постоянный диаметр.



Рисунок 4 – Используемые заготовки для эксперимента

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) В.Г. Подпоркин. Обработка нежестких деталей. Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы. Москва. 1959 г.

Кочетков Егор Владимирович – магистрант кафедры «Технология машиностроения», Факультета специальных технологии ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» e-mail: egorkochetkov@list.ru

Марков Андрей Михайлович – научный руководитель, доктор техн. наук, профессор кафедры «Технология машиностроения», ректор ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: andmarkov@inbox.ru

Р.И. Куппа, М.И. Маркова

Ключевые слова: метод селективной сборки пули, сборка пули, элементы пули.

Technical drawing of a mechanical part, likely a propeller hub, showing a cross-section with dimensions and surface finish requirements.

Dimensions:

- Overall length: $20,5^*$
- Distance from front face to start of main section: $18,59^*$
- Distance from front face to start of main section (alternative): 145^{***}
- Distance from front face to start of main section (alternative): $4,5 \pm 1$
- Distance from front face to start of main section (alternative): $R55^*$
- Distance from front face to start of main section (alternative): $22,65_{-0,4}$
- Distance from front face to start of main section (alternative): $30,72_{-0,52}$
- Distance from front face to start of main section (alternative): 2^*
- Distance from front face to start of main section (alternative): $0,32^*$
- Distance from front face to start of main section (alternative): $0,51_{+0,03}$
- Distance from front face to start of main section (alternative): $\phi 7,15_{-0,2}$
- Distance from front face to start of main section (alternative): $\phi 7,87_{-0,05}$
- Distance from front face to start of main section (alternative): $\phi 4,2^{***}$
- Distance from front face to start of main section (alternative): $\phi 7,92_{-0,05}$

Surface Finish Requirements:

- Surface 1: $0,08$ BГ
- Surface 2: $R3,15^*$
- Surface 3: $R1^{**}$
- Surface 4: Γ
- Surface 5: Δ
- Surface 6: $\square$

Рисунок 1 – Пуля 7Н37

Метод селективной сборки пули [2] позволит собрать пулю в пределах допустимых значений: 11,7-11,95 г. На сборку пули должны быть поданы составляющие элементы (сердечник, оболочка, рубашка) определенных групп. Группы элементов формирую по массе с разницей по весу в 0,05 г. Сформированные группы сердечника, оболочки и рубашки занесены в базу данных (таблица 1).

Таблица 1 – Базы данных сердечника, оболочки и рубашки

Номер группы k	БД групп сердечника GRSER		БД групп оболочки GROB		БД групп рубашки GRRUB	
1	Нижнее значение	Верхнее значение	Нижнее значение	Верхнее значение	Нижнее значение	Верхнее значение
2	7,2	7,25	2,5	2,55	1,8	1,84
3	7,26	7,3	2,56	2,6	1,85	1,89
4	7,31	7,35	2,61	2,65	1,9	1,94
5	7,36	7,4	2,66	2,7	1,95	1,99

Для формирования набора подходящих групп элементов для заданного сердечника разработан алгоритм (рисунок 2).

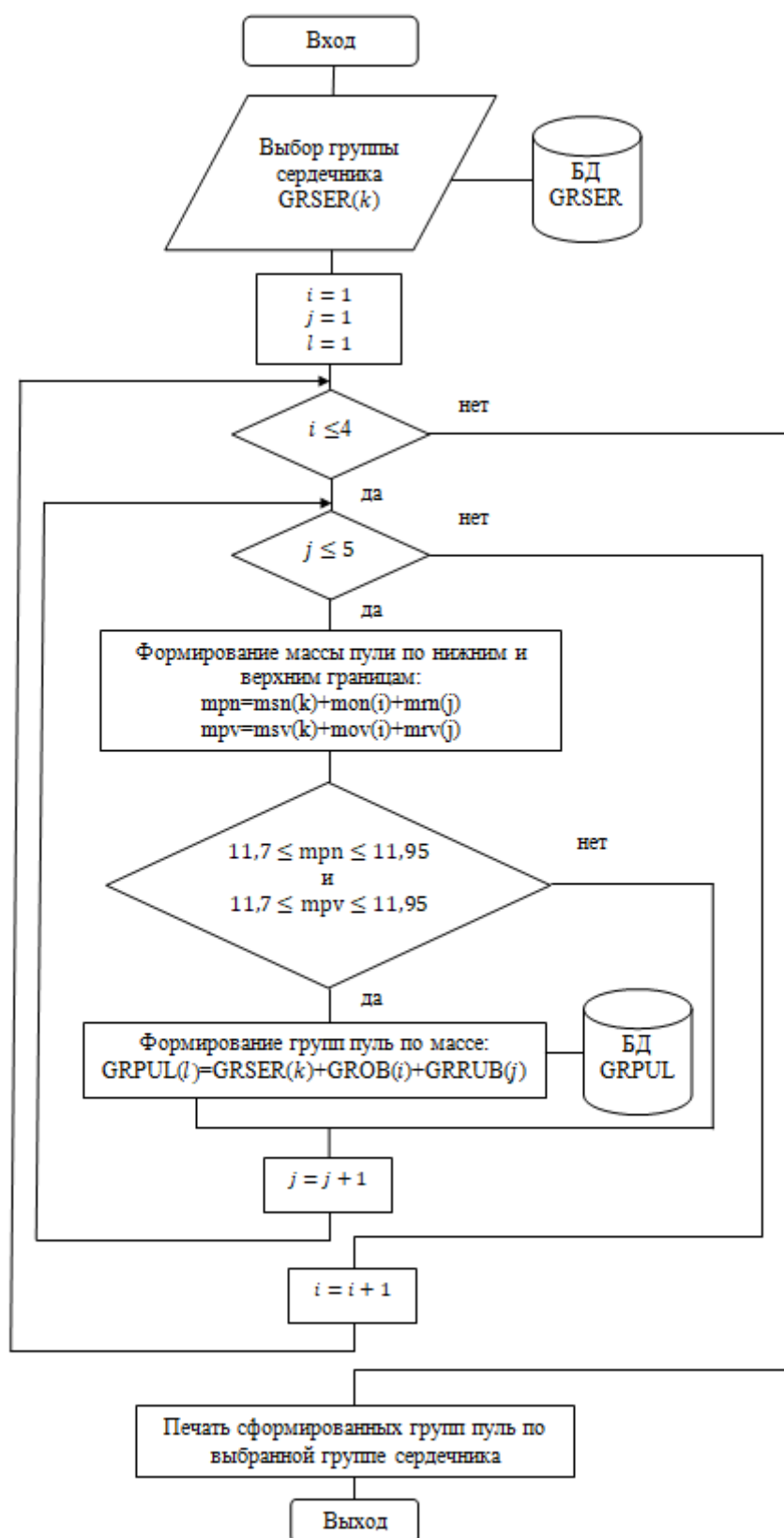


Рисунок 2 – Алгоритм формирования групп элементов для сборки пули

По алгоритму формирования групп элементов для сборки в среде Microsoft Office Excel создано программное обеспечение позволяющее проводить подбор групп либо по максимальному и минимальному значению в группе либо по средним значениям группы (рисунок 3).

Группа сердечника:			1	▲ ▼	Группа сердечника:			1	▲ ▼
				Подбор					Подбор
☐ Подбор по средним					☒ Подбор по средним				
☒ Подбор по максимуму и минимуму			2		☐ Подбор по максимуму и минимуму			1	
Сердечник	Оболочка	Рубашка			Сердечник	Оболочка	Рубашка		
1	1	5			1	1	4		
1	2	4			1	1	5		
1	2	5			1	2	3		
1	3	3			1	2	4		
1	3	4			1	2	5		
1	3	5			1	3	2		
1	4	2			1	3	3		
1	4	3			1	3	4		
1	4	4			1	3	5		
					1	4	1		
					1	4	2		
					1	4	3		
					1	4	4		
					1	4	5		

Рисунок 3 – Формирование групп элементов на сборку пули

Сборка пули по элементам, отобранным в пределах от минимального до максимального содержит меньше комбинаций групп и обеспечивает селективную сборку пули в пределах допуска. Однако, подбор групп по средней массе элементов позволяет варьировать большим набором составляющих элементов и небольшой долей брака при селективной сборке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилин Г.А. Основы проектирования патронов к стрелковому оружию: Учебник / Г.А. Данилин, В.П. Огородников, А.Б. Заволокин; Балт.гос.тех.ун-т. СПб., 2005. 377 с.
2. Куппа Р.И., Маркова М.И. Алгоритм выбора деталей для селективной сборки изделия 7Н37. Наука и молодежь: материалы 16-й Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / АлтГТУ им. И.И. Ползунова. Барнаул : Издательство, 2019 – т.2. С.235-238.

Куппа Роман Игоревич, магистрант, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: хурта911@yandex.ru

Маркова Маргарита Ивановна, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: margarita-markova@inbox.ru

ОКСИДИРОВАННОЕ ПОКРЫТИЕ ГИЛЬЗЫ

Р.И. Куппа, М.И. Маркова

Описана методика проведения химического оксидирования гильз патронов стрелкового оружия. Для улучшения защиты от коррозии проводить промасливание полуфабрикатов не требуется, рекомендуется наносить бесцветный лак на омыленный слой. Расчеты показали, что толщина слоя оксидированного покрытия и лака укладываются в пределы, заложенные в технических требованиях чертежа. Собранные патроны с оксидированной гильзой испытывались на скорость подвижных частей, на давление и скорость при стрельбе. Испытание показали стабильную работу автоматики оружия по сравнению с гильзой с полимерным покрытием.

Ключевые слова: химическое оксидирование гильз, покрытие для гильз патронов, защита поверхности от коррозии.

Покрытие гильз патронов стрелкового оружие необходимо для защиты поверхности от ржавчины, правильной работы автоматики, придания товарного вида. Покрытие на гильзу

наносят различными способами: химическим, электрохимическим, термохимическим. К химическим способам относятся полимерное покрытие [1, 2]. Электрохимический метод предусматривает покрытие гильзы цинком [3] или латунью. При термохимическом методе гильзы покрывают различными лаками. Каждое покрытие по-своему хорошо. Цинковое и латунное покрытие гарантирует срок хранения до трех лет и обеспечивает правильную работу автоматики. Лакированное покрытие гарантирует сохранность гильзы 25 лет. Полимерное покрытие считается экологически безвредным, сохраняет гильзу в рабочем состоянии 5 лет, но не всегда обеспечивает плавную работу автоматики.

Покрытие для гильз патронов – оксидирование защищает поверхность от коррозии, обеспечивает плавную работу автоматики и придает товарный вид, так как гильза приобретает черный цвет (рисунок 1). Основным компонентом является оксид азота – NaOH с большой концентрацией 400-600 г/л. Оксидирование производится в нагретых растворах едкого натра с добавками окислителей – нитрата и нитрита натрия. При достаточно высокой концентрации едкого натра и высокой температуре сталь растворяется с выделением водорода и образованием гипохлорит-анионов. В присутствии окислителей NO_3 и NO_2 образуются феррит-анионы FeO_2 . В присутствии анионов устанавливается равновесие между Fe^{+2} , Fe^{+3} и OH^- . При достаточной концентрации Fe^{+2} , Fe^{+3} и OH^- образуется оксидная пленка, состоящая главным образом из магнетита Fe_3O_4 .

Раствор для химического оксидирования стали готовят следующим образом. Рассчитанное количество едкого натра загружают в сетчатые корзины и опускают в рабочую ванну. После растворения едкого натра в ванну вводят рассчитанное количество нитрата и нитрита натрия, а затем фосфат натрия. Раствор перемешивают до полного растворения веществ. Сталь, из которой изготавливаются гильзы, является низколегированной, поэтому цвет оксидной пленки черный с синеватым оттенком.

Прежде чем начать процесс оксидирования гильзу необходимо обезжирить. Обезжиривание, происходит в растворе каустика (NaOH) с концентрацией 30-50 г/л в течении 10-20 минут при температуре 60-80 градусов. Далее, поочередно, изделия поступают в ванны с горячей и холодной водой. После промывки гильзы протравливаются в 20 % растворе серной кислоты, что способствует снятию ржавчины. После погружения в серную кислоту гильзы необходимо промыть в холодной воде. После всех проделанных операций гильза готова к основному этапу технологического процесса, оксидированию.

Оксидируют гильзу в растворе едкого натра и оксида азота с концентрациями 400-600 г/л и 150-200 г/л соответственно, температура раствора 130-140 градусов. После нанесения пленки изделия промываются в ваннах с холодной и горячей водой и направляются на операцию омыливание. Операция омыливание способствует закрытию пор на гильзе. Затем гильзу проверяют на сплошность покрытия. Для этого на предварительно обезжиренную и протертую насухо гильзу наносится несколько капель (не менее трех) 3-5% раствора сернокислой меди ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) и нейтрализованной свежесозданной гидроокиси меди. Через 20 секунд после нанесения капель они удаляются ватным тампоном и поверхность осматривается невооруженным глазом. Для повышения защитной способности изделия пропитывают кипящим маслом, а затем промывают.

На оксидированных стальных деталях не допускаются (рисунок 1):

- непокрытые участки поверхности;
- налет красновато-бурого, зеленого или белого цвета.
- точки ржавчины;
- следы не отмытых солей;
- механические повреждения окисной пленки;
- остатки окалин.



Рисунок 1 – Дефекты гильзы

Собранные патроны с оксидированной гильзой (рисунок 2) испытывались на правильную работу подвижных частей автоматики – скорость подвижных частей (таблица 2, результаты сравнивались с полимерной гильзой) и проводились замеры давления и скорости при стрельбе (таблица 1).



Рисунок 2 – Патрон с оксидированной гильзой

Таблица 1 – Испытание патрона на давление и скорость при стрельбе

Значение	Давление (бар)		Скорость (м/с)	
	Требование чертежа	Результаты	Требование чертежа	Результаты
минимальное	≤3200	2706	720	715
максимальное		3002	750	736
среднее		2854	735	757

Таблица 2 – Испытание патрона на скорость подвижных частей

№ замера	Скорость подвижных частей в крайнем заднем положении м/с		
	Оксидированная промасленная гильза	Оксидированная омыленная гильза	Полимерная гильза
1	4,599	3,880	3,114
2	3,548	3,278	1,032
3	3,767	3,682	3,118
4	3,394	2,965	1,138
5	3,947	3,639	1,093
6	3,331	3,154	1,095
7	3,580	3,378	7,423
8	3,643	3,570	1,112
9	3,752	3,672	1,086
10	3,898	3,603	3,061
среднее	3,746	3,482	2,327

Испытание патронов с оксидированной гильзой показали, что оксидированная гильза обеспечивает более стабильную работу автоматики оружия по сравнению с гильзой с полимерным покрытием.

Для улучшения защиты от коррозии предлагается не проводить промасливание полуфабрикатов, а наносить бесцветный лак на омыленный слой. Данное решение не снизит контрастность черного цвета и придаст более высокие коррозионные свойства. Расчеты показали, что толщина слоя оксидированного покрытия и лака укладываются в пределы, заложенные в технических требованиях чертежа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зиновкин В.И., Кондрашова Т.А., Филатова С.Д., Масляев Н.М., Юдин И.Т. Антикоррозионное защитное полимерное покрытие и способ его нанесения на поверхность стальной гильзы патронов стрелкового оружия. Патент на изобретение RU 2439114 C1, 10.01.2012. Заявка № 2010137027/05 от 07.09.2010.

2. Бускина Л.Г., Исаев О.Б., Яшкин В.А., Степанов Н.В., Захарьящев В.В., Каинов Н.Г., Карбушев В.Ф. Способ нанесения полимерного защитного покрытия на поверхность патронной гильзы. Патент на изобретение RU 2420611 C1, 10.06.2011. Заявка № 2010103151/02 от 02.02.2010.

3. Столяров А.Ю., Сычков А.Б., Евстигнеев А.А., Малашкин С.О., Камалова Г.Я. Моделирование процесса термодиффузионной обработки медно-цинкового покрытия на заготовке под металлокорд способом индукционного нагрева. Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. 2015. № 2 (7). С. 36-40.

Куппа Роман Игоревич, магистрант, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: хурта911@yandex.ru

Маркова Маргарита Ивановна, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: margarita-markova@inbox.ru

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТОКАРНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПУТЕМ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

И.Е. Милов, Н.И. Мозговой

Разработка программного обеспечения для подбора необходимого для данного технологического процесса режущего инструмента или его оперативной замены вследствие невозможности использования текущего на другой без изменения параметров резания под новый инструмент. Создание базы данных режущего инструмента, включающей в себя различные его модели от ведущих производителей. Выявление зависимостей между материалами режущих пластин от различных производителей.

Ключевые слова: *Режущий инструмент, подбор аналогов, база данных, параметры резания, материал режущих пластин.*

В современных условиях высокой конкуренции, машиностроительные предприятия должны стремиться к максимальному удешевлению изготавливаемой продукции, при этом не снижая ее качество. В достижении данной цели немаловажную роль играет рациональный выбор режущего инструмента, используемого в технологическом процессе изготовления продукции.

Учитывая, что в настоящее время на рынке присутствует большой выбор инструмента, определить, какой из представленных аналогов будет наиболее целесообразен для решения поставленной задачи в производственных условиях – достаточно сложно. Также, в реалиях современного производства не редки случаи, когда приходится в срочном порядке искать замену уже применяющемуся на предприятии инструменту. Данная задача также является достаточно трудоемкой – необходимо в кратчайший срок подобрать инструмент, кото-

рый бы удовлетворял всем требованиям, при этом не требовал изменения технологического процесса.

Цель исследования – оптимизация процесса подбора режущего инструмента, а также ускорение процесса поиска аналогов с помощью автоматизированных баз данных в случае невозможности продолжать обработку инструментом, заложенным в технологическом процессе.

Задачи исследования:

1. Изучение моделей режущего инструмента от различных производителей, представленных на рынке, сбор информации о данных моделях, в том числе различных параметров, необходимых при подборе инструмента.

2. Изучение и выявление зависимости конструктивно-геометрических параметров режущих пластин различных производителей при сохранении заданной технологическим процессом производительности.

3. Разработка автоматизированной системы баз данных, содержащих информацию об аналогах пластин режущего инструмента из различных материалов и близкой геометрии.

4. Создание программного обеспечения для подбора режущего инструмента

Алгоритм работы программы представлен на рисунке 1.

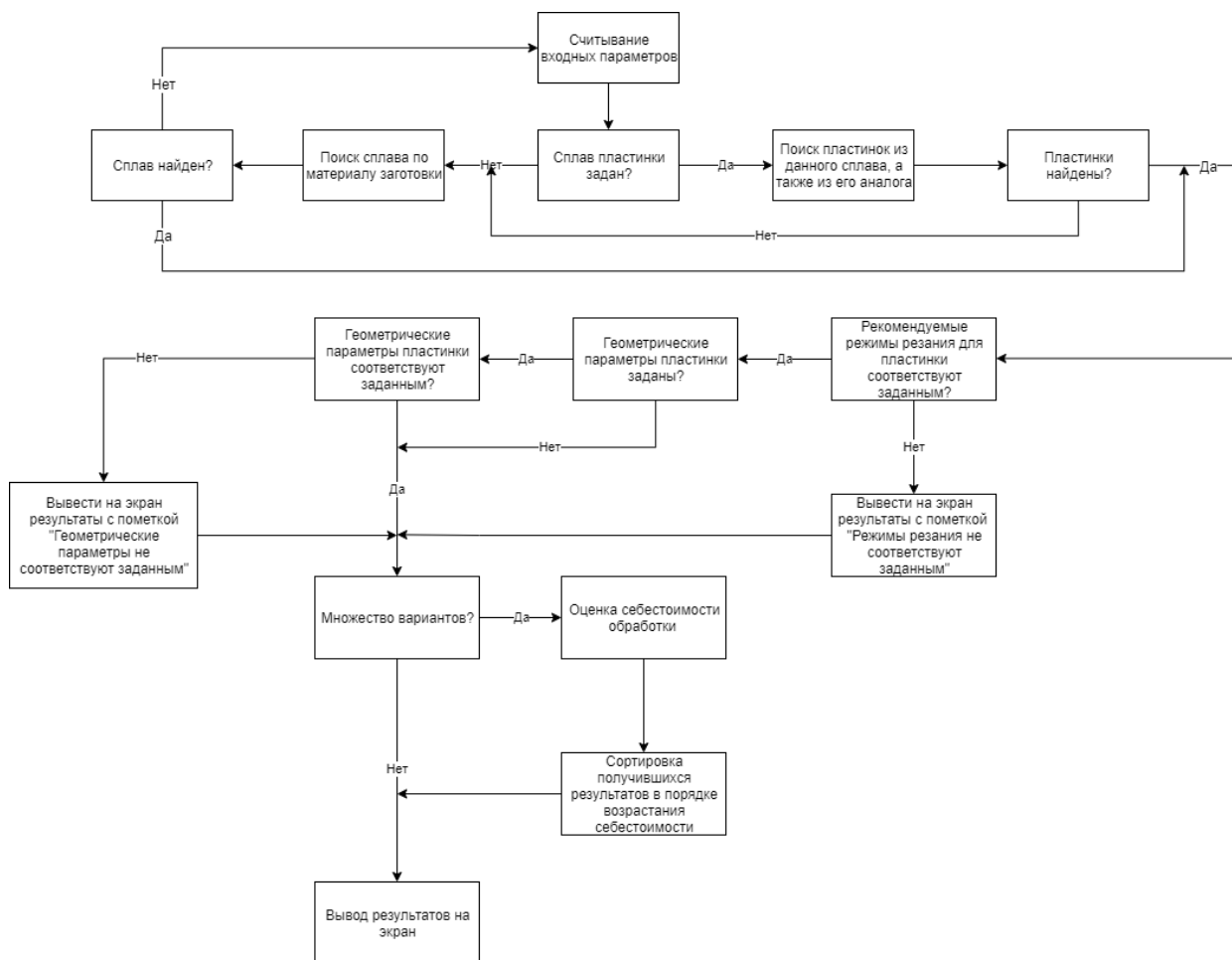


Рисунок 1 – Алгоритм реализации для подбора режущего инструмента заданным условиям в технологическом процессе

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник инструментальщика/ И. А. Ординарцев, Г. В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др.; Под общ. ред. И.А. Ординарцева. - Л.: Машиностроение, 1987. - 846 с.

2. Металлорежущие инструменты: Учебник для вузов по специальности «Технология машиностроения», «Металлорежущие станки и инструмент» / Т.Н. Сахаров, О.Б. Арбузов, Ю.Л. Боровой и др.-М.: Машиностроение, 1989. - 328 с.

Милов Илья Евгеньевич, магистрант кафедры «Технология машиностроения», Факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: moonfly123@yandex.ru.

Мозговой Николай Иванович, научный руководитель, к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: nick_3@mail.ru.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПВХ И СПЛАВОВ АЛЮМИНИЯ ПУТЁМ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ИГЛОФРЕЗЕРОВАНИЯ

Н.А. Никифоров, Ю.А. Кряжев

В промышленности широко применяются детали и конструкции из сплавов алюминия и пластмасс. Основные достоинства конструкций из профиля алюминиевых сплавов и поливинилхлорид (ПВХ): высокая удельная прочность, стойкость против коррозии, повышенная сейсмостойкость и огнестойкость, отсутствие искр при ударе, возможность прессования профилей, приятный внешний вид, сохранение высокой механической прочности, небольшая объемная масса (от 3,0 до 5,0 раз меньше, чем у стальных конструкций).

Ключевые слова: конструкции из алюминия, ПВХ, иглофрезерование, алюминиевые сплавы.

К недостаткам конструкций из алюминиевых сплавов следует отнести низкий модуль упругости (7100 кН/см^2), высокий коэффициент линейного расширения ($0,000023$ на 1°C), сложность выполнения соединений, высокую стоимость, дефицитность. Эти особенности определили области рационального использования алюминиевых сплавов в строительстве для несущих (подвижных, сборно-разборных, большепролетных) и ограждающих (оконные переплеты, рамы, панели, облицовка стен, каркасы дверей) конструкций.

Пластмассы обладают рядом ценных физико-механических и химических свойств, предопределяющих их использование в качестве конструкционного материала: малую плотность ($1,0\text{—}1,8 \text{ г/см}^3$), т.е. в среднем в 5 раз меньше плотности черных и цветных металлов и почти в 2 раза меньше плотности сплавов на основе алюминия.

Сварка пластмасс и алюминиевых сплавов — прогрессивный технологический процесс, с помощью которого получают неразъемные соединения деталей в узлах и изделиях из данных материалов. По сравнению с другими способами соединения (клепкой, механическими разъёмными соединениями и клейкой) сварка имеет существенные преимущества: высокая производительность, низкая трудоемкость, экономичность, лучшие условия труда, большая прочность и плотность сварных соединений. При сварке требуются меньшие производственные площади, чем при других методах сборки изделий из профильного проката или литья.

Одним из основных факторов, обеспечивающих высокое качество сварки и прочность сварных соединений в конструкциях из алюминиевых сплавов, является тщательность подготовки свариваемых поверхностей и торцов элементов. При соприкосновении с воздухом поверхность листов и прессованных профилей покрывается окисной пленкой, которая имеет высокую температуру плавления и препятствует хорошей свариваемости металла. Эту пленку в местах наложения швов перед сваркой необходимо удалять механической зачисткой или химической подготовкой. Механическая зачистка применяется для отдельных деталей и конструкций при ручной и полуавтоматической сварке и производится щётками. В условиях автоматизированного производства сварных соединений на автоматах стыковой сварки необходимо автоматизировать процесс подготовки деталей под сварку и последующую обработку сварного шва.

В АлтГТУ им. И.И. Ползунова была разработана сборно-модульная конструкция иглофрезы для выполнения данных операций технологического процесса изготовления сварных конструкций из алюминиевого сплава и ПВХ. К основным достоинствам иглофрезерования можно отнести простоту конструкции и относительно низкую себестоимость изготовления инструмента, экологичность по сравнению с химическими методами отделочно-зачистной обработки (ОЗО). Анализ технической литературы [1, 2 и др.] показывает, что иглофрезерование может применяться как для зачистки, декоративной обработки так и для резания металлов, является перспективным методом формирования качества поверхностей деталей. Проведенные исследования [3] показывают, что обработка иглофрезерованием позволяет обеспечить высокое качество поверхностного слоя с параметрами $Ra=2...7,5$ мкм, $Rz=10...30$ мкм.

В качестве инструмента при иглофрезеровании используется иглофреза – инструмент с множеством режущих элементов, изготавливаемых из стальной углеродистой пружинной проволоки (ГОСТ 9389-75) или стальной легированной пружинной проволоки (ГОСТ 14963-78) [1]. Как правило, для обработки плоских поверхностей применяются торцовые и цилиндрические иглофрезы с разной длиной проволочных элементов ворса.

Задачей разработки данной конструкции иглофрезы является повышение стойкости проволочного ворса, и повышение качества обрабатываемой поверхности за счет возможности применения проволоки диаметром меньше величины зазора между лепестками цангового зажима в известных конструкциях иглофрез, а также возможность сокращения вспомогательного времени при смене изношенного проволочного ворса.

Поставленная задача решается тем, что сборная торцовая иглофреза, содержащая корпус, сменные режущие элементы (держатели проволочного ворса), при этом сменные режущие элементы (держатели проволочного ворса) выполнены из тепломорозокислотощелочестойкой резины -ТМКЩ ГОСТ 7338-90.

Увеличение стойкости и возможность применения проволоки различного диаметра обусловлено тем, что проволочный ворс закрепляется в упругом резиновом держателе, который обеспечивает равномерный изгиб проволоки по длине без концентрации напряжений на границе зоны контакта с держателем, что предотвращает излом проволоки.

Предложенная конструкция иглофрезы поясняется чертежом, на котором представлен общий вид сборной торцовой иглофрезы. (см. рисунок 1.).

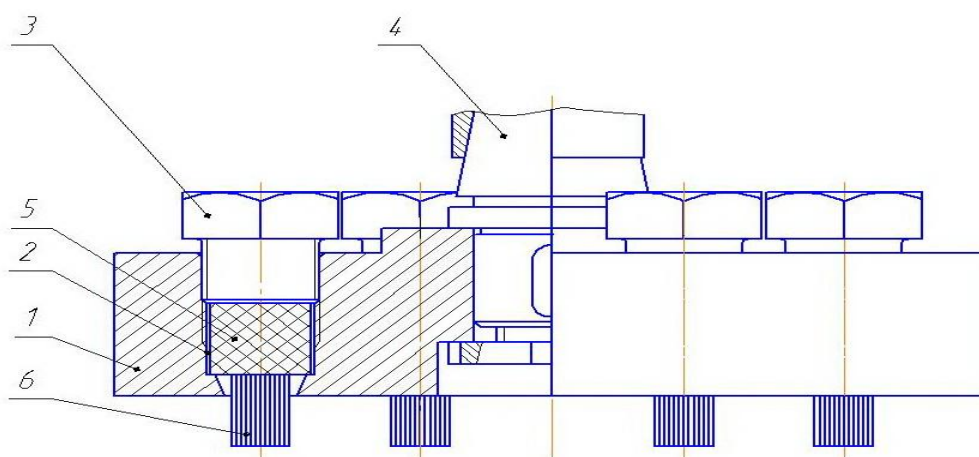


Рисунок 1 – Сборная торцовая иглофреза со сменными режущими элементами: 1 – корпус иглофрезы, 2 – посадочное отверстие для сменного режущего элемента (держателя ворса), 3 – болт для фиксации сменного режущего элемента (держателя ворса), 4 – приводной вал станка, 5 – сменный режущий элемент (держатель ворса), 6 – проволочный ворс

Сборная торцовая иглофреза содержит корпус 1, установленный на приводном валу 4, в посадочных отверстиях 2 которого устанавливаются сменные режущие элементы 5 (держатели) проволочного ворса 6, выполненные резиновыми. Держатели в посадочных отверстиях 2 фиксируются посредством болтов 3. Торцовая иглофреза работает следующим образом. В корпусе 1 торцовой иглофрезы устанавливают сменные режущие элементы 5 (держатели) проволочного ворса 6, которые фиксируют посредством болта 3. Торцовую иглофрезу крепят к приводному валу 4. Включают привод, торцовую иглофрезу подводят к обрабатываемой детали до касания ее поверхности кромками проволочного ворса 6, устанавливается требуемый «натяг» между обрабатываемой поверхностью и проволочным ворсом, затем включается подача.

В процессе обработки поверхности заготовки проволочный ворс 6, закрепленный в резиновом держателе 5 изгибается равномерно по длине без концентрации напряжения на границе зоны контакта с держателем 5. Это обеспечивает увеличение стойкости проволочного ворса 6 и повышение качества обрабатываемой поверхности за счет применения для ворса проволоки меньшего диаметра.

На этапе проектирования операции иглофрезерования одними из основных задач технолога являются определение основных конструктивно-геометрических параметров иглофрезы и назначение рациональных режимов резания с целью обеспечения заданных параметров качества обрабатываемой поверхности. Для решения данных задач и снижение трудоемкости технологической подготовки производства (ТПП) необходима разработка методики проектирования операции иглофрезерования.

В соответствии с ГОСТ 2789-73 в качестве основных параметров качества поверхностного слоя для расчета были выбраны: среднеарифметическое отклонение профиля Ra , высота неровностей профиля по десяти точкам Rz и наибольшая высота профиля $Rmax$. Для определения выходных параметров шероховатости была построена расчетная схема процесса обработки плоской поверхности цилиндрической иглофрезой (рисунок 3).

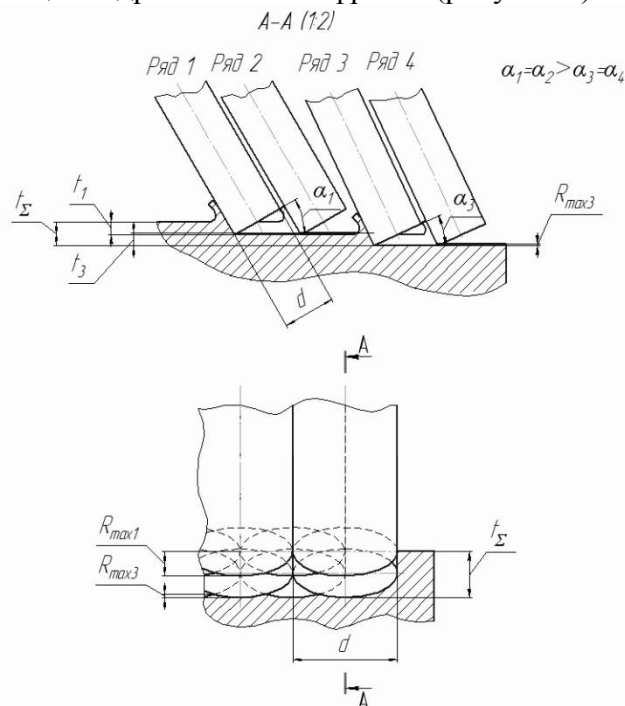


Рисунок 2 – Расчетная схема процесса иглофрезерования

В качестве входных параметров при иглофрезеровании были выбраны:

- диаметр режущих элементов (проволоки) d , мм;
- допуск на диаметральный размер режущих элементов в соответствии с ГОСТ 9389-75 и ГОСТ 14963-78;

- длина вылета режущих элементов l , мм;
- зазор между основанием иглофрезы и обрабатываемой поверхностью a , мм
- количество режущих элементов n , шт.

Глубина слоя, срезаемого i -м режущим элементом определялась как:

$$t_i = 0,5 \cdot d_i \cdot \sin \alpha_i, \text{ мм} \quad (1)$$

где d_i – диаметр i -ого режущего элемента, мм;

α_i – задний угол i -ого режущего элемента, градусы.

Наибольшая высота неровностей профиля рассчитывалась последующей формуле:

$$R_{max} = \frac{d_i \cdot (1 - \sqrt{1 - 0,25 \cdot \sin^2 \alpha_i})}{2 \cdot \sin \alpha_i}, \text{ мм} \quad (2)$$

Высота неровностей профиля по десяти точкам Rz :

$$Rz = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{pm_i}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vm_i}|}{5}, \text{ мкм} \quad (3)$$

где y_{pm_i} – высота i -ого наибольшего выступа профиля, мкм;

y_{vm_i} – высота i -ого наибольшего впадины профиля, мкм;

Среднеарифметическое отклонение профиля Ra :

$$Ra = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k |y|, \text{ мкм} \quad (4)$$

где k – число выбранных точек профиля на базовой длине, шт;

y – расстояние от любой точки профиля до средней линии, мкм.

Расчет выходных параметров шероховатости поверхности и глубины срезаемого слоя показал, что наибольшая высота неровностей профиля R_{max} и глубина слоя t_i , срезаемого i -м режущим элементом уменьшается с увеличением его порядкового номера (см. рисунок 3). Это связано с тем, что по мере удаления срезаемого слоя увеличивается зазор a между основанием иглофрезы и обрабатываемой поверхностью, что, в свою очередь, приводит к изменению углов резания и профиля режущего элемента в поперечном сечении.

Рассматривая рисунки 3, 4, 5 и 6 можно отметить, что величина R_{max} и глубина слоя t_i , срезаемого i -м режущим элементом уменьшаются при:

- уменьшении диаметра d режущих элементов;
- увеличении длины l режущих элементов;
- увеличении зазора a между основанием иглофрезы и обрабатываемой поверхностью.

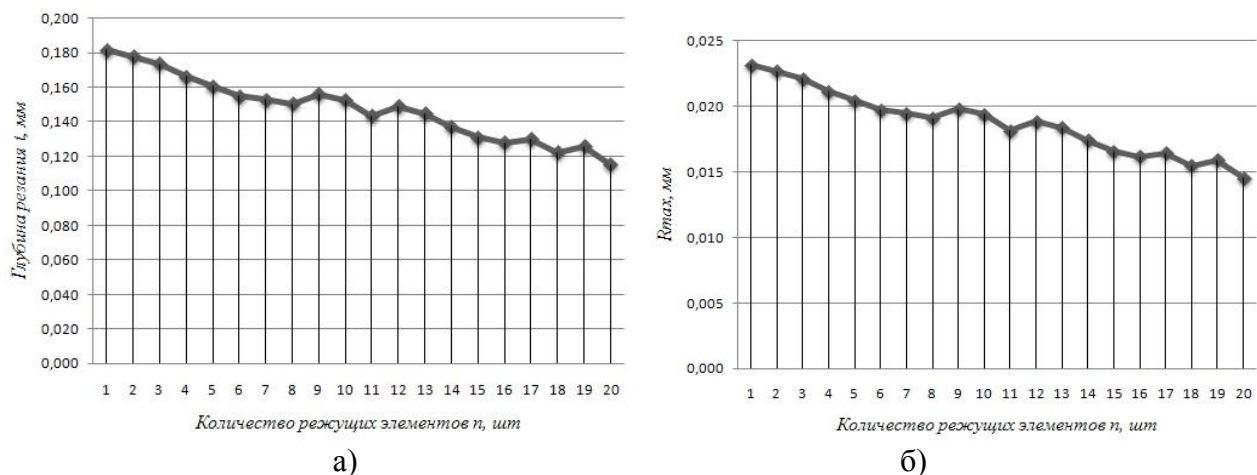


Рисунок 3 – Зависимости глубины резания t (а) и наибольшей высоты профиля R_{max} (б) от количества n режущих элементов ($d=0,63$ мм, $l=30$ мм, $a=20$ мм)

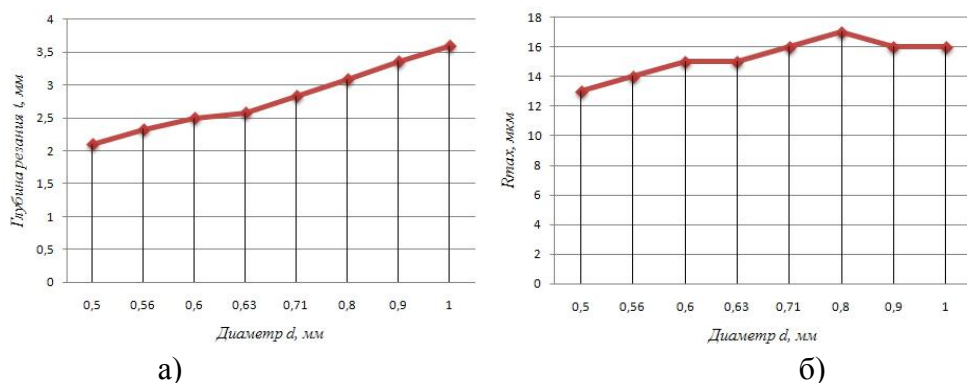


Рисунок 4 – Зависимости глубины резания t (а) и наибольшей высоты профиля R_{max} (б) от диаметра d режущих элементов ($l=30$ мм, $a=25$ мм, $n=40$)

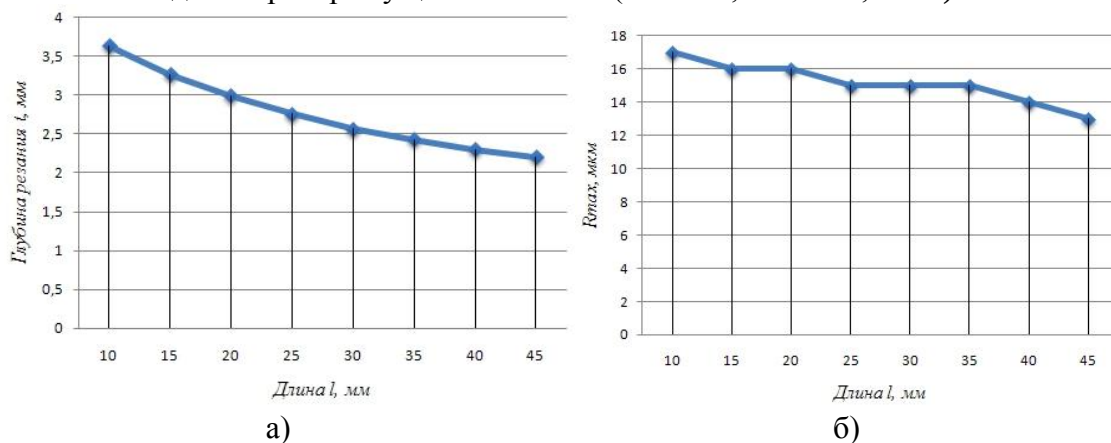


Рисунок 5 – Зависимости глубины резания t (а) и наибольшей высоты профиля R_{max} (б) от длины l режущих элементов ($d=0,63$ мм, $a=5 \dots 40$ мм, $n=40$)

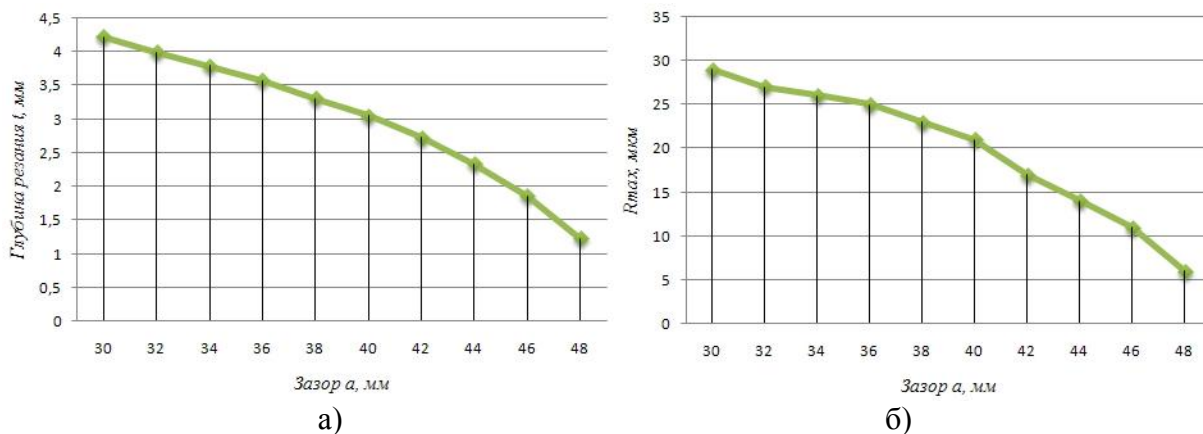


Рисунок 6 – Зависимости глубины резания t (а) и наибольшей высоты профиля R_{max} (б) от величины зазора a между основанием иглофрезы и обрабатываемой поверхностью ($d=0,63$ мм, $l=50$ мм, $n=40$)

Вывод

Таким образом, разработанная методика расчета выходных параметров шероховатости поверхности и глубины срезаемого слоя при иглофрезеровании, позволяет определить основные конструктивно-геометрические параметры иглофрезы и назначить рациональные режимы резания на этапе ТПП.

Данная конструкция сборной торцевой иглофрезы позволяет механизировать и автоматизировать процесс снятия заусенец, фасок и окалины на заготовках деталей, из ПВХ и сплавов алюминия, улучшить условия труда рабочего, выполняющего такие виды работ вручную.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Татаркин Е.Ю., Кряжев Ю.А., Огневенко Е.С. Новые аспекты применения методов акустической эмиссии в машиностроении и металлообработке [Текст] : Монография. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2015.- 101 с.;
2. Татаркин Е.Ю., Кряжев Ю.А. Перспективы применения процесса иглофрезерования при обработке фасонных поверхностей [Тезисы]: 3-я Международная научно-практическая конференция «Инновации в машиностроении» г. Барнаул, АлтГТУ, 2012 г.;
3. Татаркин Е.Ю., Кряжев Ю.А. Повышение качества поверхности при иглофрезеровании на основе применения автоматизированного измерительного комплекса [Тезисы]: Инновации в машиностроении- основа технологического развития России : материала VI международной научно-технической конференции : Часть 2 . – Барнаул. - : Изд-во АлтГТУ, 2014. С. 180-186.

Никифоров Николай Андреевич, магистрант кафедры «Технология машиностроения», Факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: kol22041996@mail.ru

Кряжев Юрий Анатольевич, научный руководитель, к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: kryazhev57@mail.ru

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Н.А. Писковой, М.И. Маркова

В работе представлен план управления процессом производства изделий, который представляет собой документированное описание систем и процессов, необходимых для управления изготовлением продукции. Разработана схема реализации автоматизированного плана управления процессом производства изделия, приведена структура базы данных изделий и состав базы данных технологических документов.

Ключевые слова: электронный документооборот, план управления, автоматизация подготовки технологической документации.

Комплекты технологической документации являются неотъемлемой частью производственного процесса и необходимы для выполнения работ на всех этапах изготовления изделия [1]. Документированное описание производства продукции нацелено на систематизацию процесса изготовления изделий. Технологическая документация разрабатывается и оформляется специалистами отдела главного технолога. Составление технологической документации подразумевает работу со значительными массивами текстовой и графической информации, постоянно обновляющейся и дополняющейся. Автоматизация подготовки технологической документации в разы сокращает сроки создания документов, необходимых для подготовки производства изготовления изделия.

На этапах проектирования и подготовки производства автоматизировать процесс позволяют CAD/CAM/CAPP системы. План управления процессом производства изделия, который представляет собой документированное описание систем и процессов, необходимых для управления изготовлением продукции, является ключевым «паспортом» изделия. План управления состоит из текстовой и графической части, что в совокупности представляет собой «операции» обработки изделия. Он разрабатывается и оформляется для каждого вновь изготавливаемого изделия, либо при внесении изменений в действующий технологический процесс, либо при разработке альтернативной или совершенно новой технологии производства продукции. Комплект документов, составленный в автоматизированной системе, должен пройти дополнительно все стадии согласования: от получения одобрения специалистов по технической части, до финальной подписи начальника производства. Входящие в план управления документы содержат описание эффективного применения системы менеджмента качества в производстве. Таким образом, электронный документооборот предприятия позволит сократить срок прохождения и согласования технологической документации [2, 3]. Схе-

ма реализации автоматизированного плана управления процессом производства изделия разработана и представлена на рисунке 1.

Разработана структура базы данных изделий (БД Изделий). БД Изделий включает все изделия предприятия и содержит информацию по входимости: узлы, детали, их количество. Определен состав базы данных технологических документов (БД ТД). БД ТД содержит все необходимые для работы документы: титульный лист плана управления, карта потока процесса, лист учета документов, лист учета извещений об изменениях, извещение изменений, перечень специальных характеристик, карта эскизов, сопроводительный лист карта потока, операционная карта, рабочая инструкция оператора, карта согласования, карта контроля, карта технологического процесса, технологическая инструкция, карта наладки размеров, ведомость оснастки.

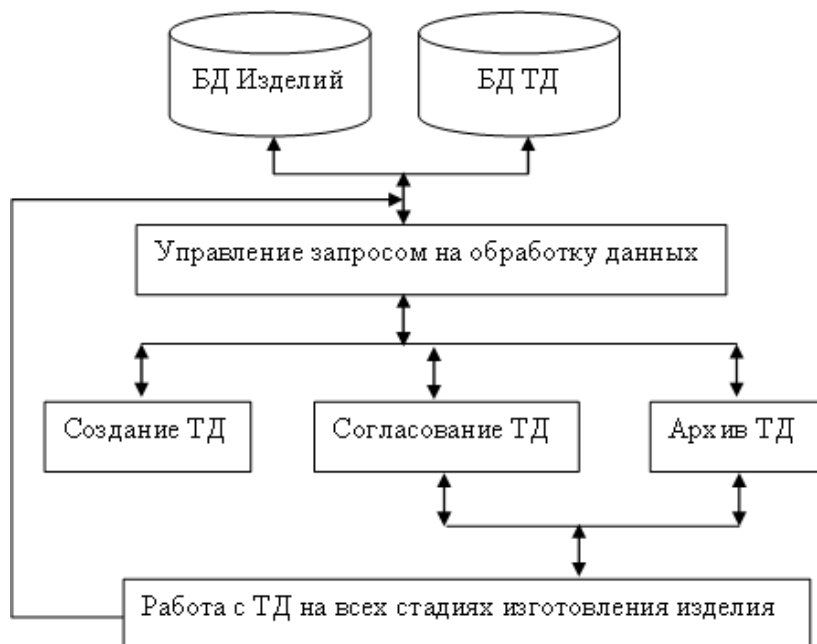


Рисунок 1 – Схема реализации автоматизированного плана управления процессом производства изделия

Наличие единого модуля, сочетающего привилегии CAD/CAM/CAPP систем, возможность облачного хранения, быстрого доступа и единой сети обеспечения взаимосвязи между специалистами для согласования документа – является задачей для разработки программного обеспечения на автоматизированное ведение плана управления изделиями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марков А.М., Маркова М.И., Дронова О.Б. Управление технологической подготовкой механической обработки. Актуальные проблемы в машиностроении. 2016. № 3. С. 511-516.
2. Маркова М.И. Автоматизация технологической подготовки производства. В сборнике: Инновации в машиностроении - основа технического развития России 2014. С. 268-272.
3. Маркова М.И. Автоматизированный учет изготовления продукции. В сборнике: Инновации в машиностроении сборник трудов VIII Международной научно-практической конференции. 2017. С. 575-580.

Писковой Николай Андреевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: nik.piskovoy@bk.ru>

Маркова Маргарита Ивановна, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: margarita-markova@inbox.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА, ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ БЕСКОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ

И.А. Полухин, В.Н. Бувеч

Показана система технического зрения (СТЗ) позволяющая автоматизировать контроль состояния режущего инструмента на станках с ЧПУ. Приведена обобщенная функциональная схема СТЗ показывающая возможности улучшения контроля за счет применения видеокамеры и анализа изображения полученного в ходе обработки, позволяющая определить степень износа режущего инструмента, тем самым улучшить качество обработки и более эффективно использовать РИ.

Ключевые слова: Режущий инструмент, Автоматизированный контроль, Бесконтактный контроль, Видеокамера, СТЗ.

Одним из основных требований к деталям машиностроения является необходимость высокой точности их геометрических параметров, обеспечивающей надежность и долговечность работы механизмов и машин [1,2,3]. Высокая точность геометрических размеров деталей определяет возможность их взаимозаменяемости позволяющей существенно снизить затраты при сборке, ремонте и эксплуатации механизмов машин. Одним из факторов, влияющих, на качество изготовления деталей является состояние инструмента [4,5]. Контроль его состояния и своевременная замена - очень важная задача в условиях современного автоматизированного производства. Автоматизация этого процесса позволит снизить процент брака и повысит качество обработки деталей. Одним из способов контроля состояния режущего инструмента является контроль с помощью оптико-электронных бесконтактных устройств, к которым относятся системы технического зрения. Основу СТЗ составляет устройство преобразования изображения в электрический сигнал (видеокамера), интерфейс для передачи цифрового изображения в УЧПУ, программное обеспечение для распознавания контролируемых объектов их анализа и расчета полученных данных.

Рассмотрим обобщенную функциональную схему СТЗ (рис.1). На режущий инструмент падает свет от осветителя, отраженный от режущей кромки инструмента свет попадает в оптическую головку, состоящую из цифровой видеокамеры и телескопического объектива. Видеокамера преобразует изображение инструмента до начала обработки (инструмент без износа) и запоминает его геометрические параметры. Затем инструмент подводится к обрабатываемой детали и начинается его обработка. По окончании обработки инструмент отводится в зону контроля и видеокамера фиксирует новое состояние режущей кромки инструмента. Далее данные поступают в УЧПУ где сравниваются с геометрическими параметрами инструмента до начала обработки. В случае если эти параметры не превышают допустимого уровня износа инструмента. УЧПУ дает сигнал на его дальнейшее использование, в обратном случае подается сигнал на revolverную головку и происходит смена режущего инструмента.

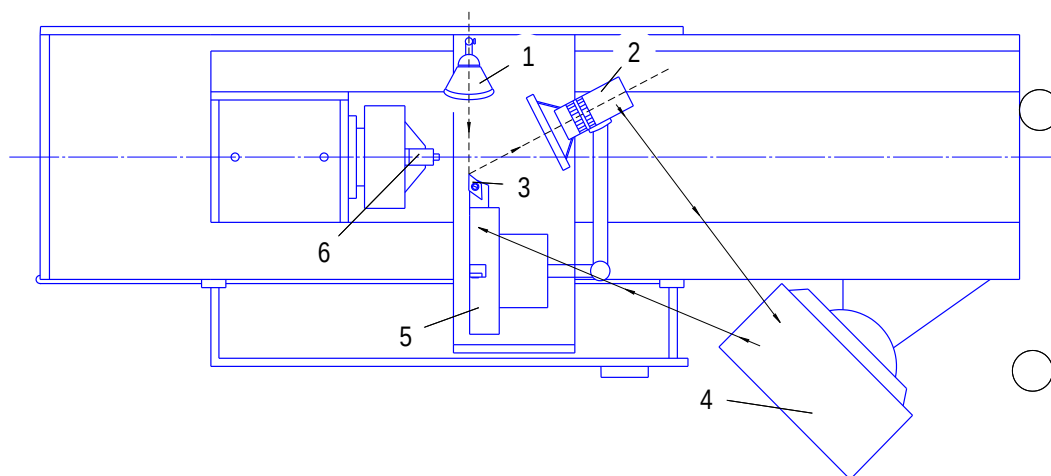


Рисунок 1 – Обобщенная функциональная схема СТЗ

1 – Осветитель, 2 – Видеокамера, 3 – Инструмент, 4 – УЧПУ, 5 – Revolverная головка, 6 – обрабатываемая деталь

Использование данной системы позволяет автоматизировать процесс контроля режущего инструмента - уйти от контактных способов контроля, допускает более эффективно использовать режущий инструмент. Повышает качество обрабатываемых деталей, снижается процент брака и уменьшается время на обработку за счет своевременной замены инструмента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Диагностика автоматизированного производства / С.Н. Григорьев [и др.] Под ред. С.Н. Григорьева. М.: Машиностроение, 2011. 600с.
2. Контроль параметров процесса резания на основании диагностирования инструмента и заготовки / С.Н. Григорьев [и др.] // Измерительная техника. 2012. №5. С.46-48.
3. Туманов А.А. Терешин М.В. Информационно-измерительные системы контроля состояния инструмента // Метрология. 2014. №2. С.3.-9.
4. Основина О.Н. Диагностика и надежность автоматизированных систем. Методическое пособие. Старый Оскол. СТИ МИСиС, 2006. - 132 с.
5. Схиртладзе А.Г. Надежность и диагностика технологических систем: учеб. А.Г. Схиртладзе, М.С. Уколов, А.В. Сквордцов; - Москва: Новое знание, 2008-518 с.

Бувечич Владимир Николаевич, научный руководитель, к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: vladimir.n.buevich@gmail.ru

Полухин Иван Алексеевич, магистрант кафедры «Технология машиностроения», Факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: poluhin3506@mail.com

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЫБОРА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ МЕТОДОМ СВЕРЛЕНИЯ

А.В. Садовой, Н.П. Щербаков

Рассмотрены вопросы автоматизации выбора режущего инструмента и их решения для обработки отверстий методом сверления, позволяющие повысить качество проектных решений и снизить трудоемкость проектирования технологических процессов в части выбора инструментов.

Ключевые слова: *режущий инструмент, автоматизация, выбор, методика, алгоритм, качество, трудоемкость.*

Обработка резанием в современном машиностроительном производстве остается важнейшим технологическим методом обеспечения все повышающихся требований к точности и качеству деталей машин. При этом как методы обработки, так и режущий инструмент и технологическая оснастка постоянно совершенствуются. Все это предъявляет повышенные требования к знаниям современного состояния металлообработки и умения эти знания применить на практике при проектировании технологических процессов и технологической оснастки, в том числе и режущего инструмента.

Одной из основных задач при проектировании технологических процессов механической обработки является выбор режущих и вспомогательных инструментов [1]. Выбор режущего инструмента осуществляется чаще всего с помощью электронных и бумажных каталогов. Такая процедура представляет собой очень тяжелую, большую и рутинную работу. В настоящее время выбор инструмента вручную считается малоэффективной организацией технологической подготовки производства (ТПП).

Недостатками выбора инструмента по каталогам являются:

- высокая трудоемкость режущего инструмента;
- низкое качество выбора – наличие ошибочных решений, либо их полное отсутствие.

Указанные недостатки возможно устранить путем автоматизации процесса выбора режущих инструментов. Такие попытки делаются, однако высокие финансовые затраты, отсутствие квалифицированных специалистов и соответствующего программно-информационного обеспечения приводят к тому, что выбор режущего инструмента (РИ) по-прежнему остается малоэффективным.

Трудоемкость технологического проектирования в большинстве случаев заметно превосходит трудоемкость конструирования машин. Поэтому максимальное уменьшение длительности циклов и повышение качества подготовки производства приобретает первостепенное значение и становится основным направлением совершенствования ТПП.

Обработка сверлением является одним из самых распространенных методов, при помощи которого получают отверстия. В общем объеме операций по механической обработке различных элементов деталей, сверлению принадлежит довольно значительная доля, в ряде случаев достигающая до 40%. В подавляющем большинстве деталей самых разнообразных машин и механизмов предусматривается наличие крепежных и посадочных отверстий. Те отверстия, которые получают при помощи сверления, используются для того, чтобы через них соединять детали винтами, болтами, заклепками, шпильками и т.д., а также для того, чтобы производить в них нарезку резьбы.

Рынок металлорежущего инструмента представлен огромным количеством производителей. Каждый из них предлагает свои конструктивные и технические решения в области металлообработки. На выбор режущего инструмента влияют такие факторы как стойкость, производительность, сроки поставки, стоимость, качество изготовления. Для выбора инструмента необходимо очень хорошо ориентироваться в каталоге производителя, следить за всеми изменениями и выпускаемыми новинками. В данной работе мы остановимся на твердосплавных монолитных сверлах отечественного производства.

Объектом исследования в работе является этап выбора режущего инструмента для обработки отверстий методом сверления как составная часть технологической подготовки производства.

В качестве предмета исследования будут рассматриваться модели и алгоритмы процесса автоматизированного выбора РИ для обработки отверстий методом сверления.

Целью работы является повышение качества и снижение трудоемкости проектирования технологических процессов механической обработки на этапе выбора режущего инструмента для обработки отверстий методом сверления.

Исходя из поставленной цели и результатов анализа предметной области были поставлены и решены следующие задачи исследования:

- изучение существующих методик и алгоритмов выбора режущего инструмента для операции сверления;
- математическое моделирование процесса выбора РИ для процесса сверления;
- создание прототипа модуля для автоматизированного выбора РИ для процесса сверления на примере монолитного инструмента в среде MicrosoftOfficeExcel;
- разработка методических рекомендаций по использованию прототипа автоматизированного выбора РИ для процесса сверления на примере монолитного инструмента.

Проведя анализ прототипов автоматизированных систем выбора РИ зарубежных производителей, были определены все сильные и слабые стороны данных программ, разработана структура и состав прототипа программного обеспечения, а также комплекса других орга-

низационно-технологических мероприятий, позволяющих решить проблему автоматического выбора РИ.

Пробная эксплуатация разработанного прототипа автоматизации выбора режущего инструмента для обработки отверстий методом сверления показала хорошие результаты в вопросах снижения трудоемкости и повышения качества проектирования технологических процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизация выбора режущего инструмента для станков с ЧПУ: монография [электронный ресурс] / В.И. Аверченков, А.В. Аверченков, М.В. Терехов, Е.Ю. Кукло. – 2-е изд., стереотип. – М.: ФЛИНТА, 2011. – 151 с.

Щербakov Николай Петрович, научный руководитель, к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: olimptm@mail.ru

Садовоей Алексей Владимирович, магистрант кафедры «Технология машиностроения», Факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: sadovoy_2015@bk.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВТОРОСТЕПЕННЫХ РАБОТ ПОРОХОВЫХ ГАЗОВ ПРИ РАСЧЕТЕ ВНУТРЕННЕЙ БАЛЛИСТИКИ ПАТРОНА ТРАВМАТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

И.В. Семенов, П.В. Верещагин

Исследовательская работа направлена на изучение процесса выстрела патронами с эластичными пулями травматического действия. Для этого принимаются во внимание все работы, совершаемые пороховыми газами в канале ствола. Выявляются ключевые отличия боевого и травматического оружия, на основе которых предлагается методика расчета второстепенной работы на преодоления сил трения для резиновой эластичной пули. Производится расчет внутренней баллистики для экспериментального патрона, по результатам которого производится оценка величины работы сил трения по отношению к кинетической энергии пули.

Ключевые слова: оружие ограниченного поражения, травматические патроны, резиновые пули, внутренняя баллистика, коэффициент второстепенных работ, сила трения, высокоскоростные процессы

Для того, чтобы установить, способна ли система патрон-оружие сообщить метаемому снаряду необходимую скорость производят расчет внутренней баллистики данной системы. Снаряд разгоняется под действием давления продуктов горения пороха, при этом совершается ряд второстепенных работ – преодоление сил трения, вращение снаряда вокруг продольной оси, перемещение самих пороховых газов, отдача в орудие.

В практических расчетах принимают, что при выстреле совершается только основная работа по разгону снаряда, но при этом действительная масса пули умножается на повышающий коэффициент. Данный коэффициент интегральный и является отношением всей совершенной второстепенной работы к основной. В частности, в стрелковом оружии работа на преодоление сил трения в среднем составляет 1% по отношению к основной [1]. Такое соотношение возможно за счет малых деформаций (на глубину нарезов) пули и низкого коэффициента трения (порядка 0,1) оболочки пули по каналу ствола [2].

Усредненные значения коэффициентов не универсальны всех стрелковых систем. Оружие нелетального действия отличается от боевого и охотничьего комплексом параметров. В первую очередь, патроны для травматических пистолетов ограничены по максимальной кинетической энергии пуль значением в 91 Дж [3]. Вторым существенным отличием является использование эластичных резиновых пуль – значение коэффициента трения резины по стали составляет от 0,46 до 0,61 (значение возрастает до наивысшего с ростом скорости) [4].

Цель проводимого исследования – выяснить, как относится работа по преодолению сил трения к основной работе по разгону эластичной пули в патроне травматического дейст-

вия. Поставленная задача достигается выполнением расчета внутренней баллистики нелетального патрона с учетом изменения силы трения в процессе движения пули.

Для решения задачи задаем следующие граничные условия – ствол гладкий, оружие жестко закреплено на станке, вращение пули отсутствует, пуля имеет цилиндрическую форму и сжата до диаметра канала ствола, материал пули несжимаемый. Первым шагом является определение силы трения неподвижной пули. Сжатие пули в радиальном направлении вызывает ее удлинение в осевом направлении, что вызывает возникновение осевой силы, которая по величине равна силе сжатия пули стволом в радиальном направлении. Сила трения в таком случае определяется по формуле [2]:

$$P_{\text{тр}}^{\text{стат}} = \nu E \varepsilon F_{\text{тп}},$$

где ν – коэффициент трения, E – модуль упругости, ε – относительная деформация в осевом направлении, $F_{\text{тп}}$ – площадь поперечного сечения пули;

Выстрел из огнестрельного оружия – это высокоскоростной процесс, снаряд ударно нагружается давлением пороховых газов, что вызывает силы инерции. При этом происходит сжатие материала пули, потому что сила давления на дно пули и силы инерции направлены в разные стороны. Сила сжатия по длине пули будет неодинакова и будет зависеть от массы материала, который находится выше рассматриваемой плоскости. В таком случае сила трения при ударном нагружении определится по формуле [2]:

$$P_{\text{тр}}^{\text{дин}} = \nu F_{\text{тп}} p \left(\frac{l_{\text{пули}} - l_{\text{сек}}}{l_{\text{пули}}} \right),$$

где p – текущее давление пороховых газов, $l_{\text{пули}}$ – длина пули, $l_{\text{сек}}$ – расстояние сечения пули от ее торца;

Эпюра силы трения по длине пули определится суммой статической и динамической силы трения (Рисунок 1).

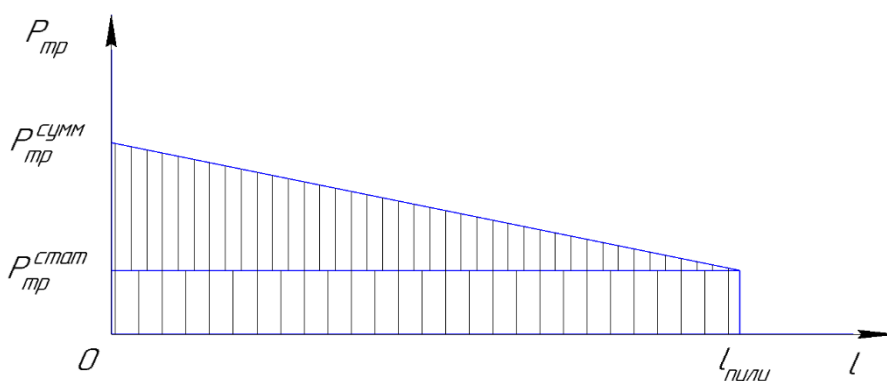


Рисунок 1 – Эпюра силы трения по длине пули

Среднее значение силы трения в таком случае будет прямо пропорционально давлению пороховых газов и для цилиндрической пули определится по формуле:

$$P_{\text{тр}}^{\text{сред}} = P_{\text{тр}}^{\text{стат}} + 0,5 P_{\text{тр}}^{\text{дин}}$$

Важно заметить, что для пуль других конструкций данная формула будет отличаться.

Коэффициент работы преодоления силы трения для заданных условий задачи определится по формуле [1]:

$$k_{\text{тр}} = \frac{P_{\text{тр}}^{\text{сред}} \cdot l_{\text{т}}}{E_{\text{кин}}}, \text{ при } \nu > 0,$$

где $l_{\text{т}}$ – текущий путь пули в канале ствола, $E_{\text{кин}}$ – текущая кинетическая энергия пули, ν – текущая скорость пули;

Производим подстановку данного коэффициента в систему дифференциальных уравнений внутренней баллистики [1], в уравнение определение скорости пули в канале ствола. После этого возможно получение численного решения системы.

Задача была решена нами при помощи программы ЭВМ для пули диаметром 10 мм и длиной 13,5 мм, которая была сжата до диаметра 9 мм. Подбором параметров порохового заряда удалось достигнуть значения кинетической энергии 80,6 Дж пули при длине ствола 100 мм, что удастся зафиксировать на графике (Рисунок 2). Полученная в процессе основного решения системы уравнений кривая давления, методом подстановки в формулу определения средней силы трения позволяет получить значение силы трения в зависимости от перемещения пули по каналу ствола, что можно зафиксировать на графике.

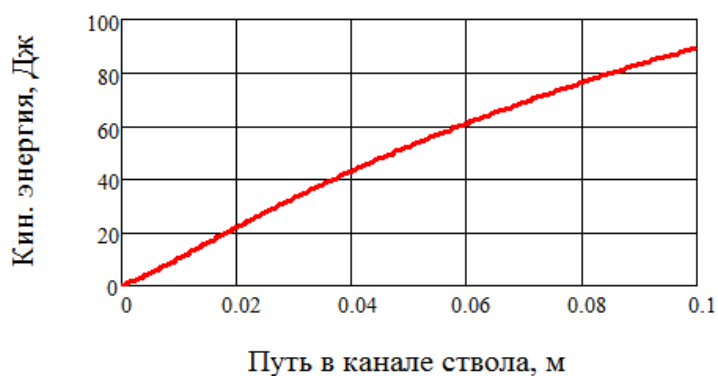


Рисунок 2 – График зависимости кинетической энергии от пути пули в канале ствола

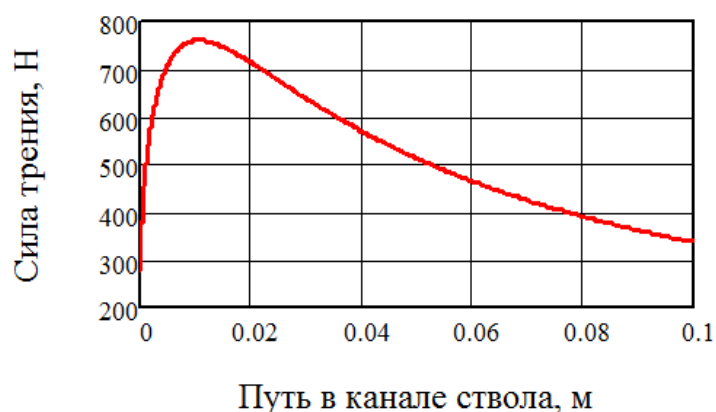


Рисунок 3 – График зависимости силы трения от пути пули в канале ствола

Работу, совершенную силой трения можно определить, как площадь под графиком силы трения программным методом: $A_{тр} = 50,75$ Дж.

В результате решения задачи установлено, что работа преодоления силы трения для цилиндрической эластичной пули сопоставима с работой по ее разгону и будет тем выше, чем выше потребуется давление для достижения необходимой скорости пули. В данной задаче коэффициент второстепенных работ на преодоление сил трения составляет 0,63.

Полученные результаты позволяют судить о том, насколько оптимальна выбранная конструкция пули. Решение задачи в комплексе с расчетом внутренней баллистики патрона позволяет не только принимать решения о том, какие изменения вносить в конструкцию пули, но и изменять условия заряжания. Определение силы трения в данном случае позволяет не только оценить величину совершаемой второстепенной работы, но и рассчитать поперечную прочность ведущей части резиновой пули.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Серебряков, М.Е. Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет / М.Е. Серебряков. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Оборонгиз, 1962.

2. Казанцев, В.Г. Динамика и прочность ракетных двигателей на твердом топливе: монография / В.Г. Казанцев, Ю.Б. Жаринов, М.П. Карпутин; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2014. – 380 с.
3. Федеральный закон от 13.12.1996 № 150-ФЗ «Об оружии».
4. Исаченков, Е.И. Штамповка резиной и жидкостью: «Машиностроение», 1967, 367 с.

Семенов Илья Владимирович, студент кафедры «РДВУАС», Инженерного спецфакультета БТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: ilyasemenov9715@mail.ru

Верецагин Павел Викторович, научный руководитель, к.т.н., доцент кафедры «РДВУАС» БТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: vpv@bti.secna.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАНЕСЕНИЯ ТОНКОПЛЕНОЧНОГО ПОКРЫТИЯ НА ДЕТАЛИ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ А.В. Собачкин, И.И. Ятло

Представлены результаты экспериментальных исследований по нанесению упрочняющих защитных покрытий методом электроискрового легирования (ЭИЛ) для деталей топливного насоса, работающих в условиях больших динамических нагрузок, связанных с необходимостью создания высокого давления впрыска в ограниченный период времени и, как следствие, интенсивного износа контактирующих поверхностей. Испытания твердости образцов с исследуемым покрытием показали, что максимальные значения микротвердости в покрытии достигают значений 1000 HV, что в 4...5 раз превышает твердость основного металла.

Ключевые слова: защитные покрытия, диборид титана, электроискровое легирование, детали топливного насоса, СВС – реакция.

Появление и развитие методов нанесения защитных покрытий связано со стремлением повысить работоспособность деталей механизмов и машин. Обычно оказывается достаточным изменить свойства только рабочих поверхностей деталей, придав им необходимые эксплуатационные свойства. Требования, предъявляемые к покрытиям, зависят от их назначения. Чаще всего это коррозионная износ- или жаростойкость. При этом принимается во внимание равномерность по толщине, сплошность, высокие когезия и адгезия, а также технологичность процесса нанесения. В настоящее время известно около двухсот методов нанесения покрытий из неорганических материалов. В качестве материалов покрытий используют композиционные материалы, тугоплавкие соединения и твердые сплавы на его основе [1].

Покрытия наносят, используя технологии наплавки, напыления, осаждения, а также насыщение поверхности упрочняемой детали химическими элементами (химико-термическая обработка).

Одним из перспективных методов нанесения упрочняющих защитных покрытий является электроискровое легирование (ЭИЛ) [2]. Суть метода состоит в переносе материала электрода (анода) на деталь (катод), в результате электрической его эрозии при искровом разряде. На поверхности детали при этом образуется слой измененного состава и структуры. Метод позволяет осуществить легирование приповерхностного слоя детали путем его диффузионного насыщения материалом электрода. Размер изделия при этом остается неизменным.

Метод ЭИЛ в настоящее время используют для повышения стойкости рабочих поверхностей штамповой и литейной оснастки, валков прокатных станков, режущего инструмента. Используют метод и при нанесении покрытий на детали машин и механизмов, подвергающихся значительному износу в процессе эксплуатации. Несмотря на широкое распространение метода в промышленности возможности его далеко не исчерпаны. Перспективы дальнейшего его распространения связывают с созданием высокоавтоматизированного оборудования на основе программируемых комплексов и разработке новых экономичных электродных материалов.

В данной работе излагается применение метода электроискрового легирования деталей топливного насоса, работающих в условиях больших динамических нагрузок, связанных с необходимостью создания высокого давления впрыска в ограниченный период времени и как следствие интенсивного износа контактирующих поверхностей. Срок их службы может быть увеличен нанесением на рабочие поверхности тонких слоев износостойких покрытий.

Покрытия с требуемыми свойствами в настоящее время получают с использованием различных металлокерамических сплавов. Так как сопротивление износу в первую очередь определяется твердостью применяемых материалов, то чаще всего износостойкие покрытия создаются с использованием карбидов вольфрама (WC), твердость которого 13 ... 22 ГПа, а также карбидов титана и кремния (TiC , SiC), их твердость составляет до 30 ГПа. В настоящей работе исследовалась возможность использования в качестве покрытия диборида титана (TiB_2), обладающего твердостью 25 ... 35 ГПа.

Диборид титана обладает рядом уникальных свойств. Среди них высокая твердость, температура плавления, стойкость в условиях больших контактных давлений и низкое электросопротивление. Всё это позволило применить в качестве технологии нанесения покрытия метод электроискрового легирования.

Для получения электрода в качестве исходных материалов были выбраны порошки титана марки ПТМ и аморфного бора марки В. Для формирования металлической связки (материала матрицы) использовался наплавочный самофлюсующийся порошок марки ПР-Н70Х17С4Р4-З.

Выбор указанной матрицы для создания наплавочных СВС- композитов обусловлен инертностью ее состава по отношению к реагирующим компонентам (титан - бор) и хорошими сварочно-технологическими свойствами при электроискровом легировании.

Получение порошкового электрода из композиционных материалов выполняли в следующей последовательности:

- 1) подготовка исходных порошковых компонентов;
- 2) смешивание подготовленных реагентов;
- 3) механическая активация смеси порошков;
- 4) прессование навески порошковой смеси в металлической матрице с образованием брикета;
- 5) проведение СВС - реакции, для синтеза диборида титана в матрице.

На рисунке 1 представлена оснастка, использовавшаяся при производстве металлокерамического электрода.

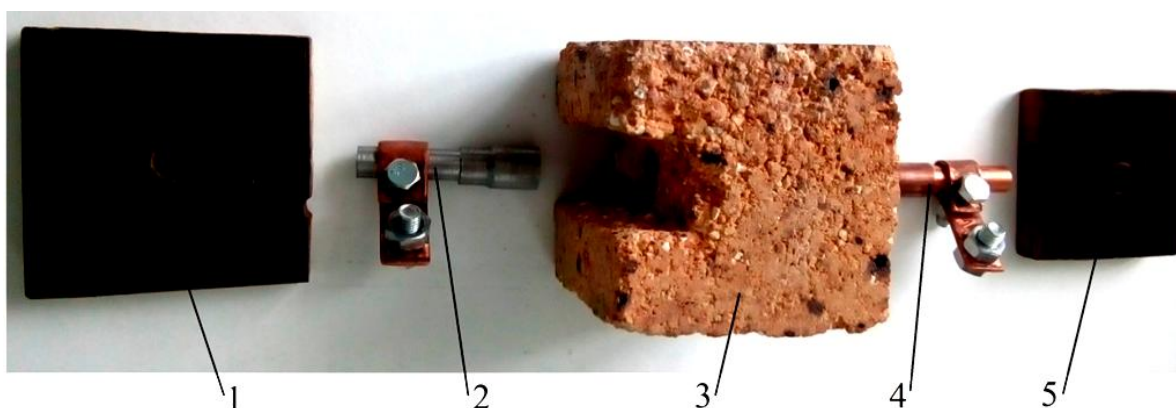


Рисунок 1 – Оснастка, для изготовления металлокерамического электрода:

1, 5 – нижняя (верхняя) опора-изолятор, 2, 4 – пунсон-электрод; 3 – огнеупорная матрица

Для реализации СВС реакции спрессованный брикет шихты помещался в отверстие огнеупорной матрицы 4 и сжимался пуансон-электродами 3 и 5, приводимыми в движение плунжером пресса 1. Матрица при этом устанавливалась на столе пресса 7 (рисунок 2). Т.к.

инициализация СВС процесса осуществлялась прямым пропусканием электрического тока, электроизоляцию оснастки от элементов пресса обеспечивали опоры-изоляторы 2 и 6.

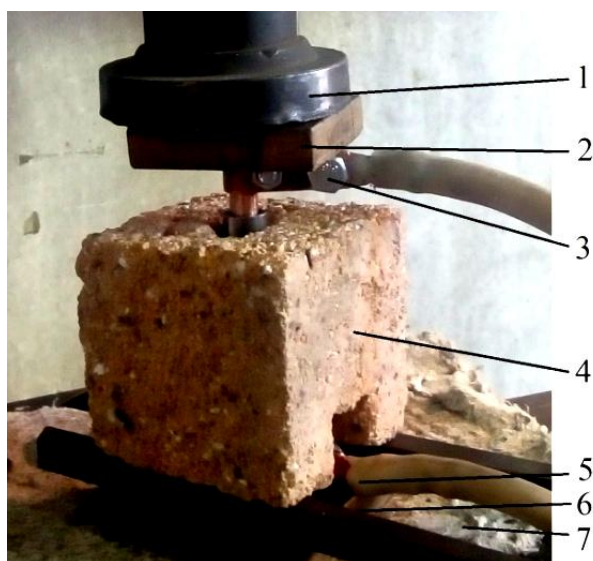


Рисунок 2 – Установка для проведения СВС- реакции:

1 – плунжер пресса, 2, 6 – верхняя и нижняя опоры-изоляторы, 3, 5 – пуансон-электроды, 4 – огнеупорная матрица, 7 – стол пресса

В момент пропускания тока, когда в спрессованном брикете протекает реакции СВ-синтеза, и компоненты шихты находятся какое-то время в квазижидком состоянии, к пуансон-электродам прикладывалась дополнительная сила со стороны пресса для повышения плотности (уменьшения пористости) брикета. В результате его высота с начальной – 12 мм – уменьшилась до 6 мм.

Рентгенофазовый анализ, выполненный с помощью дифрактометра ДРОН-6, показал, что в результате СВ- реакции синтезируется композит $TiB + (Ni - Cr)$ (35 % масс.).

Экспериментальная установка электроискрового легирования была разработана на основе электрического лобзика, к ползунам которого крепился металлокерамический электрод из диборида титана (рисунок 3).

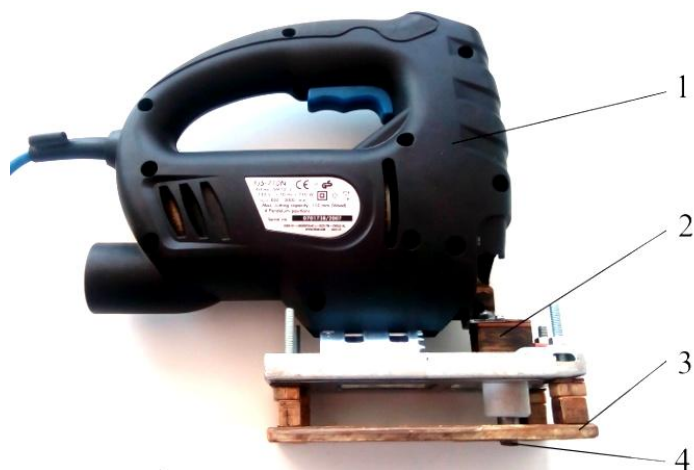


Рисунок 3 – Экспериментальная установка электроискрового легирования:

1 – электрический лобзик, 2 – электрододержатель, 3 – электроизолированное основание, 4 – металлокерамический электрод из диборида титана

При проведении эксперимента по нанесению покрытия методов электроискрового легирования были назначены следующие параметры влияющих факторов: частота ходов электрода - 50 Гц; сила тока - 100 А. подключение – обратное (электрод подключался к аноду); материал образца - сталь 10.

После проведения эксперимента определение механических и триботехнических свойств наплавленных покрытий были проведены по стандартным методикам с применением серийно выпускаемых установок (микротвердомер, машина трения). Испытания твердости образцов с исследуемым покрытием показали, что максимальные значения микротвердости в покрытии достигают значений 1000 HV, что в 4...5 раз превышает твердость основного металла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутовский, М.Э. Нанесение покрытий и упрочнение материалов концентрированными потоками энергии/ М.Э. Бутовский//Оборудование для электроискрового легирования. - М.: ИКФ «Каталог», 1998 – 158 с.
- 2 Самсонов, Г.В. Электроискровое легирование металлических поверхностей / Г.В. Самсонов, А.Д. Верхотуров, Г.А. Бовкун, - Киев: Наукова думка, 1976. – 219 с..

Собачкин Александр Викторович, магистрант кафедры «Технология машиностроения», Факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: samap@list.ru.

Ятло Иван Иванович, научный руководитель, к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: iij-alt@mail.ru.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА МЕТРИЧЕСКИХ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ СОЕДИНЕНИЯ КОРПУС ФОРСУНКИ-ШТУЦЕР

В.А. Эрфурт, Н.П. Щербаков

Рассмотрены вопросы обеспечения качества метрических резьбовых соединений на примере соединения корпус форсунки – штуцер в части их герметичности. Определены основные причины брака таких соединений. Намечены исследования, направленные на устранение брака.

Ключевые слова: качество, форсунка, резьбовые соединения, герметичность, шероховатость, точность.

В гидравлических системах осуществляется транспортирование потоков жидкости с высокой энергией. Для повышения эффективной мощности в настоящее время в гидравлических системах используются существенно более высокие рабочие давления, чем всего несколько лет назад. Эта тенденция увеличения давлений, без сомнения, сохранится и в будущем. Из-за коротких длительностей циклов работы быстродействующих производственных машин возникает большое число пиков давлений, что вместе с вибрацией приводит к дополнительной нагрузке на соединения. Одной из таких гидравлических систем в двигателе внутреннего сгорания является форсунка.

Форсунка это элемент топливной системы, служит для подачи топлива под высоким давлением и его распыления в камере сгорания [1]. Объем изготовления форсунок приближается к объемам крупносерийного производства. При сборке и дальнейших испытаниях форсунки в ряде случаев наблюдается различные виды брака. Самым распространенным видом брака являет негерметичность резьбового соединения корпус форсунки - штуцер топливopодводящий (рисунок 1) при подаче давления в форсунку 170-175 Мпа.

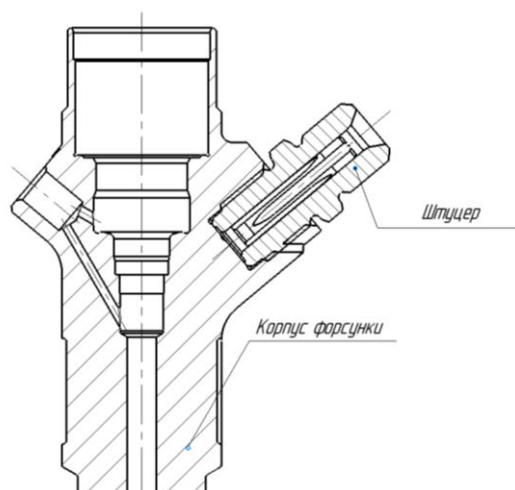


Рисунок 1 – Корпус форсунки в сборе со штуцером

Конструкторско-геометрические параметры присоединительной части штуцера топливоподводящего приведены на рисунке 2, а присоединительной части корпуса форсунки – на рисунке 3.

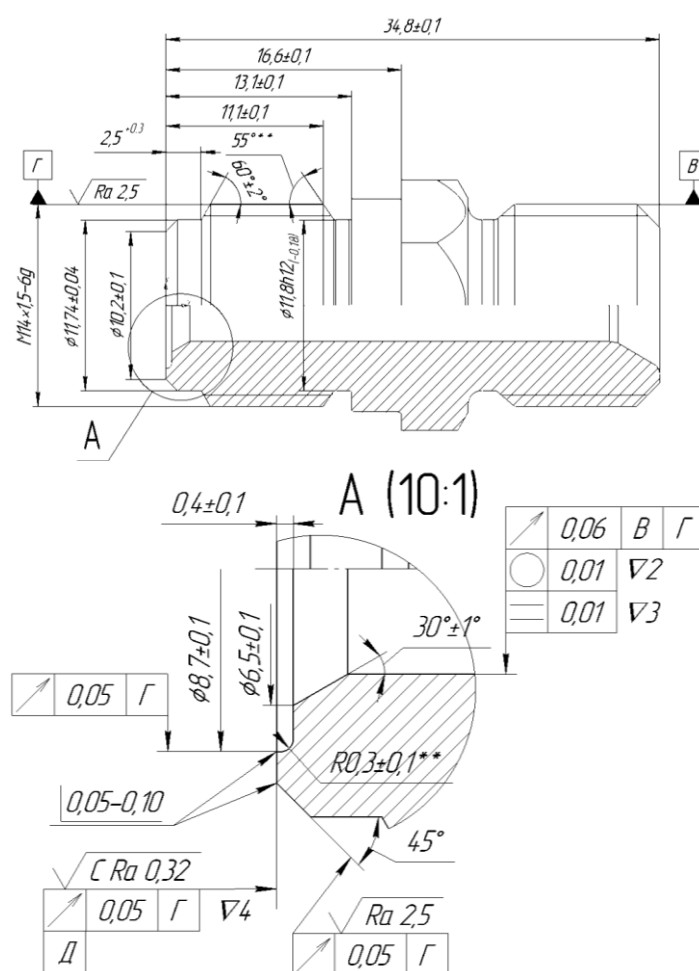


Рисунок 2 – Геометрические параметры присоединительной части штуцера топливоподводящего

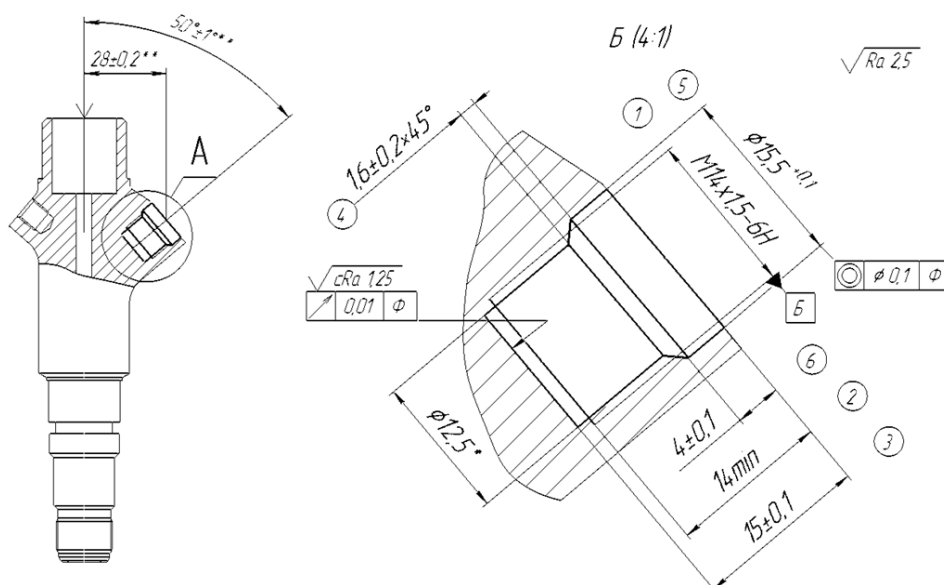


Рисунок 3 – Геометрические параметры присоединительной части корпуса форсунки

Анализ конструкторско-технологических требований к присоединительной части штуцера и присоединительной части корпуса форсунки позволяет сделать вывод о том, что они достаточно высоки по параметрам точности, шероховатости и взаимному расположению поверхностей.

Около 40-50% собранных форсунок отбраковываются по показателю герметичности соединения форсунки-штуцер. Во время испытаний под высоким давлением утечка жидкости происходит в соединение между уплотнительным торцом штуцера и торцевой поверхностью отверстия диаметром 12,5 миллиметра корпуса форсунки (рисунок 4), а далее выходит наружу по резьбовому соединению.

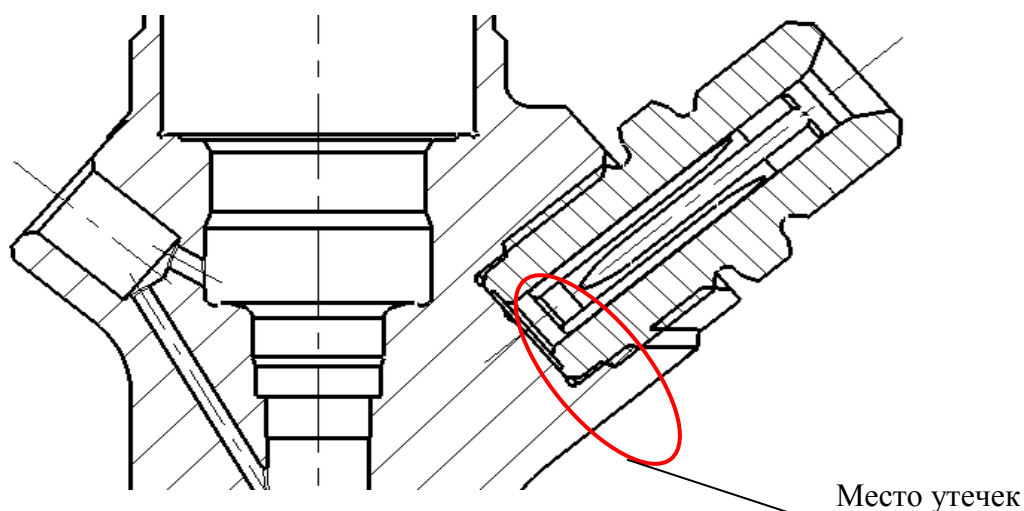


Рисунок 4 – Место начала утечек жидкости

В этой связи решение задачи обеспечение качества метрических резьбовых соединений в части их герметичности на примере соединения корпус форсунки-штуцер является актуальным.

Проведенный статистический анализ испытаний более трехсот собранных форсунок, позволил определить и сформулировать основные причины брака по герметичности метрических резьбовых соединений корпус форсунки – штуцер.

1. Недостаточный класс шероховатости торцевых и резьбовых поверхностей корпуса и штуцера – 80%. 2. Недостаточный класс точности резьбовых поверхностей корпуса и шту-

цера – 10%. 3. Забоины на уплотнительном торце штуцера - 7%. 4. Неперпендикулярность резьбы корпуса к уплотнительному торцу корпуса- 3%.

Герметичность резьбовых поверхностей, существенно определяется микрогеометрией – шероховатостью сопрягаемых поверхностей. При соприкосновении двух твердых поверхностей образуется система впадин, капилляров произвольной формы и отдельных пятен касания. При действии высокого давления по отдельным капиллярам происходит утечка. Для уменьшения путей утечки - уменьшение величин микронеровностей нужно улучшить качество контактных поверхностей.

Это возможно путем создания и разработки различных технологических решений (методы и технологии обработки), а также конструкторских решений (установление уплотнительных прокладок, проставок). На это и будут направлены дальнейшие исследования качества метрических резьбовых соединений.

Предварительный анализ показывает, что решение проблемы герметичности метрических резьбовых соединений на примере соединения корпус форсунки-штуцер позволит повысить качество соединения и сократить брак сборки форсунок с 50% до 3%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уханов А.П., Уханов Д.А., Голубев В.А. Конструкция автомобилей и тракторов: Учебник. – 2-е изд., испр.- СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 188 с.

Эрфурт Владислав Александрович, магистрант кафедры «Технология машиностроения», факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: erfurt@mail.ru

Щербаков Николай Петрович, научный руководитель, к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: olimptm@mail.ru

МОРФОЛОГИЯ ФАЗ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ТВЕРДАЯ МЕДЬ/ЖИДКОЕ ОЛОВО

А. А. Бондарь, Б. Ф. Демьянов

Проведено исследование кинетики роста и морфологии кристаллов интерметаллической фазы Cu_6Sn_5 в зоне контакта твердой меди и жидкого олова. Рост кристаллов происходил при температуре 300 °С и выдержке в течение 1, 2, 5, 10, 30, 60, 90, 120 минут. Определены численные характеристики формы и размера кристаллов в зависимости от времени выдержки. Показано, что кристаллы интерметаллида растут из множества центров в направлении перпендикулярном границе раздела и образуют столбчатую структуру.

Ключевые слова: медь, олово, интерметаллид, столбчатая структура, жидкофазная реакция.

Система Cu – Sn усиленно изучается в последние годы. Этот интерес напрямую связан с применением этих сплавов в разных сферах, в частности, в микроэлектронике [1], а также и с научным интересом к сложным механизмам роста интерметаллидов на границе контакта Cu/Sn. В электротехнике для финишных покрытий печатных плат используют нанесение на медную основу тонкого слоя олова, однако, по истечении короткого промежутка времени (примерно две недели) в зоне контакта образуются соединения вида Cu_6Sn_5 и теряется паяемость. При 100 °С превращение оловянного покрытия в интерметаллид ускоряется и слой олова толщиной 5 мкм может в течение года полностью перейти в сплав [2]. Подобные реакции происходят в момент пайки элементов электроники при взаимодействии оловянного припоя с медной подложкой, что изменяет свойства и долговечность электрических контактов [3,4]. В данной работе было проведено исследование кинетики роста кристаллов интерметаллической фазы Cu_6Sn_5 и определены численные характеристики структуры зоны контакта (время выдержки, размер кристаллов, их статистические характеристики), чтобы в дальнейшем мы смогли использовать эти результаты не только в теоретическом плане, но и нашли им применение на практике.

Для приготовления образцов использовались подложки из чистой прокатанной меди марки М1. Брали прокатанную медь, т. к. она имеет мелкозернистую однородную структуру и не оказывает ориентирующее действие на рост кристаллов интерметаллида. Медный лист разрезали на пластины. Олово наносили на поверхность меди в расплавленном состоянии, время нанесения не превышало 5 сек. Полученные образцы выдерживались в печи при температуре 300 °С в течение 1, 2, 5, 10, 30, 60, 90, 120 минут. В дальнейшем образцы были отшлифованы и отполированы до получения зеркальной поверхности (шлифа). Затем было проведено исследование микроструктуры переходной зоны методом оптической микроскопии. Структура поперечного сечения образца показана на рис. 1.

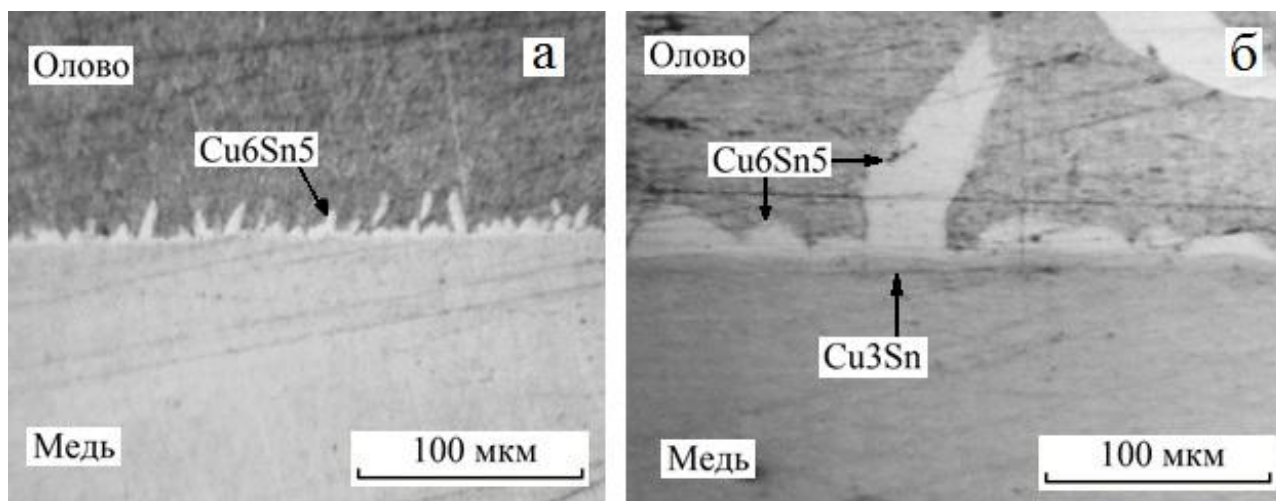


Рисунок 1 – Микроструктура поперечного сечения зоны контакта Cu/Sn, образовавшейся в течение 5 минут (а) и 90 минут (б)

Микроструктура поперечного сечения выглядит так: сверху находится слой олова, внизу же расположена подложка меди, что мы можем наблюдать на рисунке 1. В свою очередь, на первой части рисунка мы видим картину, характерную для начала зарождения фазы Cu_6Sn_5 , видно быстрый темп столбчатого роста, а так же характерно маленькие для структуры размеры. На второй половине мы видим громоздкие структуры, а так же наличие интерметаллида Cu_6Sn_5 непосредственно в олове, что преимущественно для времени выдержки более 30 минут.

Из графика мы можем видеть, что пик роста структуры приходится на время 60 мин, за это время образуется слой интерметаллида высотой порядка 35 мкм, после этого мы видим, что граница раздела уменьшается, образуя при этом в олове гомогенные структуры. При этом у интерметаллида Cu_6Sn_5 значительно понижается скорость роста, но наблюдается процесс поглощения структур, что в свою очередь приводит к тому, что островки, образованные в результате наклонного сечения, увеличиваются в размерах и при этом уменьшаются в количестве.

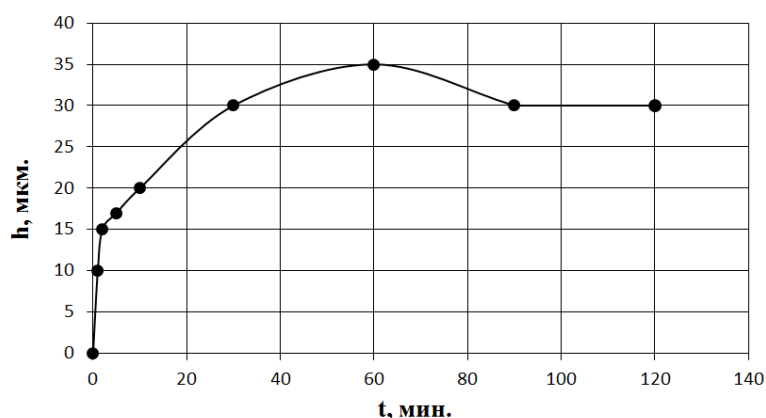


Рисунок 2 – График зависимости высоты кристаллов от времени выдержки при температуре 300°C

По результатам исследования было установлено, что при достижении пика роста структуры Cu_6Sn_5 , активно начинает рост структура Cu_3Sn , которая расположена между медью и интерметаллидом Cu_6Sn_5 . Прослойки интерметаллида Cu_3Sn отмечены на рис. 1б и рис. 3б. Толщина слоя Cu_3Sn составляет 5 – 7 мкм. Образование слоя Cu_3Sn уменьшает диффузию меди и замедляет рост интерметаллида Cu_6Sn_5 .

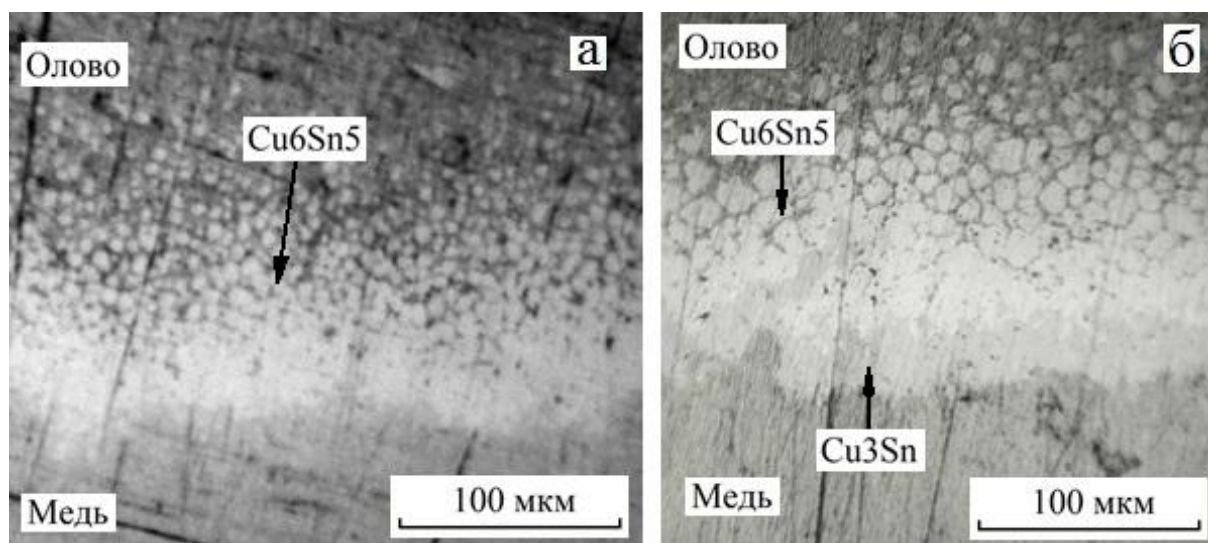


Рисунок 3 – Микроструктура наклонного сечения зоны контакта Cu/Sn, образовавшейся в течение 5 минут (а) и 90 минут (б)

Как мы можем видеть на рисунке 3, граница представлена в виде островков, нежели привычных нам столбиков. Процесс образования островков в целом можно поделить на 2 этапа: начало роста и поглощение. Сам же размер этих островков зависит от времени, чем больше времени прошло, тем больше площадь самих островков.

Рассмотрим процесс образования гомогенной структуры. При длительном нахождении расплава при температуре плавления олова, кристаллы образуются не только у границы олово/медь, но и по всему объёму олова, при этом их образование происходит, как описано выше. Мы можем обнаружить, что при длительном воздействии температуры около 300 °С на границе раздела олово/медь возникает не только образование Cu_6Sn_5 , но и возникают небольшие ямки ведущие в слой меди, образуя тем самым гомогенные зародыши. То есть при долгом контакте расплавленного олова и меди, происходит как бы подмывание оловом меди, за счёт чего мы и получаем наличие отдельных кристаллов в олове. Эти кристаллы это всё тот же Cu_6Sn_5 , который так же есть и на границе олово-медь, в олове, как правило, эти кристаллы образуют очень интересные формы.

Заключение

Было обнаружено, что выдержка образцов в течение короткого времени 5 минут при температуре $T=300\text{ }^{\circ}\text{C}$ приводит к образованию кристаллов фазы Cu_6Sn_5 по всей поверхности образца. Так же, синтез интерметаллической фазы Cu_6Sn_5 на границе раздела твердая медь/жидкое олово происходит с образованием столбчатой структуры: рост слоя Cu_6Sn_5 идет из множества центров в направлении перпендикулярном границе раздела. Были проведены статистические измерения высоты кристаллов при температуре 300°C и времени выдержки 1, 2, 5, 10, 30, 60, 90, 120 минут.

Обнаружено, что на начальной стадии (1, 2, 5 минут) идет быстрый рост слоя, при достижении толщины слоя около 15 мкм скорость роста уменьшается. Соответственно, если выдерживать образец более 60 минут, происходит зарождение приграничного слоя новой фазы Cu_3Sn равного 1–2 мкм, который с увеличением времени, увеличивается в толщине. Ко всему прочему, при длительной выдержке рост толщины слоя Cu_6Sn_5 уменьшается, при этом в олове можно наблюдать отдельные кристаллы интерметаллида Cu_6Sn_5 .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Готра З.Ю. Технология микроэлектронных устройств. - Москва: Издательство «Радио и связь», 1991. - 526 с.
2. Li J. O, Agyakwa P. A., Johnson C. M. A numerical method to determine interdiffusion coefficients of Cu_6Sn_5 and Cu_3Sn intermetallic compounds // Intermetallics, 2013. V. 40, p. 50 – 59.
3. Lee H.-T., Chen M.-H., Jao, T.-L. Liao H.-M. Influence of interfacial intermetallic compound on fracture behavior of solder joints // Materials and Engineering, 2003. V. 358, p. 134 - 141.
4. Hsuan T.-C., Lin K.-L. Effects of aging treatment on mechanical properties and microstructure of Sn-8.5Zn-0.5Ag-0.01Al-0.1Ga Solder // Materials Science and Engineering, 2007. V. 456, p. 202 - 209.
5. Бондарь А.А., Агейкова Л.Н., Демьянов Б.Ф. Рост интерметаллидов и образование переходного слоя в зоне контакта меди с жидким оловом // Ползуновский вестник, 2019. №2, С. 133-137.

Бондарь Альберт Алексеевич, студент группы ТФ-71, Факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: vashs.com@yandex.ru
Демьянов Борис Федорович, научный руководитель, д.ф.-м.н., профессор кафедры «Физика» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: bfdemyanov@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УПРУГИХ МОДУЛЕЙ КОМПОНЕНТОВ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРОЧНЕНИЯ

С. Г. Зудилов, Е. А. Головина

Статья содержит информацию по исследованиям влияния упругих модулей различных классов волокон и эпоксидного связующего на эффективность упрочнения КМ. Для исследования механических свойств образцов проводились испытания на растяжение и сжатие. В результате проведенных исследований были получены прочностные характеристики микропластиков на основе различных волокон и эпоксидного связующего. Влияние различных упругих свойств компонентов КМ оценивалась по прочностным характеристикам микропластиков на разрыв и сжатие.

Ключевые слова: микропластики, классы волокон, эпоксидное связующее, прочностные характеристики, композиционные материалы.

При проектировании изделий из композиционных материалов (КМ), необходимо задаться целью правильно подобрать материал с учетом особенностей его поведения в условиях переработки и оценить его работоспособность в эксплуатационных условиях. Успешная реализация больших потенциальных возможностей КМ, в большей степени зависит от выбранных компонентов.

Основными технологическими этапами в создании КМ являются совмещение его компонентов (или пропитка) и отверждение, условия, проведения которых в значительной мере определяют уровень физико-механических свойств получаемых материалов [1].

Современные технологические процессы производства КМ должны быть оптимальными с точки зрения достижения наилучших свойств материала, но и высокопрочными. Поэтому актуальна проблема достижения совместимости компонентов при условии минимальных отклонений от оптимальных значений параметров КМ [4].

Согласно теории по формированию прочности волокнистых композитов (рисунок 1), эффективность сопротивления материала действующей нагрузке возможно только в том случае, когда компоненты и материал равнодеформированы. При этом допускается, что деформация при разрушении в материале может превышать деформацию при разрушении волокна.

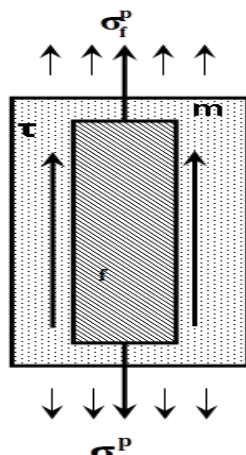


Рисунок 1 – Касательные напряжения при растяжении-сжатии однонаправленного КМ

Из условий 1 и 2 можно получить уравнение, которое позволяет спрогнозировать прочность однонаправленного композита. Анализ зависимости напряжение – деформация однонаправленных слоев вдоль оси армирования показывает линейную зависимость до момента разрушения, т. е. поведение КМ при продольном растяжении и сжатии практически определяется свойствами волокон. Эта модель работает в случае большого объемного содержания волокон, где адгезионное взаимодействие минимально.

$$\tau \approx \sigma_{f_{max}}^p \cdot \frac{G_m}{E_f}, \quad (1)$$

где τ – касательное напряжение; $\sigma_{f_{max}}^+$ – максимальная прочность волокна при растяжении; G_m – максимальная прочность волокна при растяжении; E_f – максимальная прочность волокна при растяжении.

Прогнозирование прочности КМ в трансверсальном направлении

$$K^{\pm} = \frac{V_m \left(1 - \frac{E_m}{E_f}\right)}{1 - (1,15\pi \cdot V_m)^{\frac{1}{4}} \cdot \left(1 - \frac{E_m}{E_f}\right)}, \quad (2)$$

$$\sigma_{\text{КМ}}^{\pm} = \frac{\sigma_m^{\pm}}{K^{\pm}}, \quad (3)$$

где E_f, E_m – модуль упругости волокна; $K^{\pm}$ – коэффициент концентрации напряжений в КМ; V_m – объемное содержание матрицы; $\sigma_{\text{КМ}}^{\pm}$ – прочность КМ при растяжении или сжатии; $\sigma_m^{\pm}$ – прочность матрицы при растяжении или сжатии [2].

Условию эффективного упрочнения соответствует возникновение в матрице максимальных касательных напряжений, которые через боковую поверхность волокон передают основную нагрузку. При этом величина этих напряжений пропорциональна пределу прочности волокон, где коэффициентом пропорциональности служит относительные упругие характеристики матрицы к волокну. При рассмотрении прочности КМ в направлении перпендикулярном оси волокон, соотношения упругих модулей оказывают влияние на коэффициент концентрации напряжений. Таким образом, необходимо экспериментально проследить влияние отношения модулей компонентов и выбрать оптимальное значение, позволяющее эффективно реализовать прочность материала при продольном растяжении и сжатии и нагрузки в трансверсальном направлении [3].

Результаты испытаний. Объектами исследований являлись параарамидное волокно – Терлон, полигетероариленовое – СВМ, сополимер Терлона и СВМ – Армос, высокопрочное углеродное – ВМН-4, высокомодульное углеродное – УКН-5000, стеклянное волокно – ВМП, а также пластики на основе указанных наполнителей и связующего ЭДТ-10. Эпоксидное связующее выбралось с тех позиций, что оно, являясь реактопластом и обладает хорошей совместимостью к различным волокнам, что в общем приводит к увеличению монолитности структуры материала. Механизм взаимодействия в системе наполнитель-связующее обусловлен близкими модулями упругости, вероятность проникновения связующего в объем волокна, что приводит к его упрочнению характерно для органопластиков.

В работе проводились испытания на разрыв и сжатие, что позволило экспериментально оценить влияние упругих характеристик композиционного состава на эффективность упрочнения всей композиции. В результате проведенных исследований были получены прочностные характеристики микропластиков на основе различных волокон и эпоксидного связующего представленные на рисунках 2 и 3.

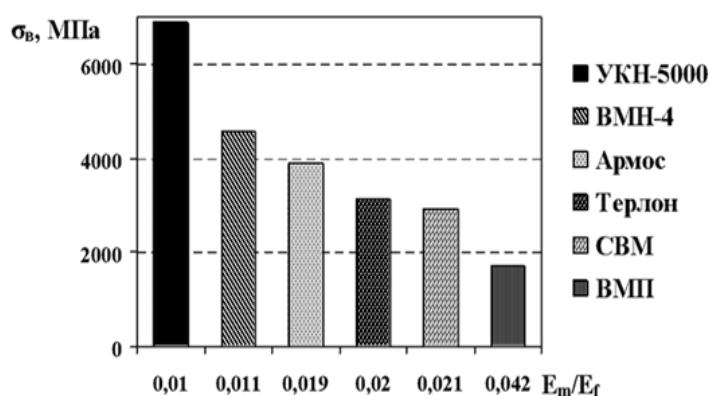


Рисунок 2 – Гистограмма, отражающая разрывные характеристики различных волокон на основе связующего ЭДТ-10 и различных классов волокон от относительного модуля упругости

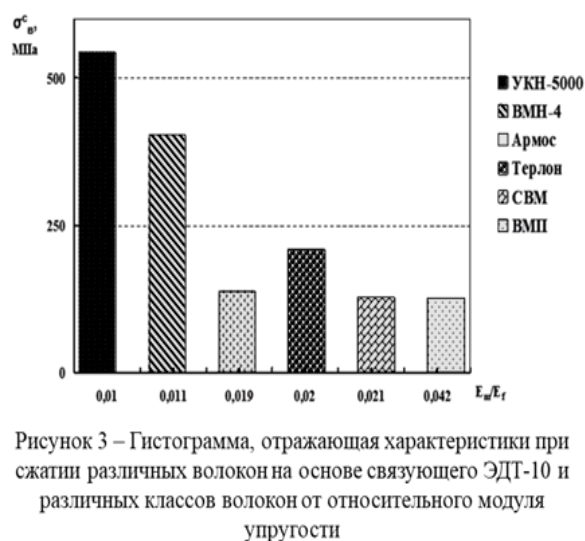


Рисунок 3 – Гистограмма, отражающая характеристики при сжатии различных волокон на основе связующего ЭДТ-10 и различных классов волокон от относительного модуля упругости

На гистограмме (рисунок 2) можно увидеть, что наибольшей разрывной прочностью (6885 ± 48) МПа обладает микропластик на основе углеродного высокомодульного волокна

УКН-5000. Арамидные волокна уступают по удельному модулю упругости углеродным, что отражается на прочностных характеристиках микропластиков на их основе.

Анализ разрушения при сжатии пластиков на основе арамидных и стеклянных волокон показал (рисунок 3), что разрушение образцов начинается с растрескивания матрицы при продольном сжатии, причиной которой является местная потеря устойчивости волокнами, сопровождающаяся разрушением связи по поверхности раздела или искривлением волокна. Пластики на основе углеродных волокон растрескивались подобно микропластикам, когда образцы без образования продольных трещин сразу разрушались в строго поперечном направлении, причем поверхность излома была довольно ровной. Это может быть связано с тем, что при сжатии в первую очередь разрушаются высокомодульные углеродные волокна, вследствие исчерпания своей прочности.

Выводы. Было достигнуто оптимальное упрочнение материала при продольном растяжении на основе арамидных и стеклянных волокон, где коэффициент реализации упруго-прочностных свойств волокна в пластике приближается к единице, поэтому эффективно использовать органопластики в изделиях, испытывающих критические растягивающие напряжения.

Все виды испытаний (разрыв, сжатие) показали, что наиболее высокие значения предела прочности были получены для пластиков на основе углеродных волокон УКН-5000 и ВМН-4.

Хрупкий характер разрушения показывает, что образцы пластиков на основе высокомодульных углеродных волокон обладают высокой жесткостью. А столь высокие показатели прочности достигаются за счет прочности высокомодульных и высокопрочных волокон.

Органопластики на основе арамидных волокон при продольном растяжении обладают высокой прочностью и жесткостью, относительно слабым сопротивлением сжимающим нагрузкам при удовлетворительных показателях изгибной прочности. Такое поведение органопластиков объясняется особенностью механизмов разрушения этих материалов;

Стеклопластики на основе высокопрочного волокна ВМП при растяжении деформируются упруго вплоть до разрушения без проявления предела текучести, при достижении критических значений разрушение происходит мгновенно. Разрушение стеклопластиков при сжатии в направлении армирования носит сдвиговой характер, особенность разрушения состоит в том, что волокна в плоскости разрушения срезаются.

Сочетание различных по физико-механическим характеристикам компонентов позволяет достигнуть эффективной реализации прочности материала. Рационально использовать композиционные материалы можно лишь, зная закономерности формирования упруго-прочностных и других свойств создаваемого материала.

Механика разрушения КМ позволяет совершенствовать методы исследования разрушения, указывая принципы сравнения эксплуатационных качеств материалов, где при проектировании изделий из КМ задаются значения модулей упругости, а также предельные прочностные характеристики, которые на этапе проектирования позволяют сделать прогноз о характере разрушения данной структуры при нагружении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трофимов Н. Н., Канович М. З. Основные принципы создания высокопрочных композиционных материалов // Пластмассы. – 1992, № 5. – С.16 – 21.
2. Чернин И. З., Смехов Ф. М., Жердеев Ю. В. Эпоксидные полимеры и композиции. – М.: Химия, 1982. – 232 с.
3. Панков С. П. Полимерные волокнистые материалы. – М.: Химия, 1986. – 224 с.
4. <http://www.dslib.net/tehnologia-kompozitov/radiacionno-himicheskaja-modifikacija-poverhnosti-aramidnyh-volokon.html>.

Зудилев Станислав Геннадьевич, студент (магистр), АлтГТУ им. И. И. Ползунова. E-mail: eagle71385@gmail.com.

ОСОБЕННОСТИ ИНФУЗИОННОГО ПРОЦЕССА В ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛАХ

С. Г. Коваль, Е. А. Головина

Статья содержит информацию по выявлению оптимальной скорости пропитки стеклоткани Т-14-10 эпоксидным связующим КДА с целью достижения отсутствия пористости. Подбор компонентного состава осуществлялся исходя из требований предприятия. Образцы размером 25×50 см пропитывались при температуре 25°C. Для оценки степени пропитки были изготовлены образцы размером 15×15 мм. Установлено, что при скорости пропитки 0,00044 м/сек отсутствуют дефекты в виде газовых включений или непропитанных областей. Стоит отметить, что скорость пропитки может варьироваться увеличением или уменьшением температуры матрицы и смолы, а также разницы давления, площади сечения пропитываемого материала.

Ключевые слова: эпоксидная смола, инфузия, скорость пропитки, пористость, модификация, образцы, процентный состав.

Вакуумная инфузия является одним из технологических приемов формования изделий на основе наполнителей и полимерных связующих различной природы. В этой методике герметичная пленка за счет вакуума плотно прилегает к поверхности формы и создает рабочую полость, в которой заранее выложен армирующий наполнитель. При давлении значительно ниже атмосферного полимерное связующее втягивается в полость и пропитывает заготовку и отверждается с образованием жесткой полимерной матрицы, обеспечивающей равномерное распределение нагрузки в композите [1].

В техпроцессе вакуумная инфузия армирующими материалами служат углеткань и стеклоткань и связующие различной химической природы (эпоксидные, эпоксивинилэфирные, полиэфирные и т. д.) [1].

Выбирая связующее для вакуумной инфузии важно знать какой уровень вакуума приводит к закипанию связующего (стирол, который содержится в полиэфирных связующих, закипает при комнатной температуре, если давление в вакуумном пакете составляет менее 50 мм рт. ст., а связующие на основе эпоксидных смол не закипят даже при 1 мм рт. ст. Выбирая компонентный состав связующего, необходимо исключить из него растворители, которые кипят при инфузии и в результате образуются поры и понижается прочность изделия [2].

Процесс вакуумной инфузии применяется для изготовления изделий на основе композиционных материалов по ряду причин: в получаемом композите содержится максимальная доля армирующего наполнителя; до минимума снижается пористость; отсутствуют материалы с малым сроком жизни (препреги), неограниченно время сборки и подготовки вакуумного мешка; применяется более дешевое оборудование по сравнению с другими инъекционными системами; отпадает необходимость использования дорогостоящего автоклава; присутствует возможность изготавливать большие детали целиком без разделения на составные части. Схема инфузионного процесса представлена на рисунке 1 [3].

Теоретическая часть. Ключевые технологические факторы, влияющие на качество конечного изделия:

- **герметичность пакета.** При неплотном прилегании жгута образуются дыры, из-за которых композит будет включать поры, иметь шероховатую поверхность, а также процесс пропитки может не пройти до конца

- **уровень вакуума.** При недостатке вакуума армирующий материал сжимается недостаточно плотно, что приводит к завышенному содержанию связующего в изделии, высокому содержанию пор.

- **вязкость смолы.** Смолы с вязкостью выше 500-600 мПа·с пропитывают заготовку очень медленно и образуют поры, как внутри композита, так и на его поверхности.

• **время желатинизации смолы.** Быстрая желатинизация смолы может привести к тому, что процесс инфузии не успеет пройти до конца. Вязкость возрастает раньше желатинизации, поэтому связующее следует выбирать с большим временем желатинизации. Время желатинизации преимущественно зависит, от двух факторов. Это отношение площади и объема смеси и ее исходная температура.

• **правильное распределение смолы с помощью проводящих сеток.** Существует две стандартные стратегии для крупногабаритных изделий по распределению трубок подачи связующего к пропитываемой форме, а именно, последовательно открываемые точки подачи и скелет. Также часто применяют моделирование пропитки для крупногабаритных изделий.

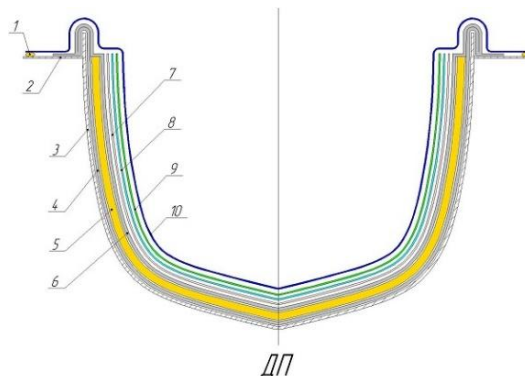


Рисунок 1 – Схема инфузионного процесса: 1 – герметизирующий жгут; 2 – фланец матрицы; 3 – матрица; 4 – наружный несущий слой; 5 – наполнитель; 6 – внутренний несущий слой; 7 – разделительная ткань; 8 – перфорированная пленка; 9 – смолопроводящая сетка; 10 – вакуумная пленка [4]

• **аккуратная выкладка армирующего и вспомогательного материалов.** Попадание воздуха в вакуумный мешок образует поры в композите, которые приводят к дефектам на поверхности, рывтинам в местах переплетения ткани и к существенному снижению механических характеристик. Композит получается хрупким и непрочным. Так содержание 1% пор приводит к снижению межслоевой прочности примерно на 10%.

В зависимости от скорости пропитки в материале также могут образовываться поры.

Экспериментальная часть. В целях проверки образования пор в зависимости от скорости пропитки был проведен эксперимент. Было изготовлено три образца размером 25 см на 50 см, связующее КДА, наполнитель стеклоткани Т-10-14. Каждый образец состоял из шести слоев стеклоткани. Слои были уложены друг на друга, направление слоев чередовалось. Вакуумный пакет был завакуумирован, через каналы пропитки подавалось расчетное количество связующего, после окончания пропитки выдержка 24 часа до полного отверждения. Изготовленные образцы обрезались до размера 15×15 мм для определения объемных характеристик с использованием метода взвешивания.

Суть эксперимента заключается в выявлении оптимальной скорости для данного композита.

Образец №1 пропитан со скоростью 0,00038 м/сек. После отверждения в образце наблюдаются в большом количестве макропоры, наблюдаются непропитанные области. Толщина образца 1,7 мм, содержание связующего по массе 41%.

Скорость пропитки образца №2 – 0,00044 м/сек. После отверждения структура образца однородна, визуально не содержит дефектов в виде газовых включений или непропитанных областей, что говорит об отсутствии пористости. Толщина образца 1,6 мм, содержание связующего по массе 41%.

У образца №3 скорость пропитки – 0,000482 м/сек. После отверждения в образце наблюдаются вкрапления пор. Толщина образца 1,6 мм, содержание связующего по массе 41%.

Заключение. С помощью полученных образцов удалось выявить оптимальную скорость подачи связующего. Так оптимальную скорость подачи показал образец под № 2 пропитанный со скоростью 0,00044 м/сек.

В образце №2 визуально не содержится дефектов в виде непропитанных областей и газовых включений, что говорит об отсутствии пористости, которая может быть вызвана низким уровнем вакуума, вязкого связующего и высокой скоростью его подачи.

При взвешивании полученных образцов содержание связующего при различной толщине одинаковое.

Таблица 1 – Скорость пропитки и характеристики образцов

Показатели	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Скорость пропитки, м/сек	0,00038	0,00044	0,000482
Толщина, мм	1,7	1,6	1,6
Содержание связующего, % (по массе)	41	41	41

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джоган О. М., Костенко О. П. Методы пропитки под давлением // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов. 2011. №4. С. 112–124
2. Колосов А.Е., Репелис И.А., Хозин В.Г., Клявин В.В. Пропитка волокнистых наполнителей полимерным связующим // Механика композитных материалов. 1988. №3. С. 491–495
3. Е. Д. Колпачков, А. П. Петрова, А. О. Курносов, И. И. Соколов. Методы формования изделий авиационного назначения из ПКМ // Труды ВИАМ: электрон. науч.-технич. журн. 2019. №11. URL: <http://www.viam-works.ru> (дата обращения 15.04.2020). DOI: 10.18577/2307-6046-2019-0-11-22-36.
4. Метод вакуумной инфузии и области ее применения. Установки вакуумной инфузии // Оборудование для создания и поддержания вакуума. Лабораторные и промышленные вакуумные системы, и термическое оборудование [Электронный ресурс]. URL: <http://www.uksim-oz.ru> (дата обращения: 16.04.2020).

Коваль Сергей Геннадьевич – ассистент, кафедра современных специальных материалов, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», тел.: 8(952)005-03-10.

Головина Елена Анатольевна – к.т.н., доцент, кафедра современных специальных материалов, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», тел.: 8(3852) 290-056.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ МАТЕРИАЛОВ ПОСЛЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО СОУДАРЕНИЯ С ПОТОКОМ ЧАСТИЦ В.О. Копытский¹, Е.В. Петров²

В данной работе было исследовано влияние частиц порошков вольфрама и карбида титана, разогнанных энергией взрыва, на преграды из меди М1 и инструментальной стали У8. Проведены металлографические исследования поверхностного слоя и структуры образцов при помощи растровой электронной микроскопии. Исследовано распределение твердости по глубине образцов после высокоскоростной обработки потоком частиц порошков.

Ключевые слова: высокоскоростное метание частиц, соударение, металлическая преграда, поток частиц, упрочнение поверхности, изменение структуры.

Высокоэнергетические методы, связанные с использованием энергии взрыва, занимают особое место среди многих способов обработки материалов. При использовании энергии взрыва развиваются высокие импульсные нагрузки и происходит изменение структуры обрабатываемого материала. Спецификой взрывного воздействия является достижение высоких

давлений за короткий промежуток времени. В данной области активно исследуют влияние высокоскоростного воздействия на структуру материалов на нано- и микро-уровнях, что может привести к получению высоких прочностных и других полезных свойств. Высокоскоростное метание частиц на металлические преграды является одним из таких способов. При воздействии на преграду высокоскоростного потока частиц размером от 5 до 100 мкм до скорости 1000-3000 м/с, было обнаружено, что материал частиц порошков может проникать в преграду на глубину от сотен до тысячи своих исходных размеров [1]. Изменения структуры в исследуемом материале, после высокоскоростного воздействия потока частиц, складываются из воздействия ударных волн на поверхностный слой преграды и соударения частиц порошка с преградой [2]. Ударно-волновое нагружение и воздействие потока частиц обеспечивают улучшение физико-механических свойств, как поверхностного слоя, так и всего объема обрабатываемого материала образца.

Целью настоящей работы является исследование влияния потока частиц вольфрама и карбида титана, разогнанных энергией взрыва, на медную и стальную преграды при помощи растровой электронной микроскопии и определение твердости по глубине материала.

При проведении экспериментов в качестве преград были использованы цилиндрические образцы из следующих материалов: инструментальная сталь марки У8 (диаметром 24 и высотой 30 мм) и медь М1 (диаметром 28 мм и высотой 30 мм). В качестве порошков были выбраны: вольфрам, размер частиц которого составлял 8–15 мкм и карбид титана, с размером частиц 30–80 мкм. Размер частиц порошка определялся на лазерном анализаторе частиц «MicroSizer 201».

Схема проведения эксперимента представлена на рисунке 1.

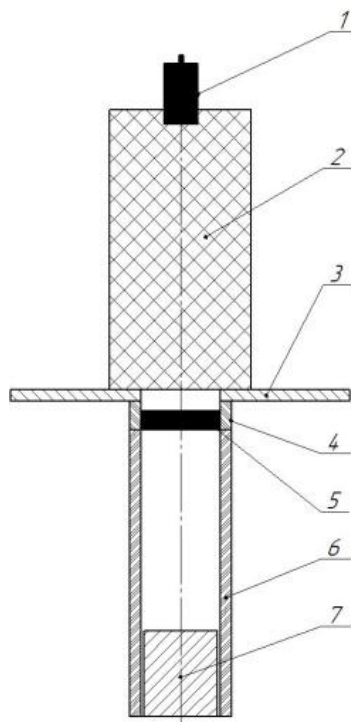


Рисунок 1 – Схема эксперимента: 1) электродетонатор, 2) заряд ВВ, 3) пластина-отсекатель, 4) фиксирующее кольцо, 5) порошок, 6) направляющий канал, 7) образец

Исследуемый образец (7) помещался в направляющий канал (6) из плексиглаза диаметром 25 мм и высотой 100 мм. Сверху канала располагалось фиксирующее кольцо (4) с порошком (5) насыпной плотностью массой 5 г. Заряд взрывчатого вещества (2), в качестве которого использовался гексоген насыпной плотности, с электродетонатором (1), устанавливался на пластину-отсекатель (3), которая была закреплена на кольце. Формированию плоского фронта ударной волны способствовал воздушный зазор между порошком и зарядом ВВ, который обеспечивал более длительное нагружение частиц порошка. Ударная волна и про-

духты детонации ВВ разгоняли порошок и вместе с ним воздействовали на исследуемый образец.

После обработки потоком частиц образцы разрезались вдоль оси направления удара, полученные сечения шлифовались и полировались. Исследования микроструктуры проводились на растровом электронном микроскопе LEO-1450.

При исследовании поперечного сечения поверхностного слоя стали У8, после соударения частицами вольфрама (рис. 2) видно, что на поверхности происходит образование переходной зоны и формирование покрытия. Получаемое покрытие является не сплошным и образуется только на поверхностной части, по всей ширине образца толщина от 10 до 50 мкм, также имеются микропоры.

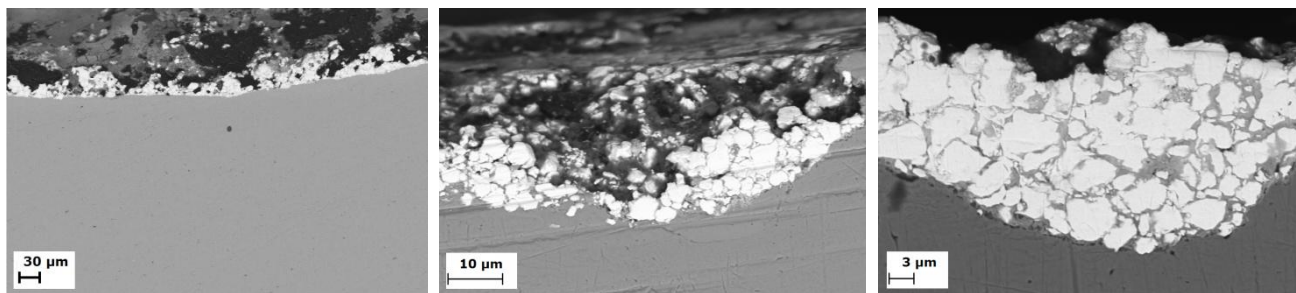


Рисунок 2 – Снимки структуры поверхностного слоя стали У8 после соударения с порошком вольфрама

В получаемом покрытии частицы вольфрама сохраняются в материале образца после высокоскоростного воздействия, но размер частиц уменьшается по сравнению с исходным.

На рисунке 3 приведены изображения структуры приповерхностной зоны меди М1 после соударения с частицами вольфрама. Как видно поверхность образца подвергается сильной деформации из-за разной плотности частиц вольфрама и медной преграды. Но все равно происходит неравномерное формирование покрытия толщиной от 10 до 40 мкм.

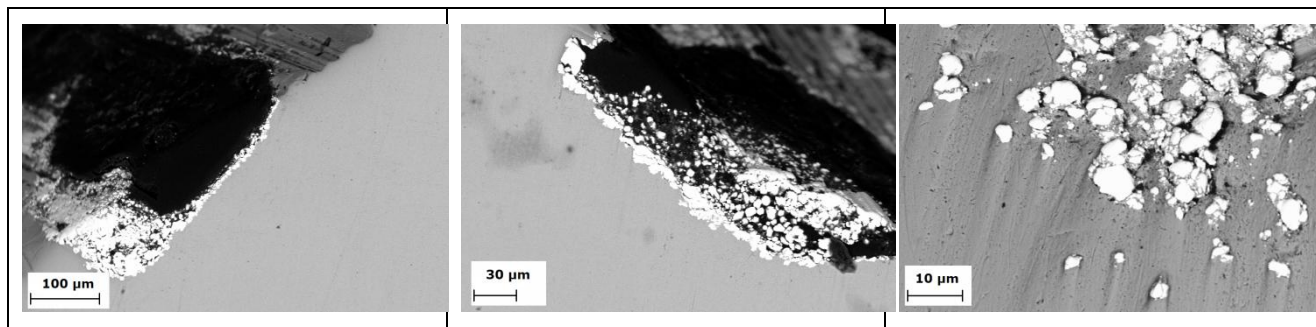


Рисунок 3 – Снимки структуры поверхностного слоя меди М1 после соударения с порошком вольфрама

Изменение твердости материала преграды происходит при соударении потока высокоскоростных дискретных частиц с поверхностью преграды. Данное изменение твердости связано, как с воздействием частиц порошка, так и с прохождением ударной волны. Определение твердости является эффективным способом сравнения друг с другом однотипных материалов и способом контроля качества. Микротвердость образцов до и после соударения с высокоскоростным потоком частиц измеряли при помощи твердомера ПМТ-3 под нагрузкой 100 г.

На рисунке 4 видно, что наблюдается монотонное распределение микротвердости по всей глубине образца из меди М1, обработанного порошком W, по сравнению с образцами из стали У8, обработанных порошком W и TiC. По глубине образца от поверхности соударения микротвердость равномерно уменьшается вглубь образца и стремится к исходной твердости меди М1. Так как с удалением от поверхности соударения преграды происходит уменьшение

давления частиц порошков, продуктов детонации и ударной волны на структуру исследуемого образца.

Средние значения микротвердости образцов из стали У8, обработанного порошком TiC равно 285 HV, а порошком W равно 275 HV, образца из меди М1, обработанного порошком W равно 150 HV. На глубине 2 и 4 мм от поверхности соударения наблюдается существенная разница в полученных значениях, что связано с деформацией поверхностного слоя образцов и воздействием частиц порошков. На глубине от 6 до 10 мм значения микротвердости близки и в среднем составляют 260–270 HV для образцов из стали У8, и 155–135 HV для меди М1. И на глубине 20 мм средние значения микротвердости выравниваются и приблизительно равны исходной твердости образцов.

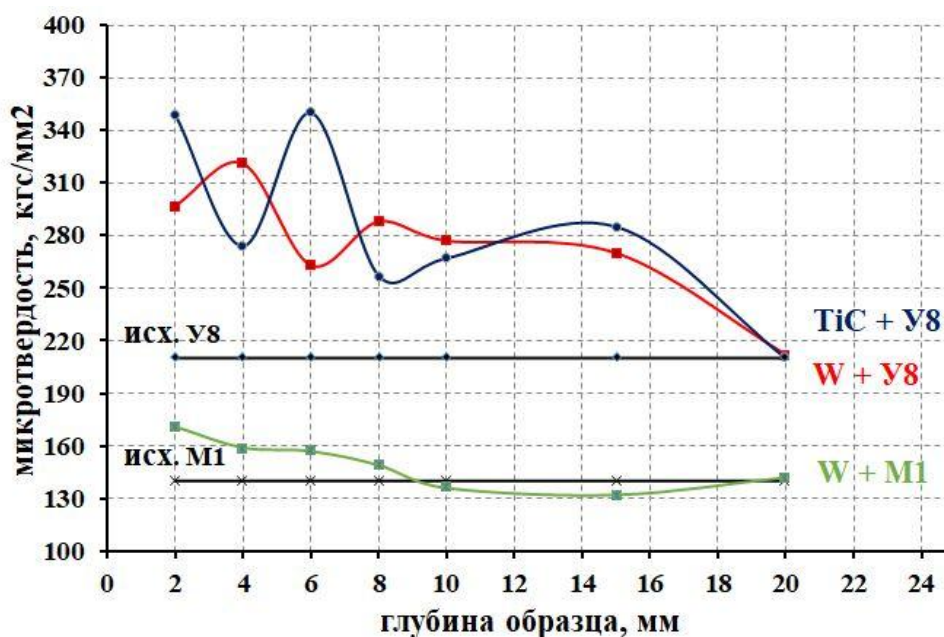


Рисунок 4 – Распределение микротвердости по глубине образцов из меди М1 и стали У8, обработанных порошком вольфрама и карбида титана

Из выше сказанного можно сделать вывод, что с использованием разных видов порошков на одинаковых образцах, характер изменения свойств по глубине существенно отличается. На глубине 2–4 мм от поверхности соударения происходит максимальное упрочнение, вне зависимости от выбранного материала. Значения микротвердости после обработки увеличиваются от 7 до 36 %, по сравнению с исходной микротвердостью преград.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-08-00553.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ушеренко С. М. Сверхглубокое проникание частиц в преграды и создание композиционных материалов. Монография. Минск: НИИ ИП с ОП, 1998. 210 с.
2. Кирсанов Р. Г., Петров Е. В., Кривченко А. Л. Особенности распределения твердости инструментальных сталей по объему в зависимости от угла падения потока частиц // Деформация и разрушение материалов, 2010. № 6. С. 43-46.

Копытский Владислав Олегович, магистрант кафедры «Материаловедение и технология материалов», Факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: vlad_2701@mail.ru

Петров Евгений Владимирович, к.т.н., с.н.с. лаборатории «Ударно-волновые процессы», ФГБУН «Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мерджанова Российской академии наук», e-mail: petrov@ism.ac.ru

МОРФОЛОГИЯ ЧАСТИЦ, КРИСТАЛЛИЗУЮЩИХСЯ ПРИ ПОВЕРХНОСТНОМ ПЛАВЛЕНИИ МЕДИ

М. Э. Нефедов, Б. Ф. Демьянов

В работе проведено исследование морфологии частиц, кристаллизующихся на поверхности меди после гетерогенного плавления свободной поверхности. Плавление осуществлялось в вакууме при $T=950^{\circ}\text{C}$, что на 133 градуса ниже температуры плавления массивного материала. Показано, что процесс поверхностного плавления сопровождается распадом тонкой пленки на капли и образованием ограниченных частиц кубической формы в микрометровом диапазоне.

Ключевые слова: поверхность, поверхностное плавление, медь, морфология частиц, кристаллизация.

Явление понижения температуры плавления нанокристаллов при уменьшении их размеров в последние годы интенсивно исследуется. Исследования проведены для различных материалов, включающих как металлы, так и неметаллы, а также сложные соединения [1, 2]. Причиной понижения температуры плавления является то, что с переходом в нанометровый масштаб объемная доля поверхностных атомов становится сравнимой с объемной долей атомов, находящихся внутри нанообъекта. Поверхностные атомы в меньшей степени связаны друг с другом, что приводит к более легкому переходу поверхностного слоя в жидкое состояние [3, 4].

Целью настоящей работы является исследование особенностей явления гетерогенного плавления поверхности массивного материала на примере меди. Медь марки М1 в исходном состоянии представляла прокатанный лист. Из листа вырезался образец в виде пластинки размером 10x10 мм. Одна из поверхностей пластинки механически полировалась непосредственно перед нагревом. При этом удалялась оксидная пленка. Нагрев осуществлялся в вакууме при $T=950^{\circ}\text{C}$, что на 133 градуса ниже температуры плавления ($T_{\text{пл}}=1083^{\circ}\text{C}$) массивного материала меди. При нагреве обеспечивался вакуум 10^{-5} мм.рт.ст. Время выдержки при температуре 950°C составляло 8 часов. Охлаждение проводилось с печью путем естественного самопроизвольного охлаждения с сохранением вакуума. Поверхность термообработанных образцов исследовались в оптическом микроскопе Люмам-8Р.

На рис. 1 приведена микрофотография поверхности образца после нагрева. Видно, что на поверхности присутствует большое количество частиц, имеющих равноосную форму близкую к сферической. В целом структура поверхности достаточно однородна. Границы зерен показывают поликристаллическое строение меди. Подсчет частиц показал, что в этой области плотность частиц составляет $\rho=6,7 \cdot 10^6 \text{ мм}^{-2}$. Средний размер частиц $\bar{d}$ равен 6,2 мкм.

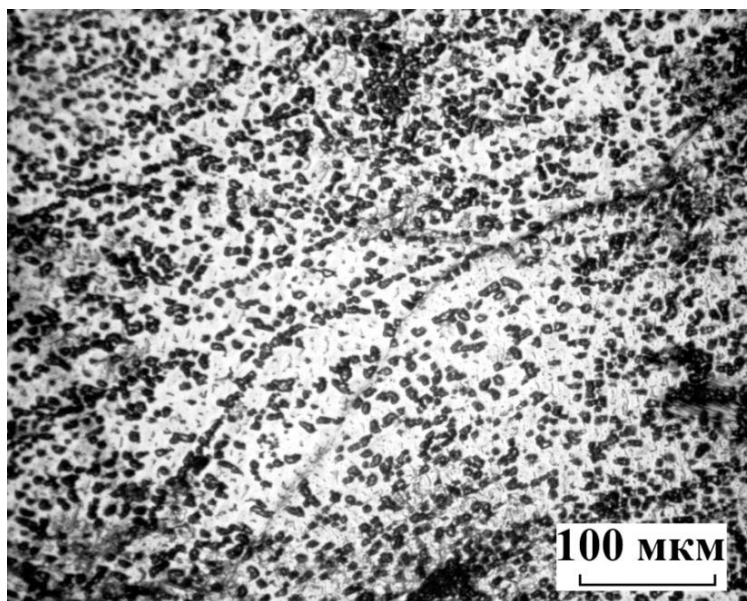


Рисунок 1 – Структура поверхности меди после отжига 950°C

Образование сферических частиц на поверхности меди может быть связано с поверхностным плавлением. Поверхность металлов можно отнести к особым наноразмерным двумерным объектам близким к тонким пленкам. Из-за изменения межатомного взаимодействия амплитуда колебаний атомов, расположенных на поверхности, существенно выше, чем в объеме. Плавление поверхности кристалла может происходить при температуре, значение которой ниже, чем для массивного материала. По некоторым данным она может достигать половины температуры плавления объемного материала.

Таким образом, плавление как наноразмерных, так и массивных материалов начинается с поверхности, затем фронт расплава движется внутрь кристалла. Полное расплавление материала наступает при некоторой равновесной температуре, которая считается температурой плавления. Температура плавления поверхности зависит от материала, разные материалы плавятся при разных температурах. Не только разные материалы, но и разные грани нанокристаллов могут плавиться при разных температурах. Это может затруднять точное определение температуры плавления. Конкретные условия плавления, также могут влиять на морфологию частиц.

Наши исследования позволяют предположить, что при 950°C происходит плавление поверхностного слоя меди. Образуется тонкая жидкая пленка. Под действием сил поверхностного натяжения жидкая пленка разрывается и собирается в сферические капли. Движущей силой образования капель является понижение поверхностной энергии. Охлаждение образца приводит к кристаллизации капель и образованию частиц, которые мы наблюдаем на микроструктурах поверхности (рис. 1). Однако считая все частицы сферическими будет не совсем правильным, поэтому разберемся в форме частиц более детально.

На рис. 2 были рассмотрены формы частиц, и для более наглядности увеличили места где встречаются частицы с различными геометрическими фигурами. Анализ частиц показал, что их форма не является сферической. При большом увеличении видна огранка и определенная повторяемость формы частиц. Было обнаружено большое разнообразие форм частиц. Помимо сферической формы (рис. 2а), встречаются пятиугольные (рис. 2б), шестиугольные (рис. 2в) и четырехугольные (рис. 2г) формы.

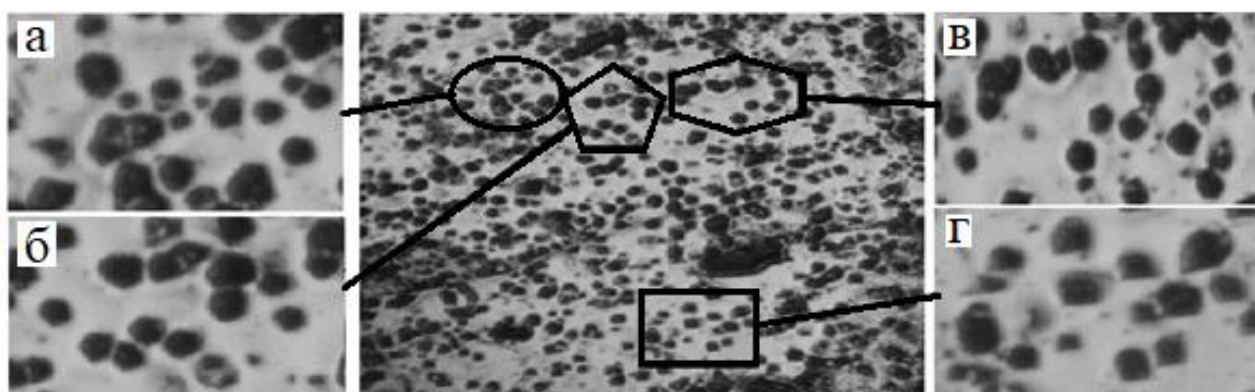


Рисунок 2 – Морфология частиц: (а) – круговая форма частиц; (б) – пятиугольная форма частиц; (в) – шестиугольная форма частиц; (г) – четырехугольная форма частиц

Такое многообразие форм может быть объяснено следующим образом. Медь имеет гранецентрированную кубическую решетку, поэтому наиболее вероятной формой частиц является форма куба. На фотографиях, полученных методом оптической микроскопии, частицы выглядят не объемными кристаллами, а являются проекциями на поверхность образца. На рис. 3 показан кубический кристалл, ориентированный различным образом относительно поверхности и его проекции. В зависимости от ориентации кубической частицы ее проекция может иметь форму квадрата (рис. 3а,б), прямоугольника (рис. 3в,г) или шестиугольника (рис. 3д,е), как показано на рис. 3.

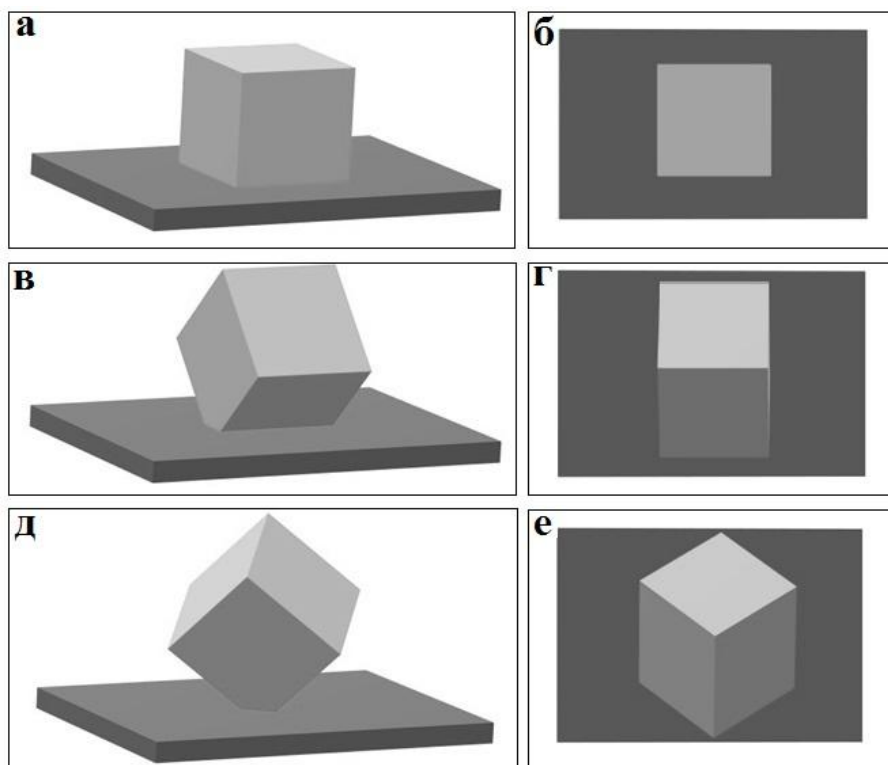


Рисунок 3 – Кубическая частица на поверхности с различной ориентацией и ее проекции на плоскость поверхности

Проведенные исследования подтверждают положение о том, что процесс плавления реальных объектов — это всегда процесс гетерогенного плавления, поскольку реальные объекты всегда обладают поверхностью. Поверхность в силу своей особой структуры может рассматриваться как наноразмерная фаза. Поэтому возникновение слоя жидкости на поверхности твердой фазы при температурах, меньших справочной равновесной температуры плавления объемного материала не противоречит термодинамике. В зависимости от температуры определенная толщина жидкого слоя на поверхности находится в равновесии со всей остальной кристаллической фазой.

В меди процесс поверхностного плавления является хорошо выраженным уже при $T=950^{\circ}\text{C}$, что на 133 градуса ниже температуры плавления массивного материала. При этом расплавленный слой разбивается на капли, которые кристаллизуются в частицы кубической формы. Размер частиц имеет величину около 6 мкм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берри Р.С., Смирнов Б.М. Фазовые переходы в кластерах различных типов//Успехи физических наук, 2009, т. 179, № 2, с. 147 – 177.
2. Aguado A., Jarrold M.F. Melting and freezing of metal clusters//Annual Review of Physical Chemistry, 2011, v. 62, p. 151 – 172.
3. Гусев А.И. Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы – М.: Физматлит, 2001. – 224 с.
4. Векман А.В., Демьянов Б.Ф., Драгунов А.С. Моделирование процесса плавления границ зерен в алюминии// Известия высших учебных заведений. Физика, 2015, т. 58, № 12, с. 58-65.

Нефедов Максим Эркинович, студент ФСТ группы ТФ-71, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: ma.nefedov@mail.ru

Демьянов Борис Федорович, научный руководитель, д.ф.-м.н., профессор кафедры «Физика» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: bfdemyanov@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТЕКЛОПЛАСТИКА ПУТЕМ МОДИФИКАЦИИ СВЯЗУЮЩЕГО

Н. А. Павлов С. В. Морозов

В статье рассмотрены преимущества и недостатки конструкционного стеклопластика. В ходе анализа литературных источников был выявлен такой недостаток стеклопластика, как его малая трещиностойкость. Для устранения этого недостатка применяются различные методы модификации компонентов стеклопластика. Были проанализированы методы модификации связующих, их достоинства и недостатки. В результате был выбран наиболее оптимальный метод физической модификации эпоксидного связующего марки ЭД-20 дисперсными наполнителями. Рассмотрены свойства наполнителей и их влияние на свойства связующего.

Ключевые слова: *стеклопластик, физико-механические свойства стеклопластика, методы модификации полимеров, химическая модификация, физическая модификация, дисперсные наполнители.*

Конструкционный стеклопластик, состоящий из эпоксидного связующего и стеклоткани является одним из самых популярных среди волокнистонаполненных полимерных композиционных материалов (ПКМ). Это обусловлено следующими его преимуществами:

- небольшой вес;
- высокие прочностные характеристики;
- высокая химическая и коррозионная стойкость;
- стойкость к ультрафиолетовым лучам;
- стойкость к бактериям;
- низкая теплопроводность;
- диэлектрик;
- недорогое оборудование и материалы;
- простота в производстве изделий.

Также при использовании изделий из стеклопластика можно выделить следующие недостатки:

- анизотропия свойств;
- качество изделия зависит от метода производства, состава и квалификации рабочих;
- малая износостойкость;
- малая трещиностойкость.

Благодаря своим преимуществам стеклопластик конструкционного назначения нашел широкое применение в автомобилестроении, судостроении, авиационной и космической отраслях. Одной из главных областей применения стеклопластика в машиностроении является его использование при изготовлении изделий для силовых и кузовных конструкций. Но при этом у стеклопластика имеются и свои недостатки. Одним из его серьезных недостатков является малая трещиностойкость. Физико-механические характеристики представлены в таблице 1.

Стеклопластик является композиционным материалом с заданными свойствами. Свойства стеклопластика можно изменять модифицируя его компоненты, изменяя их состав и концентрацию. Волокнистый наполнитель в основном отвечает за свойства композита в направлении армирования. Функциями связующего является передача и перераспределение механических усилий между отдельными частицами наполнителя, защиты наполнителя от внешних воздействий, создания монолитности материала, также связующее отвечает за свойства в трансверсальном направлении оси армирования, в том числе и за трещиностойкость.

Существует два способа модификации термореактивных смол: химическая и физическая. Рассмотрим каждый метод подробнее [2].

Химическая модификация – это целенаправленное изменение свойств полимера вследствие взаимодействия макромолекул полимера с низко- или высокомолекулярными веществами при помощи химических реакций [2].

Таблица 1 – Физико-механические свойства стеклопластика [1]

Физико-механические свойства	Стеклопластик
Плотность, кг/м ³	1600 – 2000
Предел прочности на растяжение, МПа	450 – 590
Модуль упругости при растяжении, ГПа	21 – 41
Предел прочности на сжатие, МПа	200 – 400
Модуль упругости при сжатии, ГПа	20 – 32
Предел прочности при изгибе, МПа	690 – 1240
Модуль упругости при изгибе, ГПа	27 – 41
Ударная вязкость, кДж/м ²	380 – 450
Модуль упругости, ГПа	19,2 – 22,0
Модуль сдвига, ГПа	2,9

Химическая модификация подразумевает изменение химического строения и состава макромолекул полимера путем образования химических связей с модифицирующими веществами.

Физическая модификация – это целенаправленное изменение физико-механических свойств смол путем модификации их надмолекулярной структуры под воздействием физических факторов. При данном методе модификации полимеров химическое строение макромолекул не меняется [2].

Физическая модификация происходит при введении в смолу модификаторов не вступающих со связующим в химическую связь.

У химической модификации есть ряд недостатков. При изменении химического состава и строения макромолекул ухудшаются некоторые свойства полимера, при химической реакции выделяются продукты реакции, которые не безопасны для экологии и здоровья. Сложно, а порой и невозможно управлять химической реакцией, что усложняет получение полимера с заданными свойствам. Химические модификаторы стоят в разы дороже в отличии от дисперсных наполнителей. Исходя из ранее перечисленных недостатков, в данной работе, была выбрана физическая модификация связующего для повышения трещиностойкости стеклопластика.

Объектом исследования была выбрана эпоксидная смола марки ЭД-20. В качестве модификаторов были использованы дисперсные наполнители: тальк и мел (их свойства представлены в таблице 2). Введение высокодисперсных частиц в небольших количествах приводит к образованию дополнительных центров кристаллизации и увеличивают скорость кристаллизации, а также повышают трещиностойкость и однородность надмолекулярной структуры.

Таблица 2 – Свойства дисперсных наполнителей [3]

Наполнитель	Формула	Плотность, кг/м ³	Размер частицы, мкм
Тальк	CaCO ₃	2600 – 2800	10,00 – 70,00
Мел	Mg[Si ₄ O ₁₀](OH) ₂	2600 – 2900	0,03 – 10,00

Введение талька в смолу повышает плотность, водостойкость, теплостойкость, электроизоляционные свойства и препятствует деформации и усадке полимера. Тальк отлично растворяется в эпоксидной смоле и увеличивает скорость отверждения [3].

Добавление мела в эпоксидное связующее повышает ударную вязкость, прочность на сжатие, облегчает механическую обработку и снижает стоимость. Мел не растворяется в эпоксидной смоле, а остается мелкими частицами, что приводит к ускорению отверждения полимера [3].

В исследовании проводились испытания на ударную вязкость и 3-х точечный изгиб. В эпоксидное связующее на основе смолы ЭД-20 вводились дисперсные наполнители в концентрации 1, 2, 3, 5, 7 и 10 %. Результаты испытаний представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты испытаний

Содержание наполнителя, %	Ударная вязкость, Дж/м ²	Максимальное напряжение при 3-х точечном изгибе, МПа
0	15,93	83,77
Тальк		
1	17,00	87,29
2	15,81	80,17
3	16,55	61,57
5	17,07	74,09
7	15,49	68,59
10	15,56	83,86
Мел		
1	16,74	55,32
2	15,53	50,75
3	13,82	39,22
5	15,84	48,09
7	14,28	50,63
10	14,72	39,69

Проанализировав данные исследования, можно сделать следующие выводы:

Модификация эпоксидного связующего на основе смолы ЭД-20 тальком не привела к повышению значений ударной вязкости и максимального напряжения при 3-х точечном изгибе.

Модификация эпоксидного связующего на основе смолы ЭД-20 мелом практически не изменило значений ударной вязкости и привело к понижению максимального напряжения при 3-х точечном изгибе при введении 10 % наполнителя в 2 раза.

Физическая модификация эпоксидной смолы тальком и мелом не привела к повышению ударной вязкости, следовательно трещиностойкость не изменилась.

Для увеличения трещиностойкости стеклопластика необходимо использовать другие виды наполнителей, что будет являться следующим этапом проведения исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпинос, Д. М. Композиционные материалы: Справочник / Д. М. Карпинос. – Киев: Наукова думка, 1985, – 588 с.
2. Модификация полимеров. Общие понятия и методы модификации полимеров [Электронный ресурс]. URL <https://studfile.net/preview/2181076/page:13/>
3. Бондалетова Л. И. Полимерные композиционные материалы / Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2017 с.

Морозов Сергей Валерьевич, научный руководитель, к.т.н., доцент кафедры «Современных специальных материалов» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: sergcska@yandex.ru, тел: 8(3852)29-09-24

Павлов Никита Андреевич, магистрант кафедры «Современных специальных материалов», Факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: pavlovnik96@gmail.com, тел: 8(961) 237-50-07.

IMPROVEMENT OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF FIBERGLASS BY MODIFICATION OF THE BINDER

N. A. Pavlov S.V. Morozov J. V. Kremlyova

The article discusses the advantages and disadvantages of structural fiberglass. An analysis of the literature revealed such a lack of fiberglass as its small fracture toughness. To eliminate this drawback, various methods of modifying the components of stack laplastic are used. The methods for modifying binders, their advantages and disadvantages were analyzed. As a result, the most optimal method of physical modification of the ED-20 epoxy binder grade dispersed fillers was chosen. The properties of fillers and their influence on the properties of the binder are considered.

Keywords: fiberglass, physico-mechanical properties of fiberglass, methods of polymer modification, chemical modification, physical modification, dispersed fillers.

Structural fiberglass, consisting of an epoxy binder and glass fabric, is one of the most popular among fiber-filled polymer composite materials (PCM). This is due to its following advantages:

- light weight;
- high strength characteristics;
- high chemical and corrosion resistance;
- resistance to ultraviolet rays;
- resistance to bacteria;
- low thermal conductivity;
- dielectric;
- inexpensive equipment and materials;
- simplicity in the manufacture of products.

Also, when using fiberglass products, the following disadvantages can be distinguished:

- anisotropy of properties;
- the quality of the product depends on the production method, composition and qualifications of workers;
- low wear resistance;
- low crack resistance.

Due to its advantages, fiberglass structural purpose has found wide application in the automotive industry, shipbuilding, aviation and space industries. One of the main applications of fiberglass in mechanical engineering is its use in the manufacture of products for power and body structures. But at the same time, fiberglass has its drawbacks. One of its serious drawbacks is low crack resistance. Physico-mechanical characteristics are presented in table 1.

Table 1 – Physico-mechanical properties of fiberglass [1]

Physical and mechanical properties	Fiberglass
Density, kg / m ³	1600 – 2000
Tensile Strength, MPa	450 – 590
Tensile modulus, GPa	21 – 41
The limit of compressive strength, MPa	200 – 400
The modulus of elasticity in compression, GPa	20 – 32
Bending Strength, MPa	690 – 1240
Flexural modulus, GPa	27 – 41
Impact strength, kJ / m ²	380 – 450
Modulus of elasticity, GPa	19,2 – 22,0
Shear modulus, GPa	2,9

Fiberglass is a composite material with desired properties. The properties of fiberglass can be changed by modifying its components, changing their composition and concentration. The fibrous filler is mainly responsible for the properties of the composite in the direction of reinforcement. The functions of the binder are the transfer and redistribution of mechanical forces between the individual particles of the filler, the protection of the filler from external influences, the creation

of the solidity of the material, the binder is also responsible for the properties in the transverse direction of the reinforcement axis, including crack resistance.

There are two ways to modify thermosetting resins: chemical and physical. Consider each method in more detail [2].

Chemical modification is a deliberate change in the properties of the polymer due to the interaction of polymer macromolecules with low or high molecular weight substances using chemical reactions [2].

Chemical modification implies a change in the chemical structure and composition of polymer macromolecules by the formation of chemical bonds with modifying substances.

Physical modification is a deliberate change in the physicomachanical properties of resins by modifying their supramolecular structure under the influence of physical factors. With this method of polymer modification, the chemical structure of macromolecules does not change [2].

Physical modification occurs when modifiers are introduced into the resin that do not enter into a chemical bond with the binder.

Chemical modification has a number of disadvantages. With a change in the chemical composition and structure of macromolecules, some properties of the polymer deteriorate; during a chemical reaction, reaction products that are not safe for the environment and health are released. It is difficult, and sometimes impossible, to control a chemical reaction, which complicates the preparation of a polymer with desired properties. Chemical modifiers are many times more expensive than dispersed fillers. Based on the previously listed drawbacks, in this work, a physical modification of the binder was chosen to increase the crack resistance of fiberglass.

The object of the study was selected epoxy resin brand ED-20. As modifiers, dispersed fillers were used: talc and chalk (their properties are presented in table 2). The introduction of fine particles in small quantities leads to the formation of additional crystallization centers and increase the crystallization rate, as well as increase crack resistance and uniformity of the supramolecular structure.

Table 2 – Properties of dispersed fillers [3]

Filler	Formula	Density, kg / m ³	Particle size, microns
Talc	CaCO ₃	2600 – 2800	10,00 – 70,00
Chalk	Mg[Si ₄ O ₁₀](OH) ₂	2600 – 2900	0,03 – 10,00

The introduction of talc in the resin increases the density, water resistance, heat resistance, electrical insulation properties and prevents the deformation and shrinkage of the polymer. Talc is highly soluble in epoxy and increases the cure rate [3].

Adding chalk to the epoxy binder increases toughness, compressive strength, facilitates machining and reduces cost. Chalk does not dissolve in epoxy, but remains small particles, which leads to accelerated curing of the polymer [3].

The study conducted tests for impact strength and 3-point bending. Dispersed fillers in the concentration of 1, 2, 3, 5, 7 and 10% were introduced into the epoxy binder based on the ED-20 resin. The test results are presented in table 3.

After analyzing the research data, we can draw the following conclusions:

1) Modification of the epoxy binder based on ED-20 talc resin did not lead to an increase in the impact strength and maximum stress at 3-point bending.

2) Modification of the epoxy binder based on the ED-20 resin with chalk practically did not change the impact strength and led to a decrease in the maximum stress at 3-point bending with the introduction of 10% filler in 2 times.

3) Physical modification of the epoxy resin with talc and chalk did not lead to an increase in impact strength, therefore, crack resistance did not change.

4) To increase the crack resistance of fiberglass, it is necessary to use other types of fillers, which will be the next stage of the research.

Table 3 - Test Results

Filler content, %	Impact strength, j / m ²	Maximum stress at 3-point bending, MPa
0	15,93	83,77
Talc		
1	17,00	87,29
2	15,81	80,17
3	16,55	61,57
5	17,07	74,09
7	15,49	68,59
10	15,56	83,86
Chalk		
1	16,74	55,32
2	15,53	50,75
3	13,82	39,22
5	15,84	48,09
7	14,28	50,63
10	14,72	39,69

LIST OF SOURCES USED

1. Karpinos, D. M. Composite materials: Reference book / D. M. Karpinos. - Kiev: Naukova Dumka, 1985, - 588 p.
2. Modification of polymers. General concepts and methods of polymer modification [Electronic resource]. URL <https://studfile.net/preview/2181076/page:13/>
3. Bondaletova L. I. Polymer composite materials / L.I. Bondaletova, V.G. Bondaletov. - Tomsk: TPU Publishing House, 2017 p.

Morozov Sergey Valerievich, a scientific adviser, candidate of technical sciences, associate professor of the chair "Modern Special Materials" FSBEI HE "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova", e-mail: sergcska@yandex.ru, tel: 8 (3852) 29-09-24.

Kremleva Julia Vladimirovna, a consultant in English, candidate of pedagogical sciences, associate professor of the department "Foreign Languages" FSBEI HE "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova", e-mail: kremlevajuliya@mail.ru, tel: 8 (909) 505-84-85.

Pavlov Nikita Andreevich, undergraduate of the Department of "Modern Special Materials", Faculty of Special Technologies, FSBEI HE "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova", e-mail: pavlovnik96@gmail.com, tel: 8 (961) 237-50-07.

ПОЛУЧЕНИЕ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ ВЗРЫВА И СИНТЕЗА В ПОРОШКОВОЙ СМЕСИ Ni-Al

И. Е. Семенчук, И. В. Сайков, А. Ю. Малахов

Представлены результаты по получению слоистых композиционных материалов комбинированием технологий сварки взрывом, ударно-волнового компактирования реакционноспособных порошковых смесей и термохимического синтеза. Проведены эксперименты по компактированию и герметизации порошкового слоя Ni-Al в слое металла при сварке взрывом. Данный принцип может быть применен при планировании схем получения слоистых металлических материалов с интерметаллидным слоем как непосредственно при сварке взрывом, так и при последующей термообработке.

Ключевые слова: интерметаллид, СВС, композиционный материал, сварка взрывом.

Перспективным методом получения интерметаллидных, в том числе слоистых композиционных материалов, является комбинирование технологий сварки взрывом, ударно-волнового компактирования реакционноспособных порошковых смесей и термохимического синтеза (СВС) [1,2]. Целью исследования было создание технологических основ получения ламинатного материала, представляющего собой слой интерметаллида (NiAl), заключенного в металле (в данном случае в стали). Синтез интерметаллидов в порошковой системе Ni-Al при ударно-волновом нагружении рассмотрен в ряде работ [3,4].

В качестве реагентов применены порошки никеля (ПНК-УТЗ) и алюминия (АСД-1). Порошковая смесь изготавливалась в смесителе типа «Турбула». Из полученной смеси на прессе одностороннего сжатия формировалась таблетка.

Образец представлял собой матрицу размером 20х90х90 мм. В матрице по центру протачивалось глухое отверстие диаметром 58 мм и глубиной 4 мм. В отверстие помещался спрессованный образец. Экспериментальная сборка в целом соответствует схеме сварки взрывом (рисунок 1). На матрицу 5 с зазором устанавливалась метаемая пластина 3. На неё укладывался заряд взрывчатого вещества 2 и закреплялся детонатор 1. Продукты детонации разгоняли пластину 3 до скоростей 1000 и 1500 м/с. В результате косоугольного соударения пластин в зоне контакта происходило образование сварного соединения. Для экспериментов на данном этапе использовалась стальная матрица, однако, в перспективе, в зависимости от требуемых свойств, материал матрицы и метаемой пластины могут быть изменены.

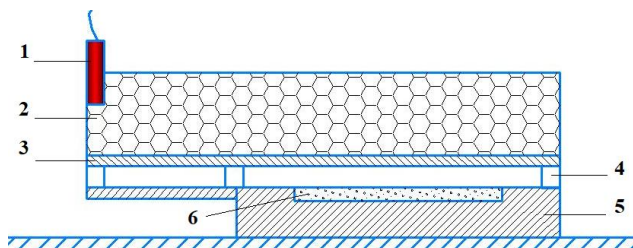


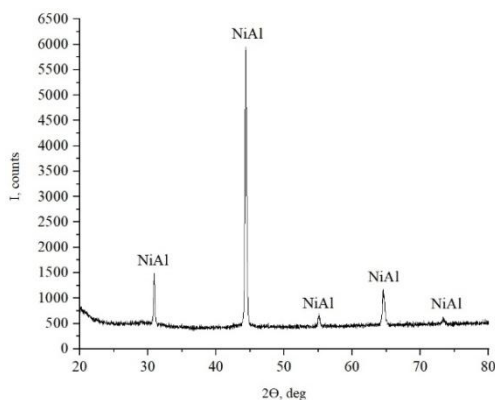
Рисунок 1 – Схема ударно-волнового нагружения компактов Ni-Al: 1 – детонатор, 2 – взрывчатое вещество, 3 – метаемая пластина, 4 – установочный элемент, 5 – матрица, 6 – спрессованный компакт

В результате эксперимента (таблица 1) установлено, что при скорости 1000 м/с метаемая пластина приваривается к матрице. Тем самым происходит герметизация порошковой смеси и её компактирование без инициирования синтеза. Это позволяет в дальнейшем провести синтез при термообработке в режиме теплового взрыва. Для этого матрица помещалась в печь с режимом нагрева до 750°C за 30 минут и выдержкой при данной температуре в течение двух часов.

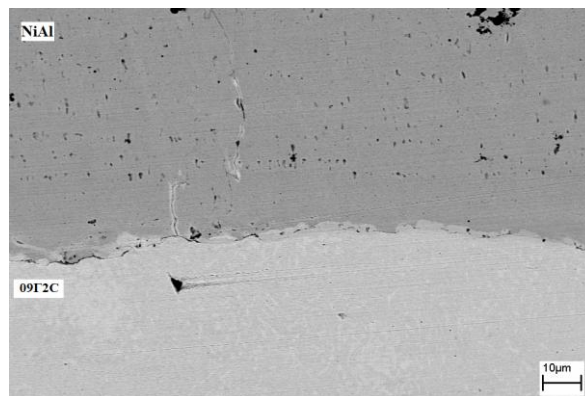
Таблица 1 – Результаты эксперимента

N	Состав	Скорость ударника, м/с	Основной продукт
1	Ni-Al	1000	Исходный
2	Ni-Al	1500	NiAl

При скорости метания 1500 м/с происходит синтез продукта реакции (что подтверждается рентгенофазовым анализом), метаемая пластина также приваривается к матрице.



а)



б)

Рисунок 2 – Рентгенограмма (а) и микроструктура продукта (б) горения смеси

Исходя из рентгенофазового анализа (рисунок 2а), можно сделать вывод, что в случае успешного проведения синтеза образуется никелид алюминия NiAl. На рисунке 2б представлена граница соединения интерметаллидной прослойки и стали марки 09Г2С.

Описанный принцип может быть применен при планировании схем получения слоистых металлических материалов с интерметаллидным слоем как непосредственно при сварке взрывом, так и при последующей термообработке.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-08-00754 А.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алымов М.И. Комбинирование СВС и ударно-волнового компактирования для получения композиционных материалов / Первухин Л.Б., Рогачев А.С., Первухина О.Л., Сайков И.В.// Письма о материалах. – 2014.– № 4(3).– р. 153-158.
2. Saikov I. V. Shock-Induced Chemical Transformations in Ti–B–Ni and Ti–C–Ni Powder Blends / Salamatov V. G., Malakhov A. Yu., Semenchuk I. E., Kovalev I. D., Mukhina N. I., Seropyan S. A., and Gulyaev P. Yu// International journal of self-propagating high-temperature synthesis. – 2020.– Vol. 29, № 1.– р. 10-14.
3. Zhukov A.N. Investigation of Nickel Aluminide Formed Due to Shock Loading of Aluminum–Nickel Mixtures in Flat Recovery Ampoules / Yakushev V.A., Dobrygin V.V., Ananov S.Y., Dolgoborodov A.Y.// Combustion, Explosion, and Shock Waves. – 2018.– Т. 54.– № 1.– р. 64-71.
4. Гринберг Б.А. Эволюция микроструктуры металлических фаз и алмаза при синтезе интерметаллидов и композитов путем ударно-волнового нагружения/ Попов А.А., Романов Е.П., Шорохов Е.В., Гушин Г.М., Немченко А.В., Поносов Ю.С., Родионова Л.А., Рубштейн А.П., Трахтенберг И.Ш.// Вопросы материаловедения. – 2002.– №1(29).– р.216-226.

Семенчук Илья Евгеньевич, магистрант кафедры «Материаловедение и технология материалов», Факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: semenchuk-ilya@mail.ru

Сайков Иван Владимирович, к.т.н., старший научный сотрудник ФГБУН Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мерджанова Российской академии наук, e-mail: revan.84@mail.ru

Малахов Андрей Юрьевич, к.т.н., научный сотрудник ФГБУН Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мерджанова Российской академии наук, e-mail: sir.malahov2009@yandex.ru

ГАММА-ОБЛУЧЕНИЕ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ СИНТЕЗЕ АЛЮМИНИДОВ ТИТАНА

А. В. Собачкин, А. А. Ситников, В. И. Яковлев, В. Ю. Филимонов, М. В. Логинова,
А. Ю. Мясников, С. Г. Иванов, А. З. Негодяев, А. В. Градобоев

В работе обсуждаются возможности использования гамма-облучения для управления процессами структурофазообразованием в технологии высокотемпературного синтеза алюминидов титана. Показаны эффекты радиационного воздействия как на исходную порошковую смесь реагентов, так и на уже синтезированный продукт. Это создает широкие возможности для управления структурой, составом и свойствами различных композиционных материалов.

Ключевые слова: порошковые материалы, алюминиды титана, механоактивационная обработка, высокотемпературный синтез, γ -облучение, тепловой взрыв, индукционный нагрев.

Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) является одним из способов получения новых материалов с использованием процессов горения [1]. Традиционный СВ-синтез обладает рядом недостатков, связанных со сложным структурным состоянием

ем исходной шихты: в подавляющем количестве случаев синтез инициируется с появлением жидкой фазы, которая возникает либо при плавлении одного из компонентов, либо при эвтектическом плавлении [1]. В случае, например, малого объема жидкой фазы, контакт реагентов является неидеальным, что приводит к неравномерному распределению продуктов реакции по объему образца. Этих недостатков во многом лишен метод механически активируемого самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (МАСВС), который представляет собой двухстадийный процесс [2]. Указанный метод позволяет сформировать практически идеальный контакт реагентов в твердой фазе за время активации с одной стороны, а с другой – интенсифицировать диффузионные процессы за счет формирования неравновесных дефектов структуры. Из-за этого реакция инициируется в твердой фазе.

Механическая активация является способом «грубого» воздействия на порошковую смесь. Можно предположить, что для реализации «тонкого» управления структурой можно использовать γ -облучение. Установлено, что во многих случаях γ -облучение может служить эффективным технологическим инструментом, который позволяет получать качественные материалы, существенно усовершенствовать и удешевить производство многих порошковых материалов, улучшить их качество, а также изменить свойства [3]. Однако многие аспекты влияния параметров γ -облучения на процессы аморфизации и конкретные механизмы радиационно-стимулированной диффузии в фазах, привлекаемые для объяснения в механоактивированных прекурсорах и продуктах синтеза, требуют дополнительных экспериментальных и теоретических исследований.

Влияние малых доз гамма облучения на структурно-фазовое состояние интерметаллидов семейства Ti-Al изучалось в работах [4]. Установлено, что при облучении образца соединения Ti_3Al ($2 \cdot 10^3$ Гр) формируется особое радиационно-индуцированное состояние, идентифицированное по расщеплению дифракционных максимумов (рис. 1).

Структурное состояние является неравновесным, что подтверждается значительным уменьшением ОКР, наличием микродеформаций и ростом объема решетки. В то же время для соединения $TiAl$ радиационно-индуцированного состояния не выявлено, при этом наблюдается высокая кристалличность структуры. Таким образом, можно сделать вывод, что малые дозы гамма-облучения способны влиять на структуру интерметаллидного соединения.

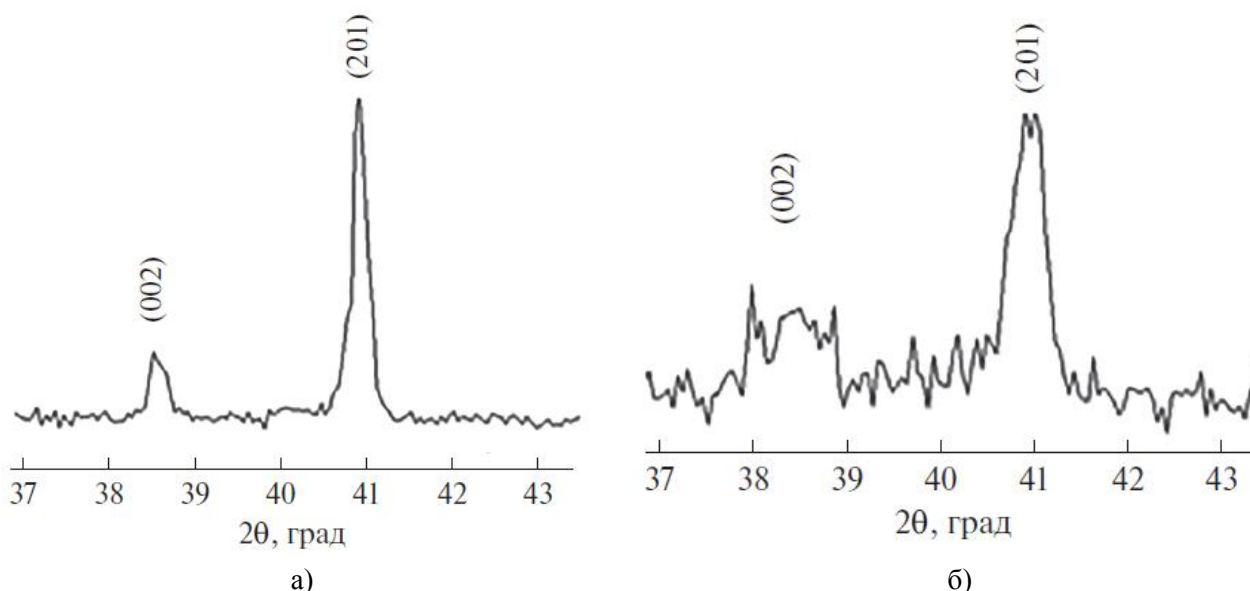


Рисунок 1 – Дифракционные линии соединения Ti_3Al (002) и (201) до (а) и после (б) облучения дозой $2 \cdot 10^3$ Гр

В исследовании [5] проводилось изучение влияния малых доз гамма-облучения на особенности процессов структурообразования при высокотемпературном синтезе в порошковой системе Ti+Al. Синтез проводился в режиме теплового взрыва, данные фиксировались

с использованием методики синхротронного излучения. Проводилось облучение активированной смеси дозой $5 \cdot 10^4$ Гр.

На рисунке 2 представлено различие в динамике и последовательности процессов фазообразования.

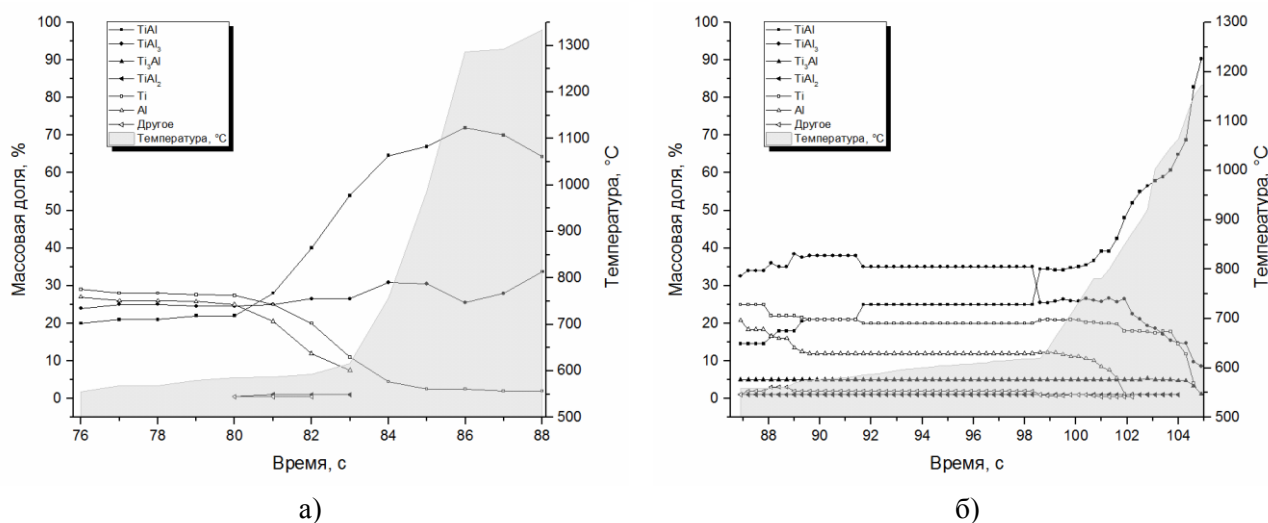


Рисунок 2 – Динамика фазообразования в процессе теплового взрыва для необлученной (а) и облученной с дозой $5 \cdot 10^4$ Гр (б) смесей

Как следует из рисунков, на начальном этапе синтеза (предварительный разогрев) в обоих случаях образование продуктов происходит уже на начальном этапе разогрева системы, до начала реализации теплового взрыва. Основным отличием процессов фазообразования на этом этапе является наличие фазы Ti_3Al , которая не наблюдается в активированном и необлученном образце. Дальнейшие маршруты протекания реакций существенно различаются. В необлученном образце происходит параллельная реакция образования фаз $TiAl$ и $TiAl_3$, в облученном – формирование единственного продукта реакции состава $TiAl$.

Предположительно, радиационно-стимулированная диффузия в процессе облучения приводит к интенсификации диффузионных процессов, формированию переходных зон на границе контакта реагентов и тем самым создаются благоприятные условия для взаимной твердофазной диффузии на межфазных границах. За счет этого уже на этапе нагрева смеси происходят процессы химических превращений с образованием соединений. Скорость реализации теплового взрыва и его максимальные температуры уменьшаются, продуктом реакции является практически монофазный интерметаллид $TiAl$.

Таким образом, на примере системы $Ti-Al$ можно предположить, что воздействие малых доз гамма-облучения может влиять как на структуру синтезированных интерметаллидных соединений, так и на процессы синтеза. Последнее создает широкие возможности для управления структурой, составом и свойствами различных композиционных материалов.

Работа проводилась в рамках государственного Задания (FZMM-2020-0002) и гранта Президента РФ (соглашение 075-15-2020-234).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рогачев А. С., Мукасян А.С. Горение для синтеза материалов. М.: Физматлит, 2012. 400 с.
2. Ляхов Н. З., Талако Т.Л., Григорьева Т. Ф. Влияние механоактивации на процессы фазо - и сруктурообразования при самораспространяющемся высокотемпературном синтезе. Новосибирск: Параллель, 2008. 168 с.
3. Шалаев А.М. Радиационно-стимулированная диффузия в металлах. М.: Атомиздат, 1972. 148, с.

4. Loginova M.V., Yakovlev V.I., Sitnikov A.A., Sobachkin A.V., Ivanov S.G., Negodyaev A.Z., Gradoboev A.V. The evolution of structural and phase states of titanium aluminides after γ -irradiation in small doses. *Physics of Metals and Metallography*. 2017. № 118. P. 170-175.

5. Loginova M., Sobachkin A., Sitnikov A., Yakovlev V., Filimonov V., Myasnikov A., Sharafutdinov M., Tolochko B., Gradoboev A. Synchrotron in situ studies of mechanical activation treatment and γ -radiation impact on structural-phase transitions and high-temperature synthesis parameters during the formation of γ -(TiAl) compound. *Journal of Synchrotron Radiation*. 2019. V. 26. P. 1671–1678.

Собачкин Алексей Викторович, к.т.н., ст. науч. сотр. ПНИЛ СВС им. В.В. Евстигнеева, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: anicpt@rambler.ru

Ситников Александр Андреевич, д.т.н., профессор, директор Производственного внедренческого комплекса прикладных исследований и разработок, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: anicpt@rambler.ru

Яковлев Владимир Иванович, к.т.н., доцент кафедры НТТС, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: anicpt@rambler.ru

Филимонов Валерий Юрьевич, д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры физики, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: anicpt@rambler.ru

Логинова Марина Владимировна, к.т.н., ст. науч. сотр. ПНИЛ СВС им. В.В. Евстигнеева, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: anicpt@rambler.ru

Мясников Андрей Юрьевич, зав. лабораторией, ПНИЛ СВС им. В.В. Евстигнеева, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: anicpt@rambler.ru

Иванов Сергей Геннадьевич, д.т.н., инженер-металловед, Центр коллективного пользования лабораторно-исследовательским оборудованием, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: anicpt@rambler.ru

Негодяев Алексей Зеновьевич, зав. лабораторией кафедры машиностроительных технологий и оборудования, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: anicpt@rambler.ru

Градобоев Александр Васильевич, д.т.н., профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», e-mail: anicpt@rambler.ru

ОСОБЕННОСТИ В РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УЗЛА КРЕПЛЕНИЯ НАВЕСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ИСПОЛЪЗУЕМОГО В АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКЕ

С. С. Тимощенко, Е. А. Головина

В статье рассматривается разработка и технология изготовления узла крепления навесного оборудования из композиционных материалов. Для изготовления конструкции используются: труба из алюминиевого сплава Д16Т, препреги на основе углеродной ткани УТ-900, однонаправленной углеродной ленты УОЛ-300, стеклоткани Т-15(П)-76 и связующего ЭДТ-69 НМ. Для повышения адгезии используется ровинг на основе стеклянных нитей. Для оценки соответствия образцов требованиям были проведены стендовые испытания. Установлено, что изготовленный образец соответствует предъявляемым требованиям и пригоден для эксплуатации.

Ключевые слова: *стеклопластик, углепластик, эпоксидная смола, адгезия, ровинг, препрег.*

Узел представляет собой элемент конструкции, предназначенный для крепления навесного оборудования. Данный узел и, соответственно, оборудование, закрепленное на нем, предназначены для размещения в негерметичных зонах, но с регулируемой температурой при эксплуатации воздушного судна на высотах до 7600 метров над уровнем моря.

Основным фактором, оказывающим влияние на узел, является температурное воздействие. Рабочая температура находится в диапазоне от минус 20 °С до 55 °С. Предельная температура составляет минус 55 °С и плюс 75 °С соответственно.

Максимальная рабочая высота составляет 7600 метров, давление 37,6 кПа.

Узел должен сохранять работоспособность при относительной влажности $\geq 95\%$, температуре 50 °С.

Узел крепления навесного оборудования должен выдерживать кратковременную на-

грузку в размере двух тонн (19613 Н), соответственно, должен сохранять свою работоспособность до данного критического значения.

К конструкции узла навесного оборудования предъявляются следующие требования: масса узла должна составлять не более одного килограмма; установочный угол 10 градусов, относительно вертикали. Конструкция узла представлена на рисунке 1.

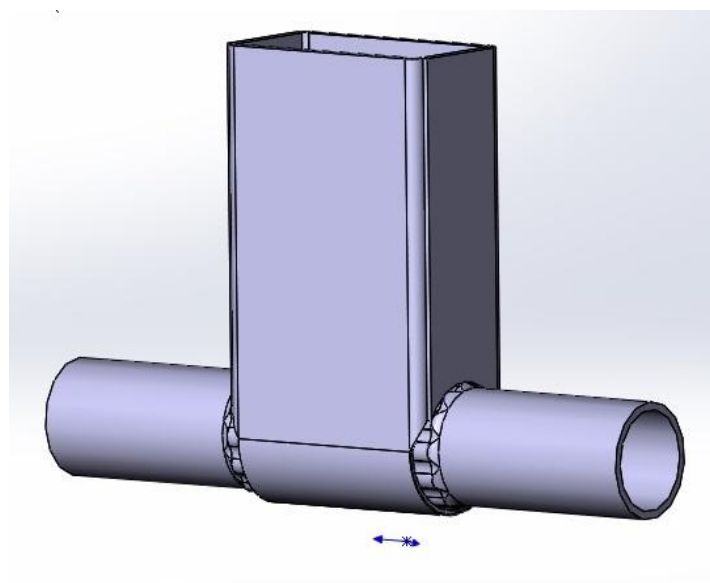


Рисунок 1 – Конструкция узла

Конструкция узла крепления навесного оборудования предусматривает необходимость тщательного подбора материалов для его изготовления. Как видно из рисунка 1, закладным элементом конструкции является труба с переменным сечением, на которой располагается каркас.

Для объектов, где определяющим условием выступает прочность, монтируются бесшовные прокаты. В авиационной промышленности преимущественно используются алюминиевые сплавы, титановые сплавы и стали с высокими коррозионными свойствами.

Сравнительные характеристики материалов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика

Параметр	Алюминиевые сплавы	Сталь	Титановые сплавы
Плотность, кг/м ³	2640–2800	7700–7900	4400–4510
Предел прочности при растяжении МПа	50–230	240–600	300–1030
Модуль упругости при растяжении, ГПа	70–71	200–220	100–110

Рассмотрев преимущества и недостатки вышеперечисленных материалов можно сделать выбор в пользу алюминиевых сплавов, а именно Д16Т, так как главным параметром является малый вес конструкции, помимо этого сплав является доступным и экономически выгодным.

Проанализировав нагрузки, действующие на узел в процессе эксплуатации, для изготовления каркаса решено использовать углепластик, так как при относительно невысокой плотности (1400 кг/м³), он имеет высокие физико-механические характеристики (временное сопротивление σ_b – 1100 МПа, модуль упругости E – 170 ГПа) [4].

Балка работает на сжатие и изгиб, но при этом при приложении нагрузок не стоит исключать работу на кручение, поэтому стоит рассмотреть совмещение углеродной ткани и однонаправленной ленты.

Из всего многообразия углеродных тканей, более подходящими являются углеродная ткань УТ-900 и однонаправленная углеродная лента УОЛ-300. Физико-механические свойства

ва используемых материалов представлены в таблице 2.

Стоит отметить, что углепластики являются коррозионно активными к алюминиевым сплавам.

Так как у трубы имеется профиль переменного сечения, для выравнивания площади контакта и защиты от контактной коррозии стоит использовать стеклоткань, а для повышения адгезии целесообразно заполнить образующиеся пустоты стеклянным ровингом.

Ткани, выпускаемые на основе полого волокна (например, Т15-(П)-76), применяются в качестве армирующего материала в производстве стеклопластиков, которые легче обычных на 20–30%, что обеспечивает снижение веса конструкции при сохранении прочностных характеристик.

Таблица 2 – Физико-механические свойства используемых материалов [1]

Параметры	УТ-900	УОЛ-300
Поверхностная плотность, г/м ²	240±30	222±8
Количество нитей на 10 см, шт		
– по основе	70±2	111±3
– по утку	70±2	14±2
Предел прочности при растяжении, ГПа	0,59	1,2
Предел прочности при сжатии, ГПа	0,59	0,95
Толщина монослоя углепластика, мм	0,30±0,02	0,19±0,02

Согласно расчетам, наиболее подходящим связующим является эпоксидное. Эпоксидные смолы, как известно, обладают хорошей адгезией к волокну, малой усадкой при отверждении и высокими деформационно-прочностными характеристиками [2].

Для упрощения технологического процесса используются препреги. Препреги на основе связующего ЭДТ-69 НМ имеют короткий цикл отверждения (5 часов) и низкие температуры термообработки (353–423 К) [2].

Исходя из конструкции узла, в качестве технологии изготовления выбрано термокомпрессионное формование.

Для изготовления конструкции требуется проектирование индивидуальной оснастки. Технологическая оснастка состоит из ограничительной части и эластичного формирующего элемента. Собранный пакет формируется в ограничительной части оснастки за счет температурного расширения эластичного формирующего элемента при нагревании [3].

Для обеспечения требуемых прочностных характеристик производится выкладка внутреннего и внешнего каркаса с симметричным чередованием наполнителей: 2 слоя стеклоткани УТ-900 в направлении ±45°, 5 слоев ленты УОЛ-300 – 0°.

Как было отмечено выше, для выравнивания трубы на нее выкладывается два слоя препрега на основе стеклоткани Т-15(П)-76 и связующего ЭДТ-69 НМ с направлением ±45°, между которыми укладываем стеклянный ровинг. Так как стеклянный ровинг находится в глубине, то он будет воспринимать нагрузку на сжатие и срез.

Технологический процесс изготовления узла крепления навесного оборудования состоит из следующих операций:

1) Входной контроль исходных материалов. Проверяется соответствие требованиям стандартов, документации, подтверждающих их качество.

2) Подготовка формообразующей оснастки. На данном этапе производится очистка рабочей поверхности, обезжиривание, нанесение разделительной жидкости.

3) Подготовка препрега. Осуществляется раскрой с учетом схем выкладки слоев.

4) Сборка заготовки пакета на формообразующей оснастке. При сборке пакета заготовки на формообразующей контролируются количество слоев препрега, направление основы ткани. Препрег выкладывается на цулагу из ПентЭласта 750 В с соблюдением направления основы и утка. Далее размещается труба с выровненной площадью контакта и выкладка препрега продолжается с охватыванием части трубы. После чего производится закрытие пресс-формы.

5) Термокомпрессионное формование. Первым этапом является нагрев в печи термо-

вакуумного формования до $T=90\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 45 минут, скорость нагрева $V=1,5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$, выдержка 60 минут. Вторым этапом – подъем температуры до $T=130\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 30 минут, при достижении необходимой температуры производится выдержка заготовки в течение 4 часов. Третьим этапом осуществляется охлаждение до $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ в термопечи с принудительной вентиляцией, скорость охлаждения не более $3\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$. Затем следует охлаждение вне печи до комнатной температуры и допускается разбор пресс-формы и съем изделия с оснастки

5) Контроль качества формованного изделия. Производится проверка на наличие механических повреждений.

6) Механическая обработка. Обрезка технологических припусков.

7) Контроль качества готового изделия. Контроль производится посредством визуально-оптического метода.

После изготовления образец был подвержен стендовым испытаниям. Данные о прикладываемой силе считывались с динамометра. В ходе проведения эксперимента образец нагружался по 200 кгс с выдержкой 3 секунды. Главным условием является способность выдерживать кратковременную нагрузку в размере 19613 Н. Нагрузка, которую выдерживает изготовленный образец, составляет 21570 Н.

По результатам эксперимента можно рекомендовать данную технологию изготовления для узла крепления навесного оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Справочник по композиционным материалам: В 2-х кн. Кн. 1 [Текст] / Под ред. Дж. Любина; Пер. с англ. А.Б. Геллера, М.М. Гельмонта; Под ред. Б.Э. Геллера. – М.:

2 Пакен, А.М. Эпоксидные соединения и эпоксидные смолы [Текст]/ А.М. Пакен. Пер. с нем. / Под. ред. Л.С. Эфросева. – Л.:Госхимиздат, 1962. –964 с

3 Картишов А.Б., Лекция «Технология изготовления конструкций из полимерных композиционных материалов», – МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2017

4 Васильев, В. В. Композиционные материалы: справочник [Текст] /В. В. Васильев, Д. В. Протасов, В. В. Болотин и др.; под ред. В. В. Васильева, Ю. М. Тарнопольского – М.: Машиностроение, 1990.

Тимошенко София Сергеевна - магистрант кафедры «Современные специальные материалы», Факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: tim55568@gmail.com

Головина Елена Анатольевна – к.т.н., доцент, кафедры современных специальных материалов, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», e-mail: gea62@yandex.ru

SPECIFICITY OF THE CONSTRUCTION OF THE ATTACHMENT OF HINGED EQUIPMENT FOR AIRCRAFT

S. S. Timoshchenko, J. V. Kremleva

The specifics of the manufacture of a hinged attachment unit made of composite materials are considered. The materials used are: a pipe made of aluminium alloy D16T, prepreg based on the carbon fabric UT-900, unidirectional carbon tape UOL-300 and binder PDT-69 NM. For protection against contact corrosion, prepreg based on glass fabric T-15(P)-76 and an PDT-69 NM binder shall be used. Each manufactured specimens was tested according to the technical requirements. It has been determined that the manufactured sample is capable of withstanding a load of 21700N and is suitable for use.

Keywords: carbon fibre, epoxy resin, adhesion, fiberglass, prepreg, dynamometer.

A node is a structural element intended for the attachment of hinged equipment. This element and the equipment attached to it are intended for placement in non-sealed areas, but with controlled temperature during operation of the aircraft at altitudes up to 7.600 meters above sea level.

The device for attaching must meet a number of survivability and resistance to external effects.

The main factor is the temperature effect. The node must remain operational at a relative humidity of $\geq 95\%$, a temperature of $50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

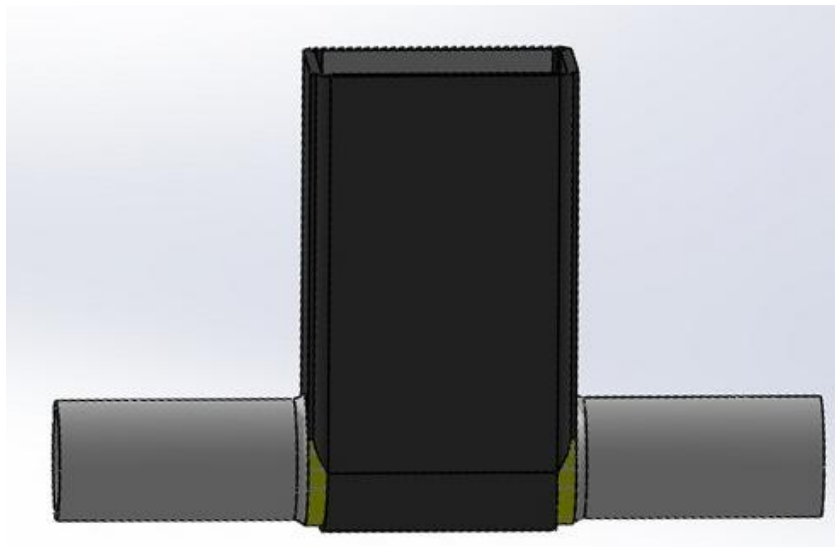
The humidity of the air in which the product arrives also affects the properties of the materials, and in the majority of cases is negative, which is due to hygroscopic materials

The device for attaching mass should not exceed one kilogram.

Reliability requirements for the product:

The node must withstand a short-term load of two tons (19613.3 N), and must therefore remain operational to this critical value.

The design of the node, designed in SolidWorks, is shown in Picture 1. The structure comprises a pipe and a framework.



Picture 1 – Device for attaching equipment

In aviation engineering the ratio of volume to weight is important.

In aircrafts nodes use titanium alloys of grades PT-7M, PT-1M for the manufacture of parts that require high strength and corrosion properties. Aluminum alloys, for example, D16, B95 in aviation constitute the majority in the manufacture of structures due to sufficient strength characteristics and low weight [1].

Since the main parameter is the weight of the structure, the optimal option is to use aluminum alloys, namely Д16Т.

Having analyzed the loads acting on the attachment node of the hinged equipment during operation, it was decided to use carbon plastic for the manufacture of the framework, because at relatively low density, it has high physical and mechanical characteristics temporal resistance [4].

The beam works of compression and bending, but the application of loads should not exclude the work on torsion, so it is worth considering the combination of carbon fabric and unidirectional tape.

Of the variety of carbon fabrics, carbon fabric UT-900 and unidirectional carbon tape UOL-300 are more suitable.

To equalize the area of contact and protect aluminium from carbon fibre, it is necessary to use glass fabrics based on hollow fibre T15-(P)-76, and also to increase adhesion, it is advisable to fill the resulting voids with glass roving.

Lightweight fiberglass materials are used where weight reduction is required while maintaining strength characteristics.

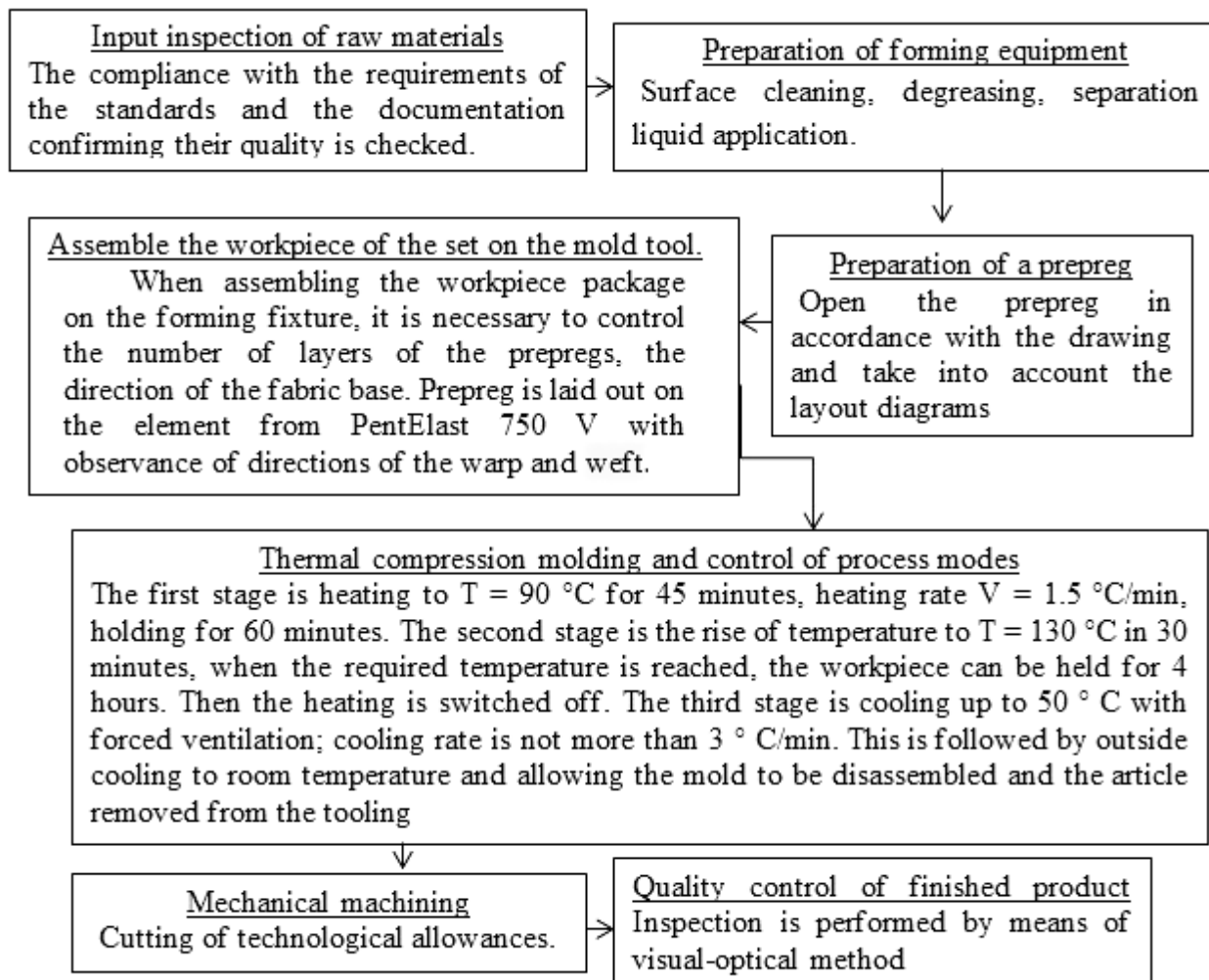
High-strength fibres carry the main load. The role of the polymer matrix is to redistribute the load between the fibres and reduce the concentration of stresses in the places of the resulting defects.

Epoxy resins are known to have good fiber adhesion, low curing shrinkage and high strain-strength properties [2].

Prepregs are recommended to simplify the process. Prepregs based on PDT-69 NM have a short cycle of curing and low temperatures of heat treatment [1].

Based on the design of the assembly, thermocompression molding is chosen as the manufacturing technology.

The manufacturing process for the hinged attachment unit consists of the operations presented in Picture 2.



Picture 2 – Diagram of the technological process

After manufacture, the sample was subject to bench testing. The applied force was read from the dynamometer. The dynamometer is a device for measuring the force or moment of force, consists of a force link (elastic element) and a reading device [3].

The maximum load for the manufactured structure was 2.2 tnf, which exceeds the stated requirements.

The design turned out to be on average equal strength. The stress in the plastic is 18 kgf/mm², equivalent to 177 MPa.

Based on the results of the experiment, it is possible to recommend this manufacturing technology for the attachment unit.

BIBLIOGRAPHY

1 Kartishov A.B., Lecture «Technology of production of structures from polymer composite materials», - MGTU Mr. N.E.Bauman, 2017

- 2 Chernin I.Z., Epoxy polymers and compositions, [Text] / I.Z. Chernin, F.M. Smekhov., - M.: Chemistry, 1982. - 230 s
- 3 Dynamometer [electronic resource]: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Динамометр>
- 4 Vasilyev, V. V. Composite materials: handbook [Text] / V. V. Vasilyev, D. V. Protasov, V. V. Bolotin et al. under red. V. V. Vasilyeva, Y. M. Tarnopolsky - M.: Mechanical engineering, 1990

Timoshchenko Sofiya Sergeevna - Master of the Department «Modern Special Materials», Faculty of Special Technologies, «Altai State Technical University after. I.I. Polzunov», e-mail: tim55568@gmail.com

Kremleva Juliya Vladimirovna – Candidate of Pedagogic Sciences., Associate Professor at the Department of Foreign Languages, «Altai State Technical University after. I.I. Polzunov», e-mail: kremlevajuliya@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ТЕРМОСТОЙКОСТИ ЭПОКСИДНОГО КЛЕЯ ПУТЁМ ВВЕДЕНИЯ АНТИПИРЕНОВ

Н. О. Трусков, Е. А. Головина

Статья содержит информацию по оптимальному подбору антипиренов для эпоксидного клея на основе смолы ЭДТ-10 с целью улучшения его термостойкости. Подбор компонентного состава осуществлялся исходя из химических свойств смолы, эксплуатирование в условиях сверхвысоких температур. Для оценки термических свойств изготовленных образцов проводили испытания согласно ГОСТ 28157-89 Методы определения стойкости к горению. Установлено, что при добавлении Sb_2O_3 в составе 20–25 масс.ч, а фосфорсодержащего антипирена ДБФ-4-5 масс.ч на 100 масс.ч олигомера ЭДТ-10, приводит к увеличению термостойкости более чем в 15-20 раз, несмотря на то, что после модернизации клея мы потеряли 10,5% разрушающего напряжения при сдвиге, но увеличили время загорания с 3 с, до 38, время самостоятельного горения уменьшили с 60 с до 8 с, а потерю массы уменьшили на 95,5 %.

Данный компонентный состав был рекомендован к внедрению в производство, в частности для авиастроительства, для замены фенол содержащих клеев, на эпоксидные.

Стоит отметить, что термостойкие свойства клея можно варьировать увеличением или уменьшением пропорции добавок.

Ключевые слова: эпоксидная смола, эпоксидный клей, антипирены, термостойкость, модификация, образцы, процентный состав.

Клеевые растворы в составе термореактивных (фенольных, карбамидных, эпоксидных) олигомеров не расплавляются, но их механические свойства при нагревании уменьшаются еще до термического разрушения полимера. Существенный ущерб несущей способности клеевых соединений наступает при терморазрушении. Разрушение клеев, в состав которых входят карбамидные олигомеры, начинается при 75 – 85 С, а для фенольных композиций – свыше 200 С. [2] Опытным путем установлено, что клеевые соединения (ЭДТ-10) в стеклопластиках сохраняют несущую способность и прочность при нагревании до 270 С (рис. 1).

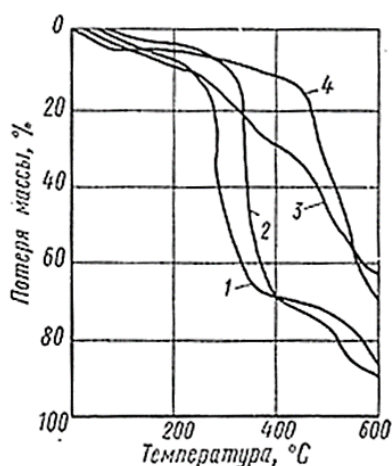


Рисунок 1 – График потери массы отвержденных клеев при нагревании: 1 – эпоксидного ЭДТ-10; 2 – карбамидного ВПС-Г; 3 – резорцинового ФР-12; 4 – фенольного КБ-3

Распознавание четких границ термостойкости клеевых соединений затруднено еще и по тем причинам, что в состав многих клеев входят и термореактивные, и термопластичные полимеры. При высоких температурах в фенольных, карбамидных, резорциновых и других термореактивных клеевых соединениях наблюдается унос вещества в результате выхода газообразных продуктов. Значимых преобразований в структурах соединений при этом не наблюдается. [1]

Функционирование клеевых соединений при нагревании, которые изучают на образцах малых размеров в лабораторных условиях, отличается от функционирования которое будет в реальных условиях, где сила термического воздействия на клеевое соединение при возгорании зависит от размеров, формы и теплофизических свойств материала, из которого изготовленная данная конструкция. [4] Так, при нагревании стеклопластика тепло быстро передается клеевым швам и их прочность быстро утрачивается.

Термоустойчивость клеевых соединений зависит от многих факторов: способа отверждения, нагружения конструкции, воздействия воды (здесь подразумевается ее количество при тушении племени).

Для увеличения термостойкости клеевых соединений в них вводят антипирены (огнегасящие добавки). В качестве них часто применяют хлор- и бромсодержащие органические вещества и т. д. Если взять в пример хлорсодержащие антипирены их влияние сводится к ингибированию разрушения твердого полимера в зоне, соседней с зоной горения. Огнестойкость соединений на эпоксидном клее увеличивается при добавлении в него бромфос-3 в соотношении 10:100 масс.ч, полимера, а также пентабромфторбензол, который используют независимо или в сочетании с другими соединениями и добавляют в клей в составе от 1 до 6 %, или же модифицированием эпоксидного полимера кремнийорганическими соединениями [3].

Оптимальный выбор способа нанесения клея не менее важен для обеспечения надежности соединения, чем выбор самого клея. В авиационной технике клеи чаще всего наносят вручную – окунанием, кистью, роликом, ножом, лопаткой шпателем или специальным приспособлением. [1]

Наружную герметизацию клеевых соединений и нанесение заливочных компаундов также производят вручную. Во многих случаях приходится изобретать особую методику или специальные приспособления, когда обычные способы и существующее оборудование не решают задачи. Трудности могут возникать из-за особенностей узлов, последовательностью операций или природой клея. Выбор способа нанесения клея с учетом всей специфики надо предоставлять знающим производителям с привлечением для консультации в случае необходимости специалистов по способам нанесения от фирмы, поставляющей данный клей.

Не мало важную роль играет контроль влажности, температуры и чистоты в помещениях, где производится склейка изделий, причем тщательность такого контроля зависит от типа применяемого клея и важности операции. [4]

В данной работе подбирался компонентный состав клея для изготовления деталей салона самолёта, обладающего высоким классом огнестойкости.

Результаты испытаний. Объектами исследований являлись эпоксидный клей ЭДТ-10, антипирены: Sb_2O_3 и трис(2,3-дибромпропил) фосфата. Весьма эффективным методом является использование в клеях одновременно нескольких антипиренов; при этом, как правило наблюдается синергический эффект. Синергическое действие Sb_2O_3 и фосфорсодержащих соединений может быть проиллюстрировано на примере клея ЭДТ-10, получаемого с использованием эпоксидного олигомера ЭД-8 (100 масс. ч.), дициандиамида (3–5 масс.ч.) и диацетилацетоната цинка в качестве ускорителя в размере (1–3 масс. ч.) и трис(2,3-дибромпропил) фосфата в качестве антипирена. На рисунке 2 и таблице 1 приведены данные о свойствах клеевых соединений алюминиевого сплава Д-16Т в зависимости от содержания в клее различных антипиренов. Клей отверждали при 125°C в течение 4 ч. Оптимальное содержание Sb_2O_3 составляет 20–25 масс.ч,а фосфорсодержащего антипирена ДБФ–4–5 масс. ч на 100 масс. ч олигомера ЭДТ-10.

Известны вещества (хотя их малое количество), введение в которых в полимеры спо-

способствует подавлению образования дыма при горении. В США для этой цели применяют ферроцен, в Англии – тригидрат оксида алюминия (даже в полиэфирных композициях), во Франции – оксалаты или октоаты железа, применение которых в композициях на основе ненасыщенных полиэфиров снижает выделения дыма на 35-40%. [3]

Эффективными добавками, способствующими обугливанию, являются соединения двух- и трехвалентного железа, в присутствии которых образуются вещества, снижающие дымовыделение. Другим путём снижения дымовыделения при горении является создание инертного барьера, препятствующего распространению пламени. Для этой цели в полимер вводят гидратированные минеральные наполнители (например, гидроксид алюминия), которое при повышенных температурах претерпевают эндотермические реакции дегидратации.

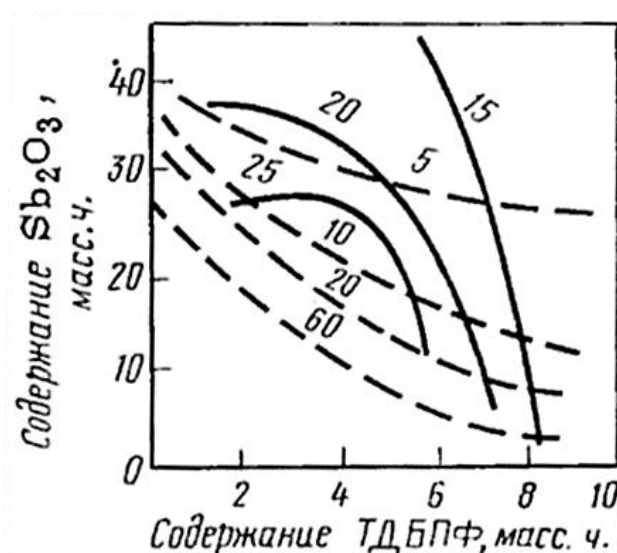


Рисунок 2 – Зависимость разрушающего напряжения при сдвиге клеевых соединений алюминиевого сплава Д-16Т (сплошные кривые МПа) и времени самостоятельного горения (пунктир; с) от содержания Sb_2O_3 и трис(2,3-дибромпропил) фосфата в клее ЭДТ-10

Таблица 1 – Свойства клеевых соединений на основе связующего ЭДТ-10, содержащего антипирены

Антипирен	Содержание антипирена, масс. ч.	Время загорания, с	Время самостоятельного горения, с	Потеря массы, %	Разрушающее напряжение при сдвиге, МПа
–	–	3,0	60,0	89,0	25,5
ДБФ	5,0	9,0	60,0	68,0	14,5
ДБФ	10,0	10,0	60,0	40,0	8,6
ДБФ	20,0	11,0	15,0	10,0	5,8
ДБФ + Sb_2O_3	3,0	38,0	8,0	3,0	22,8
	20,0				
ДБФ + Sb_2O_3	4,0	42,0	6,0	2,0	25,8
	25,0				

Выводы. Эпоксидный клей с добавками антипиренов, показывает высокие значения показателей физико-механических свойств.

Анализ данных эксперимента позволил выявить образцы с наилучшими показателями термостойкости, а именно:

- в 20 раз увеличился показатель термостойкости образца;
- Время загорания увеличилось на 29 секунд;
- Время самостоятельного горения клеевого соединения уменьшилось на 42 секунды;
- Предотвратили потерю массы детали на 95,5%.

Термостойкие характеристики клеевого соединения можно варьировать повышением или понижением добавок антипиренов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кардашов Д.А., Эпоксидные клеи. – М: Химия, 1973. 192с.
2. Петрова А. П., Термостойкие клеи. – М: Химия, 1977. 200с.
3. Влияние структуры стеклопластика на тепловыделение при горении [сайт]. URL: <https://viam.ru/public/files/2011/2011-205859.pdf>
4. Повышение огнестойкости клеевых соединений [сайт]. URL: <http://pereosnastka.ru/articles/povyshenie-ognestoikosti-kleevykh-soedinenii>.

Трусов Никита Олегович – ассистент, кафедра современных специальных материалов, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», тел.: 8(996)703-33-60.

Головина Елена Анатольевна – к.т.н., доцент, кафедра современных специальных материалов, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», тел.: 8(3852) 290-056.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБ ПОСЛЕ СВАРКИ ВЗРЫВОМ И ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ

Н. П. Черезов, А. Ю. Малахов, И. В. Сайков

Исследована структура биметаллических труб с сочетанием слоев сталь 37Г2Ф + 08Х18Н10Т, полученные сваркой взрывом и последующей холодной прокаткой. Сварка взрывом позволила получить длинномерные трубные двухслойные заготовки с практически 100 %-й сплошностью сцепления слоев без поверхностных дефектов для их последующей холодной прокатки. Были проведены коррозионные испытания стали 08Х18Н10Т после сварки взрывом и после холодной прокатки. Разработана комплексная технология получения коррозионностойких насосно-компрессорных труб.

Ключевые слова: сварка взрывом, длинномерные трубные заготовки, граница соединения, микроструктура, холодная прокатка, комплексная технология

Получение биметаллических материалов цилиндрической формы является актуальной задачей современного машиностроения, особенно в энергетической и ресурсодобывающей отраслях. Например, на данный момент существует серьезная проблема преждевременного выхода из строя насосно-компрессорных труб, которые используются при эксплуатации газовых и нефтяных скважин для транспортировки газообразных и жидкообразных веществ. В связи с постоянными механическими нагрузками и взаимодействием с агрессивными средами насосно-компрессорные трубы очень сильно подвергаются коррозии и эрозии [1]. Использование двухслойных бесшовных труб, обладающих повышенной коррозионной стойкостью, износостойкостью и механической прочностью, позволяет существенно повысить экономичность, энергоэффективность работы и энергосбережение насосно-компрессорного оборудования за счёт применения коррозионностойкого покрытия рабочих поверхностей труб на основе высоколегированных хромоникелевых сталей. для создания многослойных изделий цилиндрической формы, в том числе длинномерных, перспективно использовать комплексную технологию, сочетающую в себе сварку взрывом и прокатку. Сварка взрывом в силу присущих ей особенностей является одним из самых эффективных, а в ряде случаев единственно возможным способом создания высококачественных многослойных материалов [2].

Целью работы являлось исследование микроструктуры границы соединения биметалла 37Г2Ф + 08Х18Н10Т после сварки взрывом и холодной прокатки.

Сборка исходных элементов проводилась по схеме, указанной на рисунке 1 в следующей последовательности: нержавеющая труба 2 из стали 08Х18Н10Т (толщина 2,5 мм, наружный диаметр 80 мм, длина 1000 мм) устанавливалась внутрь наружной трубы 1 из стали 37Г2Ф (толщина 12 мм, наружный диаметр 108 мм, длина 1000 мм), для обеспечения зазора использовались стальные крышки 4. Далее сборка помещалась на стальную основу. На полигоне собранные таким образом трубы помещались на заранее подготовленную площадку. Затем внутреннюю полость сборки заполняли дисперсным твердо-жидким наполнителем

3 (металлическая дробь + вода), в опалубку засыпали взрывчатое вещество 5 и устанавливался детонатор 6.

Параметры режима сварки взрывом представлены в таблице 1. В качестве взрывчатого вещества была использована смесь микропористой аммиачной селитры с дизельным топливом в пропорции 96:4 соответственно. Расчёт параметров проводился по формулам, указанным в работе [4].

Таблица 1 – Параметры режима сварки взрывом

Скорость детонации D, м/с	Параметр r	Скорость метания v_0 , м/с	Сварочный зазор h, мм
2900	1,2	446	2

Для контроля сплошности соединения и определения состояния наружной поверхности полученных сваркой взрывом двухслойных трубных заготовок проводился визуально-измерительный и ультразвуковой контроль [3]. С целью снятия наклёпа и остаточных напряжений, а также повышения пластичности проводился полный отжиг трубных заготовок перед холодной прокаткой.

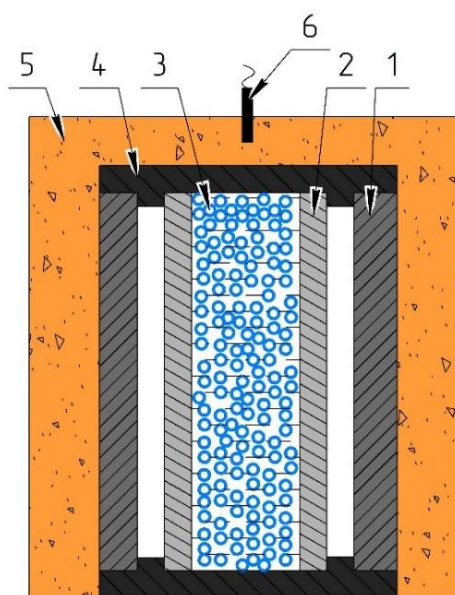


Рисунок 1 – Схема сборки исходных элементов под сварку взрывом: 1 – наружная труба; 2 – внутренняя труба; 3 – внутренний наполнитель; 4 – верхние и нижние крышки; 5 – заряд взрывчатого вещества; 6 – детонатор

Исследования структуры границы соединения проводили на оптическом микроскопе МЕТАМ ЛВ-34, съемку изображений с микроскопа осуществляли камерой модели ТС-500. Микротвердость слоев определяли на микротвердомере ПМТ-3. Шлифование проводили на установке для приготовления металлографических шлифов ШЛИФ-1М/V. Для выявления микроструктуры стали 37Г2Ф применялся реактив 5%-й раствор азотной кислоты в спирте.

На рисунке 2 приведена микроструктура границы соединения в трубной заготовке 37Г2Ф+08Х18Н10Т после сварки взрывом.

Граница соединения по всей длине образцов имеет безволновую практически плоскую форму. Имеются зоны локальных литых включений толщиной до 50-60 мкм. Исходная структура доэвтектоидной конструкционной стали 37Г2Ф представляет собой феррито-перлитную смесь, в которой ферритные зерна имеют неправильную форму и располагаются по границам зёрен перлита. После сварки взрыва зерна исходной структуры сильно деформируются вблизи околосшовной зоны и происходит наклеп свариваемых поверхностей, что подтвердили измерения микротвердости слоёв. В зоне наклёпа микротвердость стали 37Г2Ф составляет 390-400 HV при исходных значениях 280-300 HV, а для стали 08Х18Н10Т 340-360 HV при исходной микротвердости 180-200 HV.



Рисунок 2 – Микроструктура границы соединения после сварки взрывом

На рисунке 3 показана микроструктура границы соединения образцов после отжига и холодной прокатки. После отжига в стали 37Г2Ф формируется мелкозернистая феррито-перлитная структура, в зоне соединения имеется полоса в основном из рекристаллизованных зёрен феррита, так как в результате термической обработки произошло обезуглероживание основного слоя на глубину 150-200 мкм. Микротвердость в этой зоне падает с 280 HV до 210 HV. При прокатке эта приграничная область деформируется на определенную толщину, после чего в стали образуется текстурированная структура, т. е. зёрна вытягиваются вдоль направления прокатки. Микротвердость текстурированной зоны составила 230-380 HV. Расслоений и трещин на границе соединения выявлено не было. Как показали лабораторные коррозионные испытания плакирующий слой из стали 08X18H10T имеет высокую стойкость против межкристаллитной коррозии.

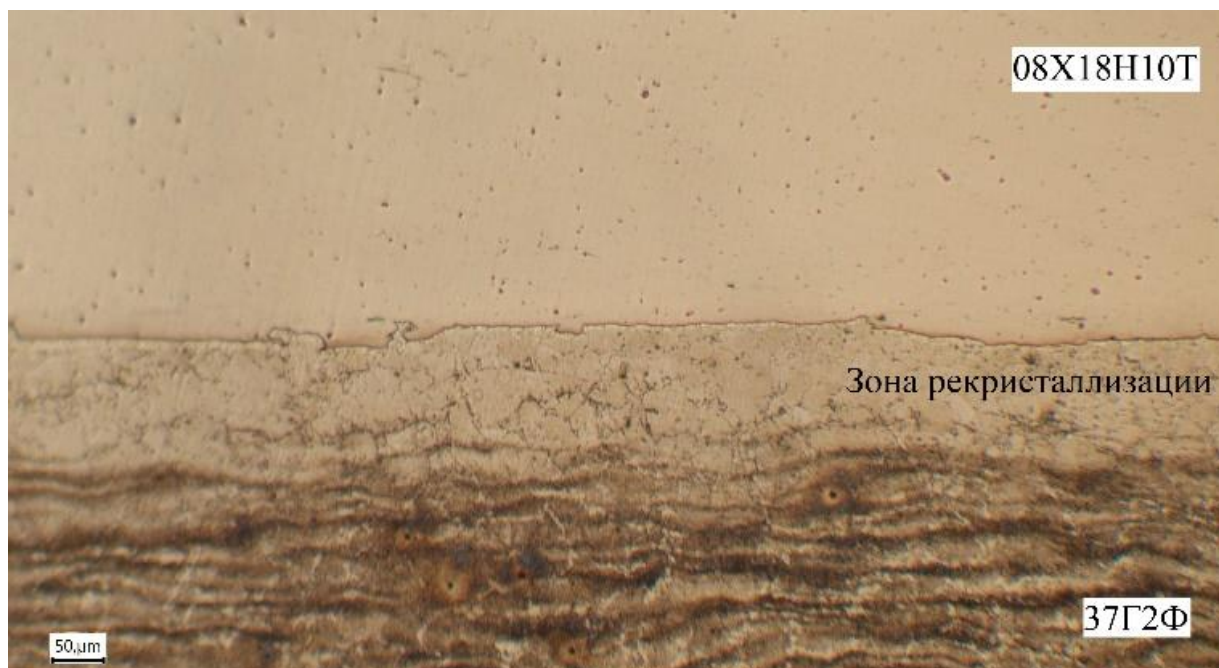


Рисунок 3 – Структуры биметаллической трубы после отжига и холодной прокатки на границе соединения

Таким образом, сваркой взрывом были получены биметаллические трубные заготовки удовлетворительного качества с минимальным отклонением от цилиндричности и безде-

фектной наружной и внутренней поверхностью. Разработанная комплексная технология «сварка взрывом + холодная прокатка» показала возможность изготовления биметаллических труб с плакирующим слоем коррозионностойких сталей для их применения в различных эксплуатационных средах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богатов Н. А., Богатов А. А., Салихьянов Д. Р. Разработка и исследование технологии производства насоснокомпрессорных труб из композиционных материалов и оценка их долговечности / Институт Материаловедения и металлургии УрФУ, Екатеринбург, 2017.
2. Чепурко, М.И. Производство биметаллических труб и прутков / М. И. Чепурко, В. Я. Остренко, А. А. Когадеев. – М.: Металлургия, 1986.–240 с.
3. Малахов, А.Ю. Получение двухслойных трубных заготовок «сталь коррозионно-стойкая сталь» сваркой взрывом / А. Ю. Малахов, И. В. Сайков// Ползуновский вестник. – 2017.–№ 4.–С. 197-201.
4. Конон, Ю.А., Сварка взрывом / Ю.А. Конон, Л. Б. Первухин, А. Д. Чудновский. – М.: Машиностроение, 1987. –216 с.

Черезов Никита Петрович, магистрант кафедры «Материаловедение и технология материалов», Факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: cherezovnikita@gmail.ru

Малахов Андрей Юрьевич, к.т.н., научный сотрудник ФГБУН Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мерджанова Российской академии наук, e-mail: sir.malahov2009@yandex.ru

Сайков Иван Владимирович, к.т.н., старший научный сотрудник ФГБУН Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мерджанова Российской академии наук, e-mail: revan.84@mail.ru

МЕТОДЫ ФОРМОВАНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ, НАПОЛНЕННЫХ КОРОТКИМИ ВОЛОКНАМИ

Чуков Д. А., Головина Е. А.

В данной работе рассмотрены различные факторы, оказывающие влияние на свойства композиционного материала. Описаны основные способы армирования материалов. Подробно представлены способы наполнения связующих короткими волокнами. Данное исследование базируется на анализе данных полученных при практическом использовании коротких волокон для создания композитного материала. Помимо общей информации о данном типе материалов, в данной работе описаны и практические особенности работы с волокнистыми наполнителями различной химической природы.

Ключевые слова: композиционные материалы, наполненные волокнами; особенности армирования.

В современном производстве стали не заменимы композитные материалы. Данный вид материалов нашел свое применения во всех сферах жизни человека, будь то бампера автомобилей или баллоны высокого давления. Особенность композитных материалов заключается в совместная работа разнородных материалов дает эффект, равносильный созданию нового материала, свойства которого количественно и качественно отличаются от свойств каждого из его составляющих. В состав композитного материала всегда входит связующее и наполнитель, а его конечные свойства зависят от разных факторов [1].

Основные факторы, влияющие на качество изделий из композиционного материала. Существует множество факторов, влияющих на качество композиционного материала. Среди них можно выделить несколько основных групп:

1. Особенности компонентного состава связующего – набор особых, уникальных свойств, присущих определённым компонентам связующего и его модификаторам. Например, период стеклования, или эффективный температурный режим при отверждении.
2. Условия среды формирования – данный фактор включает в себя все типы взаимо-

действий композитного материала с системой, а также интенсивность взаимодействий и их постоянство во времени. Например, теплообмен с окружающей средой или давление, оказываемое на систему.

3. Особенности наполнителя – каждый наполнитель обладает рядом уникальных свойств. Наполнители могут различаться, как по химическому составу, уровню адгезионного взаимодействия, так и по форме. В качестве примера, можно рассмотреть стеклосферы и углеродное волокно, при добавлении их в эпоксидное связующее, можно получить материалы с совершенно различными свойствами.

Так как свойства большинства связующих и их взаимодействие с окружающей средой уже хорошо изучено, наибольший научный интерес вызывают наполнители. Одним из основных критериев выбора наполнителя, является его форма. Существуют 4 основных способа наполнения: непрерывное волокно, короткие волокна, частицы, а также гибридные, например, непрерывные волокна и частицы.

Композитные материалы, наполненные частицами, как правило склонны к хрупкому разрушению, так как основную нагрузку в материале воспринимает матрица. Размеры частиц, степень наполнения, плотность упаковки, химический состав наполнителя будут оказывать влияние на условия эксплуатации изделий. Из-за препятствия дислокационному течению, дисперсно-наполненные материалы при малых размерах частиц и степени наполнения не более 2% могут работать на растягивающие нагрузки, но их эксплуатационные свойства в большей мере раскрываются при работе на сжимающие и изгибающие нагрузки. Непрерывные волокна, качественно воспринимают все виды нагрузок, но процесс производства материалов на их основе, накладывает ряд серьезных ограничений.

Концептуальной особенностью армирования короткими волокнами, является их мультизадачность. В зависимости от их средней длины, а также от отношения средней длины к размеру изделия, короткие волокна способны сопротивляться нагрузке, и как частицы, и как непрерывные волокна. Также важной особенностью, является возможность получения анизотропных свойств материала в масштабе изделия.

Технологические особенности коротких волокон. Существует несколько способов применения коротких волокон:

1. Напыление – непрерывное высокомодульное волокно, подается в ножи пульверизаторного пистолета, где разрубается на короткие волокна, на выходе смешиваясь со смолой, полученный материал попадает на поверхность изделия или оснастки. Главным недостатком данного метода в том, что такой материал имеет низкий процент наполнения. Достоинством является возможность наращивать необходимую толщину слоя, без изменения формы оснастки, а также наращивать слой на уже готовых изделиях [2].

2. Введение в связующее – измельченное волокно вводится в композицию, после чего материал тщательно перемешивается, затем в зависимости от вязкости, его либо отливают в формы, либо выкладывают на оснастку. Недостатком является то, что при повышении средней длины волокна, наблюдается склонность к агломерации волокна в клубки, которые препятствуют полному смачиванию связующим. Ещё одним недостатком можно считать то, что для эффективного смачивания волокон связующее должно обладать низкой вязкостью. К достоинствам можно отнести низкую трудоемкость и простоту создания материала, а также возможность получить высокую степень наполнения (более 70 %).

3. Ручная выкладка – сущность данного метода заключается в выкладке нетканого полотна на основе рубленых волокон на заранее подготовленную подложку, с последующим смачиванием связующим. Главным недостатком данного метода, является сложность по удалению излишек связующего, а также заметная неоднородность материала. В свою очередь достоинством является возможность создание изделий сложных геометрических форм.

При работе с короткими волокнами различной химической природы, были замечены специфические особенности, которые перечислены в таблице 1.

Таблицы 1 – Технологические особенности работы с различными волокнами.

Материал волокон	Технологические особенности
Стекло	Сильно слипаются в пучки из волокон, легко разрываются при сильном угле скручивания, при выкладке необходимо создавать повышенное давления, для оптимального смачивания.
Базальт	Аналогично стеклянным волокнам, но оказывают сильное влияние на цвет материала.
Углерод	Очень ломкие, проникают через тонкие перчатки, вызывая раздражение кожного покрова, попадают в органы дыхания, склонны образовывать агломераты, окрашивают материал.
Органическое (СВМ)	Плохо поддаются резанью, сильно затупляют режущий инструмент, не вызывают раздражения кожного покрова, сильно распушаются в месте разреза.

Выводы по исследованию. Армирование короткими волокнами – уникальный способ получения композита. Такие композиты, по технологической сложности получения, сравнимы с композитными материалами с дисперсным армированием, при этом они могут обладать как свойствами и параметрами, присущими композитам армированным непрерывным волокном.

При производстве изделий на основе коротких волокон, очень важно учитывать отношение их габаритов к средней длине волокна, так как это оказывает прямое влияние на распределение нагрузки.

Данного типа композитных материалов может найти своё применение во многих областях промышленности, например, в судостроение, производстве деталей машин, предметы интерьера, композитная арматура и многие другие конструкционные изделия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Дополнительная образовательная программа профессиональной переподготовки [Электронный ресурс] // принципы формирования композиционных материалов URL: <https://nanocomposite.nsu.ru>
2. ChemicalNow Интересный мир химии [Электронный ресурс] // Метод напыления рубленного роввинга URL: <http://www.chemicalnow.ru>

Чуков Д. А. – студент кафедры «Современные специальные материалы» Факультета специальных технологий, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», robot_alt@mail.ru

Головина Е. А., научный руководитель, к.т.н., доцент кафедры «Современных специальных материалов» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», gea62@yandex.ru

ПОДСЕКЦИЯ «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСНЫХ АТОМОВ УГЛЕРОДА НА СКОРОСТЬ МИГРАЦИИ ГРАНИЦ ЗЕРЕН НАКЛОНА В НИКЕЛЕ

М.Н. Жук, И.В. Зоря, Г.М. Полетаев

Миграция межзеренной границы играет важную роль во многих фазовых превращениях, рекристаллизации. В настоящее время остается много вопросов, касающихся кинетики миграции границ. На скорость миграции влияет масса факторов, помимо кристаллографических параметров самой границы. Например, примесные атомы легких элементов, таких как углерод, кислород, азот, могут существенно снизить скорость миграции границы зерен. Данная работа посвящена исследованию с помощью метода молекулярной динамики влияния атомов углерода на скорость миграции границ наклона с осями разориентации $\langle 111 \rangle$ и $\langle 100 \rangle$ в никеле, имеющем ГЦК кристаллическую решетку.

В основе модели использовалась методика, предложенная в работах [1, 2]. Граница зерен создается в форме полупетли, как на рис. 1. Из-за избыточной энергии границы возникает сила натяжения, которая и приводит к миграции границы. Сила, провоцирующая миграцию, и скорость миграции в данной модели остаются почти постоянными в течение перемещения границы, уменьшаясь к концу моделирования.

Расчетные ячейки включали около 30000 атомов. Вдоль оси Z были наложены периодические граничные условия. По другим границам – жесткие, т.е. приграничным атомы были жестко зафиксированы в течение всего компьютерного эксперимента (на рис. 1 они показаны темно-серым цветом).

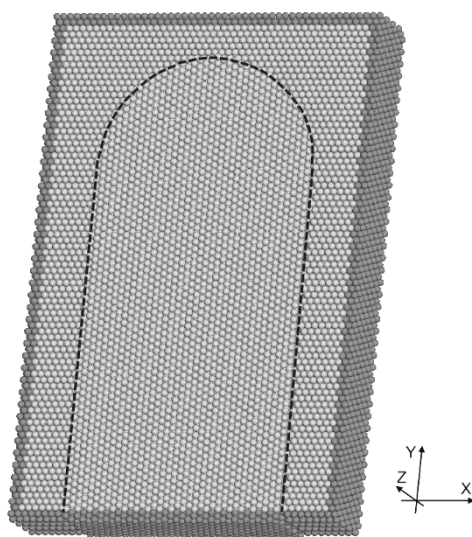
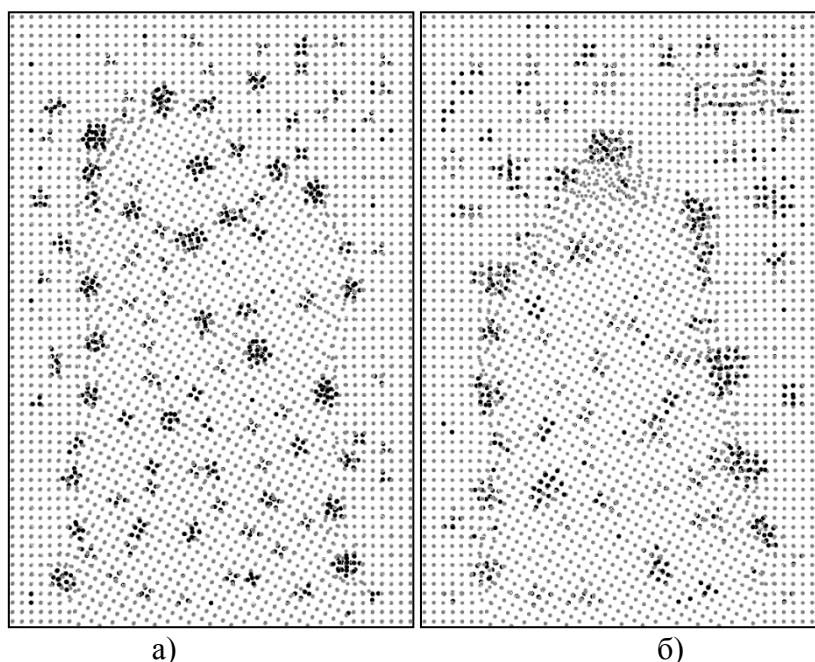


Рисунок 1 – Расчетная ячейка для моделирования миграции границы наклона $\langle 111 \rangle$ 30°

Скорость миграции измерялась при предплавильной температуре 1700 К. Скорость миграции границ зерен экспоненциально зависит от температуры, и чем выше температура, тем выше скорость миграции, и тем легче ее измерить в компьютерной модели. С уменьшением угла разориентации скорость миграции границ уменьшается. Миграцию границ с углом разориентации меньше 10° смоделировать уже не удавалось. Для исследований влияния примесей на миграцию границ рассматривались только границы $\langle 100 \rangle$ и $\langle 111 \rangle$ с углом разориентации 30° .

Скорость миграции в процессе моделирования оставалась примерно постоянной, что позволяло сравнительно просто ее определять как отношение перемещения верхней части границы (рис. 1) ко времени молекулярно-динамического эксперимента.

Межатомные взаимодействия в никеле описывались многочастичным потенциалом Клери-Росато [3]. Взаимодействия примесных атомов углерода друг с другом и с атомами никеля описывались потенциалами Морзе, взятыми из [4].



На рис. 3 приведены зависимости скорости миграции границ наклона $\langle 111 \rangle 30^\circ$ и $\langle 100 \rangle 30^\circ$ при температуре $0,9 \cdot T_{nl}$ от концентрации примесных атомов углерода в никеле. Скорость миграции границ с осью разориентации $\langle 100 \rangle$ оказалась ниже, чем с осью $\langle 111 \rangle$, что уже отмечалось в работе [7].

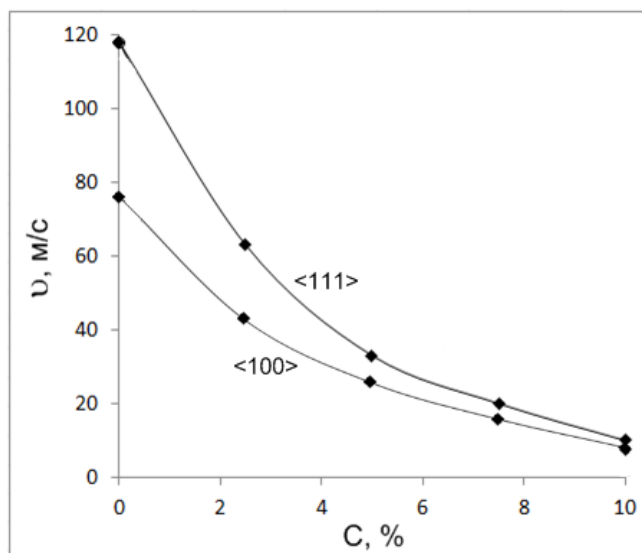


Рисунок 3 – Зависимости скорости миграции границ наклона $\langle 111 \rangle 30^\circ$ и $\langle 100 \rangle 30^\circ$ при температуре $0,9 \cdot T_{пл}$ от концентрации примесных атомов углерода в никеле.

Примеси углерода, как можно видеть из полученных зависимостей на рис. 3, сильно тормозят миграцию рассматриваемых границ зерен – при введении 5 ат. % почти на порядок, 10 ат. % – на два порядка. Снижение скорости миграции, вообще говоря, может быть вызвано двумя факторами: уменьшением, вследствие взаимодействия с примесями, энергии и, соответственно, натяжения границ и повышением энергии активации миграции. Дополнительный расчет энергии границ для различных концентраций примесей показал, что наличие примесей сравнительно слабо влияет на энергию рассматриваемых границ зерен. Поэтому был сделан вывод, что основной причиной снижения подвижности границ является влияние примесей на энергию активации миграции, что, в свою очередь, обусловлено сравнительно высокой энергией связи примесных атомов с границами зерен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gottstein G., Shvindlerman L.S. Grain Boundary Migration in Metals: Thermodynamics, Kinetics, Applications. Second Edition. - 2009. Boca Raton: CRC Press. - 711 p.
2. Протасова С.Г., Сурсаева В.Г., Швиндлерман Л.С. Исследование движения индивидуальных тройных стыков в алюминии // Физика твердого тела. - 2003. - Т.45, №8. - С. 1402-1405.
3. Cleri F., Rosato V. Tight-binding potentials for transition metals and alloys // Physical Review B. - 1993. - V.48, №1. - P. 22-33.
4. Poletaev G.M., Zorya I.V., Rakitin R.Y., Iliina M.A. Interatomic potentials for describing impurity atoms of light elements in fcc metals // Materials Physics and Mechanics. - 2019. - V.42, №4. - P. 380-388.
5. Lucke K., Detert K. A quantitative theory of grain-boundary motion and recrystallization in metals in the presence of impurities // Acta Metallurgica. - 1957. - V.5. - P. 628-637.
6. Sursaeva V., Zieba P. Diffusion impurity drag of twin grain boundaries and triple junctions motion in zinc // Defect and Diffusion Forum. - 2005. - V.237-240. - P. 578-583.
7. Poletaev G., Zorya I., Rakitin R. Molecular dynamics study of migration mechanism of triple junctions of tilt boundaries in fcc metals // Computational Materials Science. - 2018. - V.148. - P. 184-189.

Жук Максим Николаевич, студент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»;

Зоря Ирина Васильевна, кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой теплогазоснабжения, водоотведения и вентиляции Сибирского государственного индустриального университета (г. Новокузнецк);

Полетаев Геннадий Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Высшая математика и математическое моделирование» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСНЫХ АТОМОВ УГЛЕРОДА НА СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ФРОНТА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ В НИКЕЛЕ

Е.О. Лукьященко, И.В.Зоря, Г.М. Полетаев

Кристаллизация металлов и сплавов относится к технологически распространенным и важным процессам. Введение примесей в металл существенно усложняет процесс его кристаллизации. Настоящая работа посвящена изучению с помощью молекулярно-динамического моделирования влияния примесных атомов углерода на скорость движения фронта кристаллизации в никеле.

Расчетная ячейка в молекулярно-динамической модели в настоящей работе создавалась в форме вытянутого параллелепипеда (рис. 1). Граничные условия вдоль осей X и Y задавались периодические. На торцах параллелепипеда кристаллическая структура в течение компьютерного эксперимента оставалась зафиксированной (темно-серые атомы на рис. 1), что имитировало стартовое положение фронта кристаллизации.

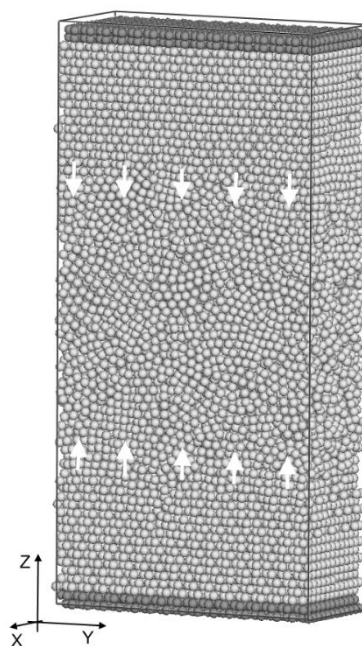


Рисунок 1 – Расчетная ячейка для моделирования кристаллизации. Темно-серые атомы оставались неподвижными в процессе моделирования. Белыми стрелками показано направление движения фронта кристаллизации

Взаимодействия атомов никеля друг с другом описывались с помощью потенциала Кле-ри-Росато [1]. Для описания взаимодействий примесных атомов C, N, O с атомами металлов и атомов примесей друг с другом использовались потенциалы Морзе из работы [2]. Оба типа потенциалов хорошо зарекомендовали себя в ряде расчетов, выполненных ранее методом молекулярной динамики.

Примесные атомы углерода вводились случайно по всему объему расчетной ячейки. Концентрация примесей варьировалась от 0 до 10 at.%. Температура в модели задавалась через начальные скорости атомов согласно распределению Максвелла, при этом учитывалось

тепловое расширение металла. Для сохранения температуры постоянной в процессе моделирования использовался термостат Нозе-Гувера. Шаг интегрирования по времени в методе молекулярной динамики был равен 2 fs.

На первом этапе расчетная ячейка плавилась путем выдерживания при температуре, значительно превышающей температуру плавления. Затем включался термостат, и проводилось выдерживание при постоянной температуре $0,9 \cdot T_m$. В течение молекулярно-динамического эксперимента фронт кристаллизации двигался от торцов расчетной ячейки к ее центру (рис. 1). Скорость движения фронта определялась как средняя скорость от обоих торцов. На рис. 2 изображен график зависимости скорости движения фронта кристаллизации при температуре $0,9 \cdot T_m$ от концентрации примесных атомов. Как видно, введение примесных атомов существенно снижает скорость кристаллизации – введение 10 at.% приводило к снижению скорости фронта кристаллизации почти в три раза.

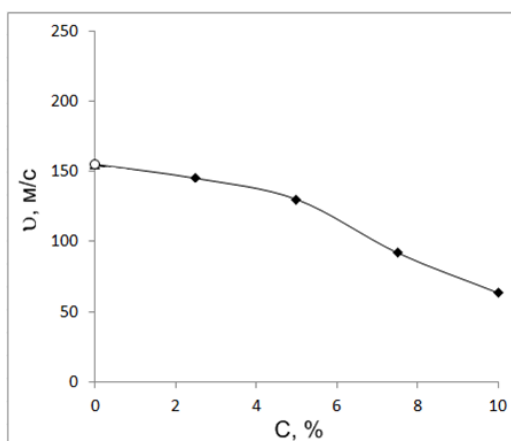


Рисунок 2 – Зависимость скорости движения фронта кристаллизации в никеле при температуре термостата $0,9 \cdot T_m$ от концентрации примесных атомов углерода

В кинетической модели Вильсона-Френкеля с диффузионным ограничением скорость движения фронта кристаллизации задается выражением [3]

$$v(T) = A \exp\left(-\frac{E}{kT}\right) \left[1 - \exp\left(-\frac{\Delta\mu}{kT}\right)\right], \quad (1)$$

где A – предэкспоненциальный множитель, E – энергия активации миграции атома в жидкой фазе, k – постоянная Больцмана, T – температура, m – масса атома и $\Delta\mu$ – разность свободных энергий жидкого и кристаллического состояний.

С ростом концентрации примесных атомов в металле средние величины E и $\Delta\mu$, очевидно, будут изменяться: энергия миграции в жидкой фазе E , из-за создания относительно крепких связей между атомами металла и примеси, будет повышаться, а величина $\Delta\mu$, из-за дилатационного эффекта примесей, – снижаться. То и другое будет приводить, согласно формуле (1), к снижению скорости движения фронта кристаллизации.

Механизм торможения кристаллизации примесными атомами, таким образом, заключается в замедлении образования новой кристаллической структуры и во внесении ими разупорядочивающего эффекта при ее создании. Примесные атомы вызывают локальную деформацию, искажение, кристаллической решетки.

На рис. 3 изображен пример структуры расчетной ячейки в процессе протекания кристаллизации в условиях наличия высокой концентрации примесных атомов (10 at.%). Для углерода характерным было образование агрегатов при достаточно высоких концентрациях примесных атомов (отмечены цифрой 1 на рис. 3). Фронт кристаллизации задерживался на данных агрегатах. В результате искажения кристаллической структуры вблизи агрегатов зачастую формировались дислокации несоответствия (отмечены цифрой 2 на рис. 3а).

Схожее поведение примесей углерода было обнаружено ранее в [4] при изучении их влияния на скорость миграции границ наклона $\langle 100 \rangle$ и $\langle 111 \rangle$ в Ni, Ag и Al. Введение 5 at.%

примесей приводило к снижению скорости миграции границ почти на порядок. При этом атомы углерода так же стремились образовать агрегаты, которые, закрепляясь на границе зерен, становились эффективными стопорами, препятствующими ее перемещению.

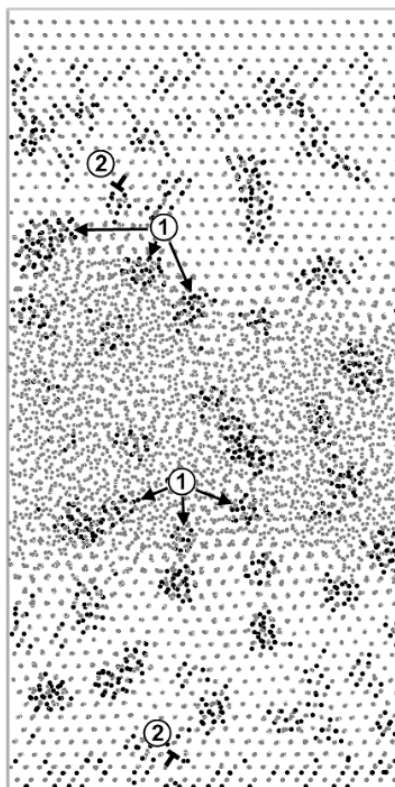


Рисунок 3 – Пример расчетной ячейки с 10 at.% атомов углерода в Ni после моделирования в течение 50 пс при температуре $0,9 \cdot T_{пл}$ (1553 К) (1 – агрегаты атомов углерода, 2 – дислокации) и последующего охлаждения

Таким образом, в настоящей работе с помощью молекулярно-динамического моделирования показано, что наличие примесей углерода приводит к существенному замедлению скорости движения фронта кристаллизации в никеле. Торможение примесными атомами фронта кристаллизации связано с локальной деформацией кристаллической решетки, которую они вызывают, и, как правило, чем больше эта деформация, тем сильнее примесные атомы тормозят фронт кристаллизации. Это еще более усугубляется тенденцией примесных атомов углерода к образованию скоплений в металлической матрице при высоких концентрациях. Еще одной причиной замедления кристаллизации примесями может служить снижение энергии миграции атомов в расплаве вследствие образования сравнительно крепких связей атомов металла с примесями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cleri F., Rosato V. Tight-binding potentials for transition metals and alloys // *Physical Review B*. – 1993. – V.48, №1. – P. 22–33.
2. Poletaev G.M., Zorya I.V., Rakitin R.Y., Iliina M.A. Interatomic potentials for describing impurity atoms of light elements in fcc metals // *Materials Physics and Mechanics*. – 2019. – V.42, №4. – P. 380–388.
3. Мажукин В.И., Шапранов А.В., Пережигин В.Е., Королева О.Н., Мажукин А.В. Кинетические стадии плавления и кристаллизации сильно перегретых и переохлажденных металлов // *Математическое моделирование*. – 2016. – Т.28, №12. С. 83–94.

4. Poletaev G.M., Zorya I.V., Rakitin R.Y., Iliina M.A., Starostenkov M.D. Effect of carbon and oxygen impurity atoms on the migration rate of tilt boundaries in fcc metals: a molecular dynamics simulation // Letters on Materials. – 2019. – V.9, No.4. – P. 391–394.

Лукьященко Елизавета Олеговна, студент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»;

Зоря Ирина Васильевна, кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой теплогазоводоснабжения, водоотведения и вентиляции Сибирского государственного индустриального университета (г. Новокузнецк);

Полетаев Геннадий Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Высшая математика и математическое моделирование» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СКОЛЬЖЕНИЯ ДИСЛОКАЦИИ В НИКЕЛЕ В УСЛОВИЯХ НАЛИЧИЯ ПРИМЕСНЫХ АТОМОВ УГЛЕРОДА

А.Е. Мурач, И.В. Зоря, Г.М. Полетаев

Атомы углерода активно взаимодействуют с дислокациями и границами зерен в металлах, в связи с чем они существенно влияют на их механические свойства. Энергия связи примесных атомов углерода с дислокациями положительна, т.е. атомам углерода энергетически выгодно объединяться с дислокациями. Закрепляясь на дислокациях, атомы углерода образуют, так называемые, атмосферы Коттрелла, наличие которых приводит к существенному торможению дислокаций, охрупчиванию металла, потере пластичности [1, 2]. Образование атмосфер Коттрелла является также причиной старения металлических изделий, особенно находящихся в условиях длительной статической деформации [3].

Настоящая работа посвящена исследованию с помощью молекулярно-динамического моделирования скорости скольжения краевой дислокации в никеле в зависимости от концентрации примесных атомов углерода.

Моделирование проводилось с помощью метода молекулярной динамики. Расчетная ячейка (рис. 1) содержала около 25000 атомов. Взаимодействия атомов никеля друг с другом описывались с помощью потенциала Клери-Росато [4]. Для описания взаимодействий примесных атомов С, N, О с атомами металлов и атомов примесей друг с другом использовались потенциалы Морзе из работы [5]. Примесные атомы углерода вводились случайно по всему объему расчетной ячейки. Концентрация примесей варьировалась от 0 до 10 at. %.

В настоящей работе для моделирования краевой дислокации в ГЦК металле использовалась расчетная ячейка в форме параллелепипеда (рис. 1). Вдоль осей X и Y были введены периодические граничные условия. Снизу и сверху расчетного блока атомы вблизи границы оставались относительно друг друга неподвижными (жесткие граничные условия). Плоскость скольжения дислокации XY соответствовала плоскости {111}. Дислокация вводилась с помощью сжатия верхней части расчетного блока (1 на рис. 1) и растяжения нижней (2 на рис. 1) вдоль оси Y на одно межатомное расстояние.

Сдвиг дислокации инициировался в модели путем приложения сил к атомам в верхней серой области на рис. 1 в направлении $[10\bar{1}]$, то есть вдоль плоскости XY. Область, окрашенная в серый цвет, в процессе компьютерного эксперимента перемещалась как одно целое.

Скорость смещения одной части кристалла (1 на рис. 1) по отношению к другой (2 на рис. 1) определялась с помощью графиков зависимости смещения верхней части от времени компьютерного эксперимента. Примеры графиков изображены на рис. 2. Видно, что эта зависимость в большинстве случаев линейная, что говорит о постоянстве скорости сдвига верхней части кристалла относительно нижней. Осцилляции, которые присутствуют на графике при касательном напряжении 20 МПа (рис. 2а), характерны только для сравнительно небольших напряжений. На рис. 2б имеются два участка с разными скоростями сдвига. Дан-

ные изгибы иногда наблюдались при моделировании сдвига в расчетных ячейках, содержащих примесные атомы.

При малых касательных напряжениях (несколько десятков МПа) было замечено, что скорость скольжения дислокаций в чистых металлах снижается с ростом температуры, что, по-видимому, объясняется влиянием тепловых колебаний атомов. При более высоких значениях напряжений, порядка 1-2 ГПа, напротив, наблюдался рост скорости дислокаций с ростом температуры.

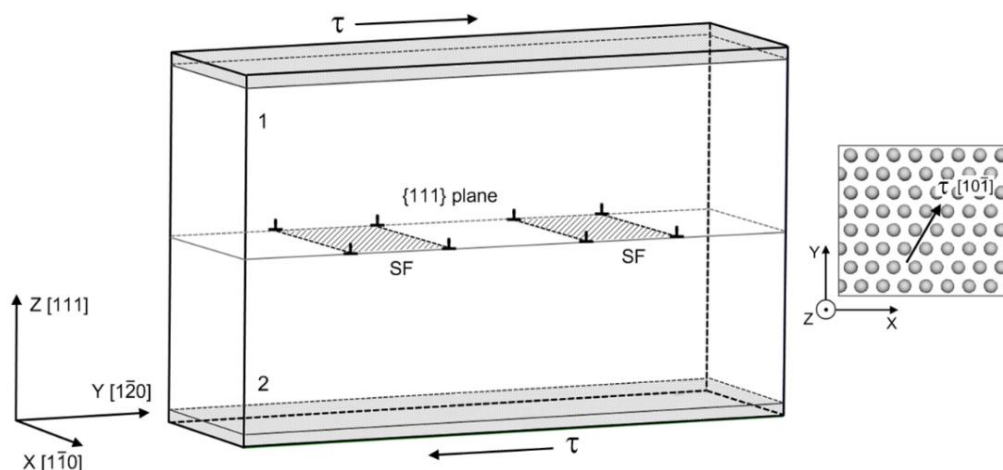


Рисунок 1 – Две пары частичных дислокаций, разделенных дефектами упаковки (SF)

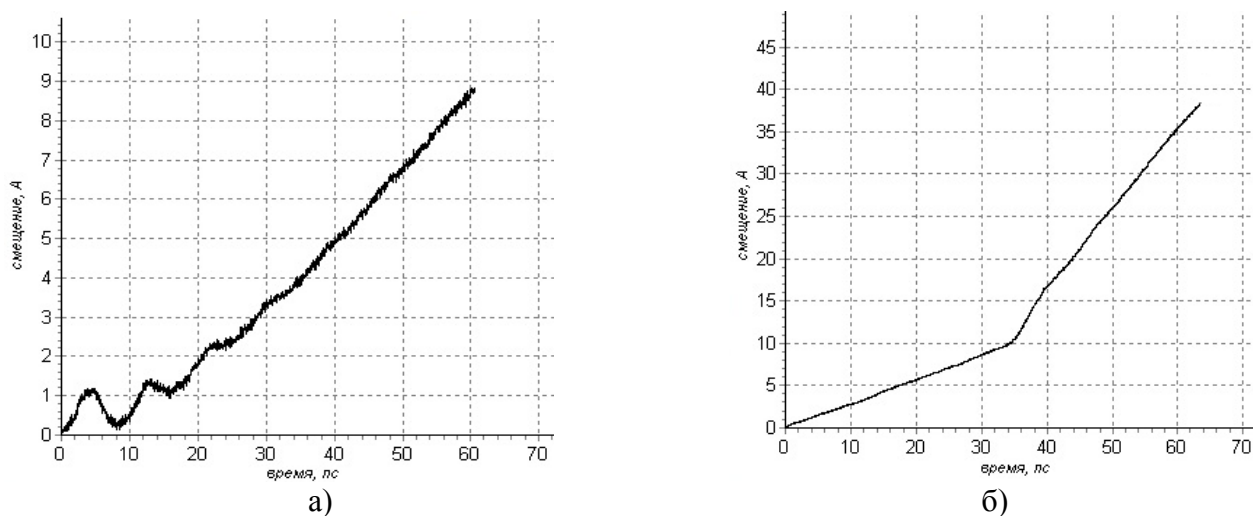


Рисунок 2 – Примеры графиков зависимости смещения верхней жестко закрепленной части расчетного блока от времени компьютерного эксперимента: а) в чистом Ni при напряжении 20 МПа при температуре 300 К; б) в Ni, содержащем 1% атомов углерода, при напряжении 2000 МПа при температуре 300 К

На рис. 3 приведена зависимость скорости сдвига от концентрации примесных атомов углерода при касательном напряжении 2000 МПа. Согласно полученной зависимости, примесные атомы существенно снижают скорость дислокаций: при введении 10 ат.% атомов углерода скорость скольжения дислокации снижалась почти в два раза.

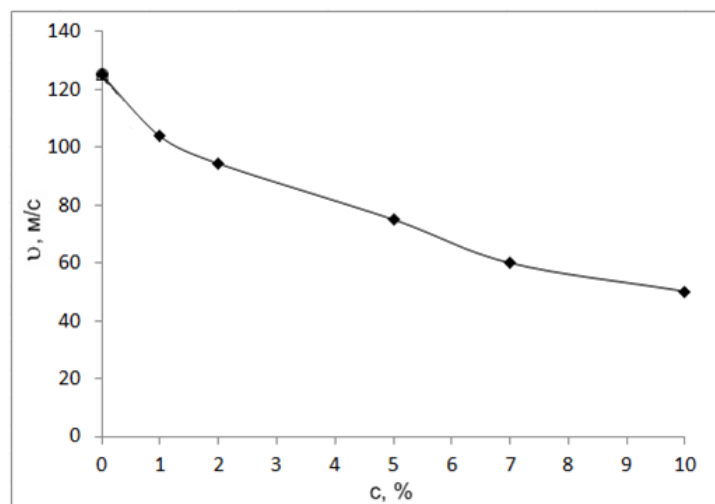


Рисунок 3 – Зависимость скорости скольжения дислокации в Ni от концентрации примесных атомов углерода при температуре 300 К и касательном напряжении 2000 МПа

Таким образом, в настоящей работе с помощью метода молекулярной динамики проведено исследование влияния температуры, касательного напряжения и концентрации примесных атомов углерода на скорость скольжения краевой дислокации в никеле. При малых касательных напряжениях (несколько десятков МПа) скорость сдвига частичных дислокаций в чистом никеле снижалась с ростом температуры, что, по-видимому, объясняется влиянием тепловых колебаний атомов. При более высоких значениях напряжений скорость сдвига возрастала с ростом температуры. Введение примесных атомов приводило к существенному замедлению скольжения дислокаций. При введении 10 ат.% атомов углерода скорость скольжения дислокации снижалась почти в два раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Goldschmidt H.J. Interstitial Alloys. – London: Butterworths, 1967. – 640 p.
2. Фридель Ж. Дислокации. – М.: Мир, 1967. – 660 с.
3. Clouet E., Garruchet S., Nguyen H., Perez M., Becquart C.S. Dislocation interaction with C in α -Fe: A comparison between atomic simulations and elasticity theory // Acta Materialia. – 2008. – P. 3450–3460.
4. Cleri F., Rosato V. Tight-binding potentials for transition metals and alloys // Physical Review B. – 1993. – V.48, №1. – P. 22–33.
5. Poletaev G.M., Zorya I.V., Rakitin R.Y., Iliina M.A. Interatomic potentials for describing impurity atoms of light elements in fcc metals // Materials Physics and Mechanics. – 2019. – V.42, №4. – P. 380–388.

Мурач Александр Евгеньевич, магистрант ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»;

Зоря Ирина Васильевна, кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой теплогазоводоснабжения, водоотведения и вентиляции Сибирского государственного индустриального университета (г. Новокузнецк);

Полетаев Геннадий Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Высшая математика и математическое моделирование» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».

ПОДСЕКЦИЯ «ИННОВАТИКА»

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЕ ОЧКОВ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

Д.С. Белов, С.В. Новоселов

Очки дополненной реальности – устройство, которое обладает большим потенциалом. Они могут быть применены почти во всех сферах общества. В статье рассмотрена связь очков дополненной реальности с сферой образования. Очки дополненной реальности способны привнести новые возможности тем самым устранить недостатки существующей системы, а также улучшить ее.

Ключевые слова: очки дополненной реальности, сфера образования, дополненная реальность.

Очки дополненной реальности (ОДР) – это устройство для предоставления информации пользователю, путем формирования дополненной реальности, и выполнения множество других функций. Дополненная реальность — это среда, в реальном времени дополняющая физический мир, каким мы его видим, цифровыми данными с помощью каких-либо устройств [1]. Преимущество очков в том, что руки всегда свободны и готовы к работе, а информация постоянно находится перед глазами. Данная технология позволяет выполнять работу любой сложности в различных условиях без необходимости отвлекаться на дополнительные приборы, или другие источники информации, которые иногда невозможно установить в пределах рабочей зоны.

С технологической точки зрения ОДР имеет ряд сложностей. Наиболее технологически сложным элементом этой системы, является устройство передачи и формирования видео изображения, которое будет восприниматься как дополненная реальность. Принцип передачи видео информации работает за счет того, что на микро-мониторе появляется изображение, и с помощью специальной системы отражающих поверхностей изображение доставляется до линзы очков. На линзе находится полужеркальное полотно, которое и позволяет четко видеть изображение с микро-монитора не препятствуя взгляду. Принцип передачи видео информации показан на рисунке 1.

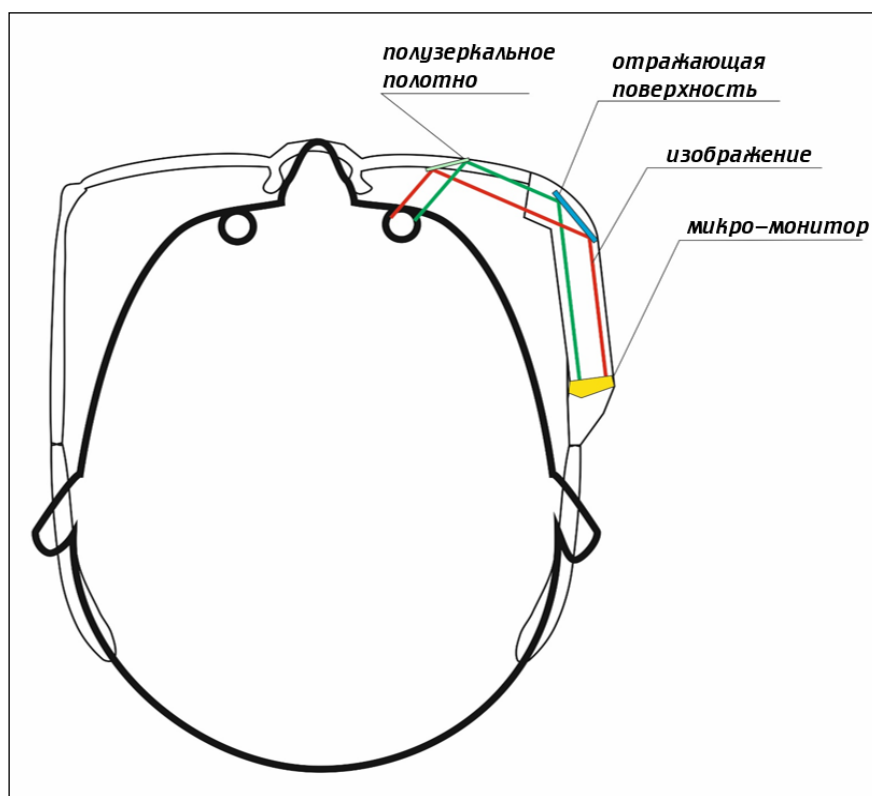


Рисунок 1 – Схема передачи видео информации

Данная технология формирования изображения имеет большой потенциал для дальнейшего изучения. Так, используя разные оптические схемы можно добиться разного размера изображения, при использовании одного и того же экрана. Так же технология имеет множество недостатков, одним из наиболее значимых является то, что формируемое изображение воспринимается, как изображение на расстоянии 15см от глаза, это может вызвать проблемы с фокусировкой на дополненной реальности. Второй по значимости проблемой является, то что при смещении очков относительно зрачка или смещения заушной дуги относительно линзы, возможна частичная или полная потеря изображения.

Не смотря на технологические сложности ОДР имеет большой потенциал применения в различных сферах деятельности, это обусловлено большим набором функций, в этот список входят как привычные нам (воспроизведение аудио, возможность делать видео и фото съемку), так и совершенно новые (возможность создавать дополненную реальность), которые с помощью других устройств невозможно достичь.

Образование одна из важнейших сфер общества. В течение всей жизни мы взаимодействуем с разными отраслями образования, начиная от дошкольных учреждений и заканчивая специализированными курсами повышения квалификации. Технологическое развитие общества на прямую связано с развитием сферы образования, это означает, что хорошо развитое общество не может существовать без качественно сформированной системы образования. Результатом системы является высоко квалифицированный специалист способный взаимодействовать в своей сфере деятельности согласно мировым тенденциям.

Рассмотрим сферу образования на примере подготовки специалиста, это связано с тем, что в связи с активным развитием товаров с использованием наукоемких технологий, при разработке и изготовлении которых требуется большое количество квалифицированных специалистов на всех стадиях производственного цикла, начиная от стадии фундаментальных исследований до стадии коммерциализации и послепродажного обслуживания. Отсюда возникает проблема кадров, а именно нехватка качественно подготовленных специалистов.

Исследования, проведенные «Национальной Лабораторией Обучения в Бефел штан Мэин» показывают, что во время лекций усвояемость знаний составляет 5%, при чтении усвояемость составляет 10%, при изучении путем практических занятий составляет 75% [2]. Основываясь на этих данных было принято решение, что стоит обращать большее внимания на практические занятия, т.к. являются одними из наиболее эффективных методов обучения.

Порядок проведения практических занятий как правило одинаковый на всех стадиях подготовки специалиста:

1. Теория. Преподаватель проводит лекцию по теоретической части;
2. Тест. Проводится опрос по пройденному материалу;
3. Постановка цели. Объявляются и объясняются цели, задачи по выполнению практического задания;
4. Методология. Объясняется ход проведения работ, по необходимости предоставляется методическое указание;
5. Выполнение работы. Студент приступает к выполнению практического задания;
6. Проверка. Проводится проверка правильности выполнения задач и достижения цели;
7. Анализ ошибок.

При выполнении шестого и седьмого пункта могут возникнуть трудности, связанные с тем, что преподаватель не всегда может следить за выполнением работы в течении всего времени, это приводит к тому, что часто после нахождения ошибок, нет возможности точно определить их причину и обратить на нее внимание, для устранения возможности повторения ее в будущем. Студент в свою очередь не способен запомнить все действия, которые он выполнял в течении всей работы.

Данный недостаток можно решить путем применения очков дополненной реальности. Известно, что в одной из функций ОДР является возможность записи видео, а именно в очки

встроена широкоугольная камера, которая позволяет в последующем при необходимости изучить действия студента и выявить все допущенные ошибки во время выполнения работы. И в дальнейшем снизить повторение этих ошибок в будущем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. AR — Дополненная Реальность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/419437/>
2. Метод обучения и пирамида Дейла [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nitforyou.com/metodped/>

Новоселов Сергей Владимирович, научный руководитель, д.т.н., профессор кафедры «Механика и Инноватика» ФГБОУ «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: novoselov_sv@mail.ru

Белов Дмитрий Сергеевич, студент направления «Инноватика», Факультет специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: d.belov.2012@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА БАЗЕ ПЕРЕДВИЖНОЙ ЛАБОРАТОРИИ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

М.Д. Бровкина, С.В. Новоселов

В статье изложено влияние электромагнитных излучений как на человека, так и на окружающую среду в целом. Рассмотрены необходимость и возможности исследования электромагнитного загрязнения на базе передвижной лаборатории комплексного мониторинга окружающей среды.

Ключевые слова: экология, окружающая среда, электромагнитное излучение, электромагнитное загрязнение, передвижная лаборатория, мониторинг окружающей среды.

Передвижная лаборатория – мобильный аналитический комплекс с возможностью проведения оперативной работы в заданной точке местности и выполнения задач, таких как автоматизированное измерение концентрации загрязнения веществ в атмосферном воздухе, контроль метеопараметров, контроль уровня шума, радиации и электромагнитного излучения, экспресс-анализ физико-химических параметров воды, контроль источников выбросов и утечек природного газа [1].

В рамках инновационного проекта разработана мобильная лаборатория комплексного экологического мониторинга в условиях Алтайского края, предназначенная на решение проблемы резкого ухудшения экологической ситуации в крае, защиты природной среды и создание безопасной и комфортной среды проживания, работы и отдыха граждан [2]. Лаборатория имеет отличительную особенность – проведение экспресс-анализа оценки состояния основных показателей: загрязнение атмосферного воздуха, водных объектов, состояние почвы и грунта, измерение уровня шума, радиации и электромагнитного излучения.

Научно-технический прогресс улучшил качество жизни людей, но привел к загрязнению и ухудшению состояния окружающей среды. Грязная вода, смог, отравление почвы и другие факторы вызывают болезни и необратимые генетические изменения как в организме человека, так и в животном и растительном мире. Но настоящей угрозой стали не выхлопные газы автомобилей и заводских дымоходов, а электромагнитное загрязнение.

На данный период в промышленности используются приборы, работающие от электроэнергии, а в бытовой жизни – электротехника. Это значительно повысило интенсивность излучения. В результате любой прибор, работающий на электроэнергии, является источником электромагнитного загрязнения [3].

По-другому электромагнитное загрязнение можно назвать электромагнитным смогом. Источниками электросмога могут являться электротранспорт, линии электропередач, элек-

тропроводка, бытовые электроприборы, теле- и радиостанции, спутниковая и сотовая связь (рисунок 1). Он распространяется как на открытых пространствах, так и в помещениях [3].

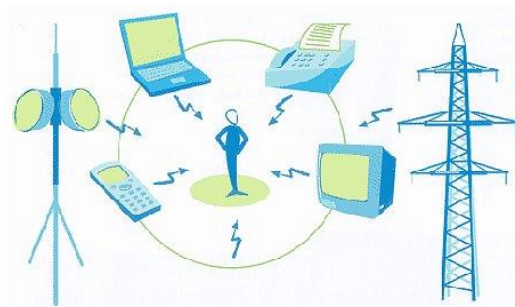


Рисунок 1 – Источники электромагнитного излучения

Донести важность негативного влияния электромагнитного излучения на окружающую среду и на человека – актуальная на данный период задача. Опасность ЭМИ (электромагнитного излучения) заключается в том, что оно не имеет ни запаха, ни цвета, его невозможно почувствовать, но имеет большую проникающую силу. Высоковольтные волны обладают высоким вредом, чем длинные. Так, длительное нахождение в зоне высоковольтных волн вызывает головные боли, бессонницу, стрессовые состояния. ЭМИ активно влияет так же на иммунитет, кровеносные сосуды, сердце, эндокринные железы и нервную систему человека.

Окружающая среда не остается без влияния излучения. Так, электромагнитные волны изменяют свойства воды с последующими функциональными нарушениями, приостанавливают регенерацию тканей растений и животных, что влечет смертность и развитие мутации, изменяют функциональность стеблей, плодов и цветов. У животных растет агрессия, страдает центральная нервная система.

На данный период существуют множество методов защиты от ЭМИ, но грамотное информирование об опасности влияния остается незамеченным.

Изучая многочисленные приборы исследования и обнаружения электромагнитных излучений, планируется на базе передвижной лаборатории комплексного экологического мониторинга использовать прибор – индикатор электромагнитного поля СОЭКС Импульс (рисунок 2). Прибор, помимо способности обнаружения зон с повышенными электромагнитными полями, имеет возможность определения направленности электромагнитного поля [4].



Рисунок 2 – Индикатор электромагнитного поля СОЭКС Импульс

К массовому ухудшению экологии привела недооценка последствий электромагнитного загрязнения. На данный период времени в России предельно допустимые нормы ЭМИ не установлены. Это подразумевает необходимость в проведении постоянного электромагнитного мониторинга окружающей среды. Целью такого мониторинга является контроль над теми процессами в жизни общества, которые могут получить развитие в период активного ввода в действие новых систем и устройств, генерирующих электромагнитное излучение [3].

Таким образом, проблема электромагнитного загрязнения должна быть подвергнута широкой огласке и требовать быстрых и эффективных решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Луканин В.Н. Промышленно-транспортная экология: учеб. Пособие / В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко – М: Высш. шк., 2001.
2. Наука и молодежь [Электронный ресурс] : материалы XVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (22-26 апреля 2019 года, г. Барнаул) / АлтГТУ им. И.И. Ползунова. – Электрон. текстовые дан. – Барнаул Изд-во АлтГТУ, 2019. – Т.1. – Режим доступа: https://journal.altstu.ru/konf_2019/2019_1/16/.
3. Мигалёв И.Е. Автоматизированный контроль электромагнитных излучений в технологиях АПК: диссертация / И.Е. Мигалёв, А.А. Сошников – Барнаул: Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2018.
4. СОЭКС индикатор электромагнитных полей Импульс [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://soeks.ru/catalog/impuls>, свободный.
5. Актуальные проблемы производственной и экологической безопасности. / Под редакцией д.т.н., профессора А.А. Мельберт / Российский союз научных и инженерных организаций, АлтГТУ им. И.И. Ползунова. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2011.

Новоселов Сергей Владимирович, научный руководитель, д.т.н., профессор кафедры «Механика и Инноватика» ФГБОУ «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: novoselov_sv@mail.ru

Бровкина Мария Дмитриевна, студент направления «Инноватика», Факультет специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: b.mariyad@yandex.ru

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МОЗАИЧНОГО ПАННО С ПОМОЩЬЮ СТАНКА С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Л.А. Бухтоярова, С.В. Новоселов

Создание мозаичного панно является востребованным как элемент художественно оформления культурно-значимых объектов или помещений быта. Основной проблемой создания и приобретения таких декоративных элементов является долгий срок изготовления и высокая себестоимость при ручной выкладке. В статье предлагается применение роботизированного аппарата – фрезерного станка с числовым программным управлением. Представлен способ автоматизации процесса выкладки мозаичного панно. Обозначены преимущества автоматизированного процесса выкладки мозаичного панно в сравнении с ручной выкладкой.

Ключевые слова: декоративное мозаичное панно, станок с числовым программным управлением, фрезерный станок, элемент декора интерьера.

В качестве декорирования помещений быта и архитектурных сооружений часто используют художественные изделия в виде мозаичного панно. При изготовлении вручную данный вид работы является долгим, монотонным и требует усидчивости от исполнителя.

Автоматизация процесса выкладывания панно на подготовленную поверхность является перспективным путем решения проблемы. Для решения данной задачи можно использовать фрезерный станок с числовым программным управлением со специальным устройством, позволяющим производить захват элементов мозаики с последующим их расположением в заданную позицию, определенную заранее при программировании.

Объект исследования – процесс производства вариантных мозаичных панно. Предметом исследования является разработка технологии производства мозаичного панно с использованием станка с числовым программным управлением (ЧПУ).

Цель работы – создание модели технико-технологического решения и организационно-экономического решения плана производства мозаичного панно с помощью станка с ЧПУ.

Выдвинута гипотеза, что разработка технологии создания мозаичного панно с помощью ЧПУ станка способствует подъему общекультурного уровня граждан, что говорит о большом социальном эффекте.

Мозаика – это декоративно-прикладное и монументальное искусство разных жанров, произведения которого подразумевают формирование изображения посредством компоновки, набора и закрепления на поверхности цветных камней, смальты, керамических плиток и других материалов [1].

Известны различные способы производства мозаичных панно: использовании технологии гидроабразивной резки, лазерная и плазменная резка, а также механическая обработка. Из перечисленных технологий создания мозаичных панно наиболее перспективным является фрезерная резка – она позволяет создавать объемные полотна, что открывает новые грани в дизайне помещений.

Изделия индивидуального производства требуют не малые трудовые и временные затраты со стороны изготовителя. Для облегчения процесса выкладывания мозаичного панно на резиновую подложку имеющую сетчатую структуру, предлагается использовать фрезерный станок с ЧПУ. Способ автоматизации процесса выкладывания мозаичного панно представлен на рисунке 1.

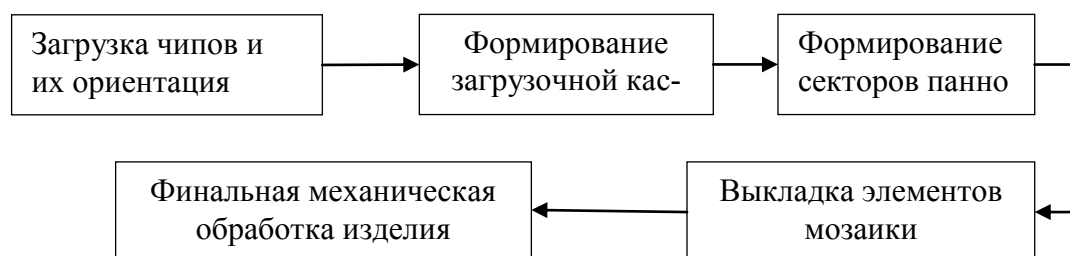


Рисунок 1 – Схема способа автоматизации процесса выкладывания мозаичного панно

Применение роботизированного аппарата позволяет значительно сократить время выкладки мозаичного панно за счет автоматизации процесса, снизить себестоимость продукции и увеличить эффективность работы в единицу времени. Кроме того, использование станка с ЧПУ повысит ровность выкладывания элементов панно.

Это достигается тем, что вместо ручной разработки чертежей используется специализированная CAD-CAM система, которая позволяет проектировать высокохудожественные изделия.

Рассматриваемый фрезерный станок может работать с мозаикой размером чипа 10 X 10 мм., 15 X 15 мм., 20 X 20 мм, разными по форме и высоте мозаичными плитками – ровными, выпуклыми, вогнутыми. Важно чтобы они были одинакового размера и гладкими, например, можно комбинировать плитку квадратную, круглую, овальную, ромб, между собой — таким образом, создавая рельефность картины. Кроме того, возможна комбинация разного материала мозаики — керамика, камень, железо, стекло, гладкая глина и другое.

Основные потребители мозаичного панно – люди, желающие сделать необычный подарок или оформить необычным способом интерьер своего жилища. В качестве инновационного продукта предлагается мозаичное панно выкладки станком ЧПУ стоимостью 6 400 рублей за 1 м². Стоимость аналога – мозаичного панно ручной выкладки достигает 25 000 рублей за 1 м².

Изучены возможности для производства и вывода на рынок новации – оборудование и часть материалов необходимо заказывать из других регионов России, некоторые ресурсы для производства продукта находятся в пределах Алтайского края, квалификации специалистов достаточно для освоения технологии данного продукта.

Таким образом, производство мозаичного панно, с использованием фрезерного станка с числовым программным управлением является перспективной альтернативой мозаичного

панно ручной выкладки за счет снижения времени на выкладку изделия, себестоимости и увеличения эффективности работы в единицу времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мозаика из камня [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geo.web.ru/mindraw/azm1.htm>
2. Теоретическая инноватика: научно-инновационная деятельность и управление инновациями: учебное пособие / С. В. Новосёлов, Л. А. Маюрникова. – ГИОРД 2017.
3. Синкенкес Дж. Руководство по обработке драгоценных и поделочных камней, М.изд-во «Мир», 1998.
4. Бесчастнов Н.П. Художественный язык орнамента: Учебное пособие для вузов. – М.: ВЛАДОС, 2010. – 335 с; 32 с. ил.
5. Белицкая Э.И. Художественная обработка цветного камня, М., Легкая и пищевая промышленность, 1983.
6. Культин Н.Б. Инструменты управления проектами: Project Expert и Microsoft Project. / Н.Б. Культин - СПб: БХВ - Петербург, 2009. - 160 с.
7. Робот-Мозаик.Ру [Электронный ресурс] // Мозаика Режим доступа: <http://robot-mosaic.com/items.html>

Новоселов Сергей Владимирович, научный руководитель, д.т.н., профессор кафедры «Механика и Инноватика» ФГБОУ «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: novoselov_sv@mail.ru

Бухтоярова Лариса Андреевна, студентка направления «Инноватика», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», телефон: 8-903-911-59-88.

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

К.С. Вассев, Н.В. Котенева

В данной статье рассматриваются варианты условия выбора стратегических альтернатив при разработке производственной стратегии на примере предприятий машиностроительного комплекса. Также особое внимание уделяется разработке творческим коллективом синтезированной стратегии, которая в зависимости от возможностей предприятия позволит долгосрочно конкурировать на рынке.

Ключевые слова: стратегические альтернативы, производственная стратегия, машиностроительный комплекс, рыночные отношения,

Актуальность данной работы обусловлена тем, что в усложняющемся со временем процессе рыночных отношений важно предусматривать предстоящие перемены, разумно оценивать и ориентироваться в них, разрабатывать стратегию стабилизации и развития предприятия, преодоления отрицательных факторов развивающегося рынка[1].

В 21 веке почти каждое машиностроительное предприятие нуждается в технической модернизации, в обеспечении высококласным оборудованием, в этой связи они придают разработке своей производственной политике стратегическую направленность, включая в разрабатываемые стратегии организационно-технические и социальные вопросы.

Если в будущих планах машиностроительного предприятия отсутствует стратегия развития, то такую программу можно считать малоэффективной. Таким образом, необходим обширный объективный анализ текущих процессов, которые происходят как на рыночном пространстве, так и внутри предприятия, для того, чтобы верно и подробно оценить возможности производства, разработать и реализовать надежные и эффективные способы развития[3].

Анализируя внешние угрозы и новые возможности, приведя в соответствие с ними внутреннюю структуру, руководящий состав предприятия может приступить к выбору стратегии. Выбор стратегии – важнейший момент стратегического управления[4][1].

Альтернативность - принципиальный подход в формировании стратегии. Поскольку внешняя среда в рыночной экономике многообразна и динамична, присутствует разнообразие выбора. Таким образом, разработка конкретной стратегии сводится к выбору нескольких стратегических альтернатив из определенного множества.

Стратегические альтернативы - это набор стратегий, которые соответствуют миссии и цели компании с учетом базовой стратегии. Каждая альтернатива характеризуется возможностями и ограничениями и имеет конкретный результат. Стратегические альтернативы дают возможность предприятию достигнуть поставленных целей.

Каждая отдельная стратегическая альтернатива предопределяет разные возможности и характеризуется разными затратами и результатами.

На основании миссии и цели, а также результатов анализа внешней и внутренней среды, определяются возможные пути достижения целей при реализации выявленных возможностей[4].

Различают четыре типа основных стратегических альтернатив :

1. Ограниченный рост
2. Рост
3. Сокращение
4. Комбинирование

Стратегии ограниченного роста наиболее распространены, ее используют большее количество организаций. Она характеризуется установлением целей от ранее достигнутого. Такая стратегия используется в отраслях промышленности с постоянной технологией, обычно, когда предприятие удовлетворено своим положением. Организации используют данную альтернативу так как, она является самой простой и связана с меньшими рисками.

Рост - стратегия достигается путем постоянного повышения уровня краткосрочных и долгосрочных целей над уровнем показателей предыдущего периода деятельности. Она применяется в быстро развивающихся областях промышленности с быстро изменяющимися технологиями. Рост может быть внутренним и внешним. Внутренний рост может повышаться за счет расширения ассортимента товаров и услуг. Внешний рост проявляется, например, в приобретении или поглощении сопряженных организаций. Очевидной формой роста является слияние корпораций[1].

Сокращение – используется реже остальных и носит название стратегии последнего средства. Уровень назначенных целей снижается ниже уровня достигнутого ранее.

Комбинирование – это объединение любых из трех описанных стратегий. Этой стратегии придерживаются в основном крупные организации, работающие одновременно в нескольких отраслях [4].

После того как руководство рассмотрит имеющиеся стратегические альтернативы, оно обращается к конкретной производственной стратегии.

Производственная стратегия — это составляющая корпоративной стратегии, представленная в виде долгосрочной программы конкретных действий по созданию и реализации продукта организации. Она связана с разработкой и реализацией основных направлений деятельности предприятия в области выпуска продукции.

В сфере производства стратегические решения принимаются по данным направлениям:

1. сосредоточение производственных мощностей;
2. использование производственного персонала;
3. управление качеством продукции;
4. развитие производственной инфраструктуры;

5. организация взаимоотношений с поставщиками и другими партнерами;
6. управление производством;

Типы производственных стратегий

1. Базовая стратегия производства;
2. Стратегия размещения производства;
3. Стратегия организации производства.

Сущность базовой стратегии производства заключается в балансе производственных мощностей рабочей силы, а также объема выпускаемой продукции. При – разработке данной стратегии предусматриваются:

- технико-технологический уровень производственного процесса и способы его модернизации;
- уровень квалификации и обеспеченности производственного процесса трудовыми ресурсами;
- возможности быстрой перенастройки оборудования и другие действия, которые связаны с возможными изменениями структуры, объема и сроков выполнения заказов.

Выделяют три альтернативы базовой производственной стратегии:

1. Полное удовлетворение спроса – предприятие производит такое количество продукции, которое требуется на рынке. При этом, запасы минимальны, а затраты на изготовление могут быть высокими из-за постоянного изменения объема выпуска.
2. Производство по среднему уровню спроса - суть состоит в том, что происходит накопление запасов продукции при падении спроса, и за счет этих запасов удовлетворяется возросший спрос на рынке.
3. Производство продукции по нижнему уровню спроса – в этом случае недостающие на рынке товары производят предприятия партнеры либо конкуренты[2][3].

Стратегия размещения производства формируется для крупных организаций, имеющих развитую внутреннюю специализацию и кооперацию. Она связана с выбором места изготовления комплектующих и сборки готовой продукции. При разработке стратегии размещения необходимо учитывать как экономические, так и географические факторы. Главными из них являются:

- расстояние между филиалами и связанные с этим транспортные расходы;
- наличие высококвалифицированных сотрудников;
- наличие источников сырья и рынков сбыта;

Стоит отметить, что современный подход к разработке стратегии производства признает необходимость «ориентации на потребителя». При данном методе объем выпуска, ассортимент, качество и сроки поставки планируются исходя из прогнозов потребностей будущих пользователей этими товарами, поставки производятся в необходимом количестве и в установленное время.

Чтобы предприятие длительное время могло конкурировать, ему необходимо иметь долгосрочный план. Такой план должен содержать долгосрочные цели организации, понимание рыночных отношений и способность дифференцировать предприятие от конкурентов. Производственная стратегия играет важную роль в выборе методов наилучшего использования ресурсов. Основное назначение предприятия характеризуется цепочкой «производство —потребитель». Стратегия предприятия состоит в предоставлении продуктов для удовлетворения основных потребностей потребителей, посредством исполнения своей производственной функции. Стратегическим решением является определение того какие именно потребности берутся в качестве цели деятельности организации.

Успех машиностроительному комплексу может обеспечить только творческое объединение специалистов, способных генерировать позитивные элементы, которые содержатся в разных стратегиях.

Производственная стратегия на предприятиях машиностроения разрабатывается с учетом индивидуальных отраслевых особенностей и пониманием огромной значимости данной отрасли для экономики страны и необходимости конкурирования с мировыми производителями[3].

На конечном этапе, а именно реализации стратегии возникает большое количество проблем, так как осуществляется переход от проектирования к практике управления, столкновение с реальностью, которая всегда разнообразнее любых планов. Процесс проектирования требует определенного времени, в течение которого могут произойти такие изменения в среде существования предприятия, что планы могут устареть еще до начала реализации. Стратегическое управление является непрерывным процессом. После того как стратегии разработаны и вступили в работу, необходимо отслеживать и производить в определенные периоды оценку их реализации. Важным аспектом при этом является выбор необходимых критериев, которые определяют, насколько удачно выбрана стратегия с точки зрения стратегического анализа[2][1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ стратегического планирования на предприятиях машиностроения РФ. Научная статья / А.О. Егорова 2014.
2. Токарев Е. Н. Теоретические основы формирования производственной стратегии предприятия // Молодой ученый. — 2019. — №1. — С. 84-106. — URL <https://moluch.ru/archive/239/55288/> (дата обращения: 28.03.2020).
3. УДК Шишкин И.А. Производственная стратегия предприятия: учеб. пособие / И.А. Шишкин. Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет». 2015.
4. Библиотека студента[электронный ресурс] // Стратегические альтернативы. Условия реализации стратегии URL: <https://www.30n.ru/2/11.htm> (дата обращения: 28.03.2020).

Котенева Наталья Владимировна, научный руководитель, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: rjhjydbbhec09@yandex.ru

Васев Константин Сергеевич, студент группы Ин-71 71 ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail vassevkostia@bk.ru

МОДЕЛЬ РАЗРАБОТКИ МЕТОДА ЗАЩИТЫ ЛЕСА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭНТОМОФАГА СНОУИОІА СUNEА ОТ ВРЕДИТЕЛЯ ШЕЛКОПРЯДА-МОНАШЕНКИ

С.А. Вотинова, С.В. Новоселов

В процессе проведенного исследования было найдено решение проблемы нанесения вреда химическими средствами при обработке леса от вредителя шелкопряда-монашенки. Представленный метод является профилактическим и полностью безопасным для окружающей среды.

Ключевые слова: шелкопряд-монашенка, вредитель, биологический метод защиты, энтомофаг.

История развития мира показывает цикличность, на данный момент общество начинает понимать, что отстранение от природы и нескончаемое пользование ограниченными благами природы – это неправильный путь. Культура общества начала развиваться, появились сообщества по защите окружающей среды и по изучению влияния разных факторов на флору и фауну. Так, выяснилось, что химическая обработка леса от вредителей носит в себе негативный характер: в почве и растениях накапливаются химические элементы, что в последствие приводит к гибели растений и ухудшению здоровья животных. Вредители леса наносят большой ущерб, поэтому необходимо найти другой способ борьбы с ними.

Рассмотрим вредителя шелкопряда-монашенку, очаги возгорания которого появляются наиболее часто по России. Шелкопряд-монашенка повреждает сосну, ель; частично, пихту, лиственницу и кедр. Из лиственных древесных и кустарниковых пород - осину, березу, иву, рябину и другие.

Актуальность темы защиты леса от шелкопряда-монашенки обусловлена регулярным появлением вредителя в лесах, с 1970 по 2019 года. Территория заражения вредителем варьировалась от 840 гектар до 80, 6 тысячи гектар и, к сожалению, не планомерно, предсказать увеличение или уменьшение численности вредителя через 3-5 лет сложно. За последние пять лет (таблица 1) произошел скачок численности вредителя от 88 797 тысяч до 1 711 758 за год (2015) и наоборот прироста численности не было (2018).

Таблица 1 –Статистические данные количества вредителя шелкопряда-монашенки за последние пять лет

Год	На начало года	Появилось в течение года	Всего
2015	88 797	135 112	1 711 758
2016	155 441	3 592	15 058
2017	15 058	1133	2 763
2018	4 304	-	4022
2019	4026	-	3809

Очаг шелкопряда-монашенки в Алтайском крае был выявлен в 2014 году на площади 840 га. В 2015 году в лесах края продолжился рост численности вредителей. В течение вегетационного периода произошло резкое увеличение площади поврежденных насаждений, более чем в 3 раза, вспышка массового размножения вредителей приняла пандемический характер.

В 2016 году в 15 районах Алтайского края возникли очаги массового размножения шелкопряда-монашенки. Быстрое размножение насекомых произошло из-за аномально теплой зимы.

Целью исследования является разработка инновационного проекта по предотвращению массового размножения и распространения вредителя шелкопряда-монашенки; профилактика лесных насаждений от вредителя.

В соответствии с целью работы выделены следующие задачи:

- структурировать и проанализировать существующую базу знаний по теме сохранения леса от фитофагов в Алтае;
- изучить теоретические положения, необходимые для разработки инновационного проекта;
- разработать способ решения или разрешения проблемы и выделить его преимущества в сравнении с методами, применяемыми на данный момент;
- смоделировать план производства в программном продукте «Project Expert»;
- проанализировать полученные результаты и внести поправки.

На данный момент есть разрешенные не только химические, но и биологические препараты (лепидоцид, битоксибациллин и т.д.). Применение каждого имеет свои особенности, но во всех случаях для применения этих препаратов необходимо полное покрытие крон деревьев рабочим составом и ожидание результата от поедания уже обработанных листьев (хвои) [1].

По стоимости наиболее выгоден химический способ обработки, но при его применении происходит иммиграция птиц в лесу и лес остается без природного энтомофага.

Чаще всего при применении биопрепарата и химической обработки пользуются авиационным методом, где захватывается большая площадь, чем нужно, это ведет за собой необоснованное негативное влияние на здоровые деревья и полезных насекомых.

Существуют также и другие методы защиты от вредителя, например, физико-механические. К ним относятся соскабливание кладок яиц, накладывание клеевых колец на деревья и т.д. Недостатком колец, кроме постоянной замены колец, на новые, является то, что к ним прилипают не только вредители, но и полезные насекомые – пчелы, шмели, божьи коровки.

Разработанным подходом к устранению проблемы является биологический метод защиты леса от шелкопряда-монашенки, основанный на применении энтомофага *Chouioia cunea*. В целом метод является безопасным для окружающей системы, так как применяются только биоматериал, не влияющий на полезных насекомых и других энтомофагов. При применении энтомофага, вероятность того, что вредитель будет уничтожен, больше, чем при обработке авиационным методом. У энтомофага высокая поисковая способность, особь поднимается вверх на крону, а также может углубляться в подстилку на глубину 20 см и там искать вредителя. Каждая особь откладывает около 500 яиц и может заразить несколько куколок шелкопряда-монашенки, то есть, обеспечено целенаправленное воздействие на вредителя [2]. Биологический метод превосходит и физико-механические методы защиты по меньшему объему работы, так как для предотвращения распространения вредителя необходимо выпустить в места заражения определенное количество энтомофага, а не уничтожать личинки вручную. Но выращивание энтомофага следует проводить заранее. На стадии зарождения и распространения шелкопряда-монашенки метод защиты леса с применением энтомофага наиболее рационален.

Выпускать энтомофага необходимо в период, когда половина популяции вредителя находится в фазе куколки. Контейнеры с биоматериалом размещают на высоте груди – на стволах - с помощью крепления канцелярскими кнопками, а также на ветвях и в дуплах деревьев. Выпуск следует проводить из расчета: 1 самка паразитоида - на 1 куколку фитофага. Энтомофаг поедает куколки вредителя, предотвращая его развитие на следующий год [3].

Биологический метод защиты леса с применением энтомофага является разрешением проблемы по борьбе с вредителями, с учетом полного сохранения окружающей среды.

Моделирование процесса выращивания и последующего предоставления защиты леса в виде услуги в программном продукте «Project Expert» показывает, что инновационный проект окупаем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Максимова Ю.В. Биологические методы защиты леса: учебное пособие. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2014. – 172 с
2. Технология массового разведения и применения энтомопаразитоида *Chouioia cunea* Сергбеве Ю. А., Зароринсюгй А. А., Долмонего С. О. Технология массового разведения и применения энтомопаразитоида *chouioia cunea*. - Пушкино : ВНИИЛМ, 2015. -24 с.
3. ГОСТ Р 57073-2016: Биологические средства защиты леса. Энтомофаги. Общие требования к процессу лабораторного производства.
4. Теоретическая инноватика: научно-инновационная деятельность и управление инновациями: учеб. пособие / С. В. Новоселов, Л. А. Маюрникова. – СПб.: ГИОРД, 2017. — 416 с.

Новоселов Сергей Владимирович, научный руководитель, д.т.н., профессор кафедры «Механика и Инноватика» ФГБОУ «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: novoselov_sv@mail.ru

Вотинова Светлана Алексеевна, студентка направления «Инноватика», Факультет специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ДОБАВКОЙ, ПЕРЕРАБОТАННОЙ КУЛЬТУРОЙ СОРГО

А.А. Гданова, С.В. Новоселов

В работе представлена модель формирования производства хлебобулочных изделий с добавкой, переработанной культурой Сорго. Для жителей Алтайского края проблемой является дефицит витаминов и минералов. Для решения данной проблемы был разработан новый пищевой продукт хлебобулочные изделия с добавкой, переработанной культурой Сорго. Культура Сорго, не традиционная для нашего региона и в сравнении с другими культурами имеет преимущества, произрастает в Африке и обладает большим запасом витаминов и минералов. В работе разработано технико-технологическое, организационно-экономическое описание нового продукта. Разработана модель и система управления инновационного проекта и предприятия. Производство нового пищевого продукта хлебобулочные изделия с добавлением культуры Сорго позволит частично восполнить дефицит витаминов и минералов.

Ключевые слова: инноватика, инновационный проект, питание, пищевые продукты, хлебобулочные изделия, культура Сорго, витамины, минералы.

Питание является одной из самых важных и глобальных сфер в жизни человека. Витамины и минералы необходимы для осуществления жизненно важных биохимических и физиологических процессов в организме человека. Нехватка витаминов и минералов оказывает пагубное влияние на весь организм в целом. В последние годы все острее встает проблема дефицита витаминов и минералов у жителей Алтайского края.

Процесс инновационного развития предполагает создание новых технологий, товаров или услуг, которые имеют лучшие показатели качества, потребительские свойства в сравнении с аналогами и прототипами. Показатели качества определяются конкурентными преимуществами, а для их достижения необходимо организовать процесс управления на основе системы наука и образование, производство, рынок в определенных граничных условиях.

Несмотря на достаточно значительное количество разработок в данной области, восполнение дефицита витаминов и микроэлементов достигается лишь потреблением добавок. Доступны они не для всех групп населения, а также содержат достаточно большие концентрации витаминов и предлагаются потребителю без учета индивидуальных особенностей организма.

В связи с этим необходима разработка новых пищевых продуктов, которые будут способны удовлетворять потребность витаминов и минералов для любой группы населения, вне зависимости от возраста и сферы профессии, и при этом по доступной ценовой категории. К таким продуктам можно отнести наиболее часто употребляемые продукты, хлеб и хлебобулочные изделия, т.к. они составляют значительную долю в рационе питания.

Таким образом, актуальным становится моделирование инновационного проекта для производства хлебобулочных изделий с добавлением, переработанной культурой Сорго, способных частично восполнить дефицит витаминов и микроэлементов у населения Алтайского края, тем самым повысив уровень жизни населения.

Культура Сорго, не традиционная для нашего региона и в сравнении с другими культурами имеет преимущества, произрастает в Африке и имеет множество полезных витаминов и минералов. Сорго, это культура – однолетка, которая имеет широкую популярность за счет, минимальных требований к уходу, неприхотливостью к местам произрастания, высоким жизнеспособным показателям и высокой урожайностью. Сорго обладает отличительной особенностью, растение при повышении температуры до критических отметок и недостатке влаги останавливает свой рост, на несколько месяцев, а при восстановление погодных условий дает стабильный и быстрый рост. Тем самым, показывая наилучшие, среди зерновых культур, способности к выживанию. В мировом производстве, сорго занимает пятое место среди сельскохозяйственных культур. [2]

Сорго – культура, обладающая как биологическим, так и хозяйственным достоинствами.

К хозяйственным достоинствам относится:

- высокая и стабильная урожайность;
- солевыносливость;
- исключительная засухоустойчивость.

К биологическим достоинствам относятся:

- ценный набор витаминов (РР, В, Н, Е, С, холин);
- микроэлементы: кальций, цинк, калий, магний, медь, кремний, железо, йод, натрий, хром, фосфор, кобальт, алюминий.

При регулярном употреблении, культура сорго оказывает благоприятное воздействие на организм человека. Заключается это воздействие в следующем:

- Стимуляция работы мозга;
- Стимуляция работы сердечной мышцы;
- Тонизирование мышц;
- Нормализация обмена веществ;
- Укрепление костных тканей;
- Стабилизация уровня кислорода в крови, уровня глюкозы и холестерина;
- Стимуляция аппетита;
- Защита организма от воздействия токсинов.

Еще одно из достоинств данной культуры является то, что урожайность сорго намного превосходит урожайность культуры ячмень.

В состав зерна сорго входят 12-15 % протеина, около 75 % крахмала и 3,5 – 4,5 % жира. Сорго отличается высоким содержанием макро- и микроэлементов. В составе зёрен сорго содержится в 4 раза больше калия, в 1,3 раза – магния и в 1,5 раза - кальция, чем в зерне кукурузы.

Процесс производство добавки культуры Сорго в хлебобулочные изделия производится путем измельчения культуры Сорго в порошок и далее добавление в тесто будущих хлебобулочных изделий.

Для выращивания и измельчения в порошок культуры сорго используются семена гибридного сорго. Семена сорго перед посевом должны быть обработаны инсектицидными (против проволочника), а также фунгицидными (против корневой гнили и головни) протравителями. Посев сорго может проводится любой сеялкой, как зерновой, так и пропашной.

Убранное зерно сорго необходимо просушить до состояния влажности в 14%. Далее зерно дробиться молотковыми дробилками, до измельчения в 95%. Полученный порошок добавляю в тесто будущего хлебобулочного изделия по стандартам качества производства в нужных пропорциях. [3]

Для обоснования необходимости разработки нового пищевого продукта исследован рынок продукции, с добавкой культуры Сорго, проведена оценка потребительского спроса. Выявлено, что потребитель не осознает потребность в новом продукте, потребительский спрос отсутствует, а, следовательно, появляется необходимость в формировании у потребителя ценности к новому продукту. Потребительская ценность может сформироваться посредством написания статей, проведения рекламных акций, конференций и лекций для жителей Алтайского края, после чего будет сформирован потребительский спрос.

В качестве алгоритма для проведения научно-исследовательских работ разработана схема инновационного исследования с алгоритмическим описанием всех этапов проведения исследований, рекомендаций для реализации инновационного проекта.

В процессе разработки инновационного проекта изучены и применены такие инструменты, как методика когнитивного моделирования новшества в условиях НИД, метод семикратного поиска, морфологический анализ.

Для моделирования проекта использован программный продукт Project Expert. Анализ результатов моделирования деятельности предприятия показал рентабельность данного

предприятия. Проект имеет средний срок окупаемости и не требует дополнительных вложений.

Для продвижения новшества на рынок разработан комплекс мер на основе морфологического анализа, а также разработана модель создания пищевого продукта, которая включает в себя подготовку специалистов для реализации идеи, разработку технико-технологического образа, организационно-экономического образа, создание нормативно-правовой базы, оформление интеллектуальной собственности и апробацию продукта.

Для оценки вероятности возникновения риска использован метод экспертных оценок. После ранжирования оценок, выделены риски, вероятность возникновения которых наиболее высока:

1. Риски, связанные с разглашением информации об инновационном проекте.
2. Риск отсутствия потребительских предпочтений у покупателей.
3. Повышение стоимости сырья.
4. Длительные сроки восприятия потребителями нового пищевого продукта – увеличение сроков окупаемости проекта.

Для управления рисками и снижения вероятности их появления разработаны рекомендации на основе традиционных мер по снижению рисков в инновационных проектах.

Для реализации инновационного проекта разработаны рекомендации, также разработаны рекомендации для принятия управленческих решений.

Таким образом, производство нового пищевого продукта хлебобулочные изделия с добавлением культуры Сорго позволит частично восполнить дефицит витаминов и минералов, такие хлебобулочные изделия доступны для всех групп населения, так как продукт производится без изменения технологического процесса и оборудования, стоимость продукта не повышается. Употребление такого пищевого продукта приведет к хорошей работе организма человека, а также улучшению качества жизни у населения Алтайского края.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новоселов, С.В. Разработка основных положений инновационного проекта: учебное пособие для выполнения курсового проекта для студентов направления 220600 «Инноватика» по дисциплине «Управление инновационными проектами»/ АлтГТУ им. И.И. Ползунова. - Барнаул, 2012. – 122 с.
2. Ребезов, М.Б. О возможности обогащения хлебобулочных изделий Функциональными ингредиентами / М.Б. Ребезов, Н.Л. Наумова, М.Ю. Кофанова, Н.В. Выдрина, А.В. Демидов // ISSN 2074-9414. Техника и технология пищевых производств. 2012. № 1 ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет»
3. Метлина, Г.В. и др. Продуктивность и энергетическая эффективность возделывания сортов сорго зернового //Зерновое хозяйство России. – 2016. – №. 3. – С. 54-57.
4. Федеральный институт промышленной собственности [Электронный ресурс] /. – Электронные текстовые дан. – Режим доступа: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1545026544746

Новоселов Сергей Владимирович, научный руководитель, д.т.н., профессор кафедры «Механика и Инноватика» ФГБОУ «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: novoselov_sv@mail.ru

Гданова Арина Алимовна, студентка направления «Инноватика», Факультет специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: gdanova.arina@yandex.ru

ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ ПОСЕЛЕНИЙ ГОРОДСКОГО ТИПА ПРИ ПОМОЩИ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛИ НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ

Е.А. Иванова, С.В. Новоселов

Рассмотрено применение мини теплоэлектроцентрали на природном газе, как альтернатива угольной котельной. Интеграция систем управления температурой в жилых помещениях, взаимодействия с данными прогноза погоды и системы управления автоматизированной теплоэлектроцентралью повышает ее маневренность и открывает доступ к прогнозированию ряда параметров.

Ключевые слова: энергоснабжение, теплоэлектроцентраль, автоматизация, загрязнение окружающей среды, терморегулятор.

В последние десятилетия Россия и другие страны ставят перед собой задачи по улучшению экологического состояния окружающей среды. Приоритетными направлениями в современной энергетике являются снижение содержания вредных веществ в выбросах в атмосферу, а также повышение энергоэффективности генерирующего оборудования. Кроме того, автоматизация во всех отраслях промышленности также занимает ведущее место, обеспечивая удобство как производителей, так и потребителей товаров и услуг.

На территории России высокая доля функционирующих теплоэлектростанций (ТЭС) с морально устаревшим оборудованием, которые с годами все сильнее загрязняют окружающую среду. Только в 2020 году планируется заменить около 16% всех мощностей страны [1]. Малые объекты теплоэнергетического комплекса также испытывают острую необходимость в модернизации технологического оборудования. Согласно опросу всероссийского центра изучения общественного мнения от 2019 года, около 40% россиян не удовлетворены услугами жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), что подтверждает актуальность выбранной темы исследования [3].

Наиболее экологичным топливом для энергоустановок является природный газ. Однако, многие угольные, дизельные котельные продолжают свою деятельность, несмотря на доступ к альтернативному топливу. Оксиды азота, диоксид серы, летучая зола, шлак и другие опасные продукты сгорания угля/мазута, негативно воздействуют на здоровье человека.

Для решения исследуемой проблемы можно рассмотреть альтернативу устаревшим угольным котельным – автоматизированной мини-теплоэлектроцентрали (мини-ТЭЦ) на газопоршневом (ГПУ) или газотурбинном (ГТУ) оборудовании, на природном газе. Комбинированное производства тепла и электричества повышает общий коэффициент полезного действия (КПД), понижается количество вредных выбросов.

Объектом исследования является энергоэффективное оборудование малых мощностей для поселений городского типа. Предметом исследования – обеспечение населения качественной энергией с возможностью индивидуального температурного контроля, при помощи полностью автоматизированной мини-ТЭЦ, реагирующей на изменение температуры окружающей среды.

Целью данной работы является разработка основных положений проекта, по предоставлению услуг снабжения, монтажа и пуско-наладке оборудования для автоматизированной мини-ТЭЦ для поселений городского типа, в заданных граничных условиях.

Мини теплоэлектроцентрали обладают мощностями до 25МВт. Широкий ассортимент оборудования помогает подобрать оптимальные характеристики для многих вариантов их эксплуатации. В рамках проекта были рассмотрены варианты с ГТУ, ГПУ, так как основным потребителем тепла и электричества являются жители многоквартирных домов. Нагрузки такого плана характеризуются неравномерностью. Для достижения максимального КПД необходима полная загрузка оборудования. Снижение периода окупаемости мини-ТЭЦ можно достичь при дополнительном подключении производств, с относительно стабильной нагрузкой.

Полная автоматизация мини-ТЭЦ предполагает дистанционный мониторинг состояния установки. Интегрирование данных прогноза погоды позволит своевременно реагировать на температурные изменения окружающей среды. Помимо этого, планируется установка

приборов дистанционного учета отопления и регулирования температуры в помещении у каждого конечного потребителя. При накоплении соответствующих данных о пользовательских предпочтениях появляется возможность прогнозирования спроса, что также повысит эффективность эксплуатации мини-ТЭЦ.

Микроконтроллеры, терморегуляторы применяются для регулирования подачи тепла в жилое помещение. Они используются потребителем как для экономии потребления тепловой энергии, так и для создания комфортных температурных условий проживания. Существует проблема ухудшения качества отопления, в связи с существенным снижением температуры в соседней квартире (в целях экономии). Кроме того, температура в жилом помещении как ниже, так и выше нормы может нанести ущерб человеческому здоровью. В связи с этим, согласно стандарту, было принято выбрать следующий диапазон температурного регулирования от 18°C до 25°C [2]. Существуют различные системы, оснащенные приборами дистанционного сбора показателей. Интересующими нас параметрами являются комнатная температура и установленная температура.

Для практического применения такого оборудования и систем необходимо соответствующее инженерное состояние зданий и других связанных систем, позволяющее произвести дальнейшую автоматизацию. Проект можно реализовать совместно с программой модернизации жилых помещений, а также в недавно построенных жилых комплексах. Комплекс предлагаемых мероприятий является дорогостоящим, поэтому основным источником его финансирования – государственные программы. Еще одним вариантом реализации проекта могут быть элитные строения или новые жилые комплексы, нуждающиеся в энергоснабжении, но не имеющие возможности подключения к централизованным электросетям, отсутствия свободной электрической мощности и/или большие затраты на подключение (строительство) линий электропередач, чем строительство мини-ТЭЦ. В таком случае, стоимость реализации проекта закладывается в стоимость площади жилья.

Деятельностью предприятия, в рамках проекта, является оказание комплекса услуг по доставке, монтажу, пуско-наладке оборудования (блочно-модульной мини-ТЭЦ, счетчиков отопления с индивидуальным температурным контролем, а также сопутствующих систем управления и оборудования).

Реализация рассмотренного комплекса оборудования повысит уровень жизни населения, за счет улучшения экологического состояния окружающей среды, повышения качества генерируемой энергии, а также комфорта проживания, за счет возможности дистанционного изменения температурных параметров. Применение интеллектуальных систем в автоматизированной мини-ТЭЦ, в частности, реагирование на температурные изменения окружающей среды, получение данных о температурных предпочтениях конечных потребителей, повысит маневренность энергоустановки, позволит экономить топливные ресурсы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Министерство энергетики Российской Федерации. Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/13784>
2. ГОСТ Р 51617-2000. Государственный стандарт Российской Федерации. Жилищно-коммунальные услуги. Общие технические условия.», утвержденном Постановлением Госстандарта России от 19.06.2000 N 158-ст (в редакции от 22.07.2003года).
3. Всероссийский центр изучения общественного мнения (ВЦИОМ). Аналитический обзор. Режим доступа: <https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=9786>

Новоселов Сергей Владимирович, научный руководитель, д.т.н., профессор кафедры «Механика и Инноватика» ФГБОУ «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: novoselov_sv@mail.ru

Иванова Елена Андреевна, студентка направления «Инноватика», Факультет специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ СЪЕДОБНОЙ ПОСУДЫ С ДОБАВКОЙ МИНОРНОГО ВЕЩЕСТВА

Л.С. Кропочева, С.В. Новоселов

В данной работе рассматривается проблема утилизации одноразовой пластиковой и бумажной посуды и возможное решение этой проблемы. Показана важность для потребителей создания нового пищевого продукта, обладающего лечебно-профилактическими свойствами. В качестве добавки предлагается применять амарантовую муку, содержащую в составе больше белка, чем другие зерновые культуры. Рассмотрена возможность производства в Алтайском крае съедобной посуды.

Ключевые слова: здоровое питание, съедобная посуда, экологическая культура населения, съедобный материал, загрязнение окружающей среды, минорные вещества.

Ежедневно человечество приобретает пластиковые изделия в качестве одноразовой посуды для пищи. Одноразовая пластиковая и бумажная посуда часто используется на отдыхе, праздниках, в кофейных аппаратах и предприятиях общественного питания.

Широкое распространение одноразовой пластиковой посуды создает проблему ее утилизации. Одним из основных видов отрицательного воздействия одноразовой пластиковой и бумажной посуды являются загрязнение окружающей среды, вред для здоровья человека и вымирание морских обитателей [1]. Такая посуда забивает канализационные системы городов, загрязняет почву, атмосферу, прибрежные зоны и воды океана, нанося урон окружающей среде. В мусорных пятнах запутываются и погибают огромное количество животных и птиц.

Одноразовая посуда изготавливается из самых опасных видов пластика: поливинилхлорид, полистирол, поликарбонат, полипропилен, полиэтилен и полиэтилентерефталат [2]. Некоторые виды полимерной посуды не подлежат нагреву, однако не каждый потребитель задумывается и изучает марку и состав пластиковой посуды.

В России ежегодно используется 41 миллиард одноразовых стаканчиков для кофе. Изделия из пластмассы используются несколько минут, а сразу после потребления оказываются мусором и загрязняют сушу и водоемы на срок от 10 до 100 лет. Более 100 миллионов тонн мусора, в том числе одноразовая пластиковая посуда и упаковка попадает в «Большое тихоокеанское мусорное пятно», которое представляет опасность для всего живого на земле.

Для решения исследуемой проблемы можно рассматривать альтернативу в виде съедобной посуды, которая изготавливается из разных ингредиентов. Съедобные тарелки, ложки, кружки оказывают благотворное влияние на окружающую среду. Время разложения в природе пищевых продуктов менее двух месяцев. Съедобная посуда в отличие от пластиковой полезна для человека. Такая посуда в зависимости от состава служит полноценным перекусом, десертом или хлебом.

Объектом исследования является вариантное решение разработки и производства съедобной посуды на основе разных пищевых продуктов. Предмет исследования – разработка и практическое применение съедобного стакана с добавкой минорного вещества.

Целью данной работы является разработка основных положений инновационного проекта по разработке и применению съедобного стакана с добавкой минорного вещества. Выдвинута гипотеза – процесс формирования на рынке съедобной посуды с добавкой минорного растительного вещества снижает попадание пластика в окружающую среду и обеспечивает дополнительное поступление полезных микроэлементов в организм человека.

Известен опыт создания съедобной посуды на основе вариантных технологий и разного состава изделий: агар-агар, кукурузная мука, фруктовое пюре, зерновые отруби, мука сорго, рисовая мука и др. В качестве пластификаторов добавляют пектин, клетчатку, карбоксиметилцеллюлозу и другие вещества, которые придают столовым приборам прочность, эластичность, газопроницаемость, влагопроницаемость, растворимость, антимикробные свойства и вкусовые качества [3].

На кафедре «Технология и организация общественного питания» факультета пищевых производств ФГБОУ ВО "Самарский государственный технический университет" ведутся

разработки по созданию технологии производства съедобной упаковки и посуды. В 2018 году ученые СамГТУ получили три патента на следующие технологии: способ производства съедобных пленок из яблочного сырья; способ производства двойных съедобных пленок с использованием в одном слое яблочного слоя и альгината натрия; способ производства двойных съедобных пленок из яблочного сырья [4].

Производство съедобной посуды налажено в г. Санкт-Петербург «Nyam Cup», г. Краснодар «Cookie Cup», г. Стрелитамак «Первые съедобные ложки» и других городах под франшизой перечисленных предприятий.

За прототип принят патент № 188313 «Съедобная емкость для пищевых продуктов», недостатком которого является низкое содержание нутриентов в съедобной посуде и не удобная конфигурация посуды [5].

Многочисленные исследования показывают, что восполнить недостаток необходимых макро- и микронутриентах в организме человека за счет привычного рациона невозможно [6]. Возникает необходимость повысить биологическую ценность изделия и содержание микро- макроэлементов. Натуральной добавкой к съедобной посуде, изготовленной на основе технологии хлебобулочных изделий, может стать минорное растительное вещество.

Минорные компоненты пищи – природные компоненты пищи установленной химической структуры, присутствующие в пище в миллиграммах и микрограммах, играющие важную и доказанную роль в адаптационных реакциях организма и поддержании здоровья, и являющиеся незаменимыми [7].

В целях обогащения хлебобулочных изделий в состав добавляют минорные растительные вещества. В рамках выполняемого инновационного исследования предлагается разработка съедобной посуды на основе технологии производства хлебобулочных изделий с обогащением амарантовой мукой. Амарантовая мука содержит больше белка, чем другие зерновые культуры. Семена амаранта содержат в среднем 14% белка, 60-62% крахмала, 5,8-9,7% жира и 3,9-16,5% пищевых волокон [8]. Доказано, что сквален, содержащийся в составе амарантовой муки не только насыщает ткани и органы организма кислородом и повышает иммунную систему, но и полезен для профилактики опухолевых заболеваний [9].

Проводились эксперименты по разработке рецептуры съедобной посуды (рисунок 1). Опытный образец выдерживал горячие и холодные температуры и не размокал на протяжении 50 минут, плотность посуды позволяла держать стакан в руках. На вкус съедобный стакан был сладковатый с ореховым



Рисунок 1 – Исследуемый образец «Съедобный стакан с применением амарантовой муки»

Съедобная посуда не требует переработки, её можно принять в пищу или выбросить, где произойдет процесс распада органических отходов на устойчивые простые соединения. Использование съедобной посуды позволит сократить нанесение ущерба окружающей среде в связи с неиспользованием пластика и позволит экономить ресурсы, т.к. не требует использование воды и моющих химических средств.

Организация производства съедобной посуды с применением минорных веществ и в условиях Алтайского края возможна как на существующих предприятиях общественного питания, так и на новом предприятии. Такого производства съедобной посуды в Алтайском

крае нет. В регионе есть все необходимые ресурсы для реализации инновационного проекта по созданию и внедрению съедобной посуды на рынок.

Потребительский спрос можно ожидать высоким за счет отсутствия конкуренции. Возможны риски и угрозы из-за малой осведомленности потребителя о новом товаре, поэтому необходимо сформировать спрос у потребителей, проводя соответствующие маркетинговые мероприятия с целью ознакомления их с нововведением и формированием экологической культуры населения.

Таким образом, разработаны основные положения инновационного проекта по теме «Разработка и применение съедобной посуды с добавкой минорного вещества». Разработка съедобной посуды и формирование производства в Алтайском крае позволит решить проблему утилизации одноразовой пластиковой и бумажной посуды. Процесс формирования на рынке съедобной посуды с применением минорного растительного сырья приведет к повышению качества жизни населения в связи с улучшением экологической ситуации и созданию нового хлебобулочного изделия, обладающего лечебно-профилактическими свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белокурова Е.В., Солохин С.А. Одноразовая пластиковая посуда - опасность для окружающей среды и здоровья человека // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2014. №1 (5). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/odnorazovaya-plastikovaya-posuda-opasnost-dlya-okruzhayuschey-sredy-i-zdorovya-cheloveka>.
2. Легонькова О.А., Сухарева Л.А. Тысяча и один полимер от биостойких до биоразлагаемых. – М.: РадиоСофт, 2004.
3. Савицкая, Т. А. Съедобные пленки и покрытия: помощь человека окружающей среде или новый продукт питания? / Т. А. Савицкая, Е. А. Готина, Хуо По // Біялогія і хімія. Сер., "У дапамогу педагогу". - 2014. - № 6. - С. 3-9.
4. В Политехе разрабатывают одноразовую съедобную посуду [Электронный ресурс] / САМАРСКИЙ ПОЛИТЕХ. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://samgtu.ru/news/view/v-politex-razrabatyvayut-odnorazovuyu-sedobnuyu-posudu>
5. Пат. 188313, РФ. Съедобная емкость для пищевых продуктов / В. И. Кривко // Бюл. – 2019. – № 10
6. Спиричев, В.Б. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами – надежный путь оптимизации их потребления / В.Б. Спиричев, В.В. Трихина, В.М. Поздняковский // Ползуновский вестник. – 2012. – № 2/2. – С.9-15
7. Шаззо А. А. и др. Использование нетрадиционного растительного сырья при производстве хлебобулочных изделий функционального назначения //Новые технологии. – 2010. – №. 2.
8. Изучение биохимического состава зерна амаранта. [Электронный ресурс] // Высшее образование. – Режим доступа: http://vuzirossii.ru/publ/izuchenie_biokhimicheskogo_sostava_zerna_amaranta_na_osnove_syrya_vetnama/39-1-0-2664
9. Шаззо, Р. И. Пищевая ценность и физиологически функциональные свойства БАД из нетрадиционного растительного сырья [Текст]/ Шаззо Р. И. [и др.]. //Новые технологии. - 2012. - Вып. 2. - С. 66-68.
10. Новоселов С.В. Теоретическая инноватика: научно-инновационная деятельность и управление инновациями: учеб. пособие / С. В. Новоселов, Л. А. Маюрникова. – СПб.: ГИОРД, 2017. – С. 396...405.

Новоселов Сергей Владимирович, научный руководитель, д.т.н., профессор кафедры «Механика и Инноватика» ФГБОУ «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: novoselov_sv@mail.ru

Кропачева Любовь Сергеевна, студентка направления «Инноватика», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: kropachevals@mail.ru.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА МОДЕРНИЗАЦИИ СВИНОКОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

И.А. Комаров, С.В. Новоселов

В статье рассмотрена автоматизация производственных процессов свиноводства в условиях Алтайского края. Представлены пути повышения эффективности данной отрасли.

Ключевые слова: модернизация свиного комплекса, автоматизация промышленных процессов, агропромышленный комплекс, свиноводство.

Достижение устойчивого экономического роста, повышение качества жизни населения, обеспечение продовольственной безопасности страны являются глобальными проблемами российской экономики. Решение данных проблем возможно на основе инновационного развития отечественного аграрного сектора и, в том числе, животноводства.

Алтайский край – один из лидирующих регионов по производству зерна на территории РФ, входит с список лидеров по развитию отрасли животноводства и имеет большие перспективы и возможности для дальнейшего развития производства сельскохозяйственной продукции [1].

Агропромышленный комплекс (АПК) – одна из перспективных, высокоустойчивых и динамично развивающихся региональных отраслей экономики. С начала реализации национального проекта прирост валовой продукции сельского хозяйства превысил 30%. В сельскохозяйственных организациях, фермерском секторе регистрируется рост выручки, прибыли, объемов инвестиций в основной капитал, заработной платы [1].

Как отрасль животноводство в Алтайском крае является одним из структурообразующих элементов краевой экономики и занимает в валовой продукции в стоимостном выражении (с колебаниями по годам) от 40 до 50%. В структуре животноводства несколько отраслей: молочное и мясное скотоводство, свиноводство, овцеводство, птицеводство (яичное, бройлерное и ИПС), коневодство, пантовое оленеводство, звероводство, пчеловодство, рыбководство [1].

Свиноводство — одна из основных подотраслей животноводства в Алтайском крае. Свиноводство развивается практически во всех районах и природно-климатических зонах. Его развитие в Алтайском крае обусловлено наличием кормовой базы (собственное зерновое производство обеспечивает практически все компоненты рациона свиней), предприятий комбикормовой промышленности [2].

Главной целью автоматизации производственных процессов в свиноводстве является повышение их эффективности (рисунок 1), что реализуется путем снижения издержек и повышением производительности труда. При рассмотрении факторов, влияющих на нее, то их можно разделить на два блока. [3]

Первый блок — внутренние факторы, показатели, на которые может повлиять производитель свинины. В свою очередь второй блок содержит в себе внешние факторы, на которые производитель практически не может воздействовать. [3]

Для снижения себестоимости продукции за счет влияния на внутренние факторы производства актуально использование технологий автоматизации процессов выращивания свиней. К таким технологиям относятся системы племенного учета, автоматические раздатчики кормов, работающие в определенном цикле, системы микроклимата, влияющие на комфортное развитие свиней.

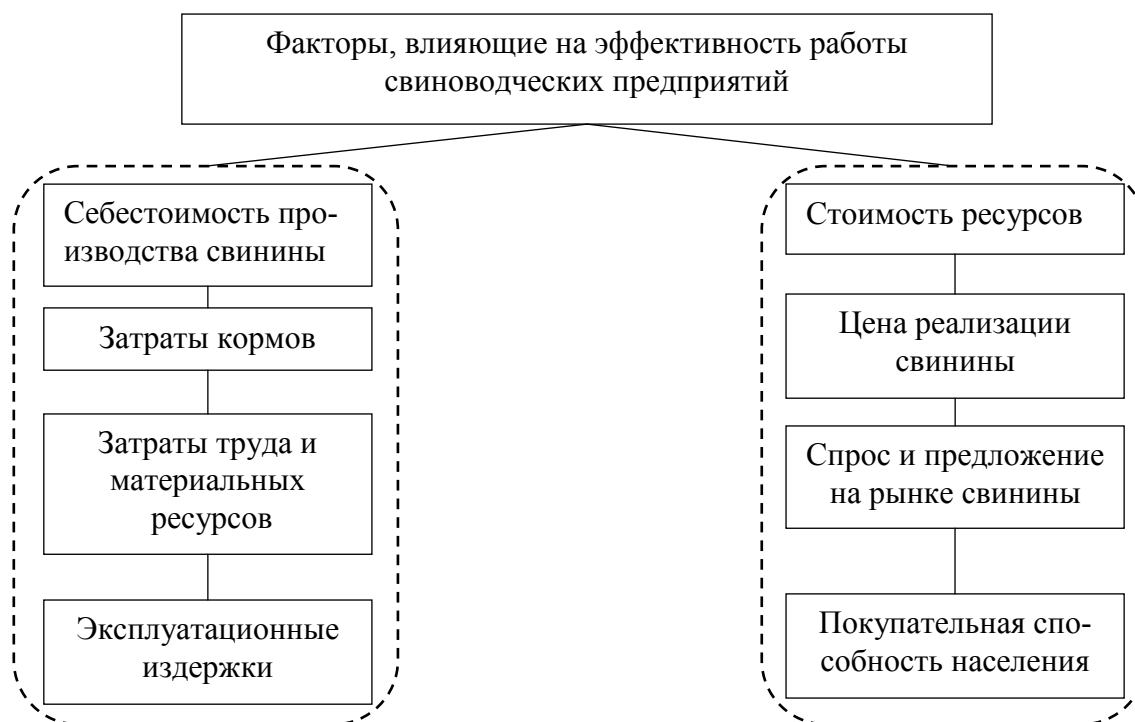


Рисунок 1 — Факторы, влияющие на эффективность производства свинины

В качестве системы племенного учета предлагается программный продукт «1С: Селекция в животноводстве. Свиноводство». Данное программное обеспечение позволяет автоматизировать основные процессы производственного цикла, такие как учет поголовья по головам и массе; учет животных по технологическим группам; учет свиноматок по репродуктивному циклу; учет кормовых и ветеринарных показателей. Также программный продукт позволяет рассчитать такие показатели как сохранность животных, количество дней кормления, процент оплодотворяемости и выхода на опорос. За счет контроля поголовья данное программное обеспечение позволяет реализовать поточную круглогодичную систему, избирать наиболее перспективные особи для дальнейшего разведения, основываясь не на личных наблюдениях, а на статистических показателях [4].

Применение систем кормления жидким кормом на территории Российской Федерации, и Алтайского края, в частности, может быть затруднительным в связи с температурным режимом в зимнее время. Поэтому выбрана шнековая система подачи сухого корма закрытого типа (рисунок 2). За счет того, что транспортер находится в замкнутом контуре, корм не взаимодействует с внешней средой, а гибкость такой системы (изгиб до 90°) позволяет размещать ее в зданиях любой конфигурации [5].

К основным достоинствам автоматизированной системы подачи сухого корма следует отнести экономичность и ресурсосбережение, значительное сокращение ручного труда, что прямо влияет на себестоимость продукции, простота эксплуатации, а также возможность производить кормление по расписанию.

Система навозоотведения серьезно влияет на микроклимат, а также уровень заболеваемости животных. Наименее затратным способом реализации системы навозоудаления является самотечная система, которая реализуется в свинарниках с щелевым полом, под которым находятся накопительные ванны, очищаемые раз в 14 дней. Данный процесс также подвержен автоматизации. Так как навоз удаляется за счет силы тяжести необходимо только реализовать управление затворными клапанами [5].

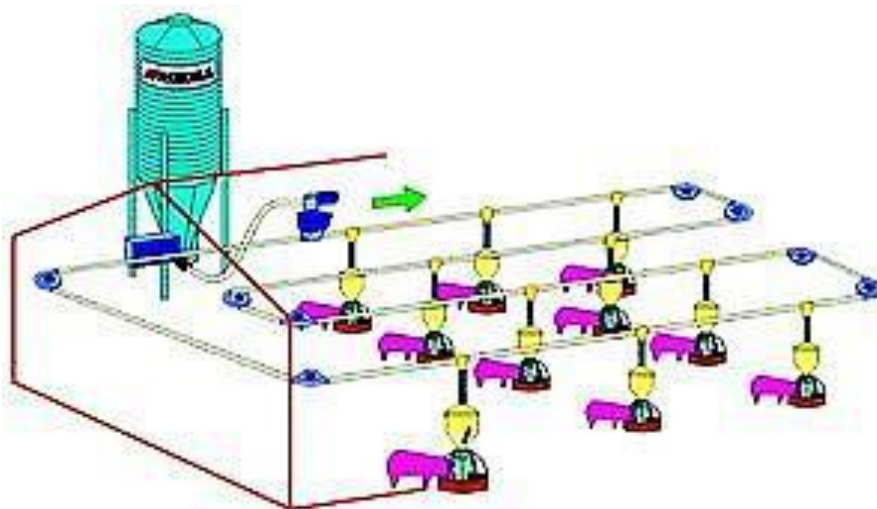


Рисунок 2 — Типичная схема транспортировки сухих комбикормов

Помимо рассмотренных выше элементов целесообразно в климатических условиях Российской Федерации внедрение автоматизированной системы микроклимата свиномкомплексов. Но в связи со сложным принципом работы, многоаспектностью системы, данный элемент не будет рассмотрен в данной статье.

Развитие животноводческой отрасли, минимизация себестоимости мясной продукции, является одним из важных аспектов в развитии Алтайского края. За счет высокого распространения свиноводческих ферм, не использующих в своем производственном процессе технологии, основанные на автоматизации производственных процессов, рассмотренные в статье инструменты повышения эффективности процесса выращивания свиней имеют высокую актуальности их рассмотрения и возможного внедрения в производственный процесс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт Алтайского края [Электронный ресурс] // Сельское хозяйство Алтайского края — Режим доступа: <https://www.altairregion22.ru/territory/agriculture/shAk/>
2. Министерство сельского хозяйства Алтайского края [Электронный ресурс] // Животноводство — Режим доступа: <http://www.altagro22.ru/apk/zhivotnovodstvo/>
3. Цой Л.М. Повышение эффективности производства свинины в России // Вестник ВНИИМЖ. 2019. №2 (34). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-effektivnosti-proizvodstva-svininy-v-rossii>
4. Абсалямов Дамир Сансызбаевич, Хасеиновталгат Маратович, Нардин Дмитрий Сергеевич Функциональные возможности программного продукта для племенного и товарного свиноводства «1С: Селекция в животноводстве. Свиноводство» // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2016. №1 (4). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/funktsionalnye-vozmozhnosti-programmnogo-produkta-dlya-plemennogo-i-tovarnogo-svinovodstva-1s-selektsiya-v-zhivotnovodstve>
5. Цой Л.М. Инновационные технологии и технические средства в свиноводстве // Вестник ВНИИМЖ. 2013. №4 (12). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-tehnologii-i-tehnicheskie-sredstva-v-svinovodstve>

Новоселов Сергей Владимирович, научный руководитель, д.т.н., профессор кафедры «Механика и Инноватика» ФГБОУ «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: novoselov_sv@mail.ru

Комаров Иван Алексеевич, студент направления «Инноватика», Факультет специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».

ФОРСАЙТ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ: ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ И ПРОБЛЕМЫ

И.А. Комаров, Н.В. Котенева

Одна из важнейших задач образовательного процесса в современных условиях, формировать умение, помогающее предвидеть современную технологическую структуру, смотреть в будущее. Форсайт технологии позволяют посредством различных действий, направленных на мышление и обсуждение, формировать образ будущего, определяя направление работы в долгосрочной перспективе. В данной статье рассматриваются возможности использования этой технологии к предметам естественнонаучного цикла.

Ключевые слова: образовательный процесс, форсайт технологии, творческий потенциал, естествознание.

XXI век ставит перед современным человеком множество разных задач, одна из которых заключается в противоречии – как обеспечить соответствие между потребностями и доступными ресурсами. Одной из проблем является начало гипотетического момента, после которого технический прогресс станет настолько быстрым и сложным, что станет недоступным для понимания. Подобные проблемы будущего неизбежно повлияют на понимание того, как подходить к процессу обучения сегодня [1].

Существующие методики и образовательные технологии обладают общей проблемой – отсутствием направленности на будущее. Образовательный процесс должен не только давать знания прошедших лет обучающимся, но и формировать умение, которое помогает прогнозировать, предвидеть современную технологическую структуру, думать дальше и смотреть в будущее. Такую возможность может предоставить технология Форсайта.

Форсайт технологии позволяют сформировать навык прогнозирования и предвидения в ходе обсуждения, позволяют в диалоге формировать образ будущего, как когда-то делали фантасты в своих произведениях. В данной статье рассматриваются возможности использования этой технологии к предметам естественнонаучного цикла.

В переводе с английского языка «foresight» означает – предвидение, а сама технология включает в себя создание образа будущего посредством различных действий, направленных на мышление, обсуждение и определение будущего [2].

Зачем нужен форсайт, и кто им занимается? Как применить foresight в вузе? Надо понимать, что форсайт – не является процессом прогнозирования в полной мере, это не написание сценария. Как правило, прогнозирование осуществляется специалистами на основе различных методик, начиная с простых экстраполяций и заканчивая сложными моделями. Разница между форсайт технологией и прогнозированием заключается в том, что она открыта для всех и не ограничивает участников в создании видения будущего. В то же время предвидение отличается от метода проекта, поскольку создание проекта включает в себя не только постановку цели, но и способы ее достижения. Форсайт – технология более открытая, не ограничивающая творческий потенциал участников. Ведь результатом работы должна быть определенная концепция развития, некий вектор, который определяет направление работы в долгосрочной перспективе. Эта концепция вовлекает участников в обсуждение идей в группе, а проведение круглых столов позволит генерировать больше идей, находить общие решения, которые, в свою очередь, могут помочь улучшить и разработать собственные стратегии для участников прогноза [3].

Использовать технологии Форсайт можно как на занятиях, так и на факультативах. Как уже отмечалось, основой занятия может стать работа обучающихся в группах, в которых они могут свободно предлагать свое видение будущего, не ограничивая при этом мыслительный процесс, что способствует развитию творческого потенциала обучающихся, а также их межличностного общения и взаимодействия. Полная свобода мысли, отсутствие ограничений позволят вовлечь в творческий процесс всех, в том числе тех обучающихся, которые ранее были замкнуты, которые не могли определить свою роль в группе. Важно не только создать образ будущего, но и найти оптимальный вариант воплощения этого изображения, используя все возможные способы подачи информации. Применение Форсайта актуально для дисциплин в цикле естествознания, особенно для таких предметов как физика, химия,

информатика и т.п.. Например, можно организовать круглый стол под названием «Умный город будущего», предложив обучающимся заполнить город изобретениями будущего, которые в настоящее время недоступны для человеческого производства из-за наложенных ограничений современными средствами производства. Согласно плану, эти изобретения должны облегчить жизнь граждан в будущем: увеличить продолжительность жизни, решить продовольственную проблему, проблему транспорта, проблемы социально уязвимых слоев населения и людей с ограниченными возможностями [1].

Форсайт – не единовременный документ, разрабатывая который, мы формулируем точный план развития на следующие 50-100 лет. Это непрерывный процесс. Предположим, мы нарисовали видение на ближайшие 30 лет. Затем мы создаем дорожную карту и указываем, какие решения должны быть приняты и где должны быть сосредоточены ресурсы. Большое количество перспективных проектов не использовалось в течение многих лет. Это связано с ограниченными ресурсами и сложностью инноваций. Раньше выбирало государство, в нынешних условиях может выбирать и общество, и бизнес. Важно направить этот стихийный процесс в правильном направлении, потому что завтра придет уже сегодня [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Армстронг С. «How We're Predicting AI», 2012, The Singularity Summit 2012, видеоконференция [Электронный ресурс]. URL: <http://library>.
2. Афанаскин Ю. А. Это модное слово «Форсайт»// Эксперт-Сибирь / Специальный проект / Иркутская область. №34 (130), 2006. – С.32-36.
3. Афанасьев Г. Э. Что такое форсайт? Попытки определения [Электронный ресурс]. URL: <http://stra/teg/ru/library>.

Котенева Наталья Владимировна, научный руководитель, к.т.н., доцент кафедры «Механика и инноватика» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: kot178@yandex.ru

Комаров Иван Алексеевич, студент группы ИН-61 факультета специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: kot178@yandex.ru

МОДЕЛЬ КОМПЬЮТЕРНОЙ КОНСУЛЬТАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ГОЛОСОВЫМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИМ ИНТЕРФЕЙСОМ

А.В. Костылев, С.В. Новоселов

Рассмотрено применение голосового интерфейса при автоматизации консультационных систем. Интеграция систем голосового интерфейса в продажах, в консультации, взаимодействия с приборами повышает эффективность работы, упрощает способ взаимодействия человека с системой, освобождает людей от рутинной работы.

Ключевые слова: голосовой интерфейс, автоматизация, консультации, синтез речи, распознавание речи.

В последнее время общемировая тенденция направлена на автоматизацию бизнес процессов, что ускоряет развитие экономики, повышает качество обслуживания, ускоряет оформление заявок на различные виды государственных и частных услуг. Приоритетными направлениями в современной сфере автоматизации является развитие интеллектуальных интерфейсов, понимающих человека на естественном для него языке. Автоматизация бизнес процессов также имеет высокий приоритет при проведении социальной политики, обеспечивая удобство как производителей, так и потребителей товаров и услуг.

По оценке РБК объем рынка услуг автоматизированных call-центров в России в 2012 году увеличился на 30,1% и достиг 6,78 млрд руб. В 2013 году рынок вырос еще на 18-23%. Одной из тенденций роста является изменение стратегии крупных компаний: решая вопрос развития собственных call-центров, они все чаще прибегают к услугам аутсорсинг-партнеров, передавая им широкий спектр задач — от техподдержки пользователей до прове-

дения масштабных аналитических исследований. В России доля аутсорсинговых call-центров в последние годы варьируется в диапазоне 10-12%. На территории России высокая доля функционирующих call-центров [1].

Наиболее естественным путем для реализации консультационных систем являются экспертные системы. Однако, они лишены гибкости, «классический» подход к построению экспертных систем плохо согласуется с реляционной моделью данных, что делает невозможным эффективное использование современных промышленных СУБД для организации баз знаний таких систем.

Для решения исследуемой проблемы можно рассмотреть альтернативу устаревшим архитектурам данных – необходимо подобрать такие структуры, которые сохранили бы быструю работу поиска и выполнения запросов и удобство хранения их на базах данных предприятий. Комбинированное использование нескольких технологий оптимизации и кеширования данных повысит скорость ответа, но увеличит затрачиваемую память на работу системы, однако при ограниченном количестве обращений в один момент времени не понижает эффективность работы.

Объектом исследования является эффективная архитектура для работы консультационного центра, взаимодействие различных модулей и их внутренняя организация. Предметом исследования – обеспечение предприятий качественной консультационной системой с голосовым интерфейсом, адаптированной под индивидуальные нужды, при помощи технологий распознавания и синтеза речи с использованием формулы расстояния Левенштейна.

Целью данной работы является разработка основных положений проекта, по предоставлению услуг разработки консультационной системы, внедрение её на базе клиента и дальнейшего сопровождения для предприятий розничной торговли, предоставляющих медицинские, образовательные, информационные услуги.

Консультационная система может быть представлена терминалом с голосовым интерфейсом, отвечающим на вопросы клиента, а также удаленной системой с голосовым интерфейсом. Для её реализации будут применены технологии распознавания и синтеза речи, характеристики которых зависят от развития технологии искусственного интеллекта.

Полная автоматизация консультационной системы предполагает дистанционное отслеживание и управление всеми свободными параметрами. Интегрирование данных предприятия позволит своевременно изменять список функций поддерживаемых консультационной системой. При накоплении соответствующих данных о пользовательских предпочтениях появляется возможность модернизации словаря консультационной системы, построения словаря аналогий, что повысит удобство использования и точность ответов.

Данные для формирования консультационной системы берутся из базы данных предприятия - клиента. Они используются потребителем для получения необходимой информации, сотрудники предприятия могут вносить изменения в существующие данные с помощью системы или специального сервиса. Существует проблема неприятия качества синтеза речи или распознавания запросов, конечным клиентом, что накладывает ограничение на распространение технологии в критически важных отраслях. Предполагается разветвленная работа автоматизированных и человеческих систем. Кроме того, с развитием технологий отличить работу от человека становится всё сложнее, и в будущем людям работать с ботом будет намного удобнее.

Для практического применения такой системы необходимо соответствующее инженерное состояние оборудования и других связанных систем, позволяющее произвести дальнейшую автоматизацию. Проект можно реализовать совместно с предприятиями, желающими вынести свои call-центры на аутсорсинг. Комплекс предлагаемых мероприятий не является дорогостоящим, поэтому основным источником его финансирования – частные инвесторы.

Деятельностью предприятия, в рамках проекта, является оказание комплекса услуг по разработке и настройке консультационной системы с голосовым интерфейсом, (наполнение её данными предприятия - клиента, запуск и поддержка онлайн работы системы, а также сопутствующих систем управления и оборудования).

Реализация рассмотренной системы повысит уровень жизни населения, за счет увеличения эффективности бизнес процессов на производстве, в медицине, работе с транспортом, финансами, справочных служб, средств массовой информации, розничными продажами. Также освободит от рутинной работы в call – центрах множество людей/

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рынок контакт – центров России. Результаты исследования и ключевые факты. Режим доступа: <https://drive.google.com/file/d/0BzQy9ZwUn-JeNGQ2MzdjNTQtYWJlNy00ZWJLTg2MjQtMWI2ZWY4ZGRiYzM5/view>

Новоселов Сергей Владимирович, научный руководитель, д.т.н., профессор кафедры «Механика и Инноватика» ФГБОУ «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: novoselov_sv@mail.ru

Костылев Алексей Владимирович, студент направления «Инноватика», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

МОДЕЛЬ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЕ С ДОБАВКОЙ ГРИБНОГО ПОРОШКА «ЧАГА»

Л.Н. Лазарева, С.В. Новоселов

Питание – важнейший компонент здоровья и работоспособности человека. В современном мире человек получает из пищевых продуктов все меньше полезных веществ. Множество полезных биологически активных веществ, обладающих общеукрепляющим, тонизирующим, противовоспалительным и обезболивающим действием можно получить из древесного гриба «Чага». Этот гриб чаще всего встречается на березах, поэтому часто называют берёзовым грибом. Но также встречается на таких деревьях как ольха, рябина, клён, вяз и бук.

Ключевые слова: гриб Чага, хлеб, радиация, радионуклиды, семипалатинский полигон.

В последнее время, люди всё чаще стали использовать в повседневной жизни различные электронные устройства, которые излучают радиацию, опасные для жизни человека. Также радиоактивные излучения мы можем получать от естественных источников, таких как: космические лучи, месторождения радиоактивных элементов.

Жители России, в том числе и Алтайского края ежедневно получают определенную дозу радиоактивных излучений, это приводит к различным заболеваниям организма человека. Радиация имеет свойства разрушать клетки, травмировать ткани органов, может стать причиной злокачественных новообразований, а также причиной бесплодия и выкидышей.

Ученые проверили рыбу в р. Обь на радиоактивность. Обнаружили, что по уровню облучения населения природными источниками ионизирующего излучения в России первое место занимает Республика Алтай [1].

Радионуклиды накапливаются в органах человека неравномерно. В процессе обмена веществ в организме человека они занимают место атомов стабильных элементов в различных структурах клеток, биологически активных соединениях, что в итоге приводит к наивысшим локальным дозам. При распаде радионуклида возникают изотопы химических элементов, относящиеся соседним группам периодической системы, что может привести к разрыву химических связей и преобразованию молекул. Результат радиационного действия может отразиться не в том месте, которое подверглось облучению. Избыток дозы радиации может привести к таким последствиям как угнетению иммунной системы организма и сделать его восприимчивым к различным заболеваниям. При облучении увеличивается также вероятность образования злокачественных опухолей [2].

В этой связи необходима разработка пищевых продуктов, способных хотя бы частично вывести из организма человека радиоактивные вещества. К таким продуктам можно отнести хлеб и хлебобулочные изделия, так как они потребляются всеми группами населения и составляют значительную долю в рационе питания, а также доступны в цене.

Объект исследования – Производство хлебобулочных изделий с добавками.

Предмет исследования – Новый пищевой продукт – хлебобулочные изделия с добавкой грибного порошка «Чага».

Цель – Разработать модель производства нового пищевого продукта (НПП) – хлебобулочные изделия с добавкой грибного порошка «Чага», как инновационного продукта, который реализуется в экономическом обороте и имеет конкурентные преимущества.

В соответствии с целью работы формулируются следующие задачи:

1. Анализ и структурирование информации по разработкам и производству ХБИ с добавкой функционального назначения;

2. Формирование теоретических положений для разработки инновационного проекта.

Определить роль воздействия радионуклидов на организм человека;

3. Разработка новшества, на основе которого разрабатывается новый товар;

4. Разработать модель производства ХБИ с добавкой грибного порошка «Чага» в программной среде «Project Expert»;

5. Система управления ИПр и производства. Разработка бизнес-процесса развития инновационного предприятия. Формализация процессов. Система управления инновационным проектом.

Возрастает актуальность применения минорных сырьевых веществ, таких как древесный гриб «Чага» для разработки и производства ХБИ функционального назначения для разных групп населения:

- для работающих во вредных условиях труда (шахтеры, рабочие металлургических предприятий, отрасли химической промышленности);

- школьного питания, питания спортсменов;

- для групп населения социального питания (не коммерческое);

- для населения Семипалатинского полигона.

Выдвинуто предположение о том, что себестоимость существенно не повысится с добавкой веществ минорного характера в виде грибного порошка в хлебобулочные изделия

Хлебопекарная промышленность края в настоящее время представлено около 500 предприятиями, но ни одно из них не работает над производством хлебобулочных изделий, способствующих выведению радионуклидов из организма [3].

Древесные грибы Чага, имеют выраженные радиопротекторные свойства. Данные свойства вызваны редким химическим составом таких грибов, содержанием биологически активных полисахаридов, которые помогают выведению радиоактивных веществ из организма человека, при этом сами грибы Чага не накапливают радионуклиды в количествах, превышающих допустимый уровень.

К свойствам чаги можно отнести и то, что данный гриб:

- Увеличивает защитные свойства всего организма;

- Способствует стимулирующему действию на центральную нервную систему;

- Имеет положительное влияние на обмен веществ и оказывает стимулирующее воздействие на обмен веществ в мозговой ткани;

- Оживляет заторможенные ферментные системы;

- Хорошо способствует жизнедеятельности дыхательной и сердечнососудистой системы;

- Увеличивает уровень лейкоцитов, активизирует кроветворение;

- Используется и как противовоспалительное средство;

- Увеличивает активность противоопухолевых препаратов;

- Затормаживает рост опухолей, реабилитирует защитные силы организма;

- Имеет спазмолитическими свойствами;

- Используют как мочегонное средство;

- Также является антимикробным, заживляющим средством;

- Приводит в норму деятельность ЖКТ и кишечную микрофлору;

- Способствует рубцеванию язвы желудка и двенадцатиперстной кишки;

– Уменьшает давление при гипертонии и частоту пульса.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению по технической сущности и достигаемому результату (прототипом) является состав теста для производства хлеба пшеничного с грибами, содержащий муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта, дрожжи хлебопекарные прессованные в виде суспензии, соль поваренную пищевую, гриб Лисичка, подвяленный при температуре 45°C, высушенный при температуре 75-80°C и измельченный до порошкообразного состояния. Использование грибов и продуктов их переработки имеет уникальное значение для обогащения пищевых продуктов, что является одной из важнейших задач для регионов с повышенным радиационным фоном [4].

В хлебопекарной промышленности накоплен некоторый опыт по обогащению хлебобулочных изделий биологически активными ингредиентами. Впрочем, проблему создания ассортимента обогащенных хлебобулочных изделий невозможно считать решенной. Удачным решением этой проблемы является применение растительных ресурсов, в том числе дикорастущих и культивируемых грибов, выращенных в условиях Орловской области. Орловская область находится в зоне увеличенного радиационного фона после аварии на Чернобыльской АЭС. Научно доказано, что грибы, а именно лисички настоящие дикорастущие, имеют выраженные радиопротекторные свойства. Эти свойства обусловлены уникальным химическим составом грибов, содержанием биологически активных полисахаридов, которые способствуют выведению радиоактивных веществ из организма человека.

Основными недостатками хлеба, изготовленного из теста, выбранного в качестве прототипа, являются не высокие органолептические показатели, так как полученный продукт имеет выраженный грибной привкус, пониженные показатели пищевой и биологической ценности, а также качества вследствие присутствия в грибе Лисичка естественных контаминантов, таких как микотоксины, и радионуклидов, так как этот вид грибов обладает способностью накапливать тяжелые металлы и радиоактивные вещества, присутствие которых оказывает неблагоприятное воздействие на организм и может представлять угрозу жизни и здоровья человека.

Решение этой технической проблемы достигается тем, что в составе теста для производства хлеба пшеничного с грибами, использован гриб Чага.

Анализ химического состава – большая часть сухих веществ приходится на белковый (22,8 и 21,2%, соответственно) и углеводный комплексы (сахара – 19,8 и 17,2%, сахароспирты – 2,7 и 9,4%, клетчатка 9,8 и 8,7%, гликоген – 1,8 и 2,7%, соответственно). Содержание белка, сахаров, клетчатки и золы в ПГ больше, чем в пшеничной муке 1 сорта.

Содержание белка в ПГ на 12,5 и 10,9% больше, чем в пшеничной муке 1 сорта, соответственно. Доля незаменимых аминокислот в ПГ в 2,4 и 5,3 раза больше, чем в муке пшеничной высшего сорта. Аминокислотный состав ПГ является наиболее сбалансированным в сравнении с пшеничной мукой первого сорта. Установлено, что в ПГ содержание таких незаменимых аминокислот, как лизин в 4,4 и 11,6 раза, треонин в 2,8 и 5,7 раза выше, чем в пшеничной муке первого сорта, соответственно. Данные аминокислоты являются незначительными для пшеничной муки 1-го сорта.

Углеводный состав ПГ представлен сахарами, сахароспиртами, клетчаткой и гликогеном. В составе ПГ содержание сахаров больше на 19,64% и 16,94%, содержание клетчатки выше на 10% и 8,3%, чем в пшеничной муке высшего сорта. Высокое содержание в ПГ моносахаридов создает условия для развития дрожжей, что, в свою очередь, способствует ускорению созревания теста.

Результаты исследования химического состава порошка из древесного гриба «Чага» и муки пшеничной показали, что древесный гриб «Чага» может быть эффективно использован в технологии ХБИ для повышения пищевой, биологической ценности и придания изделиям функциональных свойств.

Радиоактивное облучение население Алтайского края, как и всех остальных регионов, получает от естественных источников радиации. Основная часть источников такова, что избежать облучения от них практически невозможно.

Человек может испытать облучение двумя способами – внешним и внутренним. Внешнее облучение осуществляется радиоактивными веществами, находящимися исключительно вне организма. Вместе с воздухом, водой и пищей радионуклиды могут проникать внутрь организма, в таком случае идет речь о внутреннем облучении [5]. Облучение от естественных источников радиации подвергается любой житель нашей планеты. Однако, получаемые дозы значительно различаются в зависимости от региона проживания [6].

Семипалатинский полигон стал для жителей Алтайского края мотивом роста онкозаболеваемости, преждевременной смертности населения.

Главный онколог Александр Лазарев утверждает, что от "испытаний на Семипалатинском полигоне мучаются семь поколений. Зачастую результатом является рак легких, в свою очередь высок уровень рака щитовидной железы. Причина в радиоактивном йоде и других радиоизотопах, возникающим при выбросе изотопов во время испытаний. Данная нагрузка будет действовать еще не менее 300 лет".

Семипалатинский полигон был для жителей края Хиросимой, Нагасаки и Чернобылем. В общем, на нем совершено 456 ядерных взрывов, из них 116 — в атмосфере. Местоположение Алтайского края сравнительно испытательных площадок полигона (расстояние до ближайших населенных пунктов по прямой составляет 150-170 км от эпицентра), а преимущество юго-западных ветров обусловили неоднократное проникновение радиоактивных облаков ядерных взрывов над его землей [7].

В данное время концентрации долгоживущих изотопов не увеличивают допустимый уровень, в том время как, результаты действия радиации на большие группы населения Алтайского края дают основание предполагать, что, приобретая радиационную травму живут дальше и дают потомков, у которых находят пороки развития либо уже при рождении, либо проявляющиеся позже. Поэтому следует считать этот фактор значимым и влияющим на формирование здоровья населения края.

29 августа 1991 года, Указом Президента Республики Казахстан номер 409 был закрыт Семипалатинский испытательный ядерный полигон, испытания на котором проводились в течение почти 40 лет [7].

Излучение даже в малых дозах оказывает неблагоприятное воздействие на организм. В связи с этим необходим продукт для профилактического питания, способный выводить радионуклиды из организма, а именно ХБИ с добавкой грибного порошка «Чага».

Влияние на органы.

Сердечнососудистая система. Функциональные изменения связаны главным образом с повреждением миокарда и блокадами различных отделов сердца. Отмечаются нарушения уже в дошкольном возрасте и по мере увеличения накопленного количества радионуклидов в организме человека, ситуация ухудшается. Важно отметить взаимосвязь воздействия радионуклидов на сердечную мышцу напрямую и опосредованно – вследствие воздействия на эндокринную и вегетативную нервную системы.

Почки. Воздействие радионуклидов однозначно приводит к гибели клубочков и канальцев, а значит к снижению почечной фильтрации и повышению в крови содержания продуктов белкового обмена (креатинина и мочевины). Эти изменения обусловлены токсическим воздействием радиоцезия.

Печень. Накопление цезия в этих органах приводит к гепатозу и циррозу.

В целом, из-за нарушений работы почек, печени и эндокринной системы, в организме меняются метаболические процессы и биохимическая картина крови. Всё это происходит по причине воздействия радионуклидов.

Иммунная система. Под воздействием радионуклидов снижается функциональная активность иммунокомпетентных клеток. Это приводит к росту паразитарных и инфекционных заболеваний, в том числе и активно распространяющегося в Беларуси туберкулёза.

Кроветворная система. При накопленных дозах радионуклидов (500 Бк/кг и выше) снижается уровень эритроцитов в крови, и происходят нарушения в образования кровяных телец.

Щитовидная железа. Хотя основной удар по этому органу наносит радиоактивный йод в первые дни после выброса радиоактивных изотопов в окружающую среду, в дальнейшем к этому добавляется влияние цезия. Он нарушает процессы выработки гормонов щитовидной железы (это касается и гормонов надпочечников).

Связано это и с нарушением иммунной системы, также под воздействием радионуклидов, так как между патологиями иммунитета и щитовидной железой существует доказанная взаимосвязь. Вследствие длительного воздействия цезия и стронция на клеточную ткань щитовидной железы и на иммунную систему происходит перерождение структурных компонентов клеток щитовидной железы, в результате чего они становятся антигенами для системы иммунитета. Антитела повреждают саму щитовидную железу, и могут привести к возникновению рака щитовидной железы.

Патологии репродуктивной системы, в первую очередь женской, также напрямую связаны с воздействием радионуклидов на щитовидную железу. На фоне накопления цезия возникает дисбаланс эстрогена и прогестерона, рост количества гормонов щитовидной железы и кортизола в крови матери, а у зародыша происходит рост тестостерона. Такой гормональный дисбаланс чреват осложнениями при родах и патологиями развития ребёнка в ранний период жизни.

Под воздействием радионуклидов также возникают расстройства, связанные с нарушением баланса аминокислот, необходимых для нормального функционирования вегетативной нервной системы.

Таким образом, использование предлагаемого состава теста для производства хлеба пшеничного с грибами Чага позволяет получить продукт, обладающий высокой биологической активностью, который может быть использован для профилактического питания всех категорий населения, а также для расширения ассортимента хлеба и хлебобулочных изделий функционального и профилактического назначения с использованием местного растительного сырья. Данный товар достаточно распространен на рынке в виде хлебобулочных изделий. Главной целью НИД является повышение качества жизни, и данный инновационный проект удовлетворяет этой цели. Производство хлебобулочных изделий с добавкой, грибного порошка «Чага» поможет населению Алтайскому краю частично вывести и нормализовать уровень радионуклидов в организме человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://katun24.ru/news/569892>
2. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: http://nuclphys.sinp.msu.ru/radiation/rad_10.htm
3. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: https://www.altairegion22.ru/territory/industry/food_ind/page.php
4. Р. С. Музалевская, И. Г. Паршутина, М. В. Власова Индустрия хлебопечения// Хлеб из пшеничной муки, обогащенный грибными порошками из лисичек и шампиньонов. – 2012. – С.53-54 //ФГБОУ ВПО «Орловский государственный институт экономики и торговли»
5. Алексахин Р.М. Радиоэкология и проблемы радиационной безопасности / Р.М. Алексахин // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2006. № 1. С. 28–33.
6. Крышев И.И. и др. Радиоэкологическая обстановка в биосфере и реальность ее оптимизации / И.И. Крышев, Т.Г. Сазыкина // Биосфера. 2009. Т. 1. № 2. С. 203–217.
7. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://www.amic.ru/news/3148>

Новоселов Сергей Владимирович, научный руководитель, д.т.н., профессор кафедры «Механика и Инноватика» ФГБОУ «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: novoselov_sv@mail.ru

Лазарева Лиана Николаевна, студентка направления «Инноватика», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: liana_lazareva_98@mail.ru.

МОНИТОРИНГ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

А.Д. Морозова, С.В. Новоселов

На предприятиях важным фактором, в особенности на предприятиях пищевой промышленности, является инновационный потенциал. Важно не только обладать инновационным потенциалом, но и знать насколько он эффективно используется. Мониторинг инновационного потенциала всех предприятий пищевой промышленности в условиях региона позволит образовать крепкую связь между предприятиями пищевой промышленности и научно-образовательными организациями с целью эффективного использования ресурсов для создания благоприятных условий инновационного развития в пищевой отрасли.

Ключевые слова: инновация, инновационный потенциал, предприятия пищевой промышленности, мониторинг инновационного потенциала, питание.

Инновационный потенциал – это комплекс ресурсов, который включает в себя материальные, финансовые, интеллектуальные, научно-технические и другие, необходимые для инновационной деятельности [1].

Оценка инновационного потенциала необходима для изучения ресурсов предприятия, их качества, с помощью определенных критериев, и возможность мобилизации этих ресурсов для повышения эффективности инновационной деятельности на предприятии.

Результат оценки инновационного потенциала можно описать как функцию от нескольких переменных:

$$Y = F^Y(P_1, P_2, \dots, P_9), (1)$$

где $P_1, P_2, \dots, P_9$ – показатели, критерии оценки инновационного потенциала:

P_1 – оценка финансового потенциала;

P_2 – оценка интеллектуального потенциала;

P_3 – оценка организационно-управленческого потенциала;

P_4 – оценка маркетингового потенциала;

P_5 – оценка потенциала информационно-методического обеспечения;

P_6 – оценка опыта реализации инновационных проектов;

P_7 – оценка внешнего инновационного климата;

P_8 – оценка материально-технической базы;

P_9 – оценка инновационной культуры [2].

Алгоритм проведения оценки инновационного потенциала предприятий пищевой промышленности в условиях региона включает в себя: создание рабочей группы, сбор информации, анализ информации и на основе анализа рабочая группа формирует отчет, включающий аналитические данные, разрабатывают мероприятия, проекты, программа для развития инновационной деятельности на данном предприятии.

Для проведения услуги по оценке инновационного потенциала предприятий пищевой промышленности был разработан программный продукт «Инпо». Данный программный продукт разработан с использованием экспертной системы, так как задача оценки инновационного потенциала является неформализованной. Функциями программного продукта "Инпо" являются:

- ввод и сохранение в базе данных информации о предприятии пищевой промышленности, необходимой для оценки инновационного потенциала;

- сравнительный анализ инновационного потенциала группы пищевых предприятий;

- создание и сохранение отчетов и графиков [2].

Разработанная услуга по оценке инновационного потенциала предприятий пищевой промышленности планируется реализовывать с использованием информационного портала. Услуга выступает в качестве инструментария для создания базы данных, представленной на сайте. Сбор данных происходит с помощью анкеты-характеристики, далее информация вводится в программный продукт «Инпо», который непосредственно создает базу данных по инновационным потенциалам предприятий пищевой промышленности. Схема информационного портала представлена на рисунке 1.

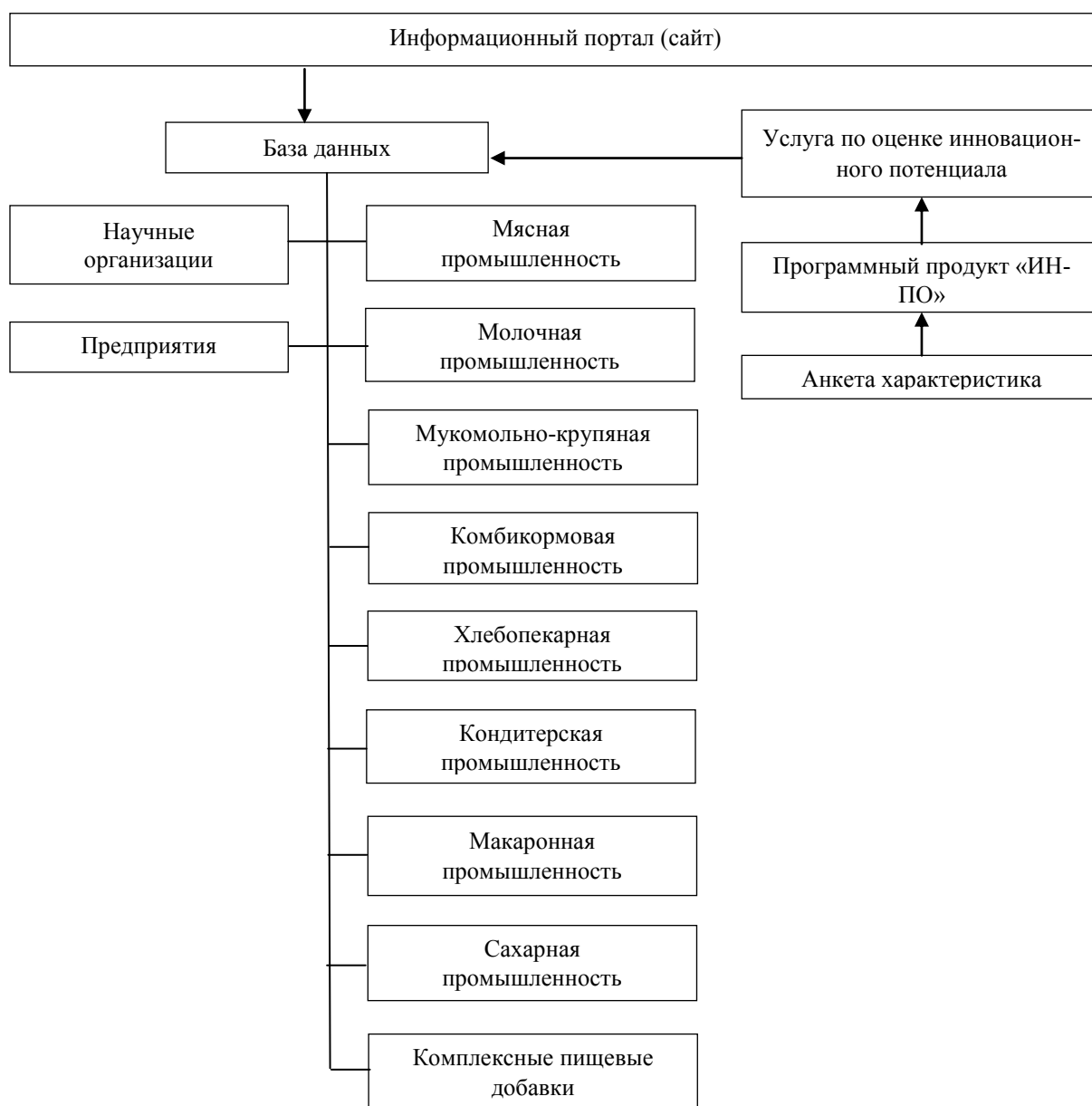


Рисунок 1 – Концептуальный образ информационного портала

Данный информационный портал предназначен для НОО и отдельных предприятий. Научные организации при разработке новой инновации в сфере пищевой промышленности ведут поиск площадок для апробации и реализации нового товара и с помощью этого сайта они смогут упростить этот поиск, пользуясь проверенной базой данных с характеристиками представленных в ней предприятий в сфере пищевой промышленности. А отдельные предприятия с помощью данного информационного портала смогут вести поиск партнеров для развития своей деятельности.

Таким образом, оценка инновационных потенциалов (возможностей) предприятий сферы питания, пищевой промышленности, выполняется для разработки и практической реализации инновационных проектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новоселов С. В. Теоретическая инноватика: научно-инновационная деятельность и управление инновациями: учеб. пособие / С. В. Новоселов, Л. А. Маюрникова. — СПб.: ГИОРД, 2017. — 416 с.
2. Новоселов С.В., Методология проектирования и продвижения на потребительский рынок пищевых продуктов в условиях инновационной деятельности / Коллективная монография. - Изд-во КемТИПП; - Кемерово, 2013. - 376 с.

Новоселов Сергей Владимирович, научный руководитель, д.т.н., профессор кафедры «Механика и Инноватика» ФГБОУ «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: novoselov_sv@mail.ru

Морозова Алина Денисовна, студентка направления «Инноватика», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: ali030149@gmail.com.

ИННОВАЦИОННАЯ СТРАТЕГИЯ (СТРАТЕГИЯ НИОКР). СОЗДАНИЕ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ВИДОВ РЕСУРСОВ И УПРАВЛЕНИЕ ВСЕМИ ВИДАМИ РЕСУРСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА ПРОЕКТ НИОКР

Д.В. Ободец, Н.В. Котенева

В данной статье рассматриваются группы инновационных стратегий, управление инновациями и стратегия НИОКР. Основной целью данной работы является изучение теории создания специфических, направленных на инновационную деятельность, ресурсов и инструментов управления всеми видами ресурсов, направленных на НИОКР.

Ключевые слова: НИОКР, специфические ресурсы, инновационные стратеги, управление инновационной деятельностью, стратегия НИОКР.

Важным способом для достижения целей предприятия, отличающимся своей оригинальностью является инновационная стратегия. Основные выпускаемые продукты, потенциальные потребители, позиции на рынке, окружение и технологии компании – это все результаты инновационной деятельности. Большое влияние на стратегии, цели и методы управления компаниями оказывает управление инновационной деятельностью. Для управления инновационной деятельностью выбирается одна из нескольких инновационных стратегий предприятия (рисунок 1) [1].

Управление инновациями подразумевает выполнение трех задач:

Реализация инновационной процедуры проекта НИОКР;

Создание специфических видов ресурсов и управление всеми видами ресурсов;

Управление портфелем проектов НИОКР.

Для реализации цели необходимо в совокупности выполнить такие задачи как:

Обобщить теорию о стратегии НИОКР;

Изучить специфические ресурсы;

Изучить управление ресурсами, выделенными на проект НИОКР

Компания, применяющая стратегию НИОКР, анализируя свои потребности вкладывает деньги в проекты НИОКР. Эта стратегия показывает научно-технический потенциал организации. Результатами таких проектов являются новые технико-технологические решения. Поскольку чаще всего инновационная деятельность компании является не основной, ей нужно грамотно распределять ресурсы между основным производством и НИОКР. Для этого необходимо опираться на формализованную блок-схему процесса принятия решений (рисунок 2) [2].



Рисунок 1 – Группы инновационных стратегий и их основные виды

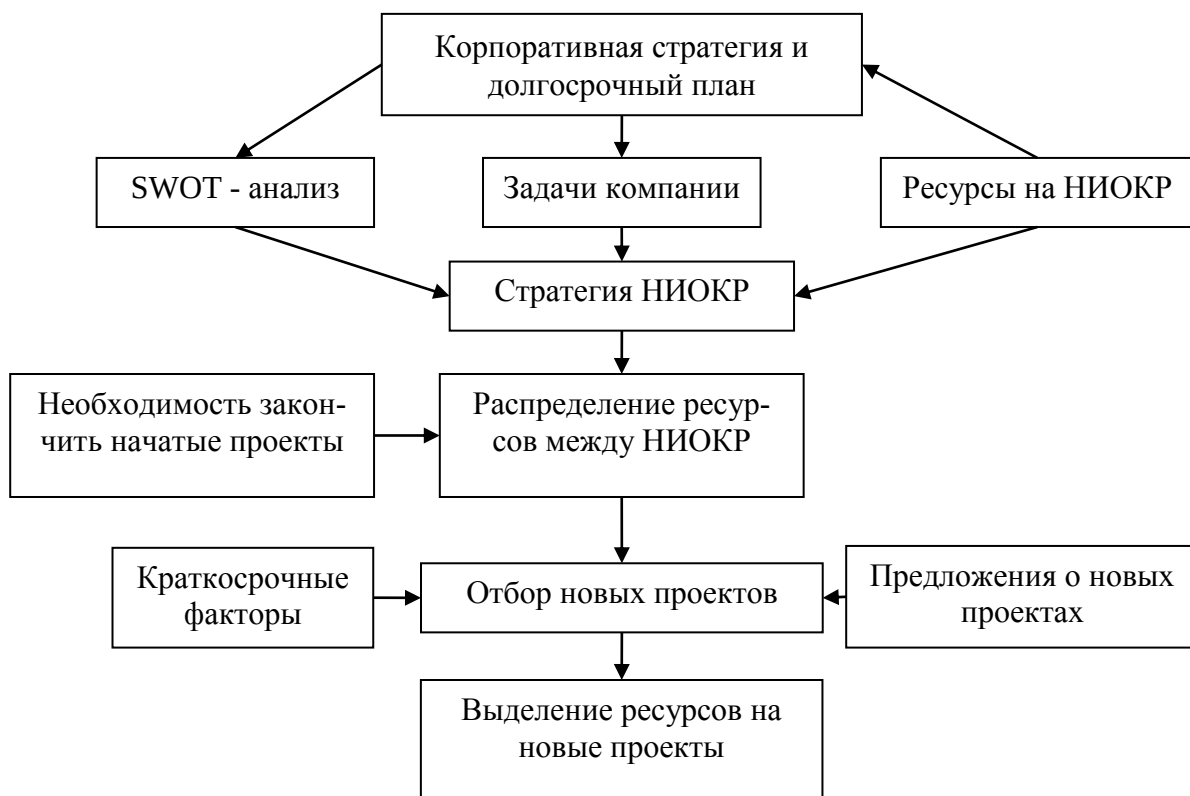


Рисунок 2 – Процесс принятия решений относительно НИОКР

На этапе распределения ресурсами часто приходится сталкиваться с трудностями. Причинами этих трудностей являются: необходимость стабильности величины ресурсов, выделенных на НИОКР; существование специфических и, как следствие, незаменимых ресурсов; невозможность точного распределения ресурсов из-за неизвестности результатов инновационного проекта.

Специфические или инновационно-ориентированные ресурсы – это специалисты и кадры, помещения и лабораторное оборудование, ЭВМ и базы данных и знаний, метрологическое оборудование и т.д. Успех научных исследований во многом зависит от наличия этих видов ресурсов, наиболее важным аспектом которых является уникальность и невозможность заменять друг друга: опытные образцы не могут быть заменены лабораторным оборудованием или специалисты не могут быть заменены обслуживающим персоналом [3].

Обеспечение НИОКР ресурсами является одной из главных функций, реализация которой определяет эффективность функционирования предприятия и уровень его развития.

Механизм ресурсного обеспечения – это совокупность институциональных элементов, которые необходимы для распределения и перераспределения, а так же трансформации ресурсов [4].

Особенностью НИОКР является то, что ресурсы расходуются неравномерно, это зависит от характера работ, например, на этапе изучения фундаментальных и прикладных знаний не требуется лабораторное оборудование для создания моделей и прототипов. НИОКР можно как ускорить, значительно дополнив специфическими ресурсами, так и замедлить вплоть до полной остановки и заморозки проекта при их недостатке.

При управлении ресурсами для выбора проекта важно учитывать не только специфические, но и общие ресурсы. Управление ресурсами подразумевает внесение изменений в состав и назначения ресурсов на работы проекта. Недостаток какого-либо ресурса может стать решающим фактором при выборе компанией проекта. Ресурсы, которые выделены на НИОКР оправдываются лишь тогда, когда они приводят к достижению целей данной компании.

При проведении НИОКР одним из специфических ресурсов является человеческий труд или специалисты. Прежде всего к специалистам, имеющим дело с наукоемкими технологиями, относятся следующие требования:

- способность к критическому мышлению;
- умение оперировать информацией и знаниями и применять их на практике;
- умение аналитически и логически мыслить;
- способность быстро реагировать на изменение ситуации.

Исходя из данных требований появляется необходимость управления специальными ресурсами на основе новых методов, созданных на переходе: от функциональных подразделений к процессным командам; от работы, ориентированной на простые задачи, к решению многоплановых и нестандартных задач; от контроля над исполнителями к наделению их полномочиями и др. [5].

Вывод.

Недостаток какого-либо определённого ресурса (как общего, так и специфического) может стать определяющим фактором в процессе выбора проекта. Необходимо так же использовать в качестве критерия принятия решения степень влияния проекта на будущие разработки.

Очень важно уметь эффективно управлять ресурсами компании на практике. Нужно разрабатывать новые конкурентные преимущества и улучшать старые.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гольдштейн Г.Я. Инновационный менеджмент [Текст] : Учебное пособие / Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1998. 132с.
2. Тычинский А.В. Управление инновационной деятельностью компаний: современные подходы, алгоритмы, опыт Таганрог [Текст] : Учебное пособие / ТРТУ, 2006.

3. Баранчеев, В. П. Управление инновациями [Текст] : учебник для бакалавров / В. П. Баранчеев, Н. П. Масленникова, В. М. Мишин. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 711 с.

4. Аникейчик Н.Д. Планирование и управление НИР и ОКР [Текст] : учебное пособие / СПб: Университет ИТМО, 2016. — 192 с.

5. Абрамова И.Г. Экономика научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ [Текст] : учебное пособие / И.Г. Абрамова, Д.А. Абрамов, А.С. Корнилова. — Самара: Изд-во СГАУ, 2015. — 128 с.

Котенева Наталья Владимировна, научный руководитель, кандидат технических наук, доцент кафедры «МиИ» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: kot178@yandex.ru

Ободец Дмитрий Витальевич, студент факультета специальных технологий, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: kot178@yandex.ru

МОДЕЛЬ ПРОИЗВОДСТВА АЛЬТЕРНАТИВНОГО САХАРОЗАМЕНИТЕЛЯ С СОДЕРЖАНИЕМ ФРУКТОЗЫ

К.Г. Рекунова, Н.В. Исаева, С.В. Новоселов

Показана актуальность и реализуемость производства альтернативного сахарозаменителя с содержанием фруктозы в условиях Алтайского края. Представлено сравнение глюкозно-фруктозного сиропа на основе кукурузы с аналогами, что является обоснованием его многофункциональности в качестве заменителя сахара, а также подтверждает лечебно-профилактическое назначение и эффективность производства данного продукта. Выведены необходимые мероприятия для повышения конкурентного преимущества производимой продукции с помощью метода экспертных оценок.

Ключевые слова: Глюкозно-фруктозный сироп, кукуруза, лечебно-профилактические продукты, сахарозаменитель, производство крахмалопродуктов, моделирование плана производства, метод экспертных оценок.

В Алтайском крае производство сахаристых продуктов удовлетворяет нужды потребителя только на 30%. При этом увеличение производственных мощностей прямо пропорционально зависит от возможности сырьевой базы региона. В то же время наблюдается тенденция снижения объемов производства сахарной продукции из крахмалосодержащего сырья за счет её высокой себестоимости. Для решения данной проблемы необходимо внедрение продукта, который по свойствам и качеству не уступит своим аналогам, а также, будет более доступен потребителю.

Основой для производства сахарозаменителя было выбрано крахмальное сырье. Разнообразная база (картофель, кукуруза, пшеница, ячмень, и др.) является основой для увеличения в крае объемов производства сахаристых крахмалопродуктов [1].

Ранее, для увеличения сладости, в пищевой промышленности использовался сахар. Несмотря на его природное происхождение, данный продукт является условно полезным для организма человека также его потребление обосновано стереотипами пищевого поведения.

В свою очередь, подсластители могли бы занять высокое место на рынке и стать достойной заменой «природному» сахару, но они не были приняты потребителем из-за химического состава, который оказывает нежелательное воздействие на организм.

Были рассмотрены аналоги альтернативного сахарозаменителя как естественного происхождения, так и химического (Таблица 1). Глюкозно-фруктозный сироп – это совокупность двух видов с более приемлемыми показателями для потребителя и положительной динамикой эффективности использования. По своим свойствам, благодаря сбалансированному углеводному составу (фруктозы 42 %, глюкозы 53 % и 5 % прочих сахаров) и высокой биологической ценности, он является многофункциональным заменителем сахара и превосходит его по уровню сладости.

Таблица 1 – Основные показатели карты технического уровня

№	Параметры	Показатель глюкозно-фруктозного сиропа	Аналоги		
			Мальтозная солодовая патока	Стевия	Аспартам (пищевая добавка E51)
1	Сырьё	кукуруза	солод	Стевия	Аминокислоты фенилаланина и аспарагиновая кислоты.
2	Калорийность на 100 гр.	285 ккал	296 ккал	272 ккал	365 ккал/г
3	Основные компоненты	Фруктоза	Мальтоза	Стевиозит	Сорбит
4	Цена за единицу	200р	150р	350р	95р
5	Сладость (сахароза - 1)	1,8	0,42	60	200

Фруктоза действует только на вкусовые рецепторы, не давая «сигнала» поджелудочной железе вырабатывать гормон инсулин для усвоения, поступившего в организм сахара. ГФС является источником энергии для человеческого организма, нейтрализует токсические вещества при инфекциях, способствует лечению ЖКТ, печени, нервной, сердечно-сосудистой системы. Все это говорит о том, что производимый продукт, обладает лечебно-профилактическим назначением. Снижает себестоимость конечного продукта за счет низкой цены сырья, усиливает вкусовые качества, продлевает срок хранения продуктов.

Для получения глюкозно-фруктозного сиропа используют гидролизаты крахмала с высоким содержанием глюкозы (96 %), полученные при ферментативном гидролизе крахмала, который ранее был получен из выбранного сырья, в данном случае это кукуруза. В подготовленный субстрат добавляют ионы магния и кобальта для повышения активности фермента и бисульфит для предупреждения развития микрофлоры. Ферментный препарат дозируется по его глюкоизомеразной активности. Процесс изомеризации длится около 20...24 часов до содержания фруктозы в гидролизате 42 %. Далее сироп отстаивают в течение нескольких часов и сливают так, чтобы избежать его контакта с воздухом.

Полученный сироп подкисляют соляной кислотой до pH 4,5, очищают ионообменными смолами и обесцвечивают активированным углем. Далее сироп уваривают при 60 °С в выпарных аппаратах пленочного типа до содержания сухих веществ до 74 %, охлаждают до 30 °С и хранят при температуре от 25 до 30 °С [4].

При сравнении производства глюкозно-фруктозного сиропа и сахара из свеклы, ГФС обладает более высокими показателями эффективности, нежели традиционный, привычный для нас продукт. В таблице 2 описано как уменьшаются важные типы затрат, что говорит о высокой конкурентоспособности натурального заменителя. Оценка показывает важность каждого из типа затрат.

Таблица 2 – Результаты сравнения эффективности производства

Тип затрат	Показатель эффективности	Оценка затрат
Производственные затраты	1,4	5
Количество сырья	2,4	4
Труд	2,3	3

Данный продукт обладает достойными преимуществами для производителя. Глюкозно-фруктозный сироп легко перекачивается, не забивая транспортировочные проводы, также имеется возможность автоматизации процесса дозирования с минимальными затратами на оборудование [2].

Моделирование плана производства инновационного проекта с помощью программного продукта «Project Expert» позволило рассмотреть экономическую сторону производства НТ, а именно оценить его эффективность, а также выявить риски, связанные в основном с реализацией проекта [3].

Окупаемость проекта по производству сиропа составляет 51 месяц, так основной дефицит приходится на первые 7 месяцев реализации проекта, это связано с тем, что в этот период предприятие налаживает производство, идут основные затраты на покупку оборудования, аренду и т.д. Только после этого срока начинается сам процесс производства и выход на рынок, с этого момента начинает расти прибыль. Индекс прибыльности составил 1,24, это входит в оптимальный интервал для инновационного проекта.

Был проведен факторный анализ, в результате которого выявлены факторы производства, влияющие на эффективность проекта в целом, такими факторами являются: цена продаж, цена сырья, объем продаж и затраты на персонал.

Для организации экспертизы инновационного проекта используем метод экспертных оценок. Для этого составляется анкета с основными показателями проекта, в которой эксперты ставят баллы от 0 до 10 по каждому показателю, затем считается среднее по каждому показателю и выносится общее решение по всему проекту.

Таблица 3 – Оценка рисков экспертами

Наименование риска	Эксперты			Средний балл
	1	2	3	
Новизна	3	5	4	4
Практическая значимость	6	8	6	6,6
Социальный эффект	5	5	8	6
Реализуемость	5	8	8	7
Инновационный потенциал участников проекта	5	6	5	5,3
Безопасность пищевой продукции	8	6	7	7
Технический уровень продукции	6	5	5	5,3
Степень сформированности потребительских предпочтений к новому товару	3	4	2	3

Представленные данные свидетельствуют об эффективности проекта по реализации глюкозно-фруктозного сиропа на основе крахмалосодержащего сырья.

Были обозначены необходимые мероприятия для повышения конкурентного преимущества:

1. Совершенствование технологий переработки сырья и расширение ассортимента.
2. Формирование потребительского спроса на продукцию.

Таким образом, обзор и анализ перспектив развития глюкозно-фруктозного сиропа на Алтае показал обширные возможности производства на имеющейся в крае сырьевой базе и потребительские предпочтения в отношении продукции лечебно-профилактического назначения. Анализ рынка показал, что на данной стадии развития, имеется низкое число продукции соответствующей соотношению «цена – качество» и удовлетворяющей потребности населения страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукин Н.Д. Разработка технологий новых сахаристых продуктов из крахмала: дис. ... доктор. техн. наук: 05.18.05. Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопроductов., г. Москва, 1999 - 65 с.
2. Славянский А.А. Технология сахаристых продуктов крахмал и крахмалопроductов (Учебное пособие) - М. МГУТУ, 2012. - 230 с.

3. Новоселов, С.В. Разработка основных положений инновационного проекта: учебное пособие для выполнения курсового проекта для студентов направления 220600 «Инноватика» по дисциплине «Управление инновационными проектами» / С.В. Новоселов. – АлтГТУ им. И.И. Ползунова. – Барнаул, 2012. – 122 с.

4. Технология пищевых производств / Л. П. Ковальская, Т.З. И. С. Шуб, Г. М. Мелькина и др.; Под ред. Л. П. Ковальской. — М.: Колос, 1999. — 752 с.: ил. — (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учебных заведений).

Новоселов Сергей Владимирович, научный руководитель, д.т.н., профессор кафедры «Механика и Инноватика» ФГБОУ «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: novoselov_sv@mail.ru

Рекунова Ксения Геннадьевна, студентка направления «Инноватика», Факультет специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: ksenyarekynova@yandex.ru

Исаева Надежда Вадимовна, магистрант кафедры «Технология хранения и переработки зерна», Институт биотехнологии, пищевой и химической инженерии ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: isaeva_nd_vd@mail.ru

ТИПОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ АКУСТИЧЕСКОГО ОФОРМЛЕНИЯ МАЛЫХ КОММЕРЧЕСКИХ СТУДИЙ ЗВУКОЗАПИСИ И СПОСОБ ИХ УСТРАНЕНИЯ

А.Е. Фукс, С.В. Новоселов

В статье рассмотрены типичные акустические искажения, характерные для малых студий звукозаписи объемом 100 м³, предложен способ их устранения путем использования звукоизоляционной вокальной кабины.

Ключевые слова: звукозапись, музыка, звукоизоляционная кабина, вокальная кабина, акустическое оформление помещения

Звукозапись является одним из способов фиксации произведений аудиального искусства, сохранения культурных ценностей, документации явлений культуры и искусства, наряду с фотографией и кино, развивавшимися фактически одновременно со звукозаписью [1]. Аудиовизуальная культура, развитие которой происходило за счет постепенного художественного освоения технических возможностей, является уникальным феноменом глобальной культуры XX века. «Массовая музыка» и «популярная культура» – это понятия, устойчиво вошедшие во второй половине XX столетия в научный оборот, характеризуют особенности производства культурных ценностей в обществе, рассчитанных на массовое потребление [2].

В середине XX века выпустить альбом для неизвестной группы было очень сложно, звукозаписывающее оборудование было не по карману музыкантам, а студии, предоставляющие свои услуги, брали оплату за каждый день работы, что влекло за собой необходимость больших финансовых вложений, что было либо невозможно, либо сложно реализуемо для молодой группы или исполнителя. Со временем технологии развивались, на смену радиолампам пришли транзисторы, что удешевило производство акустического оборудования, многие аналоговые приборы начали приобретать свои электронные аналоги, что дало толчок для популяризации звукозаписи.

Невзирая на множество положительных аспектов цифровизации процесса звукозаписи, появился и значительный минус, множество людей, которые не обладали профессиональными знаниями пришли в индустрию с желанием заработать с минимальным вложением средств. В связи с этим появилось большое количество студий звукозаписи, которые стали базироваться не в больших, заранее спроектированных помещениях, а в небольших помещениях, которые проектировались как офисы, подвальных помещениях или в квартирах. У всех этих помещений есть одна общая черта — малые линейные размеры и низкий уровень шу-

моизоляции, что вследствие не правильного акустического оформления такого помещения создает ряд неблагоприятных факторов:

Во-первых, первое с чем необходимо бороться в малой студии – шум. Его источником может быть что угодно, дождь за окном, шум, создаваемый системой охлаждения компьютера, если студия базируется в офисном помещении, то это могут быть шаги за дверью. Все это негативно скажется на конечном миксе.

Во-вторых, резонанс (комнатные моды) – физическое явление, которое проявляется в увеличении амплитуды колебаний при соответствии частоты внешнего воздействия с определенными значениями. Данное явление характерно как для больших профессиональных студий, так и для небольших коммерческих, но необходимо учитывать факт того, что у профессиональных студий большие линейные размеры как контрольных комнат, так и помещений для записи. В связи с этим большинство резонансов находятся за пределами воспринимаемого человеком частотного диапазона. Так как эта зона не содержит полезных частот и никак не воспринимается человеком, то и на конечный продукт никак не повлияет. В то время как в помещении, имеющим малые линейные размеры, в резонанс входят частоты, которые как раз-таки воспринимает человеческий слух, а значит это повлияет и на запись материала и на его сведение. В таких условиях необходимо применять специальные поглотители, которые состоят из волокна, имеют большие размеры, а значит забирают на себя рабочее пространство.

Третье — SBIR-эффект (Speaker Boundary Interference Response) – когерентное взаимодействие между прямым звуком и отражениями от ближних границ комнаты. В связи с тем, что расстояние от точки воспроизведения и прослушивания звука до стен небольшое, звуковые колебания проходя эту дистанцию не успевают потерять свою энергию и усиливаются при отражении от поверхностей, что вызывает большие искажения амплитудно-частотной характеристики (АЧХ). Данное акустическое искажение актуально как при записи, так и при последующем прослушивании фонограммы.

Четвертое — наличие параллельных отражающих поверхностей. Так как помещения, на базе которых формируются малые студии звукозаписи, изначально не проектировались для тех целей и задач, которые необходимо выполнять на студии. Стены, пол и потолок зачастую практически параллельны друг другу, что подразумевает под собой факт того, что в помещении может образовываться «порхающее эхо» (череда быстрых повторений звукового сигнала). В профессиональных студиях стараются избегать подобных ошибок. Помещения имеют гораздо большую площадь, более высокие потолки, избегаются параллельности стен, пола и потолка.

Для устранения вышеперечисленных искажений предлагается использовать вокальную звукоизоляционную кабину, имеющую модульную структуру. Звукоизоляционная кабина имеет модульную конструкцию (рисунок 1) и линейные размеры 1250х1350х2100мм. В связи с малыми размерами, резонансы, хоть и будут проявляться на частотах, воспринимаемых человеком, но будут в том частотном диапазоне до 80-100Гц, который не является важным для конечно продукта.

Каркас изготавливается из деревянных брусков размером 50х50мм и 100х100мм. В качестве материала обшивки используются гипсоволокнистые листы (ГВЛ). Для упрощения логистического аспекта и сборки продукт состоит из 6 модулей(панелей), в часть из которых встроены элементы управления освещением, аудио разъёмы для простоты использования и сохранения эстетичности кабины.

Верхний(потолочный) модуль будет оснащен осветительным прибором и секцией для монтажа канального вентилятора, с помощью которого реализуется пассивно-активная вентиляция. На внутреннюю часть фронтальной панели монтируется выключатель. В панель левой стены встраиваются разъёмы (внутри и снаружи) TRS Jack 6,3mm, mini jack 3,5mm для подключения наушников, а также XLR разъем для подключения микрофона.

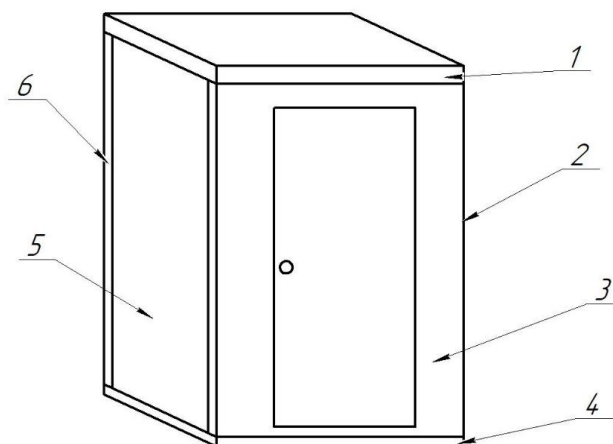


Рисунок 1 — Принципиальная схема модульного устройства звукоизоляционной кабины

На рисунке 1: 1 – верхний модуль; 2,5 – боковые модули; 3 – передний модуль; 4 – нижний модуль; 6 – задний модуль.

Для уменьшения влияния «порхающего эха» конструкцией предусмотрены два модуля имеющих трапециевидную форму при виде сверху. Данное решение позволило избежать параллельности поверхностей, а значит и нежелательных эффектов, присущих малым помещениям.

Себестоимость предложенной звукоизоляционной кабины составляет в среднем от 40 до 60 тысяч рублей, рыночная стоимость может составлять от 70 до 90 тысяч рублей, в зависимости от конфигурации. В свою очередь для создания схожих условий в рамках помещения 4000х5000х3000мм потребуют гораздо более внушительные денежные вложения порядка 150-200 тысяч рублей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернышев А.В. Звукозапись как феномен культуры: исторический аспект // МНИЖ. 2016. №8-4 (50). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zvukozapis-kak-fenomen-kultury-istoricheskiiy-aspekt>
2. Синеокий Олег Владимирович Общая культурологическая характеристика музыкальной звукозаписи как системы социальных технологий и коммуникаций // Logos et Praxis. 2015. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obschaya-kulturologicheskaya-harakteristika-muzykalnoy-zvukozapisi-kak-sistemy-sotsialnyh-tehnologiy-i-kommunikatsiy>

Новоселов Сергей Владимирович, научный руководитель, д.т.н., профессор кафедры «Механика и Инноватика» ФГБОУ «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: novoselov_sv@mail.ru

Фукус Артур Евгеньевич, студент направления «Инноватика», Факультет специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: arturfuks40@gmail.com

МОДЕЛЬ ИННОВАЦИОННОГО ПРОИЗВОДСТВА СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМАШНИЙ ОГОРОД» ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

И.В. Чернущенко, С.В. Новоселов

Выращивание растений в искусственных условиях – это сфера исследований, совмещающая понятия и методы биологии, физики, информационных технологий и других отраслей наук. Под искусственными условиями в контексте данной работы подразумевается применение светодиодных источников света, оборудования для автоматического полива грунта. Подход выращивания растений в искусственных условиях позволяет по итогу получать экологически чистые крепкие растения без «химии».

Ключевые слова: фито-стеллаж, растениеводство, искусственные условия.

Среди проблем, связанных с благосостоянием человечества, одной из важнейших является проблема питания, под которой подразумевается качество продуктов растительного

происхождения на полках магазинов. На рынке товаров повседневного спроса растет объем эко- и биопродуктов, это связано с заинтересованностью потребителей к здоровому образу жизни. Потребность в правильном питании постепенно входит в наш быт, так как современный человек все время находится в движении, не обращая внимания на то, как и чем он питается. В следствии этого, в рационе питания снижается количество необходимых организму микроэлементов, аминокислот и витаминов. Все это можно найти в продуктах растительного происхождения [1]. Например, некоторые виды кресс-салата содержат суточную норму витамина С в 100 граммах листьев.

Человек продолжительное время пытался обеспечить себя продуктами питания, создавая искусственные условия для выращивания растений. Это помогло увеличить объемы производства. В XXI веке, с помощью научных достижений были разработаны фитотроны, которые представляют собой камеру (или комплекс камер) для выращивания растений в регулируемых искусственных условиях. Фитотронам возложена почетная роль – дать человеку возможность обрести новые стабильные способы обеспечения питанием растущее население нашей планеты.

Мы затрагиваем проблему питания человека, то есть отраслевую. Для улучшения условий жизни человека, необходимо найти решение этой проблемы.

Объект исследования — технологии и способы выращивания растений в искусственной среде.

Предмет исследования — разработка устройства для выращивания растений в домашних условиях.

Цель – Разработать модель производства нового продукта – устройства, которое позволит выращивать различные виды растений в домашних условиях на территории Алтайского края, как инновационного продукта, который реализуется в экономическом обороте и имеет конкурентные преимущества.

В соответствии с целью работы формулируются следующие задачи:

1. Анализ и структурирование информации по разработкам и производству устройств для выращивания растений;
2. Формирование теоретических положений для разработки инновационного проекта;
3. Разработка новшества, на основе которого разрабатывается новый товар;
4. Разработать модель производства системы «Умный домашний огород» в программной среде «Project Expert»;
5. Система управления ИПр и производства. Разработка бизнес-процесса развития инновационного предприятия. Формализация процессов. Система управления инновационным проектом.

Овощи и зелень играют чрезвычайно важную роль в питании человека. Пищевая ценность культур определяется высоким содержанием в них углеводов, органических кислот, витаминов, активных элементов, ароматических и минеральных веществ в доступной для усвоения организмом форме. Разнообразие и различное сочетание всех перечисленных компонентов в составе овощных растений обуславливает их вкус, окраску, запах и питательную ценность. Главным показателем качества является их биохимический состав. Овощные растения содержат до 97 % влаги в своем составе, однако даже в том небольшом количестве сухого вещества, находящегося в овощах, содержится много биологически важных соединений, которые жизненно необходимы для нормального функционирования организма человека [2].

В состав сухого вещества овощей и зелени входят также клетчатка, положительно влияющая на восстановление сил организмом, и пектиновые вещества, главным образом белки и глюкоза. Особую ценность представляют натуральные органические кислоты, в разных количествах содержащиеся в овощных растениях: лимонная, яблочная, винная, щавелевая и некоторые другие. Именно органические кислоты оказывают благотворное влияние на вкусовые качества овощей и способствуют лучшему их усвоению организмом человека. Во многих овощных растениях, таких как лук, чеснок, пряно-ароматические культуры, содержатся эфирные масла, обладающие фитонцидными свойствами. Фитонцидное действие лука

и чеснока издревле находило свое применение в народной медицине с целью профилактики и лечения воспалительных и инфекционных заболеваний [2, 3].

С помощью домашнего огорода, можно выращивать рассаду, большинство видов зелени, гибридные сорта овощных культур. Система позволяет свести к минимуму уход за растениями, так как процессы полива и освещения автоматизированы. Конструкция состоит из нескольких “подсистем”:

- Каркас. В качестве каркаса применяется деревянный стеллаж, его высота один метр, площадь полки 0,27 м². Для защиты от влаги и воздействия внешней среды, стеллаж покрыт лаком;

- Блок управления. Для автоматической работы системы необходим блок управления, он делает огород “умным”. В его основе стоит микроконтроллер Arduino Nano, он работает по заданной программе. Блок имеет элементы управления и вывода информации. С помощью этого блока пользователь может получать показания датчиков, температуры, влажности воздуха [4];

- Освещение. Для освещения растений используются LED светильники со специальным спектром света, с их помощью, можно увеличивать световой день растений;

- Полив. Для орошения почвы в системе присутствуют две помпы, они срабатывают по показаниям датчиков влажности почвы.

Стеллаж занимает очень мало места, с легкостью размещается на любом балконе, подходит для круглогодичного выращивания зелени. Выращивание растений с помощью домашнего умного огорода носит также медитативный характер, что позволит улучшить здоровье не только в физическом плане, но и в психологическом.

На рынке присутствует множество аналогов, они обладают высокой стоимостью и меньшим количеством функций. В процессе разработки концептуального образа умного домашнего огорода, были учтены сильные и слабые стороны конкурентов, что позволило избавиться от части неправильных технических решений. Расчеты в программном продукте «Project Expert» показывают, что разработанный проект экономически оправдан.

Система «Умный домашний огород» разработана для упрощения жизни людей, инновационный потенциал проекта образовывается за счет усовершенствования имеющихся на рынке аналогов, что делает выращивание растений продуктивнее.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Огород на окне и балконе. Энциклопедия садовода-огородника // Цветкова. М.В. Клуб семейного досуга. г. Белгород 2010 г. – 315 с.
2. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: http://www.treeland.ru/article/eko/food/piovo/vagnaa_rol_ovoqei_v_pitanii.htm
3. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://garden.wikireading.ru/8826>
4. Программирование микроконтроллерных плат Arduino //Улли С. БХВ-Петербург г. Санкт-Петербург 2012 г. – 256 с.

Новоселов Сергей Владимирович, научный руководитель, д.т.н., профессор кафедры «Механика и Инноватика» ФГБОУ «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: novoselov_sv@mail.ru

Чернущенко Иван Валерьевич, студент направления «Инноватика», Факультет специальных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», email: lolik232@yandex.ru.