

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. И. И. ПОЛЗУНОВА

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА
(АВАТ-2023)**

**Сборник статей
Всероссийской научно-практической конференции
(15 декабря 2023 года)**

ISBN 978-5-7568-1483-5



АлГТУ
Барнаул • 2024

Об издании – [1](#), [2](#)

© Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова, 2024

УДК 656.13

Актуальные вопросы автомобильного транспорта (АВАТ-2023) : сборник статей Всероссийской научно-практической конференции (15 декабря 2023 года, г. Барнаул) / Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул : АлтГТУ, 2024. – 139 с. – URL : https://journal.altstu.ru/konf_2024/2024_1/128/. – Текст : электронный.

ISBN 978-5-7568-1483-5

Конференция посвящена актуальным вопросам современной науки и практики в области автомобильного транспорта. Сборник включает статьи конференции, проведенной 15 декабря 2023 года в г. Барнауле. Материалы издаются в авторской редакции.

Организатор конференции – ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова».

Ответственные редакторы:

Баранов Алексей Сергеевич – декан ФЭАТ, к.т.н., доцент,
заведующий кафедрой АиАХ;

Панин Алексей Владимирович – к.т.н., доцент кафедры АиАХ

Рецензенты:

Орлов Н.В., президент некоммерческого партнерства «Автомобильные перевозчики Алтая»;

Терентьев В.С., директор ООО «Пассажирыские перевозки»

Минимальные системные требования

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

Дата подписания к использованию 22.04.2024. Объем издания – 7,5 Мб.
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова»,
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46, <https://www.altstu.ru>.

ISBN 978-5-7568-1483-5

[вперед \(содержание\)](#)

© Алтайский государственный
технический университет
им. И.И. Ползунова, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ, СИСТЕМ И АГРЕГАТОВ

Байбасаров Р.Р., Свистула А.Е. Система охлаждения с функцией форсированного прогрева двигателя	6
Валекжанин А.И. Определение моментов инерции наземных транспортно-технологических машин аналитическим методом	8
Гаврилов С.А., Гурьев М.А., Иванов С.Г. Влияние химического состава на структурно-фазовое состояние и адгезионную прочность металлокомпозитных брикетов для фрикционных поглощающих аппаратов тормозных колодок тяжелой техники.....	11
Жуков Е.Б., Капишников А.В. Проектирование автоматизированных энергетических комплексов малой и средней мощности	13
Мелихов И.В. Управление собственными частотами лопаток вентилятора методом заполнения внутренней полости окружностями	17
Прокопенко Е.А., Тынянов Н.С., Султанов И.Р., Свистула А.Е. Установка для анализа процессов впрыска топлива	22
Салеев Ф.И. Об анализе уравнений регрессии на ЭВМ.....	26
Саночкин А.С., Свистула А.Е., Брякотин Э.М. Газодинамические волны в системах газообмена поршневых двигателей.....	28
Свещинский В.О., Лукичев А.О., Свистула А.Е. О проектировании аккумуляторов топливных систем.....	33
Синицын В.А. Анализ эффективности теплозащитных покрытий деталей двигателя	40
Сороченко С.Ф., Чулкин Н.М., Угаров В.А., Раззамазов Н.И. Разработки студенческого конструкторского бюро АлтГТУ для садоводства	42
Тынянов Н.С., Прокопенко Е.А., Свистула Е.А. Индивидуальные ТНВД с быстродействующим электромагнитным клапаном	46
Чу Ван Чунг, Рассохин В.А., Барсков В.В., Басати П.М., Фам Тхань Куэт Выбор оптимальных параметров ступени для предварительного проектирования радиально-осевой турбины в агрегатах наддува поршневых двигателей на автомобильном транспорте.....	50

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Горлова Н.П. Коррозионные процессы в системе очистки отработавших газов двигателей внутреннего сгорания	54
Левин В.Ф., Пахомов Н.Ю. Совершенствование системы питания автомобилей ВАЗ классических моделей.....	60
Панин А.В. Метановые автомобили: особенности эксплуатации	63
Шапошников Ю.А., Белоусов Д.А., Шебалин В.К. Исследование свойств зимних шин автомобиля.....	65
Шапошников Ю.А., Терехов А.К. Испытания зимних шин.....	70
Шапошников Ю.А., Шапошникова О.В. Обеспечение эксплуатационной безопасности автотранспортных средств	73
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ В СФЕРЕ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА, ТРАНСПОРТА И АПК	
Домашенко А.А., Огнев И.В. Автосервис как площадка для внедрения складской логистики.....	78
Егорова Н.С., Нечаев К.С. Исследование аварийности в темное время суток на территории города Барнаула	80
Корнеева А.Н., Грефенштейн А.П., Журина Е.В. Совершенствование организации движения на маршрутах городского электрического транспорта.....	84
Костенкова Д.В., Нечаев К.С. Определение участков концентрации ДТП с участием маршрутного общественного транспорта в городе Барнаул в период с 2020 по 2022 год.....	87
Котова Е.В. Устойчивая городская мобильность: практические подходы к снижению автомобилизации в больших городах	92
Левин В.Ф. Маршрутизация при малых объемах перевозок грузов	95
Масленников С.Н., Шеремет И.Д. Перспективы развития автомобильных дорог в районах Крайнего Севера.....	98
Митрофанова П.Ю., Нечаев К.С. Анализ работы маршрутной сети города Барнаула.....	102

Мишин С.И., Чингулин А.С., Кузнецов Е.Е. Анализ импорта автотранспортных средств производства КНР	106
Мягкова Н.А. Особенности управления персоналом на автотранспортном предприятии	109

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ НА ТРАНСПОРТЕ

Баранов А.С., Баранов А.А. Моделирование элементов системы «Водитель-автомобиль-дорога-окружающая среда» ...	112
Данилов Д.А., Руденок Е.А., Шебалин В.К., Баранов А.С. Универсальный механизм: платформа для проектирования машин и механизмов.....	114
Домашенко А.А., Печатнова Е.В. Анализ причин аварийности на дороге А-322 с использованием специализированного сервиса ГИБДД.....	117
Митрофанова П.Ю., Печатнова Е.В. Состояние показателей дорожно-транспортных происшествий с особо тяжкими последствиями по регионам России.....	120
Ус С.С., Кузнецов К.Е., Кузнецов Е.Е. Обоснование способа исследования характеристик движения тракторно-транспортного агрегата.....	124

ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА, ТРАНСПОРТА И АПК

Баранов А.С. Международное сотрудничество при реализации образовательных программ АлтГТУ в сфере транспорта.....	128
Баранова Е.В. Формирование предпринимательских и управленческих компетенций при подготовке студентов в сфере транспорта и АПК.....	130
Бараусова А.С., Елкин И.С. Влияние алкоголя на способность управлять транспортным средством	133
Шумов Н.В., Терехов А.К. Профессиональная подготовка водителей транспортных средств в действиях при осуществлении маневра обгона	136

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ, СИСТЕМ И АГРЕГАТОВ

СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ С ФУНКЦИЕЙ ФОРСИРОВАННОГО ПРОГРЕВА ДВИГАТЕЛЯ

Байбасаров Руслан Рашитович, магистрант, kafdvs@mail.ru

Свистула Андрей Евгениевич, д.т.н., профессор, kafdvs@mail.ru

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

В статье изложены результаты исследования системы охлаждения с функцией форсированного прогрева холодного двигателя после пуска от тепловой энергии отработавших газов. Приведена схема экспериментальной системы охлаждения. Расчетным путем определена доля теплоты, забираемая от отработавших газов теплообменником в систему охлаждения. Экспериментально подтверждено сокращение времени прогрева холодного двигателя при использовании опытной системы охлаждения.

Ключевые слова: двигатель, система охлаждения, теплообменник, время прогрева, теплота, утилизация

Как известно, при работе двигателя внутреннего сгорания, существенная часть теплоты (30-55 % от теплоты, полученной при сгорании топлива) выбрасывается с отработавшими газами (ОГ) в атмосферу, что приводит к понижению КПД [1]. В Котло- и реакторостроении используют разные котлы-утилизаторы, которые представляют собой теплообменник, работающий по схеме «вода - выхлопные газы». Подобный теплообменник можно использовать и в автомобилях, оснащенных двигателями внутреннего сгорания, с целью уменьшения времени прогрева до оптимальных эксплуатационных температур [2] (рисунок 1).



Рисунок 1 – Экспериментальный теплообменник

Отработавшие газы, двигаясь через выхлопную трубу, попадают в центр теплообменника, упираясь в заслонку, рассеиваются через отверстия по периметру и попадают в полость, где расположена водяная рубашка цилиндрической формы, огибают ее с двух сторон и выходят из теплообменника, отдавая тепло охлаждающей жидкости. При достижении охлаждающей жидкости (ОЖ) рабочей температуры 80 °С открывается заслонка, и ОГ двигаются, минуя водяную рубашку, дальше по выхлопной системе (рисунок 2).

Количество теплоты, полученное при теоретическом расчете работы экспериментального теплообменника (4077Дж/с), составило 57 % от теплоты, унесенной отработавшими газами [3].

Экспериментально выполнена оценка форсирования времени прогрева двигателя внутреннего сгорания с использованием опытного теплообменника (рисунок 2).

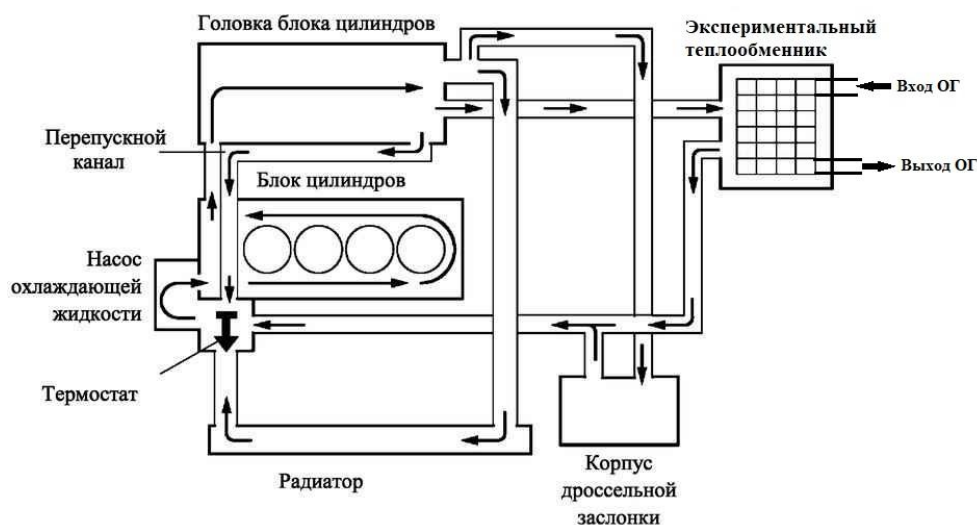


Рисунок 2 – Схема системы охлаждения установки с экспериментальным теплообменником

Эксперимент проводился в два этапа:

- замер времени прогрева двигателя экспериментальной установки без теплообменника;
- замер времени прогрева двигателя экспериментальной установки с использованием экспериментального теплообменника.

Замер времени прогрева производится при помощи секундомера, фиксация температуры осуществляется диагностическим прибором «Launch» при помощи встроенного датчика температуры охлаждающей жидкости и датчика температуры всасываемого воздуха в экспериментальной установке (рисунки 1, 2). Два этапа измерений выполняются при одинаковых условиях окружающей среды [2]. Изменение температуры ОЖ фиксируются каждые 10 секунд для дальнейшего построения графика прогрева. Два этапа измерения проводились троекратно с интервалом в 24 часа (минимальный интервал 6 часов).

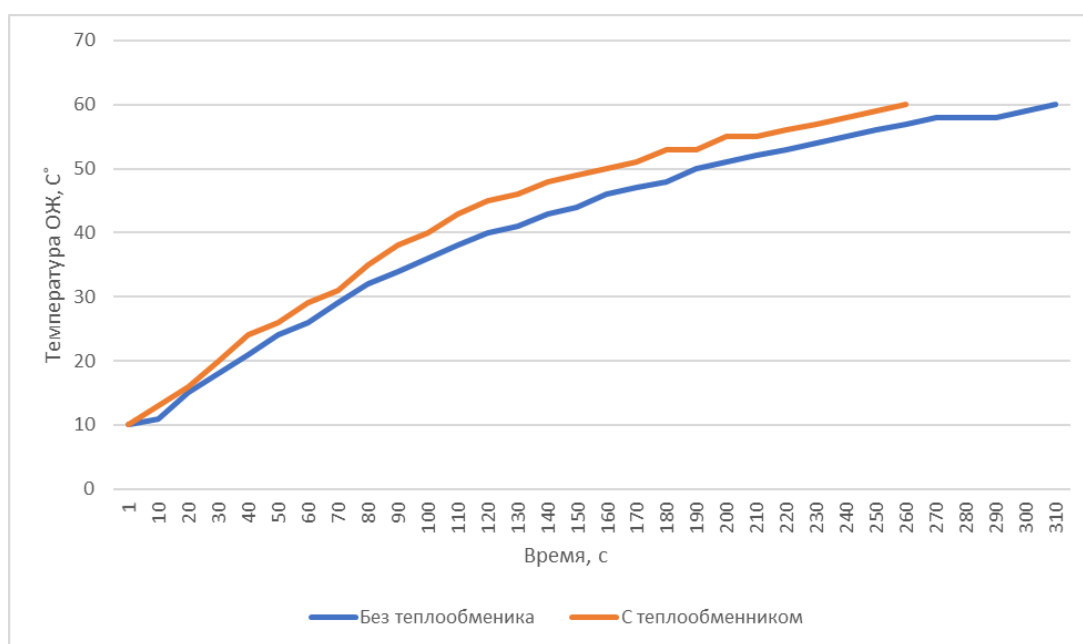


Рисунок 3 – Сравнительная диаграмма времени прогрева

В результате проведенного эксперимента, в котором был выполнен замер времени прогрева двигателя с применением экспериментального теплообменника с целью сокращения времени прогрева, можно сделать вывод, что теплообменник сокращает время прогрева на 19,4 %, и тем самым уменьшает время выхода на оптимальный температурный режим работы (рисунок 3).

Согласно теоретическим расчетам, форсирование времени прогрева может достигать 33,6 % [3, 4]. Экспериментальное отклонение времени прогрева объясняется использованием постоянных значений температур выхлопных газов и наличием потерь теплоты на нагрев выхлопной системы и теплообменника [4, 5].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Колчин А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: учебное пособие [для вузов] /А.И. Колчин, В.П. Демидов. 3-е изд. перераб. и доп. Москва : Высш. школа, 2002. 496 с.
2. Байбасаров Р.Р. Исследование совместной работы лямба-зондов и катализаторов/ В.Ф. Левин, Р.Р. Байбасаров // Научное творчество студентов и сотрудников факультета энергомашиностроения и автомобильного транспорта: сборник докладов 77-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава технического университета; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2019. С. 24-32.
3. Расчет систем двигателей: метод. указания / А. Е. Свистула, С. С. Дорофеева; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2015. 42 с.
4. Матиевский Г.Д. Исследование оптимизационной скоростной характеристики двигателя постоянной мощности / А.Е. Свистула, Г.Д. Матиевский // Двигатели внутреннего сгорания. 2011. № 2. С. 46-49.
5. Свистула А.Е. Экспресс-исследование температуры топливопроводов зерноуборочного комбайна "ПАЛЕССЕ GS12" / Е.М. Таусенев, К.В. Кох, А.Е. Свистула, А.Г. Глущенко // Вестник алтайской науки. 2014. № 4 (22). С. 337-341.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТОВ ИНЕРЦИИ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН АНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Валекжанин Александр Иванович, к.т.н., доцент, awalekjanin@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье изложены особенности нормирования расхода топлива для легковых автомобилей с учетом массы перевозимых пассажиров и багажа, приведены результаты расчета с применением программы расчет нормы расхода ГСМ для автотранспорта. Расчет нормы расхода ГСМ для автотранспорта.

Ключевые слова: эксплуатационные свойства, маневренность, устойчивость, управляемость, математическая модель, центр масс, момент инерции, радиус инерции, КамАЗ-5410, ОдАЗ-9370.

Реализация национального проекта «Безопасные качественные дороги» позволила существенно улучшить транспортную инфраструктуру России. Построены новые мосты, путепроводы, выполнена реконструкция дорожного покрытия на федеральных, региональных и муниципальных дорогах. Это позволило увеличить среднетехническую скорость движения автомобилей и автопоездов до максимально разрешенной Правилами дорожного движения. Увеличение среднетехнической скорости движения в условиях сухого дорожного покрытия с максимальными сцепными свойствами позволяет уменьшить срок транспортировки перевозимого груза, обеспечить сохранность груза, снизить себестоимость перевозок. Но движение с высокими скоростями на дорогах с низкими сцепными свойствами приводят к ухудшению устойчивости, управляемости и маневренности движения одиночных

и шарнирно-соединенных наземных транспортно-технологических машин. Одной из причин потери устойчивости и управляемости движения шарнирно-соединенных наземных транспортно-технологических машин является складывание их звеньев.

Предотвращение складывания звеньев, шарнирно-соединенных наземных транспортно-технологических машин возможно за счет изменения управляемых характеристик движения и за счет внедрения в конструкцию наземных транспортно-технологических машин специальных устройств для предотвращения складывания их звеньев.

В Алтайском государственном техническом университете им. И.И. Ползунова (АлтГТУ) разработана конструкция такого устройства [1]. Для анализа влияния данного устройства на характеристики движения двухзвенного седельного автопоезда в составе тягача КамАЗ-5410 и полуприцепа ОдАЗ-9370 разработана математическая модель и программа для ЭВМ [4,5].

Для получения параметров движения шарнирно-соединенных машин необходимо введение в программу реальных данных, в частности, координат центра масс и моментов инерции звеньев автопоезда. В научно-технической литературе сведения о численных значениях моментов инерции для звеньев автотракторных поездов отсутствуют.

Для получения реальных исходных данных по массово-геометрическим характеристикам различных наземных транспортно-технологических машин в АлтГТУ спроектирован и изготовлен стенд и определены координаты центра масс автомобиля-тягача КамАЗ-5410 и полуприцепа ОдАЗ-9370 [2]. В таблице 1 приведены координаты центра масс и моменты инерции звеньев седельного автопоезда.

Таблица 1 – Координаты центра масс и моменты инерции звеньев седельного автопоезда

Наименование показателя	КамАЗ-5410	ОдАЗ-9370
Расстояние от центра задней тележки до центра масс, м	1,802	2,209
Высота центра масс, м	0,745	1,034
Момент инерции относительно вертикальной оси Z, кг*м ²	15620	38906
Момент инерции относительно поперечной оси Y, кг*м ²	37632	65180

Для эксперимента был задействован автопоезд, находящийся в эксплуатации, на полуприцепе смонтировано устройство для предотвращения складывания, поэтому координаты центра масс звеньев отличаются от расчетных значений, которые могут быть получены по данным, приведенным в технических характеристиках автомобиля и полуприцепа.

В основу методики для определения моментов инерции положен метод их определения на качающейся платформе [3]

Экспериментальное определение массово-геометрических характеристик достаточно трудоемкий процесс, связанный с разработкой конструкции стенда, его изготовлением, разработкой методики измерения, оснащения контрольно-регистрирующей аппаратурой, обработкой результатов измерений, однако он дает наиболее точные результаты.

Можно определить момент инерции аналитически по формуле [5]

$$J_z = m r_u^2, \quad (1)$$

где J_z – момент инерции твердого тела относительно вертикальной оси Z, кг м²;

m – масса твердого тела, кг;

r_u – радиус инерции твердого тела, м.

Из формулы (1) следует, что радиус инерции твердого тела равен

$$r_u = \sqrt{\frac{J}{m}} \quad (2)$$

Определим по формуле (2) радиус инерции автомобиля КамАЗ-5410 относительно вертикальной оси Z , проходящей через центр масс автомобиля, используя экспериментальные данные, приведенные в таблице 1.

$$r_u = \sqrt{\frac{15620}{6800}} = 1,516 \text{ м}$$

Определим продольную координату X центра масс стандартного автомобиля. На рисунке 1 приведены линейные размеры автомобиля КамАЗ-5410.

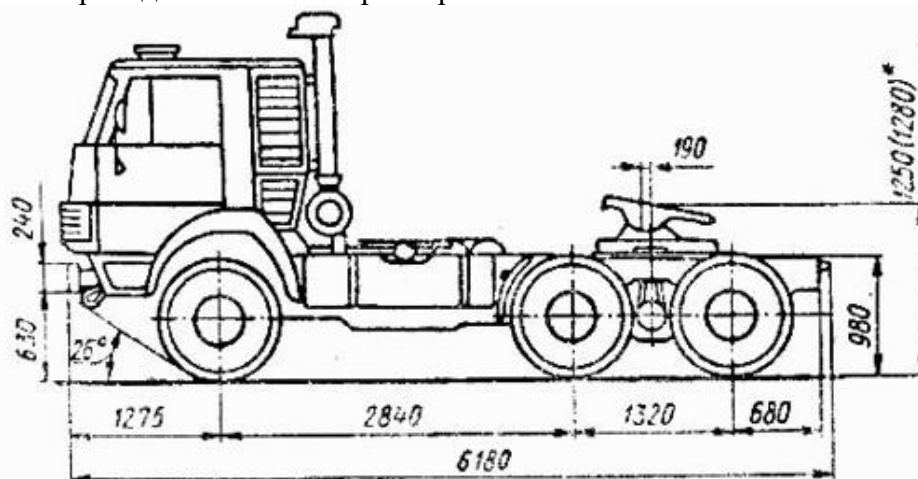


Рисунок 1 –Линейные размеры автомобиля КамАЗ-5410

Составим уравнение равновесия автомобиля.

$$\sum M_y = R_T(2,84 + 0,66) - G_a x = 0 \quad (3)$$

где $\sum M_y$ – сумма моментов активных сил и реакций связей относительно передней оси автомобиля;

R_T – суммарная вертикальная реакция, действующая на балансирную тележку;

G_a – вес автомобиля;

x – расстояние от передней оси до центра масс автомобиля.

Решив уравнение (3) относительно x , определим продольную координату центра масс автомобиля, которая равна 1,69 м от передней оси автомобиля и 1,81 м от центра балансирной тележки, то есть большая снаряженная масса автомобиля находится между центром масс и передней осью автомобиля.

Предположим, что радиус инерции автомобиля равен расстоянию от центра масс до передней оси автомобиля. Определим его момент инерции относительно оси Z по формуле (1).

$$J_z = m r_{и}^2 = 6800 \cdot 1,69^2 = 19421 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Разность между действительным моментом инерции, полученным экспериментальным методом и расчетным методом составляет 3801 кг·м² или 24%.

То есть действительное значение момента инерции равно: $J_z = 19421 / 1,24 = 15562 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, что соответствует данным таблицы 1.

Компоновка дорожных бескапотных седельных тягачей с колесной формулой 6x4 одинакова, они отличаются только массами и размерами.

Таким образом, принимая за радиус инерции расстояние от центра масс до наиболее нагруженной оси, и выполняя корректировку на величину ошибки, можно достаточно точно определить аналитическим методом момент инерции бескапотного седельного тягача с колесной формулой 6x4.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. А.с. 1539119, МКИ³В 62 D 53/00 Устройство для повышения устойчивости движения автопоезда / А.И. Валекжанин, А.С. Павлюк, П.В. Гузенко (СССР), – №442699/31 – 11 ;заявл. 16.05.88 ;опубл. 30.01.90, Бюл. №4 – 3с. : ил.
2. Валекжанин А.И. Определение массово-геометрических характеристик звеньев мобильных машин / А.И. Валекжанин // Сибирский вестник сельскохозяйственной машины. 2009. – №4. С. 110–113.
3. Гернет М.М. Определение моментов инерции /М.М. Гернет, В.Ф. Ратобильский. – Москва : Машиностроение, 1969. 247 с.
4. Поддубный В.И. Математическая модель шарнирно-соединенной мобильной машины в Матлаб-Симулинк [Текст] /В.И. Поддубный, А.И. Валекжанин, А.С. Павлюк // Проблемы автомобильно-дорожного комплекса России: материалы Vмеждунар. науч.-техн. конф. 21 – 23 мая 2008 г., Пенза / [в 2 ч./редкол.: Э.Р. Домке (отв. Ред.) и др.]. Пенза : ПГУАС. 2008. – ч.1. С. 123-127.
5. Свидетельство о гос. Регистрации программы для ЭВМ № 2008612934 Российская Федерация. Механико-математическая модель шарнирно-соединенной колесной машины (МШСКМ) [Текст] / Поддубный В.И., Валекжанин А.И., Павлюк А.С. ; заявитель и правообладатель Алтайский гос. тех. ун-т. – № 2008611708 ; заявл. 21.04.08. зарег. В Реестре программ для ЭВМ 17.06.08. – 30 с.

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НА СТРУКТУРНО-ФАЗОВОЕ СОСТОЯНИЕ И АДГЕЗИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ МЕТАЛЛОКОМПОЗИТНЫХ БРИКЕТОВ ДЛЯ ФРИКЦИОННЫХ ПОГЛОЩАЮЩИХ АППАРАТОВ И ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК ТЯЖЕЛОЙ ТЕХНИКИ

Гаврилов Сергей Анатольевич, аспирант, serggavrilov873@gmail.com
Гурьев Михаил Алексеевич, к.т.н., доцент кафедры, gurievma@mail.ru
Иванов Сергей Геннадьевич, д.т.н., в.н.с., и.о. зав.кафедрой МТиО,
serg225582@mail.ru

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

В статье работе приведены результаты металлографических исследований с применением оптической микроскопии. Установлено, что неудовлетворительное качество металлокерамического покрытия фрикционной пластины обусловлено локализацией сульфидной эвтектики на границе «керамика-подложка», а также наличием оксидных пленок на поверхности частиц порошков-прекурсоров, что в свою очередь приводит к формированию пористой границы «керамика-подложка». Установлено, что фракционный состав добавляемых порошков в большей степени определяет структурно-фазовое состояние, а также адгезионную прочность границы «керамика-подложка».

Ключевые слова: *металлокомпозиты, фрикционные пластины, энергопоглощающие аппараты, тормозные колодки.*

В современных условиях развития машиностроения остро стоит вопрос надежности и долговечности узлов, работающих в сложных режимах ударно-фрикционного износа. Детали тормозных систем, рабочие части горнодобывающих машин и детали железнодорожного подвижного состава, изготовленные из металлокомпозитных сплавов на основе порошковых материалов, должны обеспечивать высокую надежность, как при воздействии ударных нагрузок, так и обеспечивать высокую износостойкость и прочность в различном диапазоне нагрузок и температур. При этом они должны удовлетворять строгим требованиям стандартов, обеспечивая необходимую твердость и механические свойства материалов в интервале температур от минус 50 до 850 °С. При этом, как известно, высокая прочность сопровождается повышением хрупкости материала. Следовательно, в процессе износа наряду со схватыванием трущихся поверхностей происходит хрупкое разрушение и выкрашивание частиц с поверхностей трения. Одним из наиболее ответственных изделий в

паре трения является энергопоглощающий фрикционный металлокомпозитный брикет тормозных систем и энергопоглощающих устройств горнодобывающих машин и железнодорожного подвижного состава.

Специфика металлокомпозитного брикета заключается в том, что он работает в режиме ударно-фрикционного трения, характеризующегося малой длительностью процесса торможения, сопряженного с высоким удельным поверхностным давлением, зачастую при высоких температурах контактных поверхностей пары трения, достигающих значений 800–900 °С. Данные условия работы предъявляют повышенные требования к поверхностной и объемной твердости, стабильности фрикционных характеристик металлокомпозитного брикета, а также к прочности адгезии самого металлокомпозитного брикета к стальной либо чугунной подложке.

Наиболее частыми причинами выхода металлокомпозитных тормозных накладок и колодок являются в большинстве случаев отслаивание металлокомпозитного брикета от стальной либо чугунной основы, а также интенсивный износ как самого металлокомпозита, так и сопряженной с ним контрповерхности, что отрицательно влияет на работоспособность фрикционного энергопоглощающего аппарата. Исходя из этого, повышение прочности и износостойкости металлокомпозитного брикета необходимо не только с точки зрения увеличения срока службы детали, но и для нормального функционирования фрикционного энергопоглощающего аппарата в целом [1,2,3]. При этом традиционные методы поверхностного упрочнения материалов, такие как напыление, наплавка и поверхностная химико-термическая обработка в данном случае неприемлемы ввиду малой толщины формирующихся слоев, а также их чрезмерной поверхностной твердости [4,5], приводящей к сильному износу поверхности сопряженного контр-тела.

Нанесение дополнительного рельефа на стальном основании существенно повышает сцепление материалов, на снимке наблюдаются частицы металлокомпозита на стальном основании после проведения испытаний на изгиб. Возникающие в процессе изготовления металлокомпозитных брикетов термические напряжения приводили к появлению трещин на границе контакта металлокомпозита со стальным основанием.

Применение нового химического состава, заключающегося в микродобавках (0,7 масс. %) порошков как никеля, так и меди либо железа с фракционным составом 3–5, 10–14 и 20–25 мкм позволило существенно повысить адгезионные свойства спекаемых материалов как самих по себе, так и со стальными и чугунными подложками (рисунок 1). При этом выяснилось, что в большей степени влияние на адгезионную прочность металлокомпозита оказывает, прежде всего, фракция добавляемого порошка.



Рисунок 1 – Микроструктура припеченного металлокерамического брикета и стального основания без добавок микропорошков (а) и с добавками микропорошков (б)

По результатам проведенных исследований, установлено, что наиболее оптимальными показателями с точки зрения экономической целесообразности и получаемых свойств является порошок железа с фракцией 10–14 мкм, так как порошки меньшей фракции имеют существенно большую цену, а порошки никеля и меди соизмеримых с железом

фракций, имеют в разы большую стоимость при неочевидном выигрыше в приросте характеристик металлокомпозитного брикета.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кеглин Б.Г., Болдырев А.П., Ионов В.В. Совершенствование металлокерамического сплава для амортизаторов удара железнодорожного подвижного состава. Вестник Брянского государственного технического университета. 2012. №2 (34). С. 26- 32.
2. Gabets A.V., Markov A.M., Gabets D.A., Chertovskikh E.O. Upravlenie iznosostoikost'yu otvetstvennykh uzlov i detalei podvizhnogo sostava [Wear-Resistance Properties Control of Units and Details of the Rolling Stock]. Barnaul, Polzunov Alt. State Techn. Univ. Publ, 2016, 213 p. ISBN 978-5-7568-1188-9.
3. Габец Д.А., Марков А.М., Габец А.В., Гурьев А.М., Гурьев М.А., Иванов С.Г., Иванов А.В. Исследование работы металлокомпозитных брикетов во фрикционных узлах поглощающих аппаратов. Металлург. 2020. № 3. С. 86-91.
4. Власова О.А., Иванов С.Г., Гурьев М.А., Кошелева Е.А., Гурьев А.М. Повышение прочности диффузионных карбоборидных покрытий термоциклированием в процессе их получения. Материалы IV Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Наука и молодежь - 2007" (НиМ-2007). 2007. С. 110-112.
5. Гурьев М.А., Фильчаков Д.С., Иванов С.Г., Гурьев А.М., Деев В.Б. Технология упрочнения стальных изделий в процессе литья. Литейщик России. 2013. № 6. С. 36-38.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

Жуков Евгений Борисович, к.т.н. доцент, jukov23j@yandex.ru

Капишников Артем Витальевич, аспирант, timon-zarj@yandex.ru

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

Выявлены перспективы использования отходов лесозаготовки в качестве топлива и использование их в котлах с ретортной топкой. Рассмотрены конструкции котельных установок на базе водогрейных котлов малой и средней мощности, способные работать с минимальным участием персонала котельной, и обеспечивающие своей технологией сжигания высокие экологические и экономические показатели

Ключевые слова: энергетика, хвоя, отходы, сжигание, экология, котельный агрегат, ретортная топка, водогрейный котёл

Повышение энергетической эффективности коммунальной энергетики РФ на сегодняшний день невозможно без внедрения полностью автоматизированных котельных установок с современными технологиями сжигания твёрдого топлива.

Коммунальный сектор Сибирского Федерального Округа и восточной части Российской Федерации представлен водогрейными котлами тепловой мощностью от 0,3 МВт до 20,0 МВт, работающими на твёрдом топливе. Котельные агрегаты до 1,0 МВт по большей части имеют ручной заброс угля и ручное шлакоудаление. Опыт работы с подобными котельными привёл авторов к категорическому выводу о том, что повысить надежность эксплуатации котла, выдержать все необходимые современные требования к экологическим и экономическим показателям энергетического оборудования, возможно только в случае полного ухода от ручного труда в пользу полной автоматизации топочного процесса.

Применяемые в коммунальной энергетике угли имеют очень плохие теплотехнические показатели, - высокая влажность и разрозненный фракционный состав не позволяют эффективно организовать топочный процесс. А низкая культура эксплуатации котлов с ручными топками, зачастую абсолютно неквалифицированным персоналом

приводит к тому, что областные МУПы не в состоянии выйти из долгового кризиса, связанного с колоссальным перерасходом топлива и штрафами за вредные выбросы.

Решением данных проблем может быть переход на топлива органического происхождения. К таким топливам можно отнести отходы сельскохозяйственных предприятий (лузга пшеницы, овса, ячменя, гречихи, подсолнечника) и отходы лесозаготовительных хозяйств (хвоя, листва, мелкие ветки, кора).

В топливной лаборатории кафедры Котло- и реакторостроения Алтайского Государственного Технического Университета им. И.И. Ползунова было проведено исследование образцов, предоставленных лесным хозяйством. Среди образцов, предоставленных лесным хозяйством, особое внимание привлекли отходы в виде листьев и хвои, составляющие наибольшее количество среди остальных отходов. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты исследования сосновой хвои

Наименование показателя, обозначения, единица измерения	Результат	Точность (сходимость)	
		Фактически	По ГОСТ не более
Влажность аналитической пробы W^a , %	5,2	0,07 % абс.	0,15 % абс.
Зольность сухой массы A^d , %	3,9	0,1 % отн.	2,00 % отн.
Зольность рабочей массы A^r , %	3,9		
Содержание горючих веществ в сухой массе пробы G , %	96,1	0,01 % отн.	2,00 % отн.
Выход летучих веществ из сухой беззольной массы V^{daf} , %	83,9	0,1 % отн.	3,00 % отн.
Высшая теплота сгорания сухой беззольной массы Q^{daf} , кДж/кг(ккал/кг)	19052 (4550)	$\Delta Q_s^d = 10$ кДж/кг	85 кДж/кг
Низшая теплота сгорания рабочего топлива Q^r , кДж/кг(ккал/кг)	16781 (4008)		

Полученные результаты показывают, что сосновая хвоя обладает не высокой влажностью - не более 5,5 %. Низкое содержание влаги в топливе способствует значительному увеличению реакционной способности топлива и уменьшению потерь тепла с уходящими газами и увеличению низшей теплоты сгорания. Так же сосновая хвоя обладает не высокой зольностью не более 4 %. Низшая теплота сгорания составила 16 781 кДж/кг, что в несколько раз выше теплоты сгорания Орловского бурого угля 2Б; Р (11350 кДж/кг).

Переход на полностью автоматизированный водогрейный котёл с ретортной топкой позволит эффективно организовать топочный процесс и решить проблемы с перерасходом топлива и вредных выбросов.

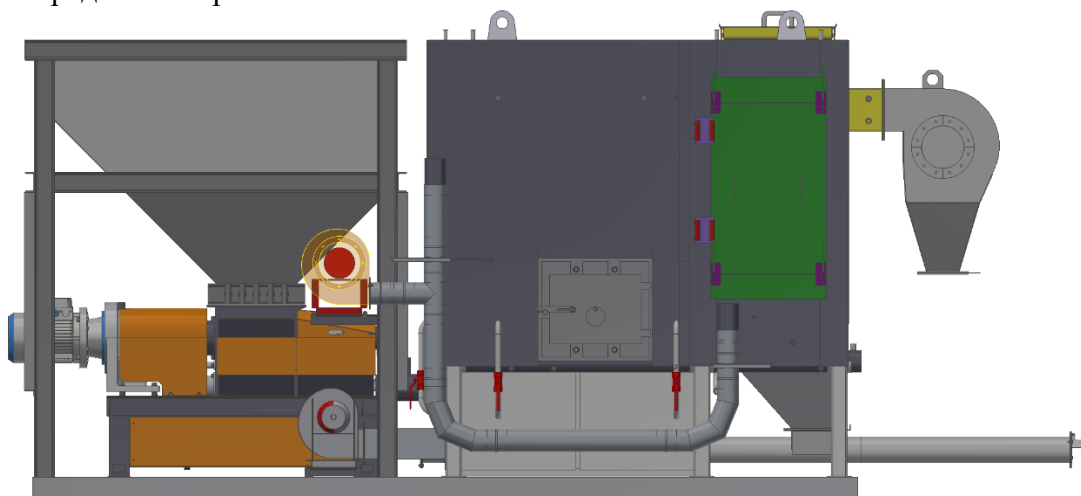


Рисунок 1 – Полностью автоматизированный водогрейный котёл тепловой мощностью 600 кВт с ретортной топкой

За более чем 20-летний период работы, были существенно модернизированы и внедрены в производство линейки различных механизированных топочных устройств устанавливаемых под блоки паровых и водогрейных котлов.

Традиционные технологии сжигания нефракционированных низкокалорийных углей, существующие на данный момент в малой энергетике, имеют достаточно большие недостатки, не позволяющие обеспечить высокие экономические показатели работы котельных установок. Проблему представляет собой именно классическое слоевое сжигание в топочных устройствах котельных агрегатов каменных и бурых углей класса Р (рядовой). Связано это со сложностью удержания коксовых частиц выгорающего топлива внутри топочной камеры до их полного выгорания, и с вероятностью образования золовых отложений на выходе топочной камеры и в конвективных поверхностях нагрева. Не механизированный топочный процесс приводит к неравномерному по времени циклу работы котла, от максимальной пиковой его мощности, до снижения нагрузки до 30% от номинала. При такой работе, возникает опасность пожаров в газоходах и золоуловителях котельного агрегата, по мере накопления в них недожога, по причине большого выноса недогоревших коксовых частиц из топочной камеры котла.

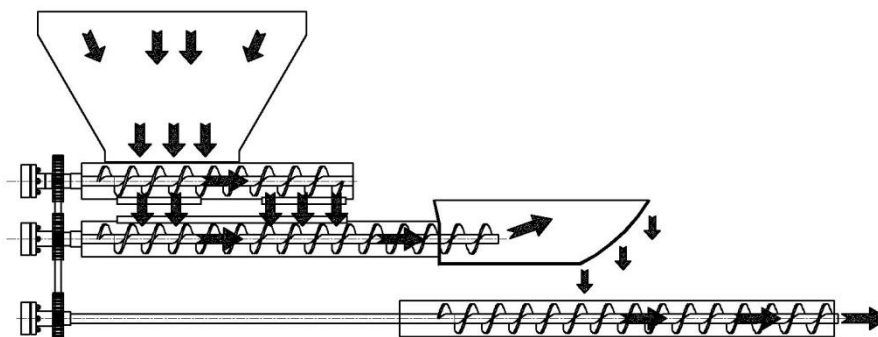


Рисунок 2 – Принципиальная схема работы устройства для подачи твёрдого топлива в топку котла

В данной статье предлагается для разных диапазонов мощностей котельных установок использовать разные технологии подачи топлива в котел и разные технологии его сжигания.

Для котельных агрегатов мощностью 200 кВт ÷ 900 кВт предлагается использование ретортной топочной камеры (рисунок 1), в которой подача осуществляется при помощи шнека в выгрузной лоток, в котором горение происходит не по противоточной схеме, как это реализовано в большинстве классических слоевых топочных устройствах, а по прямоточной схеме, когда и топливо и воздух для горения подаются снизу вверх (рисунок 2).

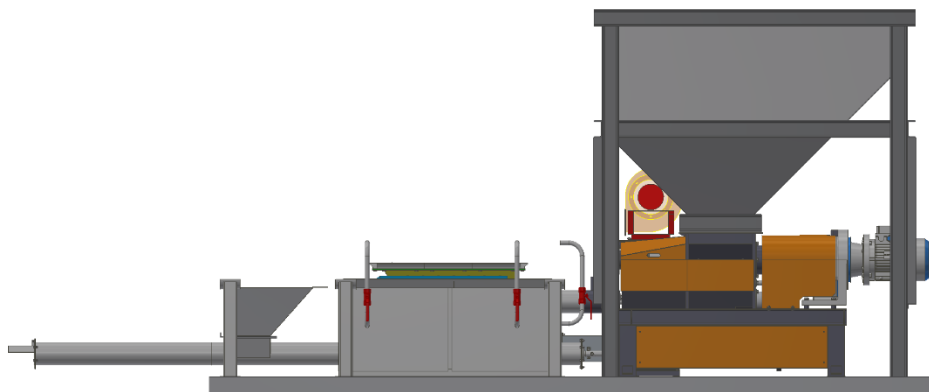


Рисунок 3 – Устройство для механизированной подачи топлива в котел

Конструкция полностью автоматизированного котла, представленного на рисунке 1, имеет устройство подачи сырого топлива, состоящее из приёмной воронки для топлива, механизма шнековой подачи, включающего дробящий шнек, выводной шнек, решётку-дозатор, приводной механизм с механическим редуктором (патент № RU 2 786 841 С1). Внизу под рабочей частью дробящего шнека расположена решётка-дозатор, выполняющая сепарационные и дробильные функции (рисунок 3). Во время проведения опытно-промышленных испытаний было установлено, что дробление нефракционированного топлива происходит в момент взаимодействия лопастей дробящего шнека, топлива и решётки-дозатора. За счёт трения между лопастями шнека, решёткой-дозатором топливо измельчается до необходимых для наилучшего выгорания размеров и проходит через специальные отверстия решётки-дозатора системы подачи топлива.

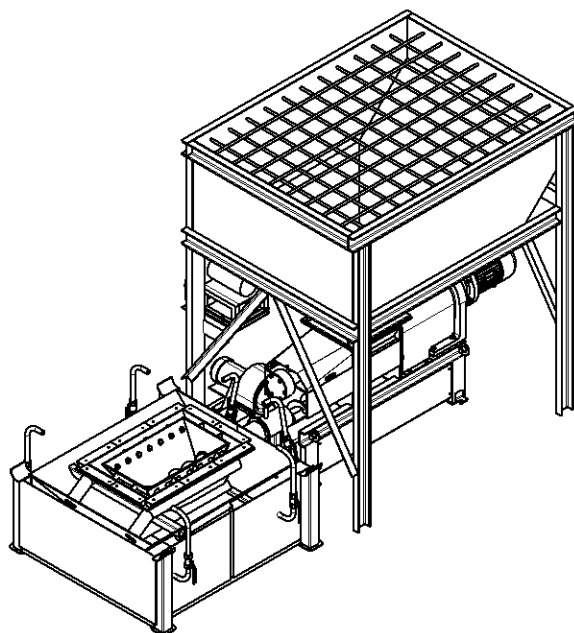


Рисунок 4 – Общий вид ретортной топки. 3D-модель

Данные технические решения позволили успешно использовать предложенные технологические схемы топочных устройств для применения топлив, существенно различных по вещественному и фракционному составу. Результаты натурных экспериментов и CFD-численного моделирования [2, 3] по сжиганию таких топлив показали возможность их эффективного применения в котлах малой и средней мощности. Разработки котельных агрегатов с высокими экологическими показателями с применением многократной циркуляции и ретортной подачей топлива, представленные учеными АлтГТУ им. И.И. Ползунова и инженерами компании ООО «Барнаулэнергомаш», предлагаются к широкому внедрению в системы малой и средней энергетики. Это позволит рационально использовать низкосортный нефракционированный уголь или органические отходы лесных и сельскохозяйственных производств.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Фурсов И.Д., Жуков Е.Б., Гаврин Н.С, Меняев К.В. Технология сжигания древесных отходов в котлах малой и средней мощности: сборник статей I Международной заочной научно-практической конференции "Проблемы техносферной безопасности - 2015" (10 февраля 2015 г.); Алт.гос.техн. ун-т им. И.И.Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2015. С.206-209.

2 Zhukov E.B., CO-COMBUSTION TECHNOLOGY OF COAL AND WOOD WASTE/Zhukov E.B., Puzirev E.M., Menyaev K.V.The 8th International Symposium on Coal Combustion (8thISCC) Beijing, China, July 19-22, 2015.

3 Пузырев Е.М., Жуков Е.Б., Паутова Е.Е., Меняев К.В., Технология совместного сжигания бурого угля и кородревесных отходов в энергетических котлах / ОАО "ВТИ", Москва, 28-29 июня 2016 г. Сборник докладов III международной научно-практической конференции "Использование твердых топлив для эффективного и экологически чистого производства электроэнергии и тепла", С. 114-121.

УПРАВЛЕНИЕ СОБСТВЕННЫМИ ЧАСТОТАМИ ЛОПАТОК ВЕНТИЛЯТОРА МЕТОДОМ ЗАПОЛНЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ПОЛОСТИ ОКРУЖНОСТЯМИ

Мелихов Игорь Владимирович, аспирант, melikhovi@vk.com
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,
Екатеринбург, Россия

Конструктивная проработка турбовентилятора с использованием аддитивных технологий требует принципиально иного подхода к проектированию узлов и элементов. В данной работе внимание уделено методам матричного внутреннего заполнения внутренней полости лопатки вентилятора, характерного для 3D-печати вида FDM. Исследование проведено на репрезентативной модели лопатки вентилятора методом конечных элементов. Полученные результаты можно применять при проектировании лопаток вентилятора, с целью управления их ЧСК и снижения массы.

Ключевые слова: аддитивные технологии, управляемые вибрационные характеристики, лопатка компрессора, газотурбинные двигатели, расчётные методы исследования, динамика и прочность.

Развитие аддитивных технологий (АТ) открывает новый уровень возможностей для аэродинамической и механической оптимизации элементов газотурбинных двигателей и достижения новых уровней эффективности, надёжности и удельных параметров.

Конструктивная проработка двигателя с использованием АТ требует принципиально иного подхода к проектированию узлов и элементов, тем более, с учётом того, что усложнение и функциональное наполнение одной детали часто не только не повышает стоимости конечного изделия (а иногда даже снижает её – за счёт снижения объёма спекаемого материала), но и может позволить существенно повысить технологичность и надёжность двигателя.

В мире широкое применение получила трехмерная печать методом послойного наплавления вида FDM (FFF), для которой присущ термин «процент заполнения». Внутри изделия 3D-принтер образует решетку жесткости, которая распределяет нагрузку на модель. Процент заполнения влияет на прочность при увеличении данного параметра, на легкость – при его снижении. Заполнение может варьироваться от 0% до 100%, в зависимости от пожеланий заказчика и условий эксплуатации 3D-модели. Форма заполнения может быть любой: окружности, прямоугольники, соты, треугольники и прочее.

Частичное заполнение помогает добиться многократного снижения цены 3D-печати и времени распечатки модели. Как правило, трехмерная печать рассчитывается исходя из затрачиваемого на печать материала с учетом поддержки, поэтому от процентного заполнения зависит и стоимость детали. Тут важно поймать некий баланс между стоимостью и механическими параметрами детали. То есть при печати, обычно, не занимаются выкраиванием полостей, ребер жесткости и прочих конструктивных элементов, присущих литым деталям, где это делают для снижения массы и количества использованного материала. Можно сразу делать элементы нужной формы, а облегчать их за счет снижения процента заполнения в программе-Слайсере при загрузке детали на 3D-печать.

Это позволит снизить массу лопаточного аппарата (значит, и ГТД в целом), а также повысить аэродинамическое совершенство проточной части. Однако встает вопрос об устойчивости таких лопаток к переменным нагрузкам, в том числе к их поведению при вибрациях [1].

Расчетная модель

Для исследования выбрана модель лопатки вентилятора с геометрическими характеристиками, соответствующими большинству модельных ступеней. Корневой диаметр лопатки 300 мм, высота 100 мм, хорда 50 мм, максимальная толщина профиля в корневом сечении 6 мм, в периферийном сечении 3 мм. Также, лопатка имеет переменные по высоте углы входа и выхода потока.

В научно-инженерной практике часто переходят от исходных к репрезентативным моделям (или моделям-демонстраторам технологии) для наглядности выбранных методов исследования, а также универсальности полученных результатов. В данном случае, в качестве репрезентативной модели лопатки осевого компрессора рассматривается плоская прямоугольная пластина со схожими геометрическими характеристиками. Высота пластины $H = 100$ мм; ширина $L = 50$ мм; толщина $\delta = 6$ мм. Для расчета к модели задается ограничение перемещений на корневой плоскости и такие же настройки сетки конечных элементов (КЭ) и материала.

Верификация результатов расчета программного пакета проводилась по формуле частоты, полученной из теории колебаний стержней [2]. Разница в результатах определения собственных частот колебаний (ЧСК), полученных в программе конечно-элементного моделирования и аналитическим методом, составила менее 2%. Параметры сетки и постановка граничных условий можно считать удовлетворительными, что подтверждается результатами верификации.

На рисунке 1 представлена конечно-элементная модель (КЭМ) лопатки вентилятора и ее репрезентативная модель с граничными условиями.

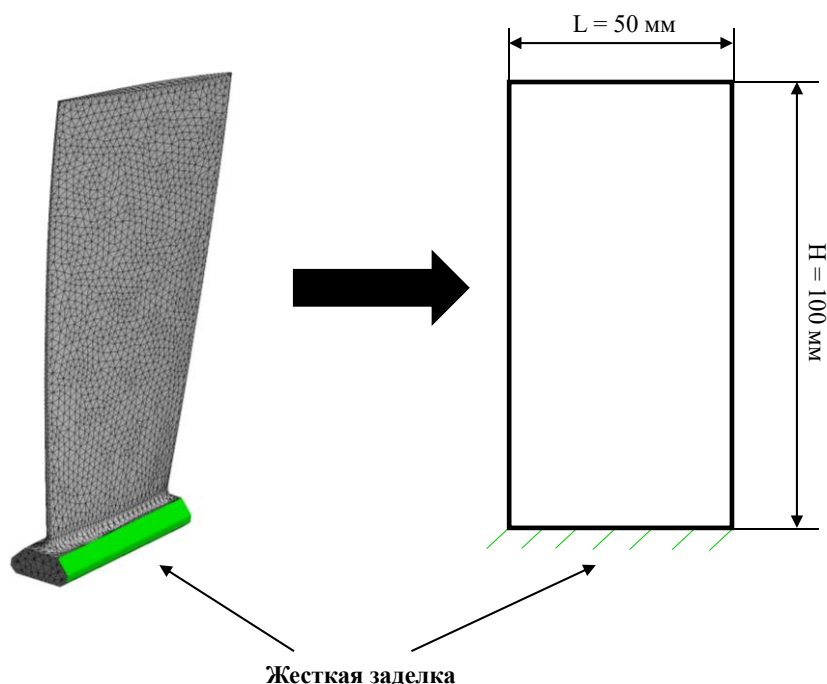


Рисунок 1 – КЭМ лопатки и ее репрезентативная модель с граничными условиями

Для расчета используется сетка с размером элементов – 1 мм. Тип сетки: тетраэдрическая, неструктурированная. В качестве граничных условий для расчета к модели задается ограничение перемещений на боковых гранях хвостовика, это имитирует зажатие лопатки «в тиски» для проведения тензометрирования [3-5].

Заполнение внутренней полости матричными структурами

Выполнены расчеты при различном проценте заполнения внутренней полости модели окружностями от 0 до 100% от объема внутренней полости модели. На рисунке 2 представлены модели с различным процентом внутреннего заполнения: 0; 41; 44; 47; 50; 53; 58; 70; 82; 100%.

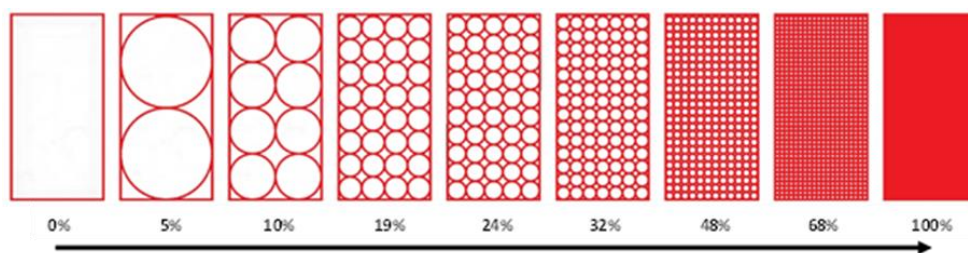


Рисунок 2 - Модели с различным процентом заполнения

На рисунке 3 представлен график зависимости массы пластины и ЧСК по первым трем формам (первая изгибная (f_1); первая крутильная (f_2); вторая изгибная(f_3)) от процента заполнения. Масса (m) и частота (f), также представлены в процентах, относительно параметров сплошной не оптимизированной пластины и вычислены по формуле:

$$\Delta = \left(\frac{x}{x_0} - 1 \right) \cdot 100\%,$$

где x – параметр, характеризующий пластину с частичным заполнением (масса, кг; частота, Гц);

x_0 - параметр, характеризующий сплошную неоптимизированную пластину (масса, кг; частота, Гц).

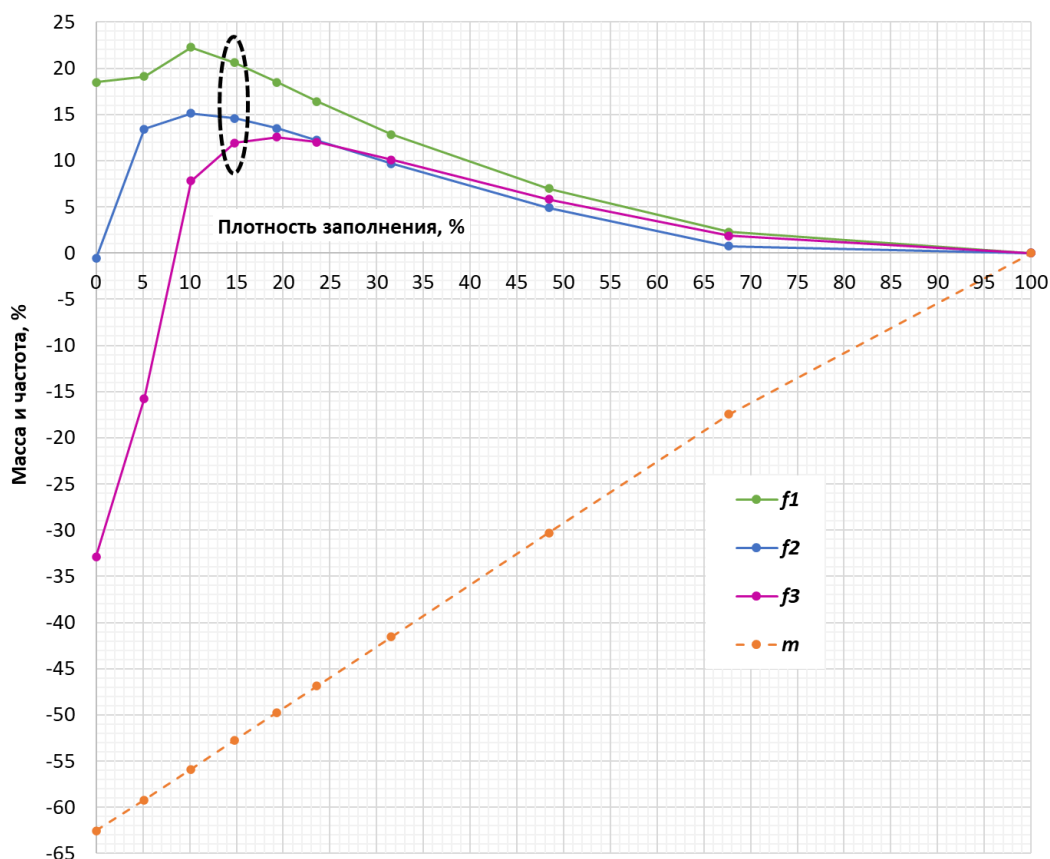


Рисунок 3 - График зависимости массы пластины и ЧСК по первым трем формам от процента заполнения

«Скачок» графика для второй изгибной формы объясняется тем, что при заполнении 41-44% отсутствует жесткость на узловой линии. При повышении процента заполнения масса заполняет большее пространство, появляется жесткость на узловой линии, а, следовательно, возрастает ЧСК по данной форме колебаний.

Также, наибольший потенциал для повышения ЧСК по первой изгибной и первой крутильной формам колебаний при снижении массы наблюдается при заполнении 40-50%. А

наибольший потенциал для повышения ЧСК по второй изгибной форме колебаний при снижении массы наблюдается при заполнении 45-55%.

Вертикальное заполнение матричными структурами

В работе [2] исследовано влияние сплошного вертикального заполнения внутренней полости пластины. Данный метод заполнения высокий потенциал для повышения ЧСК при снижении массы. Поэтому для дальнейшего повышения ЧСК и снижения массы объединены два метода: сплошное вертикальное заполнение и матричное заполнение.

На рисунке 4 представлена постановка задачи для вертикального матричного заполнения.

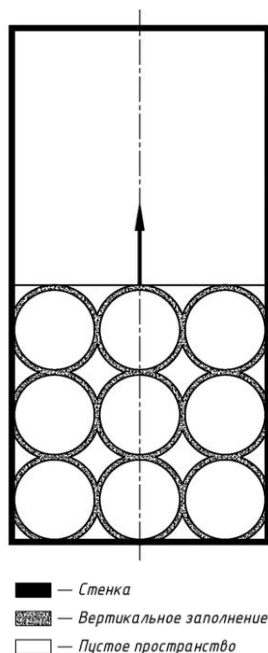


Рисунок 4 - Постановка задачи для вертикального матричного заполнения

На рисунке 5 представлен график зависимости массы и ЧСК пластины по первым трем формам колебаний пластины от процента вертикального матричного заполнения ее внутренней полости.

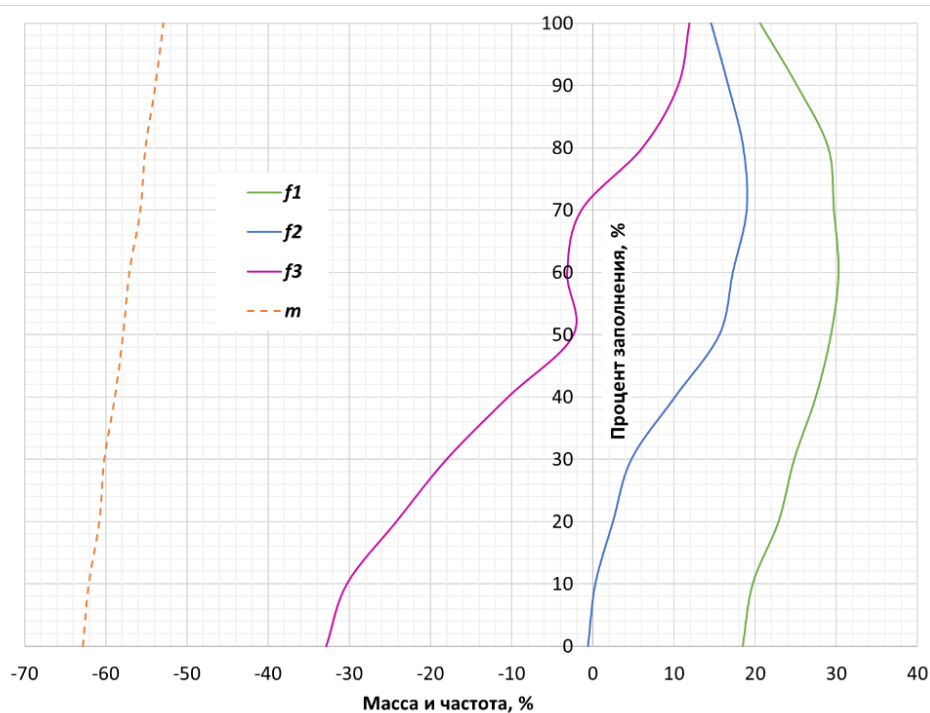


Рисунок 5 - График зависимости массы и ЧСК пластины по первым трем формам колебаний от процента вертикального матричного заполнения

На графике можно заметить, что при вертикальном матричном заполнении внутренней полости пластины от 0 до 100% снижение массы происходит линейно от 44% до 63%. При этом наибольшее влияние оказывается на первую изгибную форму колебаний (ЧСК повышается на 30% по сравнению со сплошной пластиной), а наименьшее влияние оказывается на вторую изгибную форму (+ 19%). Следовательно, чем сложнее форма колебаний, тем меньше на нее влияет данный тип заполнения, поскольку задача выполнена в двухмерной постановке.

Также при заполнении пластины на 75% (3/4 от высоты, расположение узловой линии) частота по второй изгибной форме сохраняется и равна частоте сплошной не оптимизированной пластины, при этом частота по двум первым формам изменяется. А при заполнении пластины на 7% частота по первой крутильной форме сохраняется и равна частоте сплошной не оптимизированной пластины, при этом частота по двум первым формам изменяется.

Заключение

В данной работе исследовано вибрационное состояние модели лопатки вентилятора (пластины) в программе конечно-элементного моделирования, выполнены расчеты при различном проценте заполнения внутренней полости модели окружностями от 0 до 100%.

Получено, что наибольший потенциал для повышения ЧСК по первой изгибной и первой крутильной формам колебаний при снижении массы наблюдается при матричном заполнении 40-50% от объема внутренней полости модели. А наибольший потенциал для повышения ЧСК по второй изгибной форме колебаний при снижении массы наблюдается при заполнении 45-55%.

При вертикальном матричном заполнении внутренней полости пластины от 0 до 100% снижение массы происходит линейно от 44% до 63%. При этом наибольшее влияние оказывается на первую изгибную форму колебаний (ЧСК повышается на 32% по сравнению со сплошной пластиной), а наименьшее влияние оказывает на вторую изгибную форму (+ 13%). Следовательно, чем сложнее форма колебаний, тем меньше на нее влияет данный тип заполнения, поскольку задача выполнена в двухмерной постановке.

Также при заполнении пластины на 75% (3/4 от высоты, расположение узловой линии) частота по второй изгибной форме сохраняется и равна частоте сплошной не оптимизированной пластины, при этом частота по двум первым формам изменяется. А при заполнении пластины на 4% частота по первой крутильной форме сохраняется и равна частоте сплошной не оптимизированной пластины, при этом частота по двум первым формам изменяется.

Полученные результаты можно применять при проектировании лопаток вентилятора, с целью управления их ЧСК и снижения массы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Новиков С.В. Аддитивные технологии: состояние и перспективы: учебное пособие / С.В. Новиков, К.Н. Рамзанов; Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. Уфа : УГАТУ, 2022. 75 с.
2. Недошивина Т.А. Вибрационная надежность энергетических установок : учебное пособие / Т.А. Недошивина, А.В. Кистойчев ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2021. 204 с.
3. Седунин В.А. Исследование прочностных характеристик лопаток осевого компрессора / В.А. Седунин, А.С. Нусс, С.А. Серков. // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 2016. № 3. С. 90–99. DOI: <http://dx.doi.org/10.18698/0236-3941-2016-3-90-99>.
4. Зиченков М.Ч. Новый подход к созданию легких и надежных силовых композитных авиаконструкций / М.Ч. Зиченков, И.И. Кондаков, А.Н. Шаныгин. // Научный Вестник МГТУ ГА. 2016. Т. 19, № 6. С. 127–136. DOI: [10.26467/2079-0619-2016-19-6-127-136](https://doi.org/10.26467/2079-0619-2016-19-6-127-136).

5. Нихамкин М.Ш. Методика расчета показателей надежности роторных систем на основе статического моделирования вибраций / М.Ш. Нихамкин, А.И. Черняев, С.В. Семенов. // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Аэрокосмическая техника. 2016. № 47. С. 198–213. DOI: <https://doi.org/10.15593/2224-9982/2016.47.11>.

УСТАНОВКА ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОЦЕССОВ ВПРЫСКА ТОПЛИВА

Прокопенко Евгений Александрович, магистрант, инженер-испытатель
Тынянов Никита Сергеевич, аспирант, инженер-конструктор II-категории
Султанов Ильшат Рифкатович, ведущий конструктор, Ilshat.Sultanov@kamaz.ru
Свистула Андрей Евгениевич, д.т.н., профессор, svistula_ae@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул,
Россия

В статье описывается установка испытательного стенда в лаборатории топливной аппаратуры ООО УК «АЗПИ», а также рассматривается способ ее дальнейшей модернизации в части наблюдения процессов впрыска скоростной видеосъемкой.

Ключевые слова: *впрыск, форсунка, исследовательский стенд, бомба постоянного объема, ООО УК «АЗПИ».*

Разработка топливной аппаратуры для нового поколения дизелей предполагает проведение предварительных её испытаний перед установкой на полноразмерный двигатель. Необходимость таких испытаний заключается в определении характеристики впрыскивания топлива, включающей в себя давление в топливной рампе, количество и продолжительность впрыскиваний и пауз между ними в течение одного впрыска, определении динамики движения струи распыленного топлива и образующегося топливного факела в процессе многофазного впрыска [1].

Для решения подобных задач в лаборатории топливной аппаратуры ООО УК «АЗПИ» установлен безмоторный стенд, фирмы Moehwald SA 4000 (рисунок 1).



Рисунок 1 - Стенд СА 4000 фирмы Moehwald (Германия) [2]

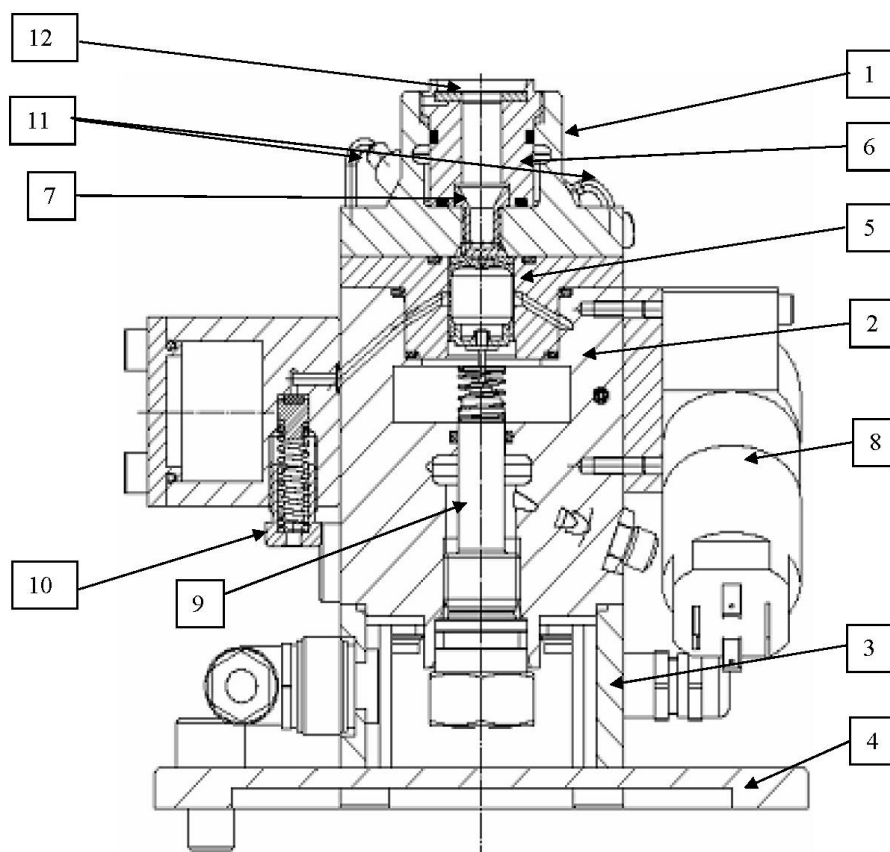
Данный стенд предусматривает возможность испытаний как отдельных компонентов, так и полного комплекта топливной аппаратуры в сборе с системой управления двигателем. В защищенной высокопрочным стекляннным экраном рабочей зоне установлен ТНВД с приводом от вала стенда, восемь рабочих и одна эталонная форсунка с датчиком характеристики впрыскивания «EMI21», электронный блок управления, датчики и их имитаторы. Комплектация выносной информационной стойкой позволяет обрабатывать

результаты измерений и формировать необходимые для процесса испытания управляющие сигналы, включая управление многофазным впрыском топлива [2].

Стенд СА4000 оснащен безмензурочной системой измерения цикловой подачи топлива, автоматизированной цифровой системой регистрации с выдачей печатных протоколов и кривых. Так, возможна регистрация момента начала подачи, характеристики впрыскивания, продолжительности подачи и др. Дополнительно проводится индикация по силовым электрическим цепям, идущим на исполнительные механизмы (электромагнитные приводы). Помимо обычных для безмоторных стендов измерений объемной подачи по форсункам и угла опережения впрыскивания в данном стенде имеется высокоточная система регистрации мгновенных показателей подачи с датчиками фирмы Kistler, установленными в нагнетательных трубопроводах у форсунок [2].

Для быстрого переоснащения с одного вида испытаний на другой фирмой Moehwald предусмотрен монтаж в рабочую зону стенда сменных модулей. Модули унифицированы по местам крепления и подсоединения к приводу стенда и системам измерения и могут быть оборудованы под монтаж любых типов топливной аппаратуры (от блочных рядных насосов до насос-форсунок), в том числе с моделированием заданных условий испытаний.

Анализировать непосредственно процесс впрыска в части определения количества цикловой порции определения наличия многофазного впрыска форсунки с учетом противодавления создаваемого в камере сгорания реального двигателя, позволяет установленный в стенд модуль «ЕМІ21» (рисунок 2).



1—измерительная головка; 2—корпус; 3—клеммная коробка; 4—опорная пластина; 5—цилиндр и поршень; 6—адаптер для впрысков; 7—демпфер впрыска; 8—электромагнитный клапан; 9—регистратор положения; 10—клапан избыточного давления; 11—датчик температуры и давления; 12—прокладка форсунок

Рисунок 2 – Схема установки «ЕМІ21»

Принцип измерения модуля «ЕМІ21» основан на движении поршня (5), вызванном впрыскиваемой жидкостью. Устройство синхронизируется с моментом впрыска с помощью опорного импульса. Форсунка впрыскивает жидкость в блок поршень-цилиндр (5) с

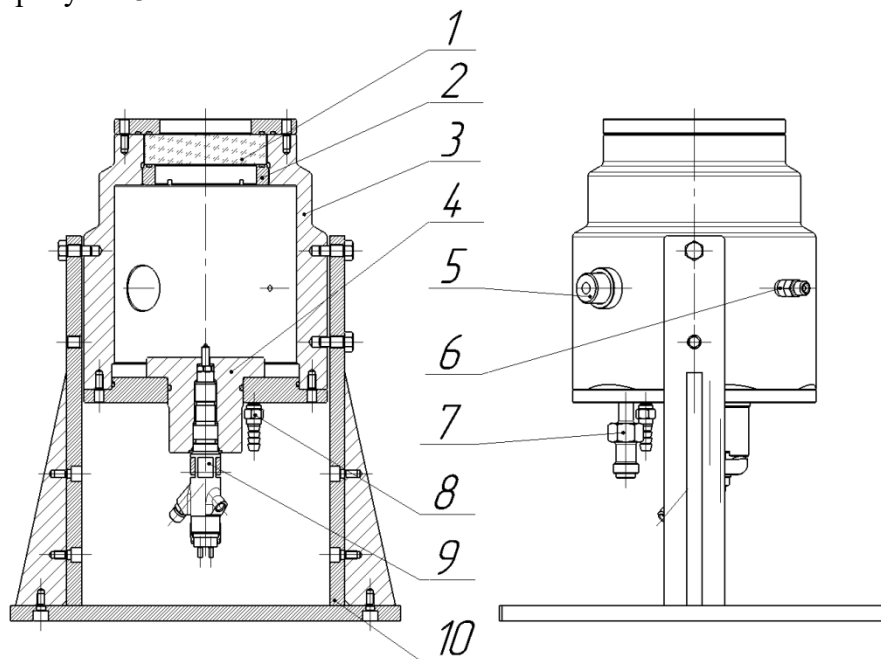
переменным объемом. Магнитный клапан (8) остается закрытым до тех пор, пока форсунка находится в фазе впрыска, и поршень перемещается вниз под давлением, создаваемым жидкостью. Перемещение поршня соответствует впрыскиваемому объему жидкости. Положение постоянно измеряется электроникой. Объем отдельных впрысков может быть измерен в разное время фазы впрыска. После завершения впрыска магнитный клапан открывается, и поршень выталкивает впрыскиваемую жидкость с заданным обратным давлением из измерительной камеры в патрубок резервуара. Затем «ЕМІ21» управляет магнитным клапаном (8) таким образом, чтобы камера не опорожнялась полностью.

В целях более глубокого анализа процессов впрыска топлива в настоящее время прорабатывается установка модуля с бобмбой постоянного объема (БПО) производства ООО УК «АЗПИ».

Данная установка позволяет:

- определить характер и качество распыливания топлива;
- провести анализ разных распылителей и форсунок;
- выявить зависимости выброса количества вредных веществ от параметров распыливания топлива;
- более детально изучить поведение струи в процессе ее развития;
- значительно уменьшить погрешности при измерении.

Схема установки бомбы постоянного объема производства ООО УК «АЗПИ» представлена на рисунке 3.



- 1–стекло органическое; 2–кольцо прижимное; 3–корпус камеры; 4–фланец форсунки; 5–штуцер для установки освещения; 6–штуцер продувки камеры; 7–предохранительный клапан;
8 – штуцер подвода азота; 9–форсунка; 10–опорные стойки

Рисунок 3 – Схема бомбы постоянного объема

Бомба постоянного объема имеет закрытый объем способный выдерживать давление до 50 МПа. В целях ограничения максимального давления в камере установлен клапан предохранительный (7). Для имитации противодавления, создаваемого в КС двигателя, в БПО организован подвод азота под давлениями 40-50 МПа, через штуцер (8). Давление приблизительно равно давлению конца процесса сжатия в цилиндре двигателя. В камере имеются два штуцера (6), расположенные противоположно друг от друга, для продувки объёма камеры между впрысками сжатым воздухом. Для наблюдения процесса впрыска имеется окно из органического стекла толщиной 35 мм. В камере имеются два штуцера из органического стекла (5) с установленными в них светодиодными лампами для освещения внутреннего объема бомбы. Для установки форсунок (9) разных двигателей предусмотрен

сменный фланец (4), позволяющий изучать процессы впрыска различных модификаций форсунок. В данном примере установлена форсунка производства ООО УК «АЗПИ» «А-04-001».

Для видеофиксации процессов впрыска также необходима скоростная видеокамера. Установку модуля БПО совместно со скоростной видеокамерой планируется осуществить по аналогии с существующей установкой фирмы jetvision (рисунок 4).

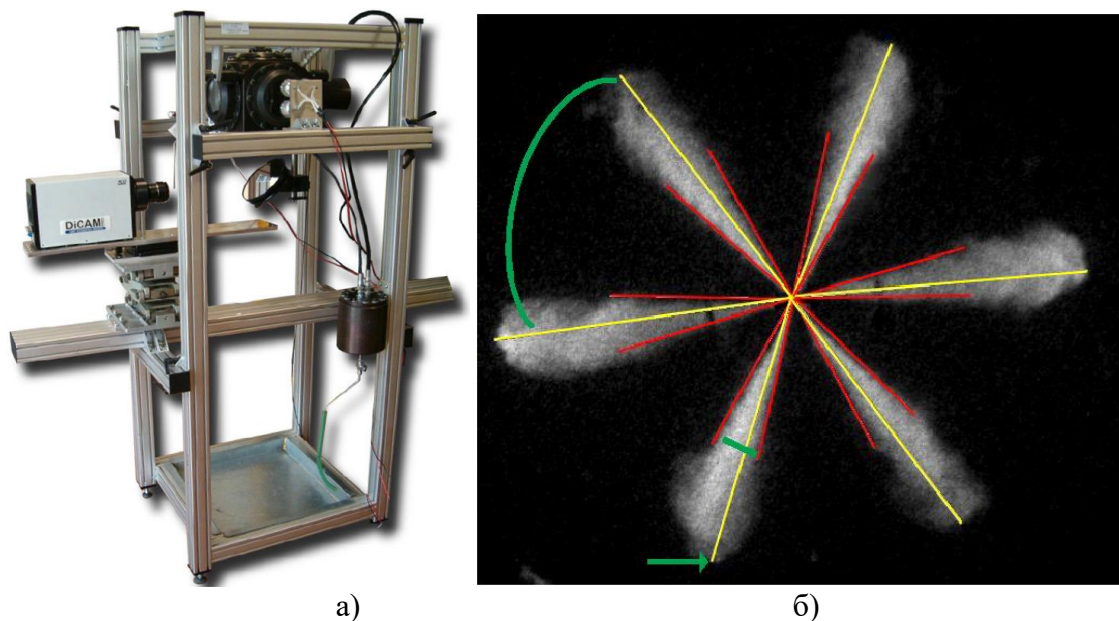


Рисунок 4 - Внешний вид стойки Injetvision EFS (а) и схема автоматизированной обработки параметров макрогеометрии струй (б)

В качестве вывода стоит отметить, что данная установка позволит наиболее глубоко осуществлять контроль технологического процесса изготовления ТА и проводить научно-исследовательские работы. Например, стойка для видеосъемки топливных струй (рисунок 4) в сопряжении с другими устройствами позволяет регистрировать параметры макрогеометрии топливных струй, включая анализ их неидентичности. Достоинствами системы является изучение распыливания в условиях высокого противодавления, параметры которого отличаются от распыливания в атмосфере. Система позволяет получить изображение впрыска и в автоматическом режиме определить длину, угол конуса и объем каждой струи, а также угол между струями. Также необходимо создать модуль электронного управления для синхронизации впрыскивания с видеосъемкой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Прокопенко Е.А., Тынянов Н.С., Свистула А.Е. Установка для исследования процессов впрыска топлива и смесеобразования в камере постоянного объема. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2023. 122 с.
2. Грехов Л.В., Габитов И.И., Неговора А.В. Конструкция, расчет и технический сервис топливоподающих систем дизелей: учебное пособие. Москва : Легион-Автодата, 2013. 292 с.

ОБ АНАЛИЗЕ УРАВНЕНИЙ РЕГРЕССИИ НА ЭВМ

Салеев Фарид Исмаилович, к.т.н., доцент, faridaltgtu@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им.И.И. Ползунова, г. Барнаул,
Россия

В статье приведена методика построения с помощью ЭВМ двумерных сечений поверхности отклика, описывающих многофакторные эксперименты с числом факторов $n > 3$.

Ключевые слова: уравнение регрессии, фактор, отклик, поверхность отклика, многофакторный эксперимент, зерноуборочный комбайн, система очистки.

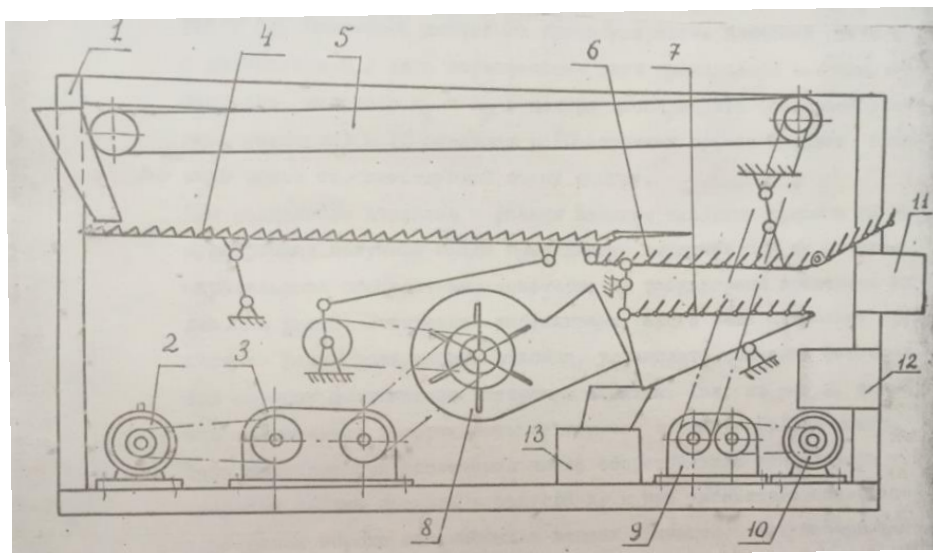
Во многих отраслях машиностроения и автомобильного транспорта для исследования и оптимизации параметров исследуемых объектов используют активное планирование эксперимента. При этом большинство объектов техники адекватно описываются уравнениями регрессии второго порядка.

Известно, что при небольшом количестве факторов $n < 3$ поверхности отклика второго порядка легко поддаются стандартизации, то есть, определению типа поверхности отклика путем приведения их уравнений регрессии к каноническому виду.

Однако, с увеличением числа факторов, влияющих на поверхность отклика, возрастает общее число типовых поверхностей и графическое представление таких поверхностей становится возможным только при построении двумерных сечений поверхности отклика.

Целью настоящей работы является апробация методики построения двумерных сечений поверхности отклика, описывающих многофакторные эксперименты с числом факторов $n > 3$ с помощью ЭВМ.

Эта методика использовалась для анализа уравнений регрессии, полученных при лабораторных исследованиях системы очистки зерноуборочного комбайна четвертого класса с серийным и предложенным нами вентилятором по плану Хартли шесть (Ha_6) [1].



1 - рама установки; 2 - электродвигатель; 3 - вариатор; 4 - транспортная доска; 5 - питающий транспортер для загрузки зернового вороха; 6 - верхнее решето; 7 - нижнее решето; 8 - вентилятор; 9 - редуктор привода транспортера 5; 10 - электродвигатель; 11, 12, 13 - пробоотборники для оценки параметров системы очистки (откликов Y_1 и Y_2)

Рисунок 1 - Принципиальная схема экспериментальной установки для исследования системы очистки зерноуборочного комбайна

На рисунке 1 представлена схема установки для проведения указанных выше экспериментов, а в таблице 1 – уровни исследуемых факторов.

Таблица 1 – Уровни факторов при исследовании системы очистки зернокомбайна

Уровни факторов	Наименование исследуемых переменных факторов					
	Частота вращения вала вентилятора, мин ¹	Отношение в ворохе зерна к соломе, %	Подача вороха в очистку, кг/с	Зазор жалюзи решет, мм	Угол постановки нижнего решета. град	Угол наклона удлипителя, град
	Натуральные обозначения факторов					
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
Основной уровень	740	1:1,6	6,0	10	5	15
Интервал варьирования	100	0,4	2,0	5	5	5
Верхний уровень	840	1:2	8,0	15	10	20
Нижний уровень	640	1:1,2	4,0	5	0	10

При проведении экспериментов нами были получены уравнения регрессии, описывающие зависимости откликов Y_1 – засоренность зерна в бункере зерноуборочного комбайна, % и Y_2 – потери зерна за системой очистки, % от исследуемых факторов, приведенных в таблице 1.

Так, уравнение регрессии второго порядка для функции отклика Y_1 при шести значимых факторах имеет следующий вид

$$Y_1 = 0.0127 - 0,00485X_2 + 0,0161X_4 + 0,00866X_5 - 0,00401X_1X_2 - 0,00236X_1X_5 - 0,00248X_2X_3 - 0,00317X_2X_4 + 0,00531X_3 - 0,0273X_3X_6 + 0,0936X_4^2 + 0,00683X_4X_5 - 0,00357X_4X_6 - 0,00189X_5X_6 \quad (1)$$

Дальнейшее исследование полученных результатов эксперимента, например зависимости (1), проводилось построением двумерных сечений функции отклика с помощью разработанной на кафедре прикладной математики АлтГТУ доцентом Васильевым Е.А. программы для ЭВМ ЕС с использованием стандартной подпрограммы ТАВ [2]. Эта программа позволила получить значения функции отклика с интервалом 0,2 шага варьирования для двух из шести произвольно выбранных факторов, например, X_1 и X_2 (см. рисунок 2) в центре эксперимента (основной уровень факторов) и в десяти столбцах и десяти строчках правее и левее, выше и ниже точки, соответствующей этому центру. При разделении кривыми отличных по величине значений функции отклика нами были получены границы следов поверхностей отклика при их рассечении параллельными плоскостями. .

Как видно из рисунка 2, минимальная засоренность бункерного зерна $Y_1 = 0.134\%$ получена при значении оборотов рабочего колеса вентилятора ($X_1 = 840 \text{ мин}^{-1}$) и отношении в зерновом ворохе зерна к соломе ($X_2 = 1:1,2$).

Практика подтверждает результаты полученных анализов, что качество очистки зерна, а именно, засоренность зерна в бункере зерноуборочного комбайна возрастает с увеличением скоростей воздушного потока вентилятора (это зависит от частоты вращения вала вентилятора, то есть фактора X_1) и отношения в ворохе зерна к соломе (фактор X_2).

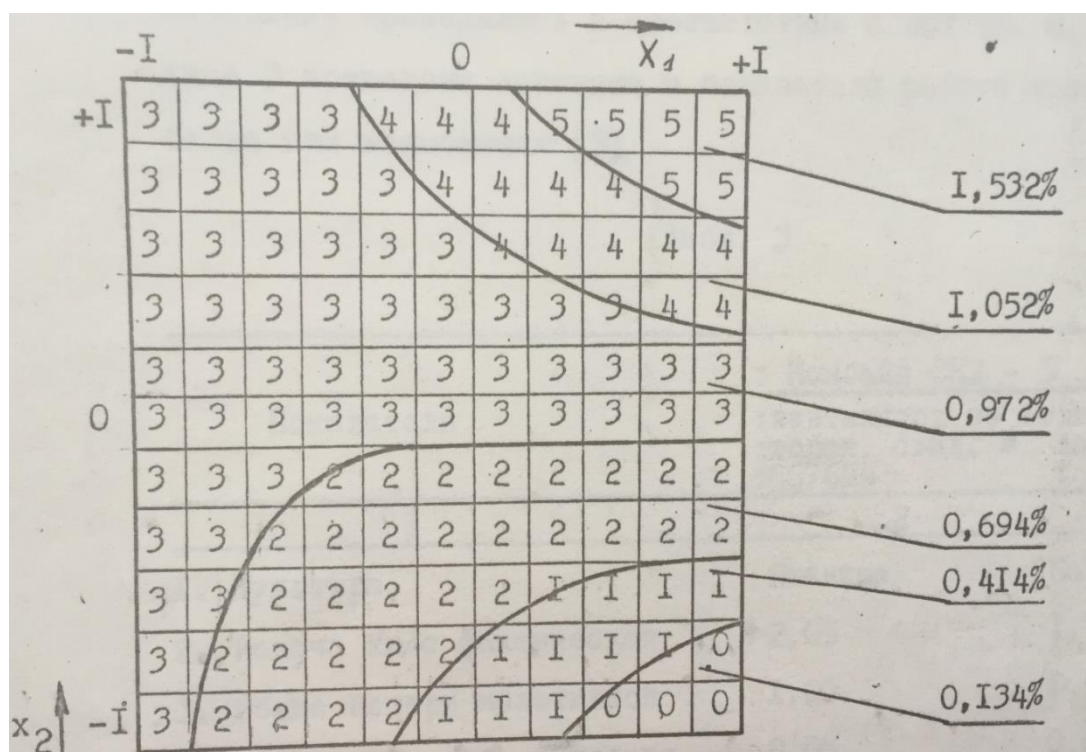


Рисунок 2 - Пример построения двухмерного сечения поверхности отклика Y_1 в плоскости $X_1O X_2$ при $X_3=0,2$, $X_4=0,2$, $X_5=0$ и $X_6=0$

Аналогично оценивалось влияние каждого фактора на исследуемые отклики Y_1 и Y_2 .

Таким образом, предложенная методика анализа поверхностей отклика, полученных при планировании эксперимента на основе уравнений регрессии, позволяет наглядно представить исследуемую поверхность отклика в области ее экстремума, оценить влияние каждого фактора на отклик, дает представление об экстремуме отклика.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С. В. Мельников, В. Р. Алешкин, П. М. Рошин. 2-е изд., перераб. и доп. Ленинград : Колос : Ленингр. отд-ние, 1980. 168 с.
2. Сборник научных программ на Фортране. Руководство для программиста-вып.1/ Пер. с англ. С. Я. Виленкина. Москва : Статистика, 1974. 314 с.

ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ В СИСТЕМАХ ГАЗООБМЕНА ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Саночкин Алексей Сергеевич, аспирант, asanochkin96@mail.ru

Свистула Андрей Евгениевич, д.т.н., профессор, svistula_ae@mail.ru

Брякотин Максим Эдуардович, к.т.н., доцент, maxbr@mail.ru

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

В данной статье рассмотрены два типа газодинамических волн в поршневых двигателях, возникающих от пульсаций давления при газообмене и от колебательного движения поршней. Основное внимание уделено волнам конечной амплитуды, возникающим при газообмене. Проанализированы механизмы генерации, особенности распространения и влияние таких волн на рабочий процесс. Показано, что учет этих волн необходим при оптимизации системы впуска ДВС для повышения коэффициента наполнения и экономичности двигателя.

Ключевые слова: поршневые двигатели, газообмен, газодинамические волны, волны конечной амплитуды, коэффициент наполнения, оптимизация систем впуска и выпуска.

Как было показано в работах [1, 2, 3, 4, 5], газодинамические волны в системах газообмена поршневых двигателей можно эффективно использовать для корректировки характеристики крутящего момента тракторного дизеля, работающего в режиме двигателя постоянной мощности, в стационарных дизель-генераторах.

В поршневых двигателях возникают два типа газодинамических волновых процессов:

1. Волны, вызванные пульсациями давления при газообмене (открытие/закрытие клапанов, сброс выпускных газов).

2. Волны, возникающие от колебательного движения поршней и вызывающие пульсации скорости и давления рабочего тела в каналах двигателя.

Эти два типа волн накладываются друг на друга. Пульсации от движения поршня обычно имеют меньшую амплитуду. Но на определенных режимах частоты пульсаций от поршней и газообмена могут совпасть, что приводит к резонансным явлениям.

Изучение особенностей распространения волн в системах газообмена поршневых ДВС является актуальным по следующим причинам. В процессах впуска и выпуска рабочего тела имеет место интенсивный неравномерный обмен энергией и импульсом между движущимися средами в форме волн сжатия и разрежения. Амплитуды пульсаций давления в таких волнах могут достигать значительных величин, сравнимых со средним давлением в каналах, то есть реализуется режим течения с волнами конечной амплитуды. Динамика этих волн существенно отличается от случая малых возмущений, проявляя нелинейные эффекты, связанные с особенностями нестационарных течений сжимаемого газа. Учет этих эффектов при оптимизации проточной части поршневых ДВС позволит снизить гидравлические потери от пульсаций давления, улучшить наполнение цилиндров рабочей смесью, повысить экономичность и мощностные показатели двигателя.

Актуально эффективное использование энергии пульсаций давления отработавших газов для наддува двигателя с помощью турбокомпрессора. Оптимизация процессов газообмена (выпуска отработавших газов и наполнения цилиндров свежим зарядом) за счет синхронизации пульсаций давления с этими процессами. Снижение отрицательного влияния пульсаций на работу двигателя (вибрации, шум, неравномерность работы цилиндров). Повышение мощности и экономичности двигателя за счет улучшения газодинамических характеристик системы выпуска. Обеспечение надежности и долговечности системы выпуска отработавших газов с учетом волновых явлений.

Понимание закономерностей распространения волн во впускных и выпускных трубопроводах имеет большое практическое значение для создания эффективных и надежных поршневых двигателей.

Волны от движения поршня в компрессорах также могут создавать заметные пульсации давления в выхлопной системе. Но в целом эти два типа волновых процессов рассматриваются отдельно. Их совместный анализ является отдельной сложной задачей.

Основным типом газодинамических волн в системах газообмена поршневых двигателей является волна конечной амплитуды. Волны конечной амплитуды в той или иной степени присутствуют в процессах газообмена любых поршневых двигателей. Их характеристики и роль определяются следующими факторами:

1. Степенью сжатия в цилиндре. Более высокая степень сжатия означает, что воздух в цилиндре перед тактом выпуска сжимается до большего давления. Аналогично происходит и на такте впуска - чем ниже давление в цилиндре из-за большей степени расширения, тем выше амплитуда волны разрежения, образующейся при впуске. Чем выше степень сжатия, тем выше амплитуда импульсов давления при выпуске и впуске.

2. Скоростью открытия клапанов. Быстрое открытие клапана вызывает резкое выравнивание давления между цилиндром и впускным/выпускным трактом. Быстрое открытие клапанов порождает волны большей амплитуды, чем скорее происходит скачок

давления при соединении объёмов, тем круче фронт порождаемой волны и выше её амплитуда. Быстрое открытие клапана, близкое к мгновенному, вызовет образование волны сжатия или разрежения с максимально возможной на данном режиме амплитудой. Более пологое, постепенное открытие клапана будет способствовать формированию волн меньшей амплитуды.

3. Размерами и геометрией впускных и выпускных каналов. От размеров каналов зависит величина акустического сопротивления, которое отражается на скорости распространения волн давления. Большее сечение каналов приводит к уменьшению амплитуды волн за счёт расширения фронта волны. Длина и конфигурация трактов влияет на частоту и интенсивность волновых пульсаций, создаваемых отражением волн от неоднородностей и открытых концов. Геометрия каналов (изгибы, сужения-расширения) определяет условия отражения и преломления волн, влияя на результирующую пульсацию.

4. Частотой работы двигателя. Она определяет частоту пульсаций давления.

В дизельных двигателях амплитуда импульсов выше, и роль волн конечной амплитуды важнее, чем в бензиновых. На неустановившихся режимах (разгон, торможение) их влияние возрастает. Волны конечной амплитуды присутствуют всегда, но степень их влияния на процессы газообмена сильно варьируется на разных режимах.

Волна конечной амплитуды - это волна в газе или жидкости, амплитуда колебаний давления в которой имеет конечное, небольшое значение по сравнению с абсолютным давлением среды.

Основные отличия такой волны от обычной звуковой (малой амплитуды):

1. Существенно меняются форма волны, скорость её распространения и скорости движения частиц среды.

2. Возникает значительный перенос массы вещества.

3. С ростом амплитуды начинают сказываться эффекты нелинейности.

4. Существенное влияние оказывают необратимые процессы типа вязкости.

5. Изменяются условия отражения и преломления волн.

Поведение волн конечной амплитуды существенно отличается от малых волн и требует специального подхода к описанию.

Основные особенности, позволяющие отличить волны конечной амплитуды от малых (звуковых) волн:

1. Величина отношения амплитуды волны к абсолютному статическому давлению среды. Для малых волн это отношение много меньше единицы, для волн конечной амплитуды - порядка единицы или больше.

2. Величина скорости движения частиц среды в волне по сравнению со скоростью самой волны. Для малых волн эта скорость пренебрежимо мала, для конечных волн она сравнима со скоростью распространения волны или даже превосходит её.

3. Форма волны. Малые волны близки к гармоническим (синусоидальным), тогда как волны конечной амплитуды имеют выраженную нелинейную форму.

4. Характер затухания волн. Для малых волн - экспоненциальный, для конечных волн - гиперболический.

Для классификации волн в газе по величине отношения амплитуды волны к абсолютному статическому давлению можно использовать следующие критерии:

1) Малые волны (звуковые) - отношение амплитуды к давлению много меньше 1 (обычно <0.01).

2) Волны промежуточной амплитуды - отношение порядка 0.01-0.1.

3) Волны конечной амплитуды:

- Умеренной амплитуды - отношение 0.1-1.

- Большой амплитуды - отношение ~ 1 .

- Сверхбольшой амплитуды - отношение $\gg 1$.

Волны с отношением амплитуды к давлению порядка и более 0.1 можно классифицировать как волны конечной амплитуды. При этом с ростом амплитуды эффекты нелинейности проявляются всё сильнее.

Рост скоростей распространения волн конечной амплитуды и движения частиц среды с увеличением амплитуды обусловлен нелинейным характером таких волн. Причины заключаются в следующем:

1. В отличие от линейного случая, где амплитуда волны мала, при конечных амплитудах значителен перенос массы вещества в волне. Это ускоряет её распространение.

2. Сжатые участки волны движутся в среду, уже имеющую некоторую скорость навстречу волне. Разреженные участки "догоняют" движущуюся среду. Это также увеличивает скорость.

3. В нелинейной волне происходит преобразование кинетической энергии колебаний частиц в энергию направленного движения. Это приводит к росту, как скорости волны, так и скорости потока.

Нелинейные эффекты являются причиной отклонения динамики волн конечной амплитуды от линейной модели.

Причина значительного переноса массы вещества в волнах конечной амплитуды заключается в следующем:

1. С ростом амплитуды колебаний возрастает и амплитуда скорости колебательного движения частиц среды. Она становится соизмеримой со скоростью самой волны.

2. Если амплитуда колебаний частиц становится порядка их средней скорости, то за период колебаний частицы успевают переместиться на значительное расстояние.

3. Из-за инерционности частицы не успевают сменить направление движения за короткое время и совершают направленный перенос массы.

4. Этот перенос накапливается от периода к периоду и со временем приводит к значительному смещению частиц среды.

При конечных амплитудах возникает эффект поступательного движения частиц, отсутствующий в случае малых колебаний. Это качественно меняет характер волн.

Можно выделить следующие характерные особенности формирования волн конечной амплитуды в системах газообмена поршневых двигателей:

1. Высокая скорость открытия клапанов приводит к формированию крутого фронта волны с большой амплитудой.

2. Амплитуда и длительность импульсов существенно зависят от рабочего процесса в цилиндре (степени сжатия, давления и температуры).

3. Отражение волн от неоднородностей и открытых концов труб приводит к сложной картине стоячих волн.

4. Возможно возникновение резонансного взаимодействия между различными пульсациями.

5. Существенное влияние на распространение волн оказывают форма и размеры каналов системы.

6. Высока вероятность интенсивных пульсаций давления, создающих шум и вибрации, а также снижающих эффективность процессов газообмена.

Процесс распространения волн конечной амплитуды в трубопроводах можно проанализировать в следующих аспектах.

1. Возникновение волн. Волны возникают при быстром сбросе сжатого газа из объема (цилиндра) в трубу. Происходит быстрый перепад давлений на границе раздела двух сред.

2. Форма волн. Формируется крутая фронтальная волна сжатия, распространяющаяся по направлению потока газа, и волна разрежения, движущаяся в обратную сторону. Из-за конечной амплитуды скорости распространения и частиц в этих волнах отличаются от скоростей звука.

3. Отражение волн от границ. Происходит отражение волн от открытого и закрытого торцов трубы. При этом волны могут менять знак и затухать. Образуются стоячие волны.

4. Сложение волн. Возникает сложная интерференционная картина при наложении падающих и отраженных волн в трубе. Давление и скорость частиц являются результатом суперпозиции всех волн.

5. Затухание волн. Из-за вязкого трения происходит постепенное затухание волн по мере распространения, что приводит к уменьшению их амплитуды.

Таковы основные моменты, характеризующие нестационарное распространение волн конечной амплитуды в исследуемых системах. Их учет необходим для правильного математического моделирования подобных процессов.

Волны конечной амплитуды в процессах газообмена поршневых ДВС образуются при следующих условиях. На режимах с высокими частотами вращения, когда выше скорости открытия клапанов и интенсивность пульсаций. При использовании наддува для повышения мощностных показателей, так как растёт степень сжатия. На переходных режимах - разгоне, торможении, резком изменении нагрузки (здесь наблюдаются большие градиенты давления). В многорядных высокооборотных двигателях.

Малые, близкие к гармоническим волны реализуются на малых оборотах без наддува в установившихся режимах из-за невысоких скоростей газообмена. При использовании глушителей пульсаций, например резонансных. В одноцилиндровых малооборотных двигателях.

Использование газодинамических волн обуславливает два основных механизма, влияющих на коэффициент наполнения в зависимости от частоты вращения коленчатого вала:

1. Влияние короткопериодического компонента давления на впуске. Этот компонент определяется параметрами самой впускной трубы - её длиной, диаметром, объемом впускной камеры. На высоких оборотах двигателя период этого компонента сравним с длительностью такта впуска. За счет инерционности потока возникают пульсации давления, которые значительно повышают давление во впускном коллекторе непосредственно перед закрытием клапана. Это приводит к дополнительному наполнению цилиндров свежим зарядом и росту коэффициента наполнения. Так формируется пик коэффициента наполнения на высоких оборотах.

2. Влияние длиннопериодического компонента давления на впуске. Этот компонент (практически равный пульсациям во впускной камере) определяется геометрией всей системы впуска. На низких оборотах его период намного больше длительности такта впуска одного цилиндра. Из-за особенностей распространения волн давления от разных цилиндров этот компонент приводит к дополнительному наполнению на такте впуска и повышению коэффициента наполнения. Это явление наблюдается на определенных, относительно невысоких оборотах и тоже формирует пик коэффициента наполнения.

Короткопериодический и длиннопериодический компоненты - это составляющие общего профиля давления на впуске, имеющие разный период колебаний.

Короткопериодический компонент имеет период, сравнимый с длительностью такта впуска одного цилиндра. Он определяется собственной геометрией и параметрами впускного тракта - длиной и диаметром труб, объемом впускной камеры.

Длиннопериодический компонент имеет период, значительно превышающий длительность такта впуска. Он связан с пульсациями давления во всей системе впуска, включая воздушный фильтр и воздухопроводы, а не только непосредственно впускной тракт.

Такое разделение на компоненты позволяет отдельно проанализировать влияние геометрии впускного тракта и всей системы впуска на коэффициент наполнения двигателя.

Короткопериодический и длиннопериодический компоненты - это составляющие профиля давления на впуске с разными периодами колебаний.

Короткопериодический компонент имеет период, сравнимый с длительностью такта впуска одного цилиндра. Он определяется параметрами непосредственно впускного тракта - длиной и диаметром труб, объемом впускной камеры.

Длиннопериодический компонент имеет намного больший период, чем длительность такта впуска. Он связан с пульсациями давления во всей системе впуска - воздушном фильтре, воздуховодах и т.д.

Такое разделение позволяет отдельно проанализировать влияние на коэффициент наполнения геометрии непосредственно впускного тракта и всей системы впуска в целом. Короткопериодический компонент давления влияет на коэффициент наполнения на высоких оборотах, длиннопериодический - на низких оборотах.

Понимание этих механизмов позволяет оптимизировать параметры системы впуска для повышения эффективности двигателя на разных режимах работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Брякотин М. Э. Повышение технико-экономических показателей двигателя постоянной мощности с газотурбинным наддувом путем настройки впускной системы : дис. ... канд. техн. наук : 05.04.02 / Брякотин Максим Эдуардович ; Алт. гос. техн. ун-т им И.И. Ползунова, 1996. 168 с.

2. Саночкин А.С. Применение комбинированного наддува на двигателе постоянной мощности / А. С. Саночкин, В. С. Мальцев, А. Е. Свистула, М. Э. Брякотин // Актуальные вопросы автомобильного транспорта (Ават-2022) : Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Барнаул, 15–16 декабря 2022 года. Барнаул : Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2023. С. 37-40.

3. Саночкин А. С. Применение системы газодинамического наддува для повышения эффективности тракторного двигателя 6ЧН13/14 / А. С. Саночкин, А. Е. Свистула, М. Э. Брякотин // Актуальные вопросы автомобильного транспорта (Ават-2022) : Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Барнаул, 15–16 декабря 2022 года. – Барнаул : Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2023. – С. 33-37.

4. Газодинамический наддув двигателей внутреннего сгорания, используемых в агропромышленном комплексе / А. С. Саночкин, А. Е. Свистула, М. Э. Брякотин, Г. В. Медведев // Известия Международной академии аграрного образования. 2023. № 67. С. 109-116.

5. Саночкин, А. С. Газодинамический наддув силовых агрегатов автотранспортных двигателей в климатических условиях высокогорья / А. С. Саночкин, А. Е. Свистула, М. Э. Брякотин // Образование. Транспорт. Инновации. Строительство : Сборник материалов V Национальной научно-практической конференции, Омск, 28 апреля – 29 2022 года. Омск : Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2022. С. 160-163.

О ПРОЕКТИРОВАНИИ АККУМУЛЯТОРОВ ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ

Свещинский Владислав Октябревич, к.т.н., доцент, sveschinsky@yandex.ru

Лукичев Алексей Олегович, аспирант, заместитель директора по качеству ООО УК «АЗПИ»

Свистула Андрей Евгениевич, д.т.н., профессор, svistula_ae@mail.ru

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

Проектирование аккумуляторов топливных систем является ответственным процессом, поскольку эксплуатация аккумуляторов непосредственно связана не только с обеспечением заданных показателей двигателя, но и с безопасностью человека. В связи с этим особое внимание должно быть уделено вопросам прочности конструкции аккумуляторов и указанию необходимых технических требований в документации.. Специалистами АлтГТУ и ООО УК «АЗПИ» сделана попытка косвенной оценки остаточных напряжений в стенках топливопровода высокого давления дизельного двигателя при различных углахгиба. В качестве критерия оценки остаточных напряжений использована микротвердость в нормальном сечении топливопровода. Сделан вывод о нецелесообразности использования микротвердости, в том числе, из-за наличия термомеханической предыстории трубного проката.

Ключевые слова: проектирование, двигатель, аккумулятор, топливные системы, требования.

Аккумуляторы представляют собой сосуды высокого давления для хранения топлива под высоким давлением, расположенные между плунжером топливного насоса высокого давления (далее – ТНВД) и распылителем форсунки. В зависимости от того, где именно находятся аккумуляторы, они могут исполнять дополнительные функции, например, быть распределителями топлива по отдельным форсункам и/или демпфировать колебания давления во время работы.

На рисунке 1 показан аккумулятор двигателя КАМАЗ-740, который выполнен в виде отдельного компонента топливной системы, на рисунке 2 – модульный, то есть выполненный в отдельной детали, аккумулятор форсунки.



Рисунок 1 – Вынесенный аккумулятор двигателя КАМАЗ-740

В идеальном случае, например, при создании нового двигателя, проектирование аккумулятора включает в себя расчетное определение его внутреннего объема. Упрощенная методика расчета приведена, в частности, в [1]. В реальных условиях объем и форма аккумулятора принимаются, по компоновочным соображениям. То есть аккумулятор, вне зависимости от его типа, должен быть «вписан» в заданное пространство на двигателе. Часто конструктор вынужден «вписывать» аккумулятор не просто в обстановку двигателя, но унифицировать свою конструкцию не только по габаритно-присоединительным размерам, но и по форме внешних контуров. Задача нередко осложняется из-за применения иных материалов и технологий.

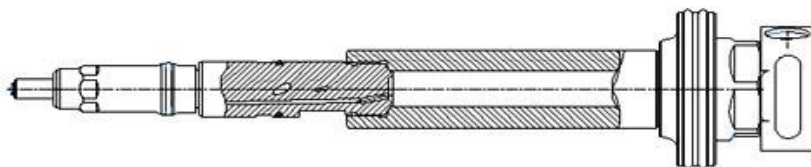


Рисунок 2 - Модульный аккумулятор двигателя КАМАЗ-740

Приоритетной характеристикой аккумуляторов является прочность корпусных элементов. Для их изготовления применяют конструкционные легированные марганцовистые стали с содержанием углерода не менее 0,35% - стали типа 35Г2, 40Г2, 50Г2 ГОСТ 4543-2016, Ч-50Г ТУ 14-105-543-92. Предпочтительным является изготовление из заготовок с ориентированной структурой материала – из поковок или трубного проката. Аккумуляторы из поковок выпускает, в частности, фирма BOSCH, а из трубного проката – BOSCH и PoppeundPotthoff.

Как правило, штампованные аккумуляторы (поковки) подвергают термообработке – улучшению, после чего их твердость составляет от 235 НВ до 277 НВ.

Аккумуляторы обычно имеют два типа уплотнительных поверхностей, к которым предъявляются повышенные требования.

Первые из них – места установки датчиков давления, предохранительных клапанов и заглушек. Уплотнение происходит по схеме «сталь по стали».

Задача конструктора состоит в создании максимальных удельных давлений в контакте, поэтому зона контакта обычно представляет собой узкое кольцо. На рисунке 3 показано типовое место уплотнения предохранительного клапана в аккумуляторе по узкому кольцу. Ширина кольца в радиальном направлении не должна превышать 1,5 мм.

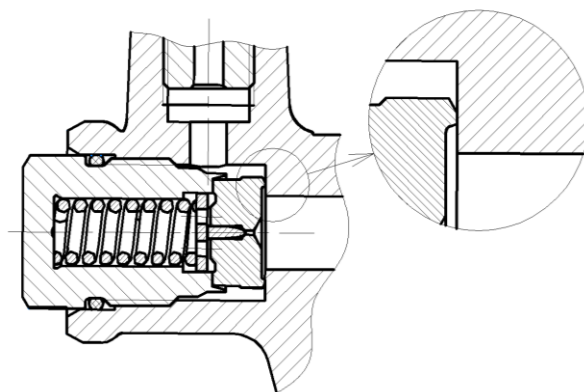


Рисунок 3 – Уплотнение в аккумуляторе по узкому кольцу

К контактным поверхностям предъявляются повышенные требования в части неплоскостности и биения относительно среднего диаметра резьбы (рисунок 4).

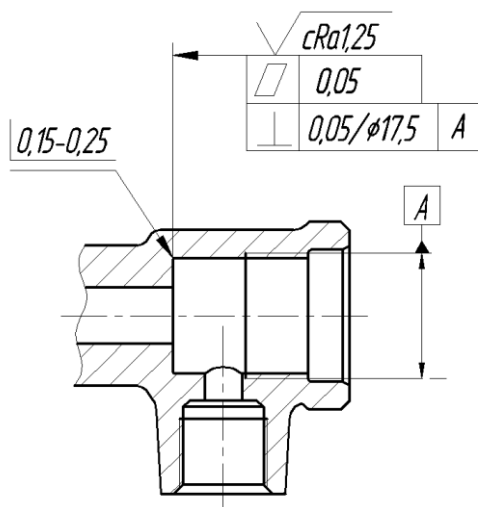


Рисунок 4 – Типовые требования к уплотнительному торцу в аккумуляторе

Второе характерное уплотнительное место в аккумуляторах – место присоединения топливопроводов высокого давления. Наиболее распространенным в топливных системах типа CommonRail является уплотнение линзового типа. Для его реализации в аккумуляторе должна быть сформирована коническая поверхность (рисунок 5).

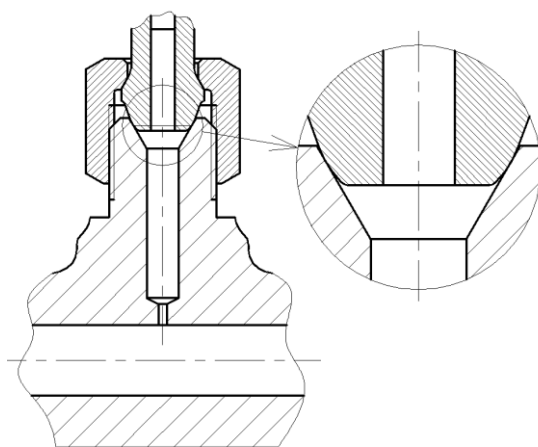


Рисунок 5 – Уплотнение в месте присоединения топливопроводов высокого давления без нажимной втулки

В форсунках с присоединяемыми (модульными) аккумуляторами уплотнение технологически проще выполнять по схеме «конус по конусу» (рисунок 6).

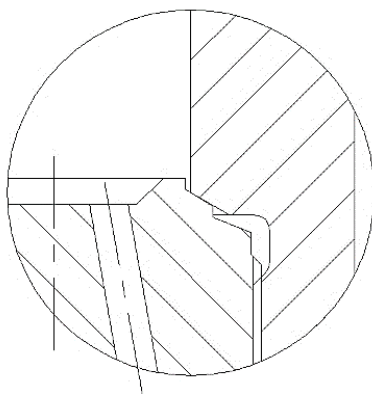


Рисунок 6 – Уплотнение модульного аккумулятора

К поверхностям контактирующих конусов предъявляются высокие требования. Так как контакт (сопряжение) двух конусов с различными углами раскрытия (ненулевым углом распада) происходит по линии окружности, необходимо стремиться к обеспечению соосности сопрягаемых конусов. С этой целью необходимо задавать допуск расположения поверхности конуса относительно оси. Чаще всего задают допуск биения конуса относительно оси среднего диаметра резьбы. Для обеспечения собираемости нормируемая величина допуска биения должна быть меньше допуска среднего диаметра резьбы. Теоретический диаметр, по которому должен происходить контакт сопрягаемых поверхностей, задают, как точный размер (на рисунке 7 – размер в рамке).

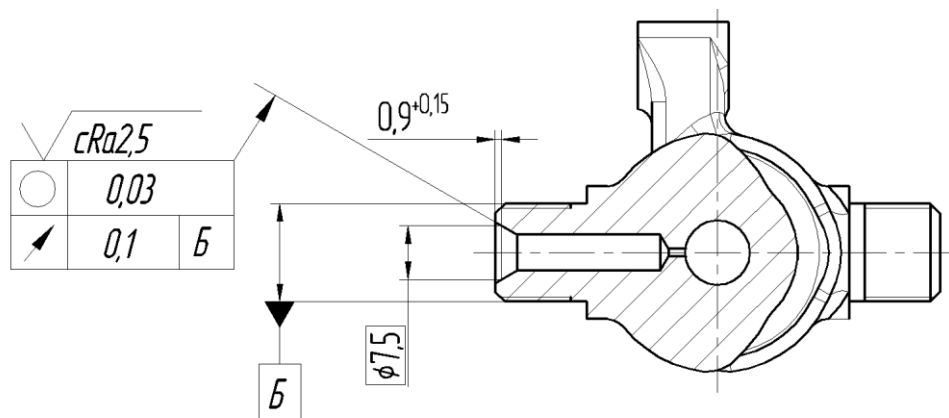
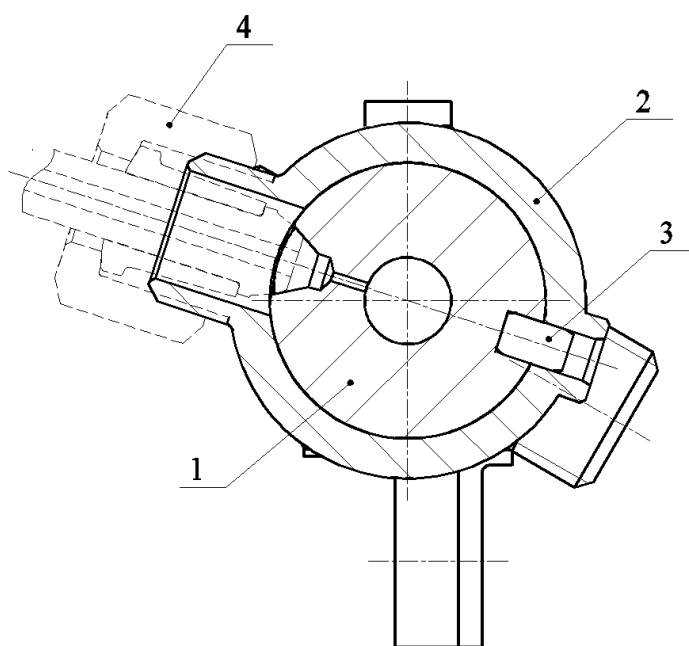


Рисунок 7 – Типовые требования к уплотнительному конусу в аккумуляторе

Теоретическое месторасположение плоскости, в которой лежит линия контакта сопрягаемых поверхностей, должно быть задано размером для контроля (размер «0,9^{+0,15}» на рисунке 7).

Место подключения топливопроводов высокого давления выполняют непосредственно в корпусе аккумулятора (рисунок 7) или в отдельной детали. В последнем случае деталь с резьбой может быть надета на корпус (рисунок 8) или приварена к нему (рисунок 9).



1 – корпус аккумулятора, 2 – хомут, 3 – штифт, 4 – топливопровод высокого давления

Рисунок 8 – Аккумулятор с хомутом для подключения топливопроводов высокого давления [2]

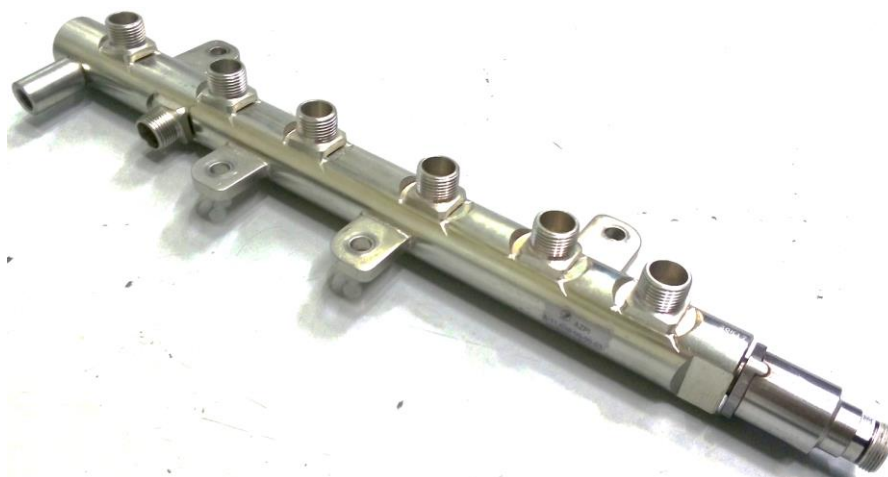


Рисунок 9 – Аккумулятор с приваренными бонками

Недостатком аккумуляторов с приваренными резьбовыми деталями является неудовлетворительная прочность резьбовых соединений в эксплуатации. Чаще всего при снятии/установке топливопроводов высокого давления (далее – ТВД) в эксплуатации не используют динамометрические ключи. Гайки ТВД затягивают моментом, большим, чем регламентирован в нормативной документации. Это становится одной из причин отрыва бонков. Для восстановления аккумуляторов бонки пытаются приваривать (рисунок 10). Сталь, из которых изготавливают аккумуляторы, относится к трудносвариваемым, и это усугубляет ситуацию.



Рисунок 10 – Аккумулятор после ремонта (приварки бонков)

Вариант изготовления аккумуляторов из поковок является предпочтительным при условии прогнозируемого крупносерийного производства. Для мелкосерийного производства может быть рекомендован вариант с надеваемыми хомутами. Для единичного производства – вариант изготовления «из куска» с обязательным притуплением острых кромок как внутри, так и снаружи аккумулятора.

Одной из функций аккумуляторов является демпфирование колебаний давления топлива при работе двигателя.

Распространенным способом демпфирования является выполнение жиклеров в каналах, соединяющих внутреннюю полость аккумуляторов с форсунками (рисунки 7 и 8). Диаметр жиклеров определяется расчетным путем, например, с помощью программного обеспечения AMESIM, и проверяется (уточняется) при испытаниях. Жиклеры могут быть выполнены непосредственно в корпусе аккумулятора (рисунок 7) или в отдельных деталях, которые запрессовывают в корпус аккумулятора. В штуцере, связывающем внутренний объем аккумулятора с ТНВД, жиклеры обычно не выполняют.

Из патентной литературы известны варианты исполнения демпфирующих устройств в виде перфорированных вставок, профилированных лент, подпружиненных элементов,

резонаторов Гельмогольца (рисунок 11). В серийном производстве они не получили распространения.



Fig. 2

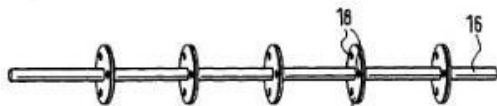


Fig. 3

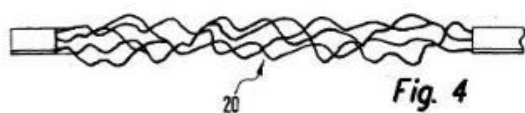


Fig. 4

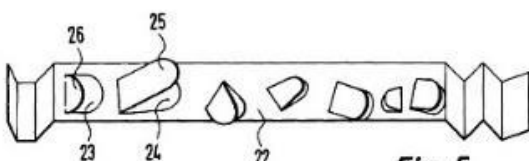


Fig. 5

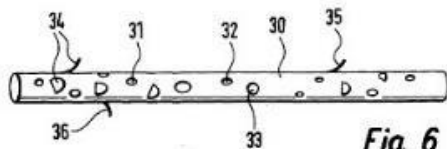


Fig. 6

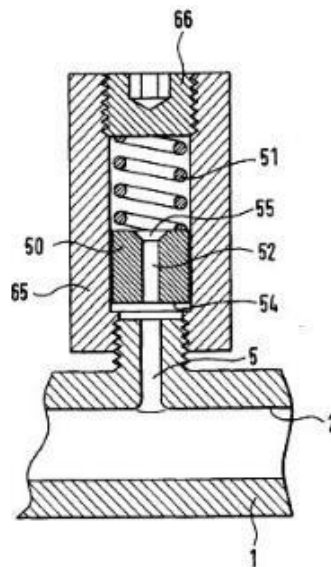


Fig. 10

а)

б)

Рисунок 11 – Примеры демпфирующих элементов в аккумуляторах [3],
а – вставки, б - резонатор

Обязательным требованием, которое должно быть отражено в конструкторской документации, является отсутствие окалины, выхода инородных включений, царапин и забоин, глубиной более 0,2 мм.

Повышенные требования предъявляются к внутренней поверхности аккумуляторов, контактирующей с топливом, находящимся под высоким давлением. В конструкторской документации должна быть оговорена шероховатость этой поверхности и требование к отсутствию следов механической обработки, глубиной, превышающей высоту шероховатости. Предпочтительным является шероховатость внутренней поверхности, омываемой топливом, не грубее Ra1,25.

При необходимости контроля твердости корпусных деталей аккумуляторов, места испытания твердости предпочтительно задавать на плоских поверхностях кронштейнов или торцах корпусных частей. Следы вдавливания индентора испытательного прибора являются концентраторами механических напряжений. Ударные клеймение и маркирование корпусных деталей нежелательны по той же причине.

В конструкторской документации должно быть отражено требование о притуплении острых внешних и внутренних углов и кромок, являющихся концентраторами механических напряжений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Элементы расчета ТА CommonRail. – URL:/ <https://infopedia.su/17xdb79.html> (дата опубл. 17.09.2017).

2. Патент №2636646 Российская Федерация, МПК F02M 55/02, F02M 37/00 (2006.01).
Топливный аккумулятор: № 2016133406: заявл. 12.08.2016: опубл. 24.11.2017
/Глущенко А.Г., Звягин А.В., Свещинский В.О.; заявитель ООО УК «АЗПИ».
3. Патент DE №19942855, Германия, опубл. 22.03.2001; заявитель Robert Bosch GmbH.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ

Синицын Владимир Александрович, д.т.н., профессор, prorektor_agtu@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова, г. Барнаул, Россия

В статье раскрыта проблема снижения теплонапряженного состояния деталей цилиндрично-поршневой группы двигателя, проанализированы современные способы снижения теплонапряженности, на основе выполненных расчетов сделаны выводы об эффективности различных способов теплоизоляции.

Ключевые слова: теплонапряженность, цилиндропоршневая группа, теплоизоляция.

Обзор литературных источников показывает, что одним из перспективных направлений современного моторостроения является теплоизоляция - нанесение на тепловоспринимающих поверхностях камеры сгорания теплозащитных покрытий (ТЗП). Данный способ позволяет решить множество задач, возникающих при проектировании новых двигателей. К данным задачам относятся: тепловая защита деталей цилиндропоршневой группы (ЦПГ); повышение КПД двигателя за счет повышение температуры в камере сгорания и достижение более полного сгорания топлива, а также уменьшения количества тепла отводимого в окружающую среду; защита кромок камеры сгорания от трещин и высокотемпературной газовой эрозии.

Основными покрытиями, использующимися для теплоизоляции, являются: химически связанный нитрид кремния (RBSN), горячепрессованный нитрид кремния (HPSN), изостатически горячепрессованный нитрид кремния (IPSN), спекаемый нитрид кремния (SSN), спекаемый нитрид кремния (SSiC), спекаемый карбид, горячепрессованный карбид кремния (HPSiC), Al_2O_3 , PSZ, Al_2TiO_5

Рассмотрим подробнее первые две задачи и ситуации, которыми обуславливается применение теплоизоляционных покрытий. Именно эти две задачи, так как порой их достижения возможно лишь исключительно за счет применения теплоизоляционных покрытий.

Тепловая защита деталей двигателя за счет применения теплоизоляционных покрытий снижает тепловую напряженность деталей ЦПГ, тем самым создает условия для повышения степени форсированности двигателя по мощности.

Судить о тепловой напряженности позволяет критерий профессора А.К. Костина [1]

$$q_n = b \cdot C_m^{0,5} \cdot \left(\frac{D}{\eta_v \times P_k} \right)^{0,38} \cdot \left(P_e \cdot g_e \cdot \frac{T_k}{T_0} \right)^{0,88}, \quad (1)$$

где q_n – критерий А.К. Костина;

b – коэффициент (для 4-тактных ДВС $b = 1$);

C_m – средняя скорость поршня, м/с;

D – диаметр цилиндра, дм;

η_v – коэффициент наполнения;

P_k и T_k – давление и температура воздуха перед впускными органами, кг/см² и К;

$T_0 = 298$ К;

P_e – среднее эффективное давление, кг/см²;

g_e – удельный эффективный расход топлива, кг/л. с. ч.

Анализируя таблицу 1, в которой представлены предельные значения критерия q_n профессора Костина А.К. для отдельных конструктивных типов поршней, можно отметить,

что ТЗП применяется для тепловой защиты на двигателях с наибольшей тепловой напряжённостью. При этом значения критерия q_n могут достигать значений 10,0 – 13.

Таблица 1- Предельные значения критерия q_n для поршней

Тип поршня	q_n
Чугунные неохлаждаемые поршни	4,0
Неохлаждаемые поршни из легких сплавов	6,0
Поршни, охлаждаемые опрыскиванием оребренных днищ маслом	6,6-6,8
Поршни с циркуляционным масляным охлаждением	8,0
Поршни с активным масляным охлаждением (взбалтыванием)	10,0
Поршни с теплоизоляционным покрытием	13

Рост индикаторного коэффициента полезного действия двигателя зафиксирован множественными проводимыми испытаниями с применением теплозащитного покрытия. Данный рост обуславливается снижением потерь вследствие теплоотдачи и повышения температуры в камере сгорания, вследствие чего происходит более полное сгорание топлива [2]. Это суждение интуитивно, так как нет универсально выведенной математической закономерности между КПД и ТЗП, позволяющей судить о влиянии данного способа, понижающего тепловую напряжённость, на производительность какого-либо двигателя. Но имеется метод, устанавливающий связь между индикаторным КПД и теплоизоляцией по отношению к двигателям, имеющим схожие технические параметры и показатели рабочего процесса, разработанный опытным путем по методике [3,4]

$$\eta_i = 1 - \delta_t - \delta_{nc} - \delta_{nn} - \delta_{\omega 1}, \quad (2)$$

где η_i – индикаторный КПД двигателя;

$\delta_t - \delta_{nc} - \delta_{nn} - \delta_{\omega 1}$ – соответственно потери теплоты в эталонном цикле, вследствие несвоевременности и неполноты сгорания, теплоотдачи.

В рассматриваемом цикле $\delta_{nn} = 0$, отсюда следует, что $\eta_i = 1 - \delta_t - \delta_{nc} - \delta_{\omega 1}$.

Так как значения δ_t, δ_{nc} не изменяются при применении теплоизоляции для двигателя, то повышение индикаторного коэффициента полезного действия можно представить следующим образом

$$\Delta\eta_i = \delta'_{\omega 1} - \delta''_{\omega 1} \quad (3)$$

Выполним расчёты возможного повышения индикаторного КПД цикла в случае применения теплозащитного покрытия из оксида алюминия толщиной 0,6 мм на тепловоспринимающих поверхностях камеры сгорания с толщиной стенки 13 мм на базе двигателя Д-461 (6ЧН 13/14) мощностью 118 кВт при $n = 1700 \text{ мин}^{-1}$ (таблица 2).

Таблица 2 - Результаты теплового расчета

Параметры	Единицы измерения	Величина
D	мм	130
S	мм	140
V_h	л	1,858
ε	–	16,5
λ	–	1,741
n_1	–	1,356
n_2	–	1,252
P_i	МПа	0,95
g_i	г/кВт·ч	184,78
η_i	–	45,80

В результате расчетов получаем прирост индикаторного коэффициента полезного действия $\Delta\eta_i$ на 4,62%. При использовании теплоизоляции индикаторный КПД возрастет до $\eta_i = 0,50$.

Зная индикаторный КПД базового двигателя и двигателя с теплоизоляцией, проведем расчет теплового баланса для обеих ситуаций, что даст возможность сравнительной оценки распределения составляющих теплового баланса для двигателя с теплоизоляцией и без теплоизоляции.

Анализ результатов расчета, приведенный в таблице 3, показывает, что в двигателе с теплоизоляцией выросла теплота, эквивалентная эффективной работе (на 6% по отношению к базовому двигателю без теплоизоляции). Это говорит о более совершенном протекании рабочего процесса.

Однако при этом увеличились другие составляющие теплового баланса – теплота, передаваемая окружающей среде и теплота, унесенная с отработавшими газами.

Таблица 3- Тепловой баланс двигателя

Тип двигателя	Двигатель с теплоизоляцией	Двигатель без теплоизоляции
Составляющие теплового баланса	q, %	q, %
Теплота, эквивалентная эффективной работе	41	35
Теплота, передаваемая окружающей среде	23	29
Теплота, унесенная с отработавшими газами	30	26
Теплота, отводимая циркулирующим маслом	3	7
Неучтенные потери теплоты	3	3
Общее количество теплоты, введенной в двигатель с топливом	100	100

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Костин А.К., Ларионов В.В., Михайлов Л.И. Теплонапряженность двигателей внутреннего сгорания. Ленинград : Машиностроение, 1979. 222 с.
2. Ермаков В. Ф. Улучшение теплоиспользования в дизеле путем оптимизации тепловых сопротивлений деталей цилиндра// Энергомашиностроение. 1971. №8. С. 22-24.
3. Матиевский Д. Д., Толстов В. Т. Уравнение связи индикаторного КПД с характеристиками подвода и отвода тепла и его анализ: Межвузовский сборник. Исследование рабочего процесса и систем быстроходных дизелей. Барнаул : АПИ, 1976. Вып. 3,58. С. 13-17.
4. Костин А.К., Матиевский Д.Д., Толстов В.Т. Связь индикаторного КПД с интегральными и дифференциальными характеристиками подвода и отвода тепла// Энергомашиностроение. 1978. №6. С.7-10.

РАЗРАБОТКИ СТУДЕНЧЕСКОГО КОНСТРУКТОРСКОГО БЮРО АЛТГТУ ДЛЯ САДОВОДСТВА

Сороченко Сергей Федорович, д.т.н., профессор,

Чуклин Никита Михайлович – ведущий инженер-конструктор СКБ, chuklin@gmail.ru

Угаров Василий Андреевич – ведущий инженер-конструктор СКБ,

Раззамазов Никита Иванович – инженер-конструктор СКБ

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

В статье приведены результаты проектирования сотрудниками Студенческого конструкторского бюро машин и орудий для садоводства: роторного щелеобразователя, предназначенного для нарезания щелей в почве; машины для удаления сорняков из приствольной зоны саженцев в плодопитомниках; культиватора для междурядной обработки почвы в садах с обработкой приствольной полосы.

Ключевые слова: конструкторская документация, опытный образец, роторный щелеобразователь, сорняки, культиватор садовый.

В Студенческом конструкторском бюро спроектирован ряд машин и орудий для агропромышленного комплекса, способствующих повышению производительности труда, улучшению условий работы операторов. Проектирование технических средств происходит с помощью САД- и САЕ-систем –КОМПАС-3D выполнение конструкторской документации, АРМ FEM – прочностной анализ, MathCAD–выполнение расчетов.

Разработка конструкторской документации начинается с разработки схем (кинематической, гидравлической, электрической), затем разрабатывается электронная 3D-модель изделия, после чего выполняются рабочие чертежи деталей, сборочные чертежи и спецификации.

Опытный образец, как правило, изготавливает заказчик проектируемого технического средства. После проведения предварительных испытаний технического средства происходит корректировка конструкторской документации. Специалисты СКБ также разрабатывают ведомости покупных изделий, руководство по эксплуатации и паспорт изделия.

К разработкам СКБ для промышленного садоводства относятся: роторный щелеобразователь; машина для удаления сорняков из приствольной зоны саженцев в плодопитомниках; садовый культиватор. Заказчиками указанных разработок были: ООО «Ваш трактор» – индустриальный партнер; КАУ «Алтайский центр кластерного развития», выполнивший софинансирование проектов.

Роторный щелеобразователь (рисунок 1) предназначен для образования щелей для посадки саженцев на доращивание, также может быть применён в овощеводстве [1, 2].

За счет вращения роторов против направления движения агрегата в предварительно подготовленной почве образуется щель с ровными стенками и присыпанным рыхлой почвой дном. Основные параметры роторного щелеобразователя приведены в работе [2].

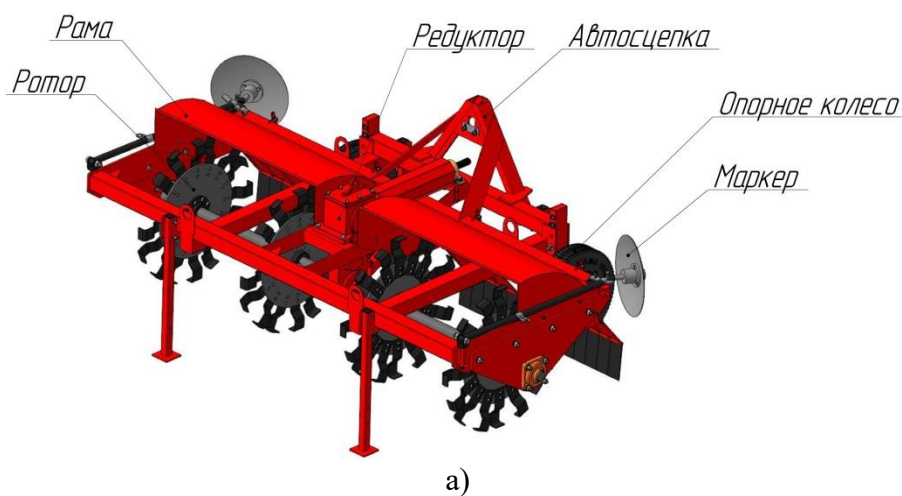
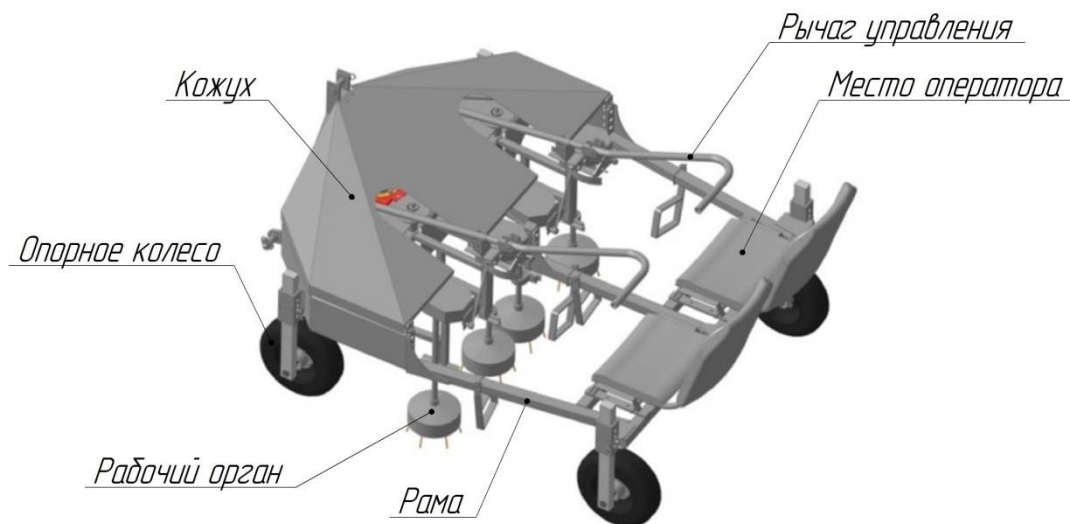


Рисунок 1 – Роторный щелеобразователь: а – электронная 3D-модель; б - опытный образец

Машина для удаления сорняков из приствольной зоны саженцев в плодопитомниках МПП-2 (рисунок 2) кроме удаления сорняков также рыхлит почву [3]. Машина снабжена рабочими органами роторного типа с вертикальной осью вращения приводом от ВОМ трактора, положение которых относительно рядка регулируется операторами посредством рычагов управления. Глубина обработки от 2 до 7 см с шагом 1 см регулируется перестановкой опорных колес. При ширине междурядий 0,7 м и рабочей скорости до 5 км/ч производительность машины может достигать 0,7 га/ч.



а)



б)

Рисунок 2 – Машина МПП-2: а–электронная 3D-модель; б - опытный образец в рабочем положении [4]

Культиватор для междурядной обработки почвы в садах с обработкой приствольной полосы КДС-3,0 (рисунок 3) имеет два исполнения для обработки защитной зоны садовых деревьев и кустарников – с рабочим органом, выполненным в виде:

- ротора с вертикальной осью вращения с приводом от ВОМ трактора;
- односторонней полольной лапы.

Управление положением рабочего органа при обработке защитной зоны производится автоматически с использованием электрогидравлической следящей системы. Для обработки молодого сада культиватор может быть снабжен модулем оператора (опция).

Культиватор оснащен полольными лапами с общей шириной захвата 2,57 м. Рабочим органом обрабатывается полоса шириной захвата 0,5 м. При рабочей скорости до 6 км/ч производительность агрегата за час основного времени при двукратной обработке междурядья шириной 4 м равна 1,2 га/ч.

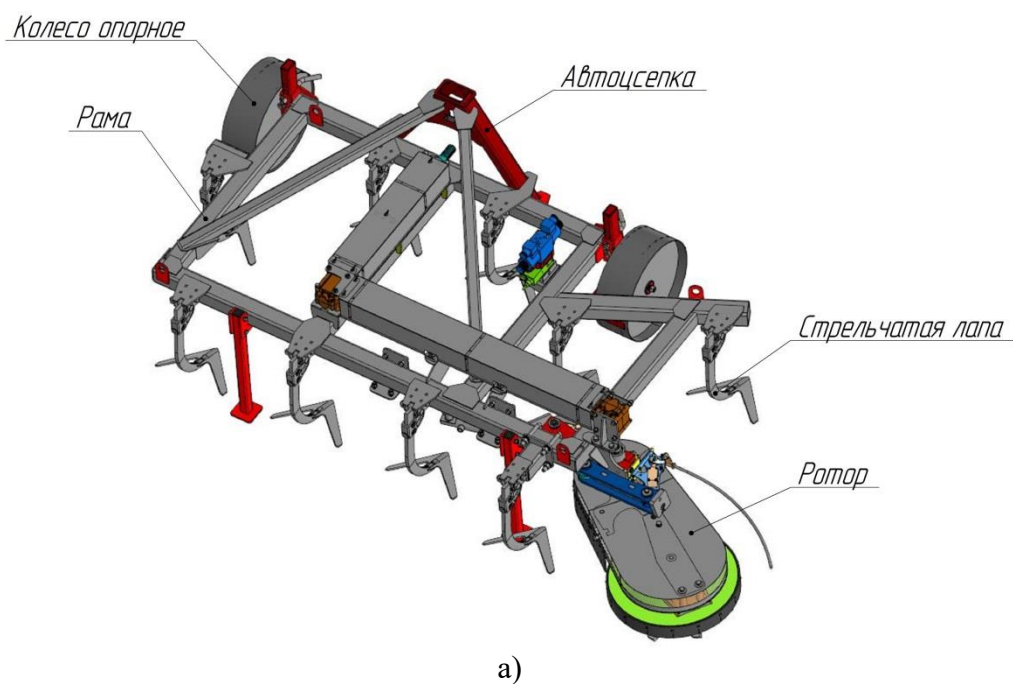


Рисунок 3 – Культиватор КДС-3,0: а – электронная 3D-модель с роторным рабочим органом; б – опытный образец с полольной лапой и модулем оператора

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Патент на полезную модель № 187417 РФ, МПК А01В13/16. Роторный щелеобразователь / Сороченко С.Ф., Дрюк В.А., Терехин С.В.[и др.]; патентообладатель: ФГБОУ ВО АлтГТУ. Заявка №2018112092, приоритет 03.04.2018, опубл. 05.03.2019, Бюл. №7.
2. Чуклин, Н.М. Проектирование роторного щелеобразователя для посадки саженцев / Н.М. Чуклин, В.А. Угаров, О.А. Харченко, С.Ф. Сороченко / Ползуновский альманах, 2018, №3, С.64-67.
3. Патент на полезную модель № 214424 РФ: МПК А01В39/16; А01В33/06. Машина для междурядной и приствольной обработки почвы: / Сороченко С.Ф.,

Маргольц Е.Я., Чуклин Н.М., Миляев М.И. [и др.]; заявл. и пат. ФГБОУ ВО АлтГТУ, ООО «Ваш трактор» – RU214424U1; заявл. 08.08.2022; опубл. 26.10.2022.

4. Машина для приствольной обработки почвы МПП-2 // Ваш трактор : [сайт] / торгово-производственная компания «Ваш трактор». – Барнаул, 2011. – URL: <https://ваштрактор.рф/mashina-dlya-pristvolnoj-obrabotki-pochvyi-mpp-2> (дата обращения 11.12.2023).

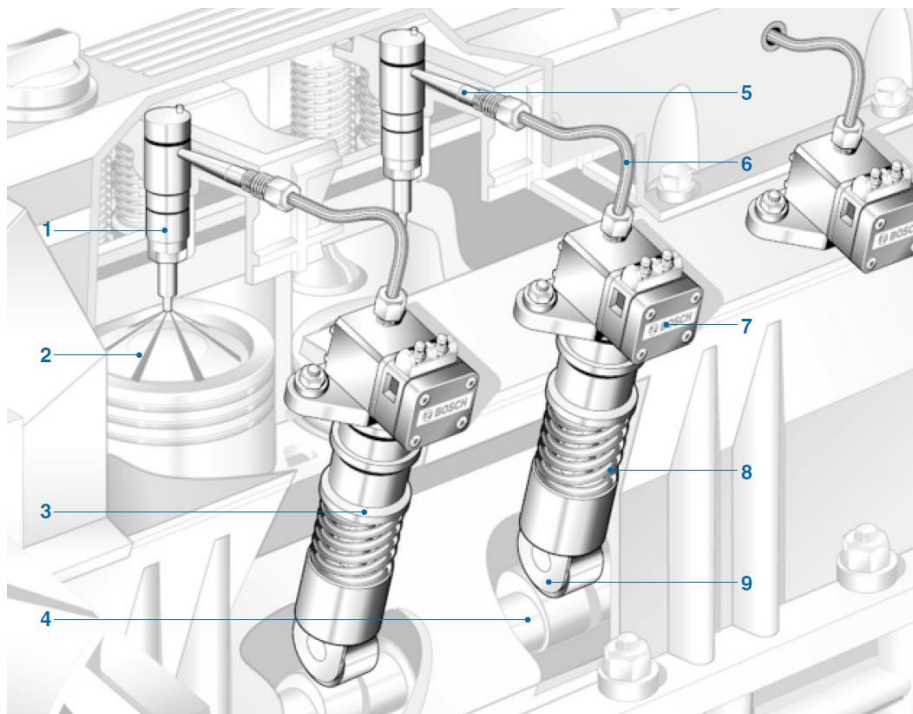
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ТНВД С БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ КЛАПАНОМ

Тынянов Никита Сергеевич, аспирант, tynyanov.nikita@mail.ru,
Прокопенко Евгений Александрович, магистрант, evgenii@gmail.ru,
Свистула Андрей Евгениевич, д.т.н., профессор, svistula_ae@mail.ru,
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул,
Россия

В статье рассказывается о перспективной топливоподающей системе для тяжёлых двигателей с применением индивидуальных блоков насос-секции, которые способны обеспечивать управление процессом впрыска электронной системой и обеспечивать высокие показатели экологичности Дизельного двигателя.

Ключевые слова: насос-секции, насосы высокого давления, ТНВД, электромагнитный клапан, судовые дизели, качество впрыска, топливоподающие системы.

Системы с индивидуальными насос-секциями (UPS – Unitpumpsystem), как правило, используются в коммерческих автомобилях и двигателях большой мощности в судовой технике в ТПА с приводом одного или двух управляющих клапанов от распределительного вала (рисунок 1).

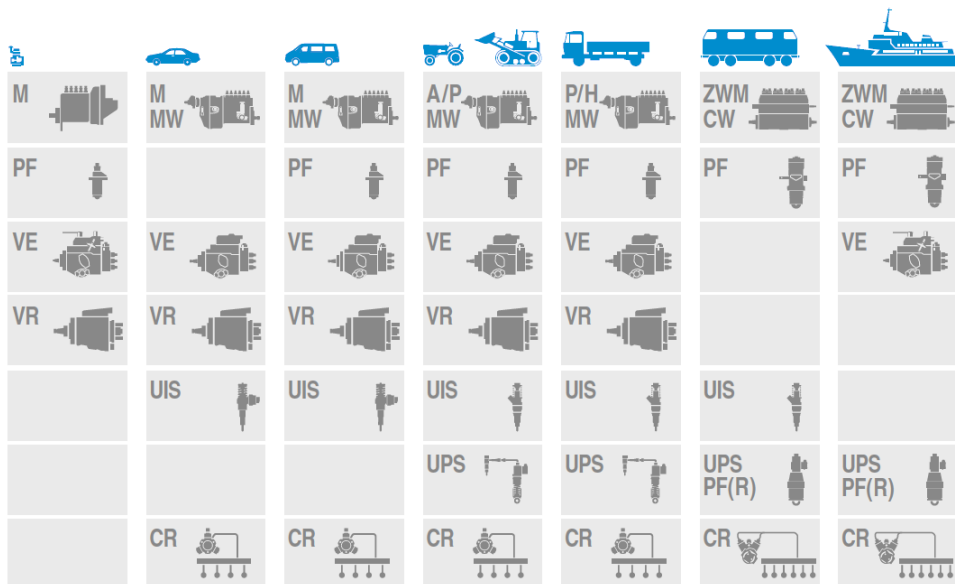


1 – механическая форсунка; 2 – камера сгорания двигателя; 3 – индивидуальный ТНВД; 4 – распределительный вал; 5 – штуцер форсунки; 6 – трубопровод высокого давления; 7 – электромагнитный клапан; 8 – пружина плунжера ТНВД; 9 – роликовый толкатель.

Рисунок 1 – Схема установки ТНВД на двигателе [1]

Данная система появилась незадолго до создания систем аккумуляторного типа Commonrail. Первые образцы стали применяться, начиная с 1995 года. Ниже приведены примеры техники, в которой применяются данные системы (рисунок 2).

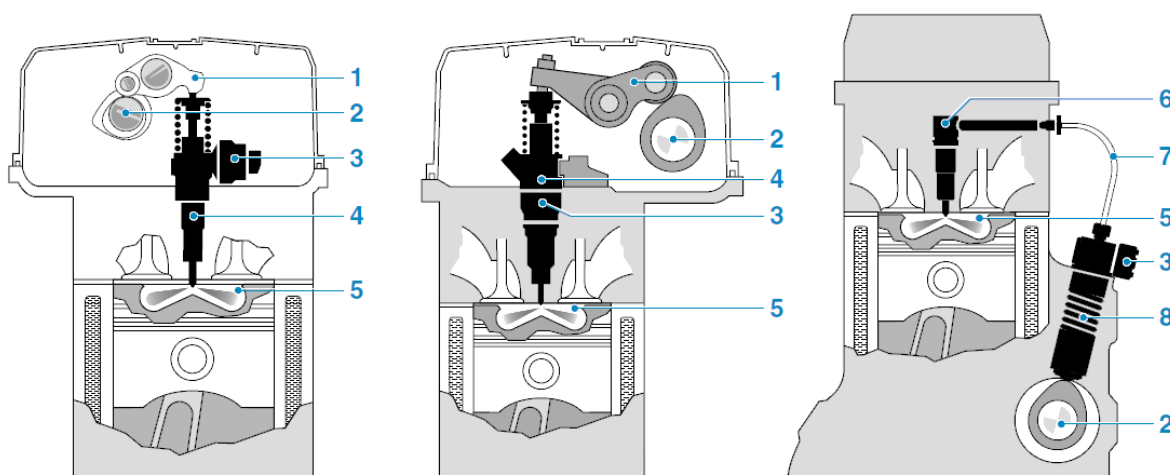
Индивидуальные насос-секции работают так же, как и насос-форсунка, предназначенная для коммерческих автомобилей. Однако, в отличие от насос-форсунок, форсунка и насос-секция с электроуправляемым клапаном находятся отдельно друг от друга и соединены друг с другом короткой линией трубопровода высокого давления. Существенное различие между системой насос-форсунок и насос-секций заключается в компоновке двигателя (рисунок 3).



M, MW, A, P, H, ZW- рядные топливные насосы постоянного тока увеличенного размера и насосы с дискретным впрыском топлива; PF - Аксиально-поршневые насосы; VE -радиально-поршневые насосы; VR - система форсунок UPS

CR - системы аккумуляторного типа Common-rail.

Рисунок 2 – Схема применения топливных систем



1 – коромысло; 2 – распределительный вал; 3 – электромагнитный клапан высокого давления; 4 - насос-форсунка; 5- камера сгорания двигателя; 6 узел крепления форсунки; 7 - топливопровод высокого давления; 8 – блок насос-секции.

Рисунок 3 – Сравнение схем установки систем насос-форсунки и систем с насос-секцией

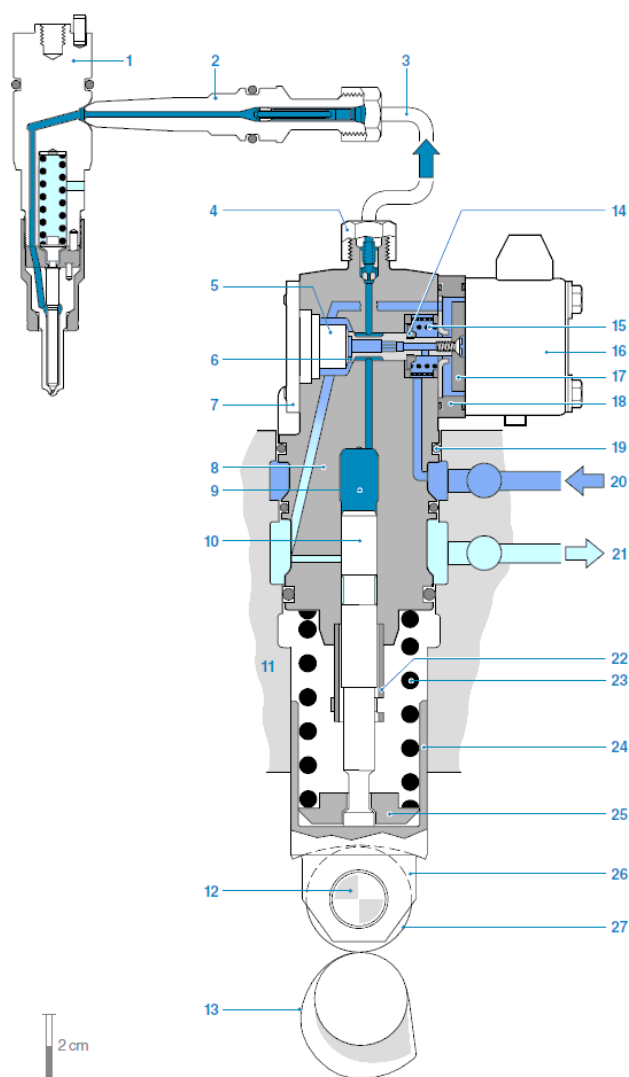
В системе насос-форсунок насос высокого давления и форсунка совмещены в одном корпусе – “насос-форсунке”. В каждом цилиндре двигателя установлена единичная насос-

форсунка. Поскольку топливопроводы высокого давления отсутствуют, можно создавать чрезвычайно высокие давления впрыска и точно контролировать режим впрыска.

В системе блока насос-секции – “насос-секция” – и узел крепления форсунки являются отдельными узлами, которые соединены коротким топливопроводом высокого давления. Такое расположение имеет преимущества с точки зрения использования пространства, системы привода насоса, а также технического обслуживания.

Топливопроводы высокого давления должны постоянно выдерживать максимальное давление насоса и высокочастотные колебания давления, возникающие во время пауз впрыска. Поэтому используются высокопрочные бесшовные стальные трубы. Трубопроводы должны быть как можно короче и иметь одинаковую длину для отдельных насосов двигателя.

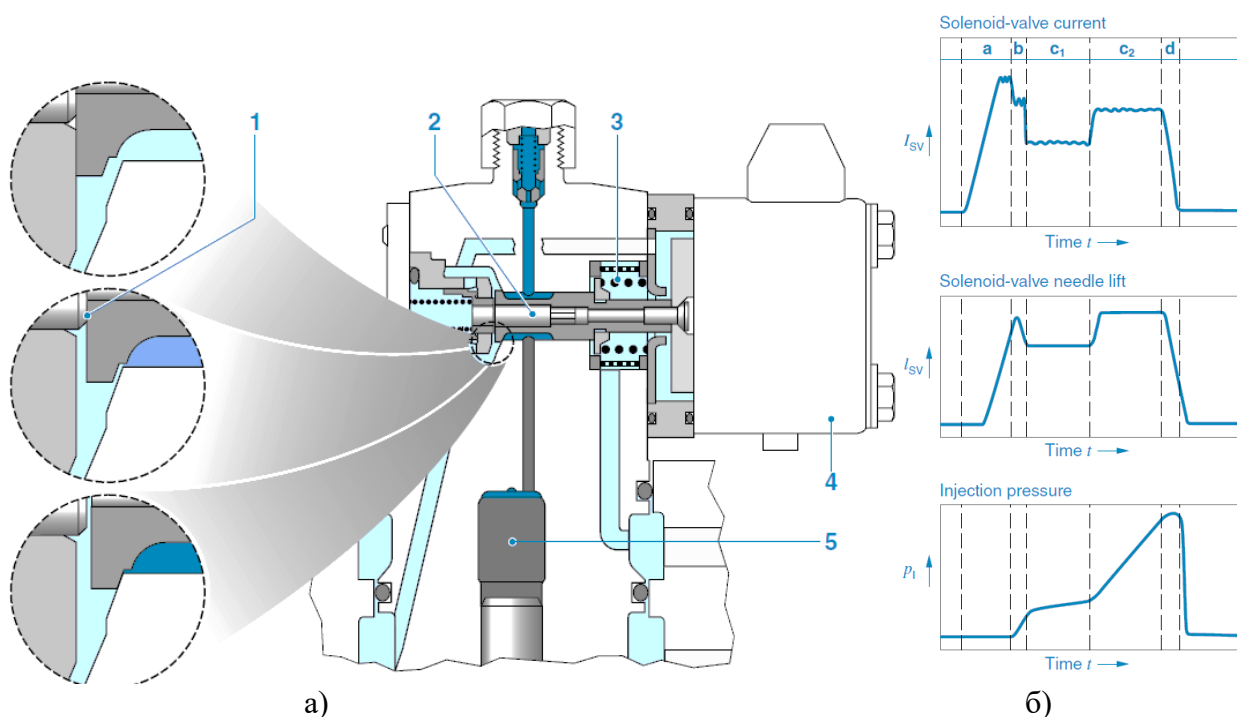
В отличие от ранее используемых ТНВД с дросселированием топлива на линии нагнетания, здесь нет потерь топлива во время подачи, впрыскивание начинается энергично, имеется четкая отсечка, а способ регулирования не снижает давления впрыскивания и оставляет возможность индивидуальной подачи по цилиндрам, а, возможно, и осуществления двухфазного впрыскивания [2].



1–корпус форсунки; 2 – штуцер форсунки; 3 – топливопровод высокого давления; 4 – гайка топливопровода; 5 – упор; 6 – золотник электромагнитного клапана; 7 – корпус упора; 8 – корпус насоса; 9 – надплунжерное пространство; 10 – плунжер насоса; 11 – блок двигателя; 12 – ось роликового толкателя; 13 – кулачок распределительного вала; 14 – упор пружины; 15 – пружина электромагнитного клапана; 16 – электромагнит; 17 – якорь; 18 – промежуточная пластина; 19 – уплотнительные кольца; 20 – подача топлива; 21 – дренаж топлива; 22 – устройство для удержания плунжера; 23 – пружина толкателя; 24 – корпус толкателя; 25 – упор пружины плунжера; 26 – роликовый толкатель; 27 – ролик.

Рисунок 4– Схема работы насос-секции [1]

Принцип работы электромагнитного клапана, описанный применительно к насос-секциям, приводит к образованию треугольной кривой впрыска. В некоторых насосных системах используется конструктивная модификация электромагнитного клапана для получения кривой впрыска в форме башмака. Для этой цели электромагнитный клапан оснащен подвижным упором (рисунок 5а), который используется для ограничения промежуточного подъема и, таким образом, облегчает переключение в режим дросселирования. После закрытия электромагнитного клапана ток, подаваемый на клеммы электромагнита 4 (рисунок 5а), возвращается к промежуточному уровню фаза c_1 (рисунок 5б) ниже удерживающий ток (c_2), таким образом, чтобы золотник клапана опирался на упор. Это обеспечивает дросселирующий зазор, который ограничивает дальнейшее повышение давления. При этом получается давление, достаточное для впрыскивания топлива, но подача топлива снижена. Таким образом, появляется возможность управления характеристикой впрыскивания за счёт положения клапана. При увеличении тока клапан снова полностью закрывается и фаза дросселирования завершается. На режиме полной мощности электромагнит преодолевает суммарное сопротивление обеих пружин и закрывает клапан.



1 – упор золотника; 2 – золотник; 3 – пружина клапана; 4 – электромагнит;
5 – надплунжерное пространство

Рисунок 5 – Схема работы золотника блока насос-секции (а);
зависимость тока электромагнита, положения золотника и давления впрыска (б)

Достоинства ТПА с двухступенчатым управляющим клапаном, состоят в реализации ступенчатой характеристики впрыскивания и управлении давлением впрыскивания в ограниченных пределах путем уменьшения относительно максимально возможного. ТПА с такими насосами - наиболее простая, традиционная в отношении производства и эксплуатации и, в то же время, эффективная в регулировании система. Единственно сложным и нетрадиционным элементом таких ТНВД является клапан управления. По этим причинам ТПА с ТНВД с электроуправляемым клапаном можно считать наиболее реальной перспективой среди систем нового поколения. Использование двухступенчатого управляющего клапана позволяет в известных пределах управлять давлением и характеристикой впрыскивания, сближая эти системы с возможностями Common Rail [2].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Konrad Reif Diesel Engine Management Systems and Components. Friedrichshafen. 2014
2. Грехов Л.В., Габитов И.И., Неговора А.В. Конструкция, расчет и технический сервис топливopодающих систем дизелей: учебное пособие. Москва : Легион-Автодата, 2013. 292 с.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТУПЕНИ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАДИАЛЬНО-ОСЕВОЙ ТУРБИНЫ В АГРЕГАТАХ НАДДУВА ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Чу Ван Чунг, аспирант, turbotechvn95@gmail.com

Рассохин Виктор Александрович, д.т.н., профессор, v-rassokhin@yandex.ru

Барсков Виктор Валентинович, д.т.н., viktorbarskov@mail.ru

Басати Панах Мехди, к.т.н., ассистент, mehdbp.energy@gmail.com

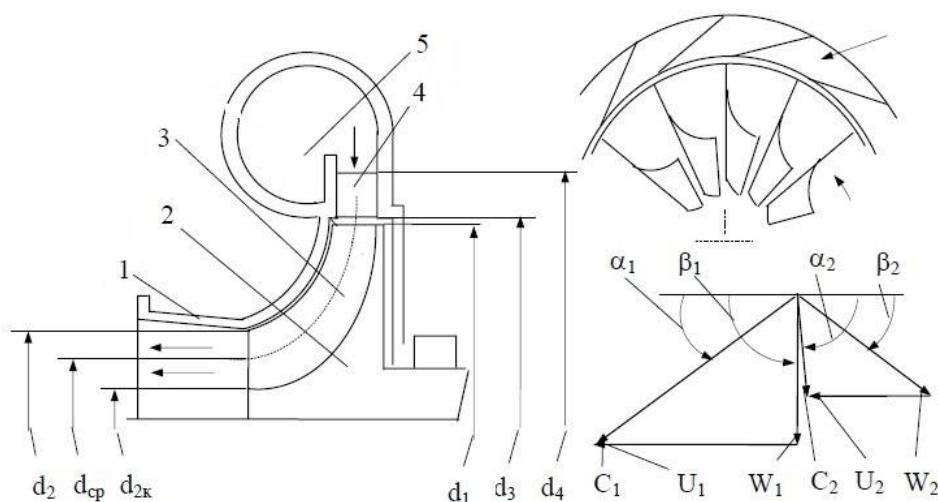
Фам Тхань Куэт, аспирант, phamthanhquyet.kcd@gmail.com

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия

Радиально-осевая турбина является основной частью турбонагнетателя выхлопных газов автомобиля. Значения некоторых основных конструктивных параметров турбины существенно влияют на ее характеристики и конструктивные размеры. В статье было проанализировано на основе численного метода влияние семи основных конструктивных параметров на окружной КПД турбины при предварительном проектировании. Также были обобщены рекомендации выбора этих оптимальных параметров. Результаты исследования могут использоваться для создания и разработки трехмерной модели турбины.

Ключевые слова: радиально-осевая турбина, турбинная ступень, оптимальный параметр, эффективность, наддув.

Введение. Радиально-осевые газовые турбины широко применяются в агрегатах наддува поршневых двигателей на автомобильном транспорте [1, 2]. Основные элементы радиально-осевой турбины расположены по порядку: впускная улитка, сопловый аппарат, рабочее колесо и выпускной диффузор (рисунок 1). Процесс создания турбины начинается с предварительного проектирования - одномерных расчетов для определения размеров проточной части, необходимых для построения трехмерной модели турбины.



1 – диффузор; 2 – рабочее колесо; 3 – рабочие лопатки; 4 - сопловый аппарат; 5 – впускная улитка
Рисунок 1 – Схема турбины радиально-осевого типа и её треугольник скоростей

Методы исследования. На окружной КПД η_u радиально-осевой турбины влияют только параметры ступени, такие как характеристическое число u_1/C_0 , степень реактивности ρ_m , степень радиальности $\mu = u_2/u_1 = d_{cp}/d_1$ (где u_1 – окружная скорость на наружном диаметре рабочего колеса d_1 ; u_2 – окружная скорость на среднем диаметре выходной кромки d_{cp}), угол выхода потока из соплового аппарата α_1 , угол выхода потока из рабочего колеса β_2 , коэффициенты скоростей в сопловом аппарате φ и в рабочем колесе ψ [3].

$$\eta_u = 2 \cdot \frac{u_1}{C_0} \cdot \left\{ \varphi \cdot \sqrt{1 - \rho_T} \cdot \cos \alpha_1 - \mu \cdot \frac{u_1}{C_0} + \psi \cdot \cos \beta_2 \cdot \left[\rho_T + \varphi^2 \cdot (1 - \rho_T) - 2 \cdot \frac{u_1}{C_0} \cdot \varphi \cdot \cos \alpha_1 \cdot \sqrt{1 - \rho_T} + \mu^2 \cdot \left(\frac{u_1}{C_0} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\} \quad (1)$$

Для радиально-осевой турбины обычно выбирается повышенная степень реактивности, соответствующая выбранным величинам u_1/C_0 и μ . При выборе параметров радиально-осевой турбины, рекомендованных в работе [4], можно определить оптимальные значения характеристического числа u_1/C_0 и степени реактивности ρ_T по следующим формулам:

$$\left(\frac{u_1}{C_0} \right)_{opt} = \frac{\psi}{\sqrt{\mu^2 \cdot \left(\frac{\cos^2 \beta_2}{m^2} - \psi^2 \right) + \frac{(1 - m^2 \cdot \psi^4) \cdot \varphi^2 \cdot \cos^2 \alpha_1}{m^2 \cdot \psi^2 \cdot (1 - \varphi^2)}}} \quad (2)$$

$$\rho_{T,opt} = 1 - \left[\frac{(1 - m \cdot \psi^2) \cdot \varphi \cdot \left(\frac{u_1}{C_0} \right)_{opt} \cdot \cos \alpha_1}{m \cdot \psi^2 \cdot (1 - \varphi^2)} \right]^2 \quad (3)$$

где m – оптимальное значение параметра, характеризующего элементы треугольника скоростей на выходе из рабочего колеса, определяется по формуле:

$$m = \frac{1}{\psi^2} \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\mu^2 \cdot (1 - \varphi^2) \cdot (1 - \cos^2 \beta_2 \cdot \psi^2)}{\cos^2 \alpha_1 \cdot \varphi^2 + \mu^2 \cdot (1 - \varphi^2)}} \right] \quad (4)$$

Таким образом, окружной КПД η_u радиально-осевой турбины зависит от μ , α_1 , β_2 , φ и ψ . Выбор этих параметров ступени осуществляется на основе определения оптимального характеристического числа $(u_1/C_0)_{opt}$, которое находится в диапазоне 0.6...0.8, и оптимальной степени реактивности $\rho_{T,opt}$ в интервале 0.42...0.52.

В таблице 1 приведены оптимальные значения параметров ступени турбин радиально-осевого типа, определенных при предварительном проектировании.

Таблица 1 – Оптимальные параметры для проектирования радиально-осевой турбины

Параметры	Интервал значения
μ	0.35...0.55
α_1	14°...25°
β_2	25°...45°
φ	0.95...0.98
ψ	0.84...0.90

Результаты. На рисунках 2, 3, 4 проиллюстрировано влияние данных параметров ступени на выбор $(u_1/C_0)_{opt}$, $\rho_{T,opt}$ и определение расчетных диапазонов параметров ступени

турбины. Видно, что с увеличением μ , α_1 , β_2 снижается КПД турбины, как и с уменьшением коэффициентов скоростей ϕ , ψ .

Заключение. Из полученных результатов можно сделать вывод, что при выборе оптимальных параметров ступени радиально-осевой турбины степень реактивности следует рассчитывать только после выбора оптимального характеристического числа $(u_1/C_0)_{\text{опт}}$. Величины μ , β_2 , ϕ не должны быть слишком высокими при предварительном проектировании турбинной ступени. При условии удовлетворения требований эффективности соответствующее увеличение α_1 способствует уменьшению сложности и стоимости изготовления. Угол α_1 не должен быть слишком маленьким и должен находиться в интервале $18^\circ \dots 25^\circ$. При сравнении с другими параметрами, выявилось значительное влияние коэффициента скорости в рабочем колесе на окружной КПД ступени. Представляется перспективным применение закрытых рабочих колес с большими значениями коэффициента скорости в рабочем колесе ψ для улучшения эффективности турбины.

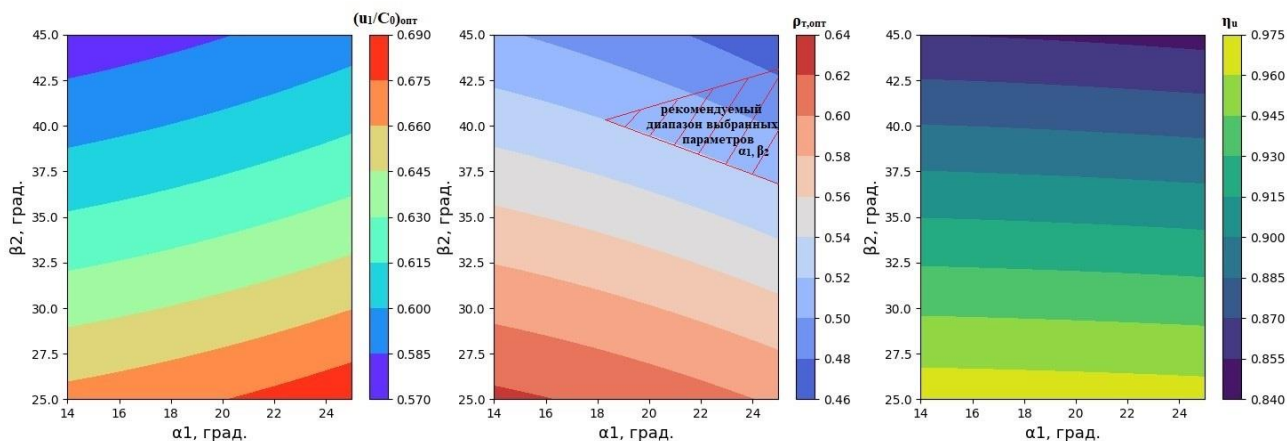


Рисунок 2 – Влияние углов выхода потока из соплового аппарата (α_1) и из рабочего колеса (β_2) на оптимальное характеристическое число u_1/C_0 , оптимальную степень реактивности ρ_T и окружной КПД η_u турбины при $\phi = 0.96$, $\psi = 0.88$, $\mu = 0.4$

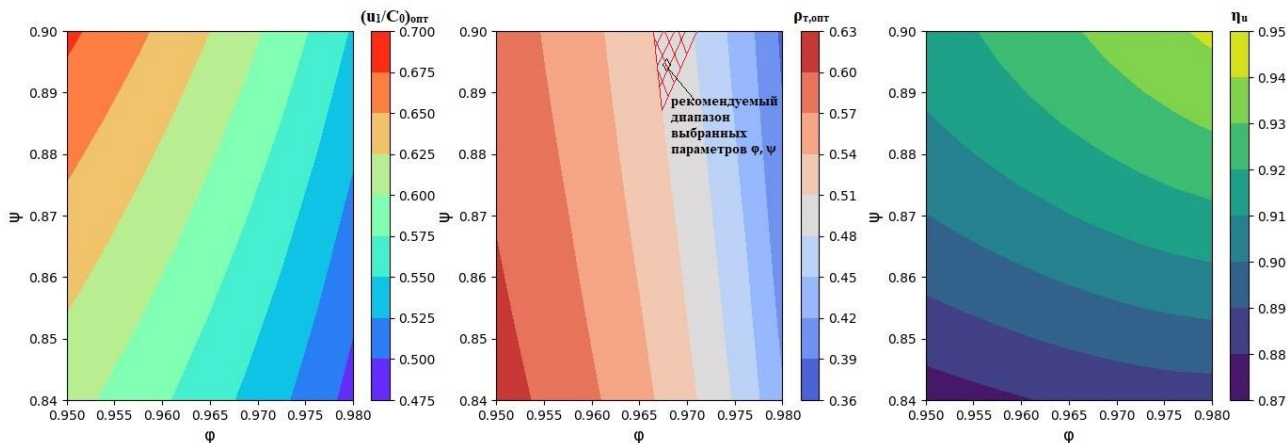


Рисунок 3 – Влияние коэффициентов скоростей в сопловом аппарате ϕ и в рабочем колесе ψ на оптимальное характеристическое число u_1/C_0 , оптимальную степень реактивности ρ_T и окружной КПД η_u турбины при $\alpha_1 = 18^\circ$, $\beta_2 = 35^\circ$, $\mu = 0.4$

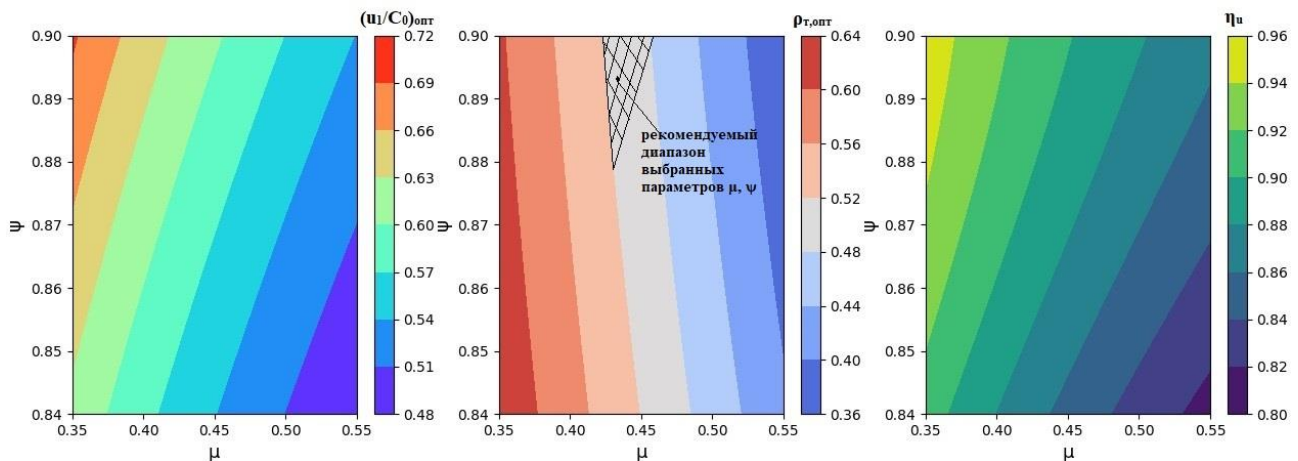


Рисунок 4 – Влияние степени радиальности μ коэффициента скоростей в рабочем колесе ψ на оптимальное характеристическое число u_1/C_0 , оптимальную степень реактивности ρ_r и окружной КПД η турбины при $\alpha_1 = 18^\circ$, $\beta_2 = 35^\circ$, $\varphi = 0.96$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автомобильные двигатели с турбонаддувом: производственное издание / коллектив авторов / Репринтное воспроизведение издания 1991 г. Москва : ЭКОЛИТ, 2011. 336 с.
2. Батулин О. В., Батулин Н.В., Матвеев В.Н. История изобретения и развития агрегатов наддува двигателей внутреннего сгорания // Вестник СГАУ. 2009. №3-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-izobreteniya-i-razvitiya-agregatov-nadduva-dvigatelay-vnutrennego-sgoraniya> (дата обращения: 02.11.2023).
3. Li, C., Z. P. Guo, H. Guo, X. Bao, and L. Zhou. 2022. Influences of main design parameters on the aerodynamic performance of a micro-radial inflow turbine. AIP Advances 12 (10). doi:10.1063/5.0090173.
4. Беседин, С. Н. Методология создания и практическая реализация микротурбинных установок : специальность 05.04.12 "Турбомашины и комбинированные турбоустановки" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Беседин Сергей Николаевич, 2021. – 446 с.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

КОРРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В СИСТЕМЕ ОЧИСТКИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Горлова Нина Николаевна, к.т.н., доцент, gnn.09@mail.ru

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

Эксплуатация системы каталитической нейтрализации, основанной на использовании пористых проницаемых каталитических материалов, подвергается воздействию агрессивных факторов среды эксплуатации, с последующим возникновением коррозии используемых материалов. Понимание причины, сути и особенностей процессов коррозии позволит оценить протекающий процесс коррозии и разработать или применить соответствующие способы повышения коррозионной стойкости используемых материалов.

Ключевые слова: *коррозия, двигатели внутреннего сгорания, отработавшие газы, коррозионная среда, каталитические материалы, самораспространяющийся высокотемпературный синтез.*

Эксплуатация двигателей внутреннего сгорания (ДВС) на традиционных жидких топливах связано с образованием значительного количества вредных веществ, которые вступая во взаимодействие с другими веществами и парами воды, образуют токсичные соединения и кислотные дожди.

Снижение негативного воздействия на окружающую среду в результате эксплуатации ДВС в сельском хозяйстве (преимущественно в растениеводстве) возможно в результате применения каталитических нейтрализаторов в системе очистки отработавших газов. Эффективность использования каталитических нейтрализаторов определяется условиями эксплуатации и используемым топливом. На использование таких систем значительное влияние оказывают температура отработавших газов (около 800К), расход отработавших газов (около 100 м³/ч), агрессивность среды (высокая влажность и образующиеся соединения азота и серы), а также перепады температуры при эксплуатации и отстоя в холодный период времени. Все эти факторы значительным образом активизируют процесс коррозии используемых каталитических материалов.

Под коррозией понимается процесс, характеризующийся самопроизвольным разрушением металла и их соединений вследствие воздействия агрессивных факторов внешней среды и сопровождающийся выделением энергии.

В результате коррозии металлы материалов окисляются, разрушаются, переходят в ионное состояние с образование соответствующих соединений.

Для большинства процессов окисления металлов, приращение изобарно-изотермического потенциала или свободной энергии Гиббса $\Delta G < 0$, поэтому является металлически неустойчивым.

Процессы коррозии материалов всегда проходят в виде межфазных реакций на границах материалов с водной или кислотными фазами и представляющий собой электрохимический процесс.

Система выпуска отработавших газов работает в агрессивных условиях, способствующих возникновению коррозии. Содержащиеся пары воды в отработавших газах дизелей, конденсируются на поверхности пористых проницаемых каталитических материалов в нейтрализаторе, вследствие чего возникает электрохимическая коррозия, протекающая по законам работы гальванического элемента.

Исходя из стандартных электрических потенциалов металлов, наиболее окисляющимися являются металлы с потенциалом менее 0,4В (например, натрий, магний, бериллий, алюминий, титан, железо), корродирующие в нейтральном водном растворе даже при отсутствии кислорода. Окисляющиеся металлы с потенциалом - 0,5...0В (например, кадмий, кобальт, никель, олово, свинец) корродируют в нейтральном водном растворе с присутствием кислорода и в кислом растворе с образованием водорода даже при отсутствии

кислорода. Металлы, с потенциалом $0...+ 0,7$ В (например, медь, серебро) корродируют во всех растворах только при наличии кислорода. Благородные металлы (например, палладий, платина, золото) полностью устойчивы к коррозии.

Контактная коррозия проявляется в тех случаях, когда в контакте наблюдаются разные металлы. Что касается каталитических материалов, то они представляют пример, когда в контакте находятся разные металлы в виде сплавов. Разрушается более активный металл с меньшим значением стандартного электродного потенциала. Деполяризаторами являются ионы водорода электролитов, воды, а также кислород, растворенный в воде или в контакте с водой.

Разрыв металлических связей ведет к тому, что атомы металла соединяются с помощью химических связей с входящими в состав окислителей атомами или их группами с отниманием валентных электронов металла, что приводит к прохождению процесса химической коррозии.

Такой вид коррозии возникает в любой агрессивной (коррозионной) среде, которая не является электролитом. Скорость прохождения химической коррозии определяют диффузией частиц металла и металла-окислителя, который осуществляется через пленку продукта коррозии, ее испарением или растворением, растрескиванием образующейся пленки, конвективной доставкой окислителя из внешней среды [1].

Коррозионные среды и разрушения, вызываемые ими, достаточно характерны, что коррозионные процессы классифицируются по их названию.

В условиях высоких температур среды эксплуатации материала возникает газовая коррозия. Коррозия металла и его соединений, протекающая в условиях атмосферы при высоком уровне влажности, достаточной для образования на поверхности материала электролитной пленки, является атмосферной. Факторами, активизирующими такую коррозию, являются присутствие агрессивных газов, аэрозолей кислот и солей. Скорость и механизм протекания атмосферной коррозии в большей степени зависят от уровня слоя влаги на поверхности металла или степени увлажнения уже существующих продуктов коррозии.

Коррозия в жидких средах возникает при условии воздействия жидкой среды на металл и его соединения и возникает при условии полного и/или неполного погружения, при погружении с определенной периодичности.

В зоне действия механических напряжений (растягивающих или изгибающих) возникает и развивается коррозия под напряжением [2]. Такая коррозия может привести к транскристаллитному растрескиванию, которое характерно для тросов и пружин (при эксплуатации в естественных атмосферных условиях), при эксплуатации в паросиловых установках нержавеющей и углеродистых сталей, в морской воде – титановых сплавов. При условии воздействия знакопеременных нагрузок на металл возможно возникновение коррозионной усталости, которая выражается в снижении предела усталости металла и его соединений в условиях коррозионной среды.

Ускоренный износ металла и его соединений, возникающий при условии одновременного воздействия усиливающих друг друга факторов (коррозионных и абразивных), связанных с трением скольжения, потоком абразивных частиц и другими, представляет собой коррозию при трении или коррозионную эрозию.

Причиной возникновения кавитационной коррозии являются кавитационные режимы обтекания металла и его соединений агрессивной средой, при которых поток микрогидравлических разрушающих ударов, возникающий в результате возникновения и схлопывания вакуумных пузырьков, оказывает воздействие на поверхность металла и его соединений.

Разновидностью кавитационной коррозии считается фреттинг, представляющий собой коррозию, причиной возникновения которой является контакт плотно прилегающих друг к другу или катящихся одна по другой деталей, при условии возникновения вибрации между их поверхностями с возникновением микроскопического смещения сдвига.

В процессе эксплуатации металлических изделий и конструкций наблюдается

воздействие комплекса агрессивных факторов, являющихся причиной возникновения смешанной коррозии.

Применительно к условиям эксплуатации систем очистки отработавших газов ДВС, можно выделить коррозию в жидких коррозионных средах. На интенсивность протекания процесса коррозии в данном случае оказывает влияние и высокая температура отработавшего газа (более 900К) и высокий уровень влажности в определенных условиях эксплуатации.

Необходимо иметь в виду, что изложенные выше соображения ограничены термодинамической оценкой коррозии и не отражают кинетики процессов, связанных с образованием защитного слоя.

Проведенные ранее исследования [3,4,5] показали, что материалы, полученные с помощью самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС), как правило, корродируют более интенсивно, чем материалы, полученные другими способами. Это объясняется тем, что они характеризуются не полностью сформировавшейся структурой и большой дефектностью кристаллической решетки, что отражается на их химической устойчивости. Процессы коррозии на таких материалах не были ранее исследованы.

Большинство металлов, за исключением таких, как серебро, платина, меди и золото, встречаются в природе в основном в состоянии оксидов, сульфидов, карбонатов и др. Такое состояние металлов характеризуется меньшей внутренней энергией, что можно заметить при получении металлов из руд и их последующей коррозии. Свободные металлы обладают более высокой энергией в отличие от металлических соединений, о чем свидетельствует энергия, поглощенная при восстановлении металла из соединений. Вследствие этого металл, который находится в контакте с агрессивной (коррозионноактивной) средой, старается перейти в наиболее выгодное (энергетически) состояние с наименьшим запасом энергии. При этом можно говорить о том, что причиной процесса коррозии является термодинамическая неустойчивость системы, которая состоит из металла и элементов коррозионной (окружающей) среды. Мерой термодинамической неустойчивости, прежде всего, является свободная энергия, которая освобождается при взаимодействии металла с этими факторами. Свободная энергия сама по себе ещё не определяет скорость коррозионного процесса, то есть величину, наиболее важную для оценки коррозионной стойкости металла. В ряде случаев адсорбционные или фазовые слои (плёнки), которые возникают на поверхности металла в результате процесса коррозии, образуют плотный и непроницаемый барьер, и при этом коррозия прекращается или протекает медленнее. В условиях эксплуатации металл, обладающий большим сродством к кислороду, может оказаться более стойким (так, свободная энергия образования оксида у хрома или алюминия выше, чем у железа, а по стойкости они часто превосходят железо) [6,7,8].

Параллельно с коррозией происходит и разрушение материала, вызванное одновременным воздействием коррозионной среды и трением о поверхность материала взвешенных частиц в движущемся потоке отработавшего газа. В результате влияния всей совокупности приведенных выше факторов можно говорить о сплошной, неравномерной коррозии, которая охватывает всю поверхность металла, протекающей с неодинаковой скоростью на различных участках пористого проницаемого каталитического материала (как на его поверхности, так и в поровом пространстве).

Исходя из существующих общих представлений о коррозии, проведена классификация ее видов (рисунок 1), имеющих место в пористых проницаемых каталитических материалах.

Все перечисленные процессы в разной степени сказываются на качестве очистки отработавших газов от вредных веществ, вследствие изменения свойств материала и потери его массы, в результате воздействия на каталитический материал смеси кислот, высокой температуры отработавшего газа и других факторов. В связи с этим, вопрос повышения коррозионной стойкости пористых проницаемых каталитических материалов требует детального изучения.



Рисунок 1 - Виды коррозии пористых проницаемых каталитических материалов по виду разрушений

Коррозионная стойкость материала оценивается по скорости протекающей химической реакции, используя нормируемые методы испытаний.

Для установления скорости коррозии металла в исследуемой среде обычно ведут наблюдения за изменением во времени какой-либо характеристики, объективно отражающей изменение свойства металла, используя ряд показателей [9].

1. Массовый показатель коррозии ($K_m \pm$) показывает, насколько изменилась в результате коррозионного процесса масса исследуемого образца, отнесенная к единице времени и площади поверхности металла:

$$K_m \pm = \Delta m / (S \cdot \tau), \quad (1)$$

где Δm - убыль массы металла за время испытания после удаления продуктов коррозии, г;
 S - поверхность образца металла, м²;
 τ - время испытания металла, час.

Массовый показатель коррозии может иметь положительное значение (если за время испытания масса образца увеличилась) или отрицательное (если масса уменьшилась после удаления продуктов коррозии). Существует формула, по которой можно сделать пересчет положительного массового показателя в отрицательный, но для этого необходимо знать состав продуктов коррозии.

$$K_m^- = K_m^+ \cdot (n_{ok} \cdot A_{Me}) / (n_{Me} \cdot A_{ok}), \quad (2)$$

где A_{Me} – атомная масса металла;

A_{ok} – атомная масса окислителя;

K_m^- и K_m^+ – отрицательный и положительный показатели коррозии;

n_{ok} – валентность окислителя;

n_{Me} – валентность металла.

Массовый отрицательный показатель коррозии металла можно пересчитать в глубинный показатель, если наблюдается равномерное коррозионное разрушение:

$$K_{\Pi} = (K_m^- \cdot 8.76) / \rho_{Me}, \quad (3)$$

где ρ_{Me} – плотность металла.

2. Глубинный показатель коррозии (K_{Π}).

Глубинный показатель коррозии определяет, на какую глубину распространилась коррозия за определенный отрезок времени (например, мм/год). Глубинный показатель коррозии можно также определить толщиной пленки продуктов коррозии.

3. Объемный показатель коррозии (K_V)

Объемный показатель коррозии (в $\text{см}^3/(\text{см}^2 \cdot \text{ч})$) определяется количеством газа (ΔV), который выделился или поглотился при нормальных условиях в процессе коррозионного разрушения, отнесенным к единице поверхности металла и к единице времени.

$$K_V = \Delta V / S \cdot \tau. \quad (4)$$

4. Механический показатель коррозии ($K_{\text{мех}}$) характеризует изменение механического свойства металла за период коррозионного процесса. Выражается в процентах.

$$K_{\text{мех}} = \Delta \sigma_{\tau} / \Delta \sigma_{\tau 0}, \quad (5)$$

где $\Delta \sigma_{\tau 0}$ – это предел прочности при растяжении перед началом коррозии,

$\Delta \sigma_{\tau}$ – изменение предела прочности при растяжении за время коррозионного процесса.

5. Показатель сопротивления (K_R)

Показатель отражает изменение электрического сопротивления образца металла за определенное время испытаний, а также может быть использован в качестве показателя коррозии

$$K_R = (R / R_0) \cdot 100\% \text{ за время } t, \quad (6)$$

где R_0 и R – электрическое сопротивление образца соответственно до и после коррозии.

Эффективность использования каталитического материала в системе очистки отработавших газов ДВС определяется степенью его коррозионной стойкости, то есть способностью используемых материалов сопротивляться коррозии, и определяется изменением массы используемого пористого проницаемого каталитического материала в процессе его эксплуатации. Оценка скорости коррозии, как правило, осуществляется использованием качественных и количественных характеристик металла и его соединений. Качественная оценка заключается в визуальном наблюдении за изменением поверхности объекта, изменением его микроструктуры. Для количественной оценки используют: время, которое прошло до появления первого очага коррозии; количество очагов коррозии, которое образовалось за определенный период времени; изменение толщины материала за единицу времени; количество газа, которое выделилось или поглотилось при прохождении процесса коррозии на единицу поверхности за единицу времени; изменение значимого для объекта наблюдения свойства за определенный период времени прохождения процесса коррозии.

Определение степени коррозионной стойкости материала возможно применением 10-балльной шкалы, по которой 1 балл совершенно стойкие (скорость коррозии металла менее 0,001 мм/год), 2-3 балла весьма стойкие (скорость коррозии металла не более 0,001...0,01

мм/год), 4-5 балла стойкие (скорость коррозии металла не более 0,01...0,1 мм/год), 6-7 баллов пониженно-стойкие (скорость коррозии металла не более 0,1...1 мм/год), 8-9 баллов – малостойкие (скорость коррозии металла не более 1...10 мм/год), 10 баллов – нестойкие материалы (скорость коррозии металла не более 10 мм/год).

Различная степень устойчивости материала к процессу коррозии определяет спектр используемых методов их защиты. Среди используемых можно выделить легирование для нержавеющей сталей, нанесение защитных покрытий таких, как хромирование, никелирование, окрашивание краской и лаками, а так же пассивация [6, 7, 8].

Следует отметить, что перечисленные методы не могут быть использованы применительно к пористым проницаемым каталитическим материалам, используемым в системах очистки отработавших газов ДВС.

Имеющиеся в доступной литературе данные об особенностях протекания того или иного вида коррозии отражает суть процесса в основном на поверхности плотного металла [10, 11, 12, 13]. Аналогичные исследования на примере пористого проницаемого каталитического материала практически отсутствуют.

Одним из способов повышения коррозионной стойкости является подбор соответствующего качественного и количественного состава материала, обеспечивающего получение пористого каталитического материала с необходимыми свойствами и характеристиками, устойчивого к агрессивным факторам внешней среды и протеканию процесса коррозии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Григорьева Л.С. Химия в строительстве : учебное пособие / Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т; Москва : НИУ МГСУ, 2017 . 173 с.
2. Кукоз Ф. И., Кукоз В. Ф. Физико-электрохимическое сопротивление материалов // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2003. №1.
3. Хачатрян Э. А. Кинетика коррозионного растворения СВС-дисилицида титана в фосфорной кислоте// Вестник Инженерной Академии Армении, 2012. т.9, № 4. С. 882–885.
4. Хачатрян Э. А., Манучарян А. Г. Коррозия и кинетика коррозионного растворения СВС-композиата Si₃N₄ -30об. % TiN в тройной смеси серная кислота-фосфорная кислота-вода. Третья Международная конференция по химии и химической технологии, Ереван, 2013. 89 с.
5. Хачатрян Э. А., Мамян М. П., Казарян А. Г. Коррозионностойкие композиционные материалы на основе терморезистивных смол и металлоподобных силицидов, синтезированных методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза// Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН.-2010.-1. Т.63. № 1. С. 49–54.
6. Акимов Г. В., Основы учения о коррозии и защите металлов. Москва : 1946. 464 с.
7. Томашов Н. Д. Теория коррозии и защиты металлов / Н. Д. Томашов, АН СССР. Ин-т физической химии . Москва : Изд-во АН СССР, 1959. 592 с.
8. Эванс Ю. Р. Коррозия и окисление металлов, пер. с англ., изд. Машиностроительной лит., 1962. 857 с.
9. Бургонова О.Ю., Пантюхова К.Н. Коррозия и защита материалов : практикум. Омск : Изд-во ОмГТУ, 2018 .164 с.
10. Коррозия металлов и сплавов : межвуз. сб. науч. тр. / Казах. политех. ин-т им. В.И. Ленина ; ред. В. А. Колесников. Алма-Ата : КазПТИ, 1985. 138 с.
11. Кеше Г. Коррозия металлов. Физико-химические принципы и актуальные проблемы: пер. с нем. Москва : Металлургия, 1984. 400 с.
12. Коррозия металлов (В жидких и газообразных средах): пер. с франц. / ред. А. П. Зефирова. Москва : Металлургия, 1964. 344 с.
13. Балезин С. А. Коррозия металлов и борьба с ней (Замедлители кислотной коррозии) : стенограмма публичной лекции / С. А. Балезин. Москва : Знание, 1953. 31 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ВАЗ КЛАССИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Левин Виктор Филиппович, к.т.н., доцент, vflevin@list.ru

Пахомов Никита Юрьевич студент, Rahom_Pahan@mail.ru

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

В статье рассмотрены: различные системы питания бензиновых двигателей, выбрана оптимальная система для классических моделей ВАЗ, приведен алгоритм установки и настройки системы подачи топлива.

Ключевые слова: автомобили ВАЗ, двигатель, система питания, карбюратор, моновпрыск.

Система питания любого современного двигателя предназначена для подачи оптимального количества топливовоздушной смеси в цилиндры двигателя. В разных режимах работы двигателя количество, а также качество горючей смеси должно быть разным, и это также осуществляется системой питания.

Основной недостаток карбюраторной системы питания классических автомобилей ВАЗ – неточность дозировки и соотношения топливо-воздух, низкая надежность и долговечность при эксплуатации.

В инжекторном двигателе, в отличие от карбюраторного, топливно-воздушная смесь подается в цилиндры не с помощью разряжения, а благодаря специальной системе. Данная система, основываясь на показания различных датчиков, дозирует горючее и распыленно подает его в цилиндры конкретно в заданные промежутки времени.

Управляется инжекторная система подачи горючего электронным блоком управления.

Моновпрыск – это несложная, но при этом надежная система. В ней используется лишь одна форсунка, которая установлена перед дроссельным узлом на впускном коллекторе, и в совокупности эта система заменяет карбюратор. Отличительной стороной данной системы является подача бензина в общую для всех цилиндров камеру, в которой происходит образование топливно-воздушной смеси, которая в последующем отправляется через открытый впускной клапан конкретного цилиндра.

Проанализировав все виды систем подачи топлива, наиболее целесообразной для двигателей классических автомобилей ВАЗ оказалась установка моновпрыска General Motors (GM).



Рисунок 1 – Монтаж впускного коллектора и агрегата моновпрыска GM на ВАЗ-2103

Для замены системы питания кроме монтажа впускного коллектора и агрегата моновпрыска (рисунок 1) необходим монтаж и прокладка проводки от электронного блока управления к различным датчикам и исполнительным механизмам, устанавливаемым на двигателе и в подкапотном пространстве.

Блок управления, который устанавливался на моновпрыск, не подходит по ряду характеристик и параметров таких как:

1. Невозможность изменения алгоритма работы.
2. Нестандартность разъема подключения ЭБУ.
3. Отсутствие необходимого шкива коленчатого вала (для этого блока необходим шкив с шестью пропусками, несовместим с другими шкивами).

Ему на замену был выбран блок отечественного производства семейства Январь 5, а конкретнее Январь 5.1.1-71 с одновременным впрыском.

Форсунка моновпрыска же имеет сопротивление около 2 Ом, следовательно, сила тока равна 6 А. Если вместо четырех форсунок подключить одну, то через непродолжительное время в блоке управления выйдет из строя канал подогрева датчика кислорода. В данном блоке через него производится управление форсунками, а сам датчик кислорода отсутствует, но возможна его установка.

Для устранения этой проблемы в цепь между форсункой и блоком управления были установлены два последовательно подключенных сопротивления, сумма которых равна 5,5 Ом. Но при таком подключении в прошивке нужно изменить время открытия форсунки, так как сопротивления «затормаживают» время ее открытия. Также для более корректной работы возможна установка специального драйвера низкоомных форсунок.

Для двигателя объемом 1,5 л были изменена статистическая производительность форсунки как для мощностного режима, так и для аварийных режимов.

В заводском исполнении данный блок управления может корректно работать только с датчиком массового расхода воздуха (ДМРВ) модели BOSCH 037, но в настоящее время он не используется и стоит довольно дорого. Более современным и бюджетным аналогом является датчик BOSCH 037. У датчиков разные тарировочные данные и в прошивке блока управления потребовалось скорректировать его характеристики на необходимые: пропускная способность приводится к зависимости по расходу воздуха (PB), равному $PB_{BOSCH\ 037} + 10\% * PB_{BOSCH\ 116}$.

Штатный датчик температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ) был заменен на датчик 421.3828. Данный датчик является более точным, чем штатный, что отражается на показаниях; достигается это за счет выступающего чувствительного элемента, который расположен дальше, чем у штатного ДТОЖ.

Для точной настройки состава смеси в выпускной коллектор был ввернут широкополосный датчик кислорода.

В блоке ВАЗ-2111-71 Январь 5.1.1 установлена карта опережения зажигания для двигателя переднеприводного семейства. У этих двигателей существенно выше степень сжатия и, соответственно, углы опережения зажигания (УОЗ) отличаются от классического семейства «Жигулей». За основу взяты карты опережения от инжекторных жигулей, доработаны и загружены в блок управления.

Были взяты углы опережения от ВАЗ 2111 и сравнены с углами от ВАЗ-2103 и пересчитаны под установку моновпрыска с учетом аварийных режимов и нагрузки на двигатель (рисунок 2).

Установленный и перепрограммированный электронный блок управления 2111-71 для работы с автомобилем ВАЗ 2103 был подвержен испытаниям в различных режимах. Опытная эксплуатация модернизированного автомобиля ВАЗ-2103 показала, что топливная экономичность автомобиля улучшилась. Средний расход топлива на автомобиле ВАЗ-2103 с объемом двигателя 1,5 л составляет 9 л/100 км. На 300 км пути расходуется 27 литров топлива.

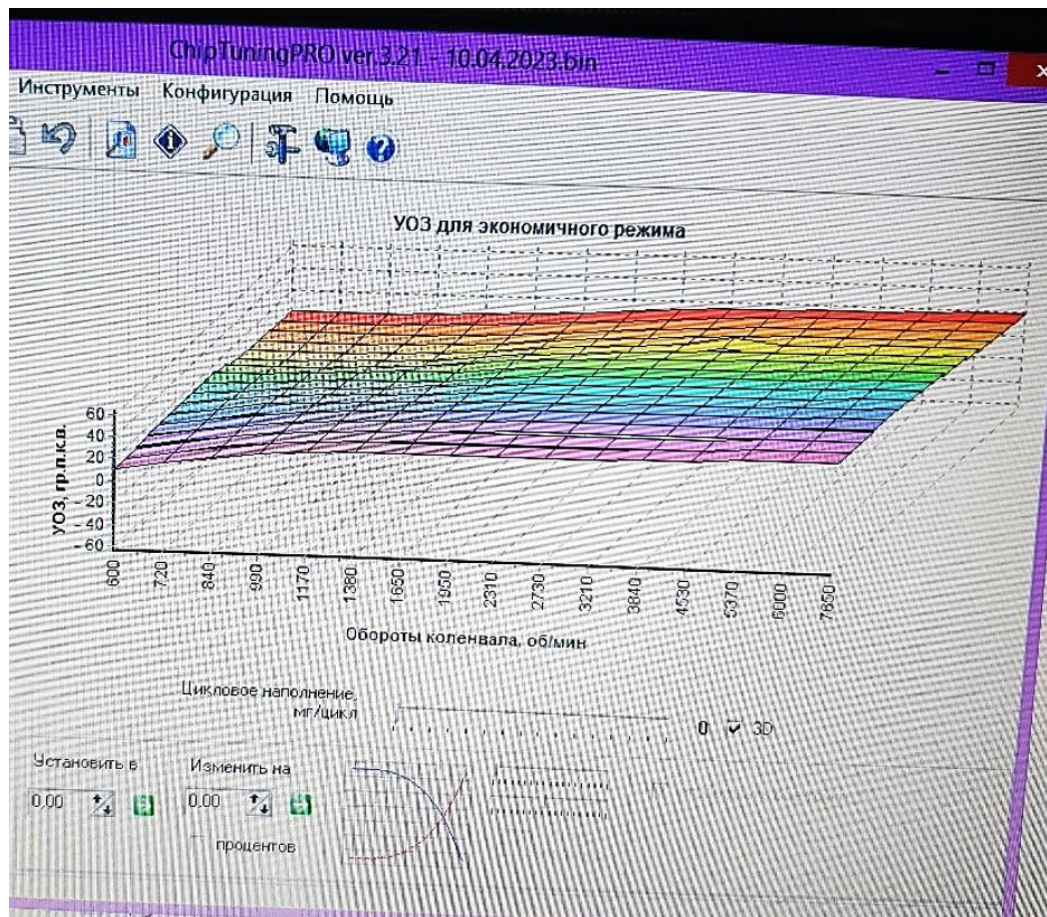


Рисунок 2 – УОЗ для экономичного режима

При тестах с установленным монопрыском на тот же путь в 300 км было израсходовано 21 литр бензинового топлива, следовательно, расход топлива составит: $21/300 \cdot 100 = 7$ л. Сумма единовременных затрат на установку монопрыска составила 38782 руб. Следовательно срок окупаемости будет равен 1,8 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ютт В.Е., Рузавин Г.Е. Электронные системы управления ДВС и методы их диагностирования: учебное пособие для вузов. Москва : Горячая линия - Телеком , 2007. 104 с.
2. Левин В.Ф., Барсуков Ю.Н. Современные и перспективные электронные системы управления двигателем. Устройство, принцип действия, эксплуатация: учебное пособие. Барнаул : АлтГТУ, 2015.-114 с. URL: http://new.elib.altstu.ru/eum/download/nfts/levin_spesud.pdf - Доступ из ЭБС АлтГТУ.
3. Монопрыск ваз(GM) 21214 / Avito [Электронный ресурс]. ООО «КЕХ еКоммерц», 2007-2023. URL:https://www.avito.ru/moskva/zapchasti_i_aksessuary/monovprysk_vazgm_21214_2948561863?slocation=621540, (Дата обращения 06.03.2023 г.)
4. Эбу. Январь 5.1 / Avito [Электронный ресурс]. ООО «КЕХ еКоммерц», 2007–2023. URL: https://www.avito.ru/tevriz/zapchasti_i_aksessuary/ebu._yanvar_5.1_3056956618?slocation=621630, (Дата обращения 18.02.2023 г.)

МЕТАНОВЫЕ АВТОМОБИЛИ: ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Панин Алексей Владимирович, к.т.н., доцент, paninbar@yandex.ru

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

В статье рассмотрены особенности эксплуатации газобаллонных автомобилей, использующих в качестве топлива компримированный природный газ (метан). Рассматриваются перспективы повышения доли метановых автомобилей в структуре автотранспорта Российской Федерации с учетом имеющихся ограничений.

Ключевые слова: метан, компримированный природный газ (КПГ), моторное топливо, АГНКС, экономическая эффективность, безопасность, экологичность

Практика показывает, что снижение стоимости бензина и дизельного топлива в ближайшей перспективе маловероятно. Поэтому перевод автомобильного транспорта на газовое топливо, в первую очередь, на природный газ (метан) является наиболее предпочтительным направлением снижения затрат на выполнение транспортной работы. Действительно, в настоящее время стоимость природного газа (метана) почти в 3 раза ниже стоимости бензина.

Автомобили, работающие на метане (в сжатом, сжиженном или абсорбированном виде), широко применяются во многих странах. В одном только Иране таких автомобилей 3,3 млн. ед, в Пакистане – 3,1 млн. ед., в Аргентине – 2,17 млн. ед. 90 % метановых автомобилей в Латинской Америке являются двухтопливными (метан/бензин). Известные мировые фирмы (Volkswagen, Volvo, Opel и др.) массово выпускают метановые автомобили, ни в чем не уступающие бензиновым аналогам. В России успехи в этой области более скромные. Так, АВТОВАЗ выпускает газовые легковые автомобили Lada Priora, Lada Granta, Lada Largus. В Советском Союзе в 30-х годах некоторые автомобили, работающие на сжатом природном газе, даже выпускались серийно (ЗИЛ-156, ГАЗ-51Б и др.).

Агрессивная реклама на телевидении призывает организации и население переводить на метан свои автомобили, обещая компенсировать затраты на эту дорогостоящую операцию. Действительно, метан дешевле и экологичнее альтернативных топлив. Однако переоборудование автомобиля, установка специального газобаллонного оборудования (ГБО), включая массивный и громоздкий баллон (баллоны) под давлением 20 МПа, требует очень высокой квалификации исполнителей.

Принудительное переключение питания двухтопливного автомобиля с бензина на метан осуществляется водителем кнопкой на передней панели или рядом с рычагом КП (рисунок 1).



Рисунок 1 – Установка переключателей ГБО в салоне автомобиля

Баллоны для метана обладают высокой надежностью и многократным запасом прочности, что подтверждено различными испытаниями: на устойчивость к разрушению при

падении с высоты, воздействием экстремальных температур, кислоты и т.д. Даже в случае ДТП или пожара баллоны, наполненные метаном, не взрываются. Тем не менее, потенциальный заказчик на переоборудование своего автомобиля на метан, читая ряд статей в Интернете, может с опаской относиться к этой идее, несмотря на очевидную экономическую эффективность (рисунок 2).

Установка газового баллона (или баллонов) при переоборудовании автомобиля чаще всего сокращает полезный объем багажника (рисунок 3). Так, багажный отсек обычного Largusa в пятиместном исполнении вмещает 560 л, а при установке газового баллона становится меньше на 260 л.



Рисунок 2 – Последствия взрыва баллона с метаном на заправочной станции

Рисунок 3 – Установка баллона с метаном в багажнике легкого автомобиля

Природный газ (метан) – наиболее безопасный из существующих автомобильных топлив, так как легче воздуха и в случае утечки, моментально устремляется вверх, рассеиваясь в атмосфере; образование взрывоопасной концентрации маловероятно.

У метана высокое октановое число (110...125), позволяющее использовать его в высокофорсированных двигателях. больше, чем у топлив, изготавливаемых из нефти. При низких температурах физико-химические свойства метана не изменяются [2].

Теплотворная способность метана (48500 кДж/кг) больше, чем у топлив, изготавливаемых из нефти (у бензина - 44000 кДж/кг).

К недостаткам метана можно отнести низкую, по сравнению с бензином, скорость горения. При неправильной регулировке ГБО (следствие низкой квалификации установщиков) возможно прогорание клапанов. Правда такое маловероятно при установке оборудования последнего поколения (ГБО-4 и ГБО-5).

Ограничение на использование метана в качестве топлива накладывает и весьма ограниченное количество газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС). Если в Европейской части России ситуация более или менее приемлемая, то в Сибири и Дальнем Востоке сеть АГНКС очень редкая. Для доставки метана в отдаленные районы существует трудность, вызванная отсутствием соответствующей инфраструктуры для приема, хранения, отгрузки и транспортировки газа к потребителю.

Перевод в мире и в нашей стране транспортных средств на природный газ представляет собой наиболее приоритетное направление развития в автомобилестроении, так как такого вида топлива достаточно, и оно имеет весьма низкую стоимость.

Первым по рейтингу популярности в Евросоюзе является, конечно, метановый автомобиль VW Passat 1.4 TSI Ecofuel, на втором месте VW TOURAN 1.4 TSI Ecofuel.

В странах ЕС наибольшее распространение ТС, работающие на метане, получили в Италии. Много метановых автомобилей в развивающихся странах, что объясняется низкими затратами на топливо для владельцев транспортных средств. Так, в Иране доля

транспортных средств, работающих на метане, составляет 32%, в Боливии – 22%, в Пакистане – 14% [1].

С позиции экологичности метановые автомобили уступают только водородным автомобилям. Количество вредных соединений в отработавших газах таких автомобилей существенно ниже, чем у бензиновых и дизельных транспортных средствах (рисунок 4).

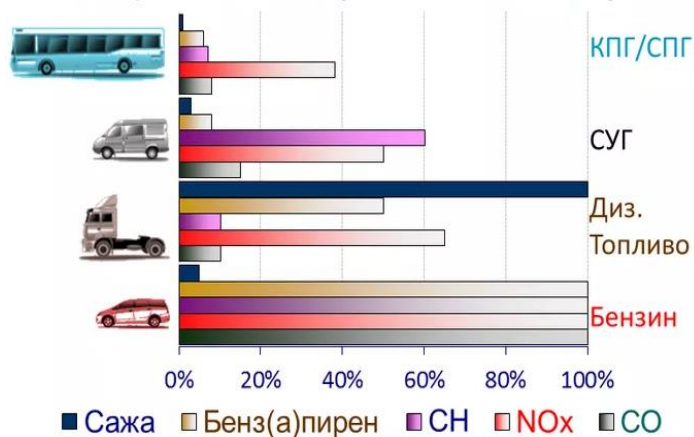


Рисунок 4 - Сравнительная диаграмма выбросов по различным видам топлива для ТС

Для более широкого распространения метана в качестве автомобильного топлива в России требуется совершенствование действующих условий как рыночного, так и нормативно-правового характера:

- расширение доступности инфраструктуры;
- сохранение свободного ценообразования на компримированный природный газ;
- налоговое окружение;
- специальные условия, начиная от льготного кредитования, специальных налоговых вычетов, корректировки технических стандартов и заканчивая прямым финансированием.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рынок КППГ: мировой опыт развития и уроки для России. – [Электронный журнал] – URL: file:///C:/Users/Tanya/Downloads/EY_Рынок%20КППГ_Мировой%20опыт%20и%20уроки%20для%20России.pdf. Дата обращения 10.03.2023.
2. Ерохов В.И. Газобаллонные автомобили (конструкция, расчет, диагностика): учебник для вузов / В.И. Ерохов. Москва : Горячая линия - Телеком, 2012. 598 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЗИМНИХ ШИН АВТОМОБИЛЯ

Шапошников Юрий Андреевич, д.т.н., профессор, [u_shaposhnikov@mail.ru](mailto:shaposhnikov@mail.ru)

Белоусов Даниил Александрович, студент, daniil22bel@mail.ru

Шебалин Владислав Константинович, студент, sh-vlad2010@mail.ru

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

В статье изложены сравнительные характеристики фрикционных и шипованных шин, их сравнительные преимущества и недостатки, эксплуатационные свойства и особенности их применения в зависимости от дорожных и погодных условий движения автомобиля. Приведена сравнительная оценка тормозного пути фрикционных и шипованных шин. Проанализировано влияние конструктивных особенностей и количества шипов в пятне контакта шины на сцепные свойства с опорной поверхностью дороги.

Ключевые слова: автомобиль, шины фрикционные и шипованные, дорога, сцепление, тест, торможение, шины, протектор, пятно контакта, асфальт, снежное покрытие, лед

При подготовке автомобиля к эксплуатации в зимний период года водители приступают к замене летних шин на зимние. И тут встает вопрос, какой тип зимних шин наиболее предпочтителен и более безопасен на зимних дорогах. В качестве выбора, производители предлагают шипованные (рисунок 1) или фрикционные (рисунок 2) шины. Бытует расхожее мнение, что для городских дорог с чистым асфальтом больше подходят фрикционные, а для загородных обледенелых дорог – шипованные. Однако, в большинстве своем автомобильные дороги не имеют однозначного зимнего состояния как в населенном пункте, так и на загородной трассе. Особенно такое неоднозначное состояние дорожного полотна характерно для перекрестков улиц и дорог.



Рисунок 1 – Шипованная шина



Рисунок 2 – Фрикционная шина

Для оценки эффективности эксплуатации шипованных и фрикционных шин воспользуемся независимой экспертной оценкой показателей тормозного пути, разгона и устойчивости движения автомобиля на приведенных типах шин. В качестве оценочной информации воспользуемся открытыми сведениями из независимых источников, журналов: «Авторевю» [1] и «TekniikanMaailma» [2].

Обобщена открытая информация, по результатам тестов, в приведенных журналах:

1. Торможение на мокром асфальте при скорости 80 км/ч показала сильную сторону фрикционных шин от 33,1 до 41,1 метров тормозного пути. Однако шипованные шины, также имеют близкие результаты тормозного пути, от 35,3 до 38,7 метров. При оценке тестов учитывались различные шины, поэтому результаты у всех разные, то есть лучшие шиповки хуже лучших фрикционных, плохие фрикционные - хуже плохих шипованных шин.

2. Испытания автомобилей на устойчивость при экстремальных маневрах ("лосиный тест") на сухом асфальте считаются коньком фрикционных шин, однако результаты тестирования не выявили существенного отличия от шипованных. Фрикционные проходили тест на скорости 59,7-63,7 км/ч, а шипованные - 60,0-62,47 км/ч, что является средним результатом. Таким образом, расхожее мнение, что шипованная шина опирается на асфальт только шипами и плохо за него держится - это не более, чем миф. У современных шин шипы утапливаются под весом автомобиля, и пятно контакта получается таким же, как у нешипованных.

3. Торможение на сухом асфальте со скоростью 80 км/ч показало лучшие результаты у фрикционных шин. Это объясняется пластичными свойствами фрикционных шин по отношению более жестких шипованных. Худшие фрикционные шины тормозили эффективнее лучших шипованных, однако различие небольшое, меньше корпуса. Разброс результатов фрикционных шин - 30,2-33,1 метра, у шипованных - 33,5-35,7 м., в среднем шипы хуже фрикционных на 3 м. Следовательно, однозначного лидера не выявлено.

4. Разгон автомобилей на укатанном снегу до 50 км/ч показал по среднему результату для шипованных шин - 9,5 секунд, для фрикционных - 8,6 с. Таким образом, фрикционные разгоняются быстрее.

5. Движение автомобилей по участку извилистой снежной трассы обеспечило их прохождение на шипованных шинах за 95,5 секунд, на фрикционных за 93,2 секунд.

Различие во времени составило 2 с., что лежит в пределах погрешности измерений.

6. Результаты испытаний при движении автомобилей по неочищенной дороге, покрытой снегом, грязью и водой ("каша") показали, что фрикционные шины ведут себя лучше шипованных. Лучшие шипованные шины теряют сцепление уже на скорости 21,2 км/ч (глубина "каши" 35 мм), а лучшие фрикционные шины на скорости 26,9 км/ч. Средние же результаты такие: шипованные - 20,3 км/ч, фрикционные - 24,8 км/ч, преимущество существенное.

7. Торможение на льду при скорости от 25 км/ч до 5 км/ч показывает, что наилучшим образом ведут себя шипованные шины. Причем даже дешевые шипованные значительно лучше нешипованных. Средний результат шипов - 11,95 метра, фрикционных - 14,4 м. Разница между лучшими шиповками и лучшими липучками чуть меньше - 2,2 метра. Принимая во внимание, что такая существенная разница при торможении со скорости 25 км/ч, можно предположить результаты торможения при скорости 80 км/ч?

8. Разгона автомобиля по льду со скоростью от 5 до 25 км/ч показал лучшие результаты для шипованных шин. Средние результаты у шипов - 4,75 секунды, а у фрикционных шин - 7,55 с, преимущество в полтора раза, и это при разгоне с 5 до 20 км/ч.

9. Извилистая ледяная трасса показала преимущества при движении автомобиля на шипованных шинах - 83,45 секунды, а на фрикционных - 100,9 с. При движении по снегу шипы были медленнее всего на 2%, зато на льду они лучше на 20%.

10. Испытания по уровню шума показали лучшие результаты у фрикционных шин. Как в российских тестах, так, и в финских все фрикционные шины по акустическому комфорту были намного лучше шипованных.

Анализ тестовых испытаний показал усредненные результативные характеристики фрикционных и шипованных шин. Однако следует отметить, что ледяные испытания проводились при температуре около -15°C . Если бы было -35 или -40°C , скорее всего в результатах был бы другой. Возможен либо паритет, либо фрикционные показали лучшие результаты, потому что лёд при такой температуре становится настолько твердым, что шипы не могут в него вонзиться. В тоже время более жесткая резина шипованных шин теряет пластичность и становится почти пластмассовой. В средней полосе морозы обычно как раз в зоне превосходства шипов. Но многие скажут, что не бывает дорог с голым льдом и будут правы. Зато с голым льдом есть участки дорог на перекрестках, эстакадах, в зонах торможения перед переездами, например. То есть шипы могут пригодиться на каком-нибудь участке в 50 метров и спасти от ДТП, но все остальное время будут шуметь.

Сцепные свойства, выражающиеся величиной коэффициента сцепления, являются одними из важнейших свойств шин. От них во многом зависит реализация тягового усилия, проходимость и безопасность движения машины. Высокие сцепные свойства обеспечиваются определенным составом резины, оптимальной кривизной беговой дорожки, конструкцией протектора. Шины имеют наиболее низкое сцепление с обледенелой поверхностью. Для движения по таким дорогам нередко используются шины, оснащенные специальными приспособлениями для повышения сцепления, такими как цепи, браслеты и шипы противоскольжения. В силу эксплуатационных преимуществ шипы получают все большее распространение [4, 5]. Шипованные шины наиболее популярны в применении на легковых автомобилях, но можно прогнозировать появление устойчивой тенденции применения шипов на шинах грузовых автомобилей.

Существуют данные, что шипы повышают сцепление шин с ледяной поверхностью порядка на 30% [4, 5], которое при разных внешних условиях, таких как температура льда, может изменяться [3, 6]. В одном из источников приводятся данные о том, что процесс изменения сцепных свойств от температуры льда выражается формулой [6]:

$$\varphi = \frac{n \cdot \sigma_{\text{см}} \cdot d_{\text{ш}} \cdot h + Z \mu}{Z} \quad (1)$$

где φ – коэффициент сцепления;
 n – количество шипов в контакте;

$\sigma_{см}$ - предел прочности льда на смятие;
 $d_{ш}$ – диаметр шипа;
 h – величина углубления шипа в лед;
 μ – коэффициент трения резины о лед;
 Z – нормальная реакция в пятне контакта.

Величина углубления шипа в лед определяется по формуле [6]:

$$h_y = h_{ш} - h_p \quad , \quad (2)$$

где h_y – величина углубления шипа в лед;

$h_{ш}$ – максимальная величина выступания шипа из протектора шины;

h_p – величина углубления шипа в резину при взаимодействии шины с опорной поверхностью.

Следует отметить, что в работе было принято ряд допущений. В частности, свойства резины выражаются только твердостью по Шору и средним коэффициентом трения о лёд, рассматривается шип классической конструкции и не учитываются параметры рисунка протектора, а также схема шиповки [6].

В целом результаты исследования отражают только качественную характеристику изменения сцепных свойств шипованных шин при изменении температуры льда. Согласно результатам испытаний, коэффициент сцепления сначала увеличивается, затем, достигнув максимума при некоторой температуре, начинает уменьшаться. Данный процесс объясняется тем, что рост прочностных свойств льда с понижением температуры обеспечивает увеличение касательных реакций при взаимодействии шипов со льдом, однако, дальнейшее понижение температуры способствует упрочнению льда настолько, что величина углубления шипов в лед значительно уменьшается. Кроме того, разные шины, отличающиеся рядом конструктивных параметров, могут иметь максимальные и минимальные значения коэффициента сцепления в точках, соответствующих разным температурам [6].

Несмотря на все допущения, приведенная математическая зависимость может помочь проанализировать ряд важных явлений. Очевидно, что увеличение размеров шипа и их количества в пятне контакта будет способствовать повышению величины коэффициента сцепления. Пользуясь формулой 1, следует проанализировать, что более эффективно для повышения коэффициента сцепления: увеличение длины рабочей части шипов или их количества в пятне контакта. В расчете нужно использовать размеры шипов, а также варианты количества шипов в пятне контакта, встречающиеся при наиболее распространенных схемах шиповки, использующихся на практике. В остальном необходимо принимать допущения, перечисленные выше.

Таким образом, осуществлено два расчета. В первом принято, что длина рабочей части шипа составляет 1,5 мм, во втором – 2,5 мм. Количество шипов в пятне контакта для первого расчета считается равным 18, для второго – 12. Диаметр шипов принимается равным 4 мм, нормальная реакция в пятне контакта – 10 кН, коэффициент трения резины о лёд – 0,2. Расчет производится для интервала температур льда от -20 до -1 °С. Влияние температуры отражается изменением предела прочности льда на смятие, определенное в ранее приведенном исследовании. Величины углублений шипов в лед найдены исходя из величины деформации протекторной резины, изменяющейся в зависимости от температуры льда и соответственно его прочностных свойств, и рассчитанной в предыдущем исследовании [6]. Результаты расчетов отражены в графической форме на рисунке 3.

На основании полученных данных можно говорить о том, что увеличение рабочей длины шипа более эффективно, чем увеличение количества шипов, имеющих меньшую длину рабочей части, в пятне контакта. При этом, максимальное значение коэффициента сцепления шины, имеющей шипы с большей длиной рабочей части находится в области более низких температур, чем максимальное значение коэффициента сцепления шины с большим количеством шипов в пятне контакта, имеющих меньшую длину рабочей части. Полученные данные отражают качественные характеристики изменения величины

коэффициента сцепления. Количественные характеристики для разных шин будут отличаться. Кроме того, на количественные характеристики будут оказывать те факторы, которые не учитывались при расчете.

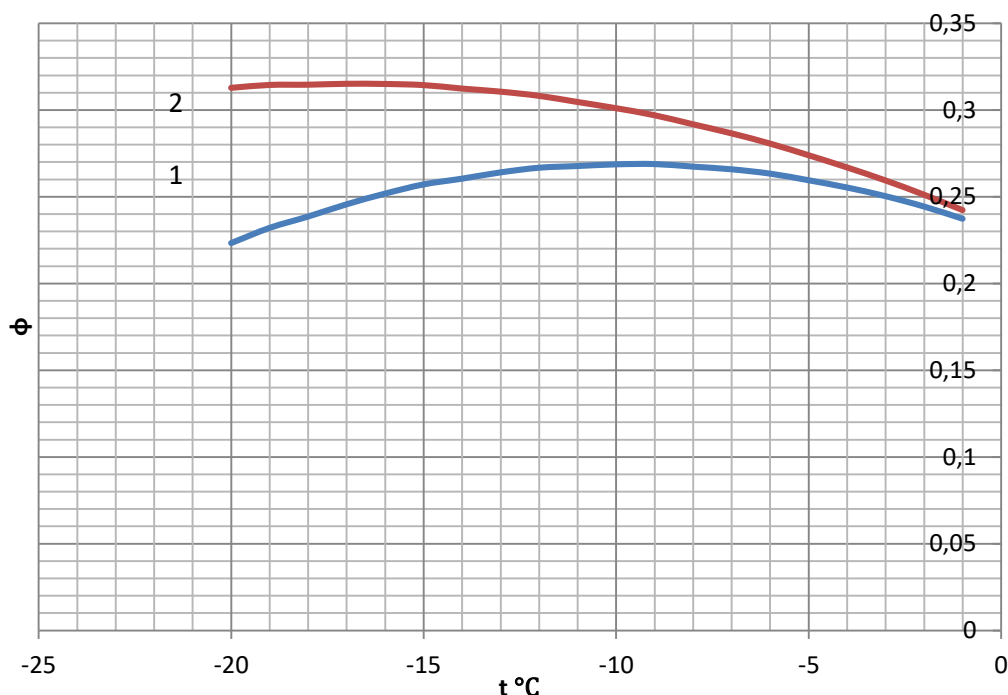


Рисунок 3 – Зависимость величины коэффициента сцепления шипованной шины от температуры льда.

1 – изменение коэффициента сцепления шины, в пятне контакта, которой находится 18 шипов, имеющих рабочую длину 1,5 мм.

2 – изменение коэффициента сцепления шины, в пятне контакта, которой находится 12 шипов, имеющих рабочую длину 2,5 мм.

В дальнейшем необходимо провести исследования и получить математическое описание влияния конструкции протектора, в частности его рисунка, схем шиповки, а также формы шипа на величину коэффициента сцепления. Результаты подобного рода работы позволили бы осуществить доработку использованной в работе формулы, либо заменить ее системой уравнений. Это позволит получать более точные расчетные данные.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Авторевю. – Москва : ООО «Газета Авторевю», 2017-2022 г.г.
2. TekniikanMaailma. – Helsinki : YhtyneetKuvalehdetOy, 2017-2022 г.г.
3. Исследование влияния погодных условий на величину коэффициента сцепления шин с дорожным покрытием [Текст] / Н. Ю. Ботвинева [и др.]// Фундаментальные исследования. Сер. Технические науки. 2013. №11. С. 407 – 411.
4. Кнороз, В. И. Работа автомобильной шины [Текст] / В. И. Кнороз, Е. Б. Кленников, И. П. Петров, А. С. Шелухин, Ю. М. Юрьев. Москва : Транспорт, 1976. 238 с.
5. Кнороз, В. И. Шины и колеса [Текст] / В. И. Кнороз, Е. В. Кленников. Москва : Машиностроение, 1975. 184 с.
6. Исследование сцепных свойств шин [Текст] / Ю. А. Шапошников, Р. И. Орлов. // Современные направления технологического развития и повышения эффективности промышленного производства в экономике Алтайского края : материалы Всероссийской научно-практической конференции, 2-3 декабря 2021, Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2021. С.146-149.

ИСПЫТАНИЯ ЗИМНИХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН

Шапошников Юрий Андреевич, д.т.н., профессор, u_shaposhnikov@mail.ru

Терехов Александр Константинович, аспирант, sanyaterehov01@mail.ru

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

В статье изложены основные свойства безопасности автомобиля, влияние шин на устойчивость движения в различных скоростных и дорожных условиях. Приведены методы испытаний шин на стендах и на испытательных полигонах, дана сравнительная оценка эффективности их проведения. Рассмотрены трудности, связанные с испытанием зимних шин, в связи с тем, что на сцепные свойства шин со льдом большое влияние оказывают климатические факторы, поэтому сложнее обеспечить однородность опорной поверхности, чем, скажем, на асфальте.

Ключевые слова: автомобиль, дорога, гололед, безопасность, шина, протектор, шины, сцепные свойства, устойчивость, управляемость, стенд, полигон, испытание, заезд, температура

Безопасность движения автомобиля обеспечивается комплексом конструктивных и эксплуатационных свойств, снижающих дорожно–транспортные происшествия и тяжесть их последствий [1]. Реализация указанных свойств поддерживается активной и пассивной безопасностью автомобиля (рисунок 1).

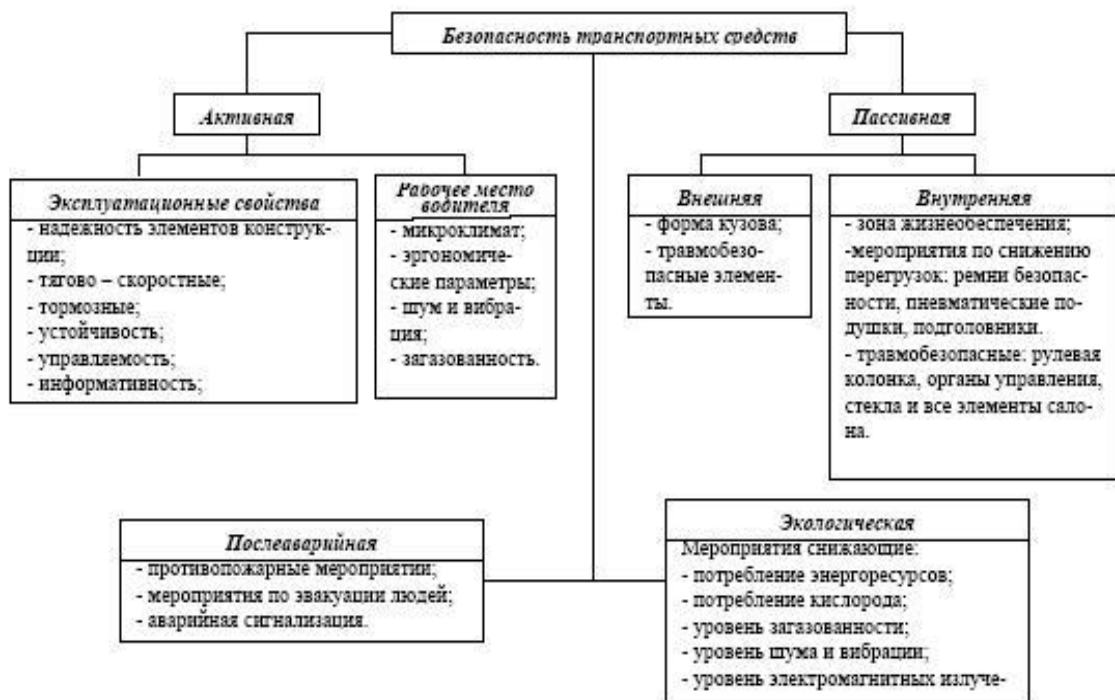


Рисунок 1 - Структура безопасности транспортных средств

В эксплуатации наиболее актуальной является проблема сцепления шин с дорожной поверхностью в связи с ростом скоростей движения автомобилей. Одним из важных свойств активной безопасности автомобиля является обеспечение надежной связи шин с дорогой, которая обусловлена сцепными свойствами на мокрой дороге и в гололед. Также актуальной является проблема сцепления шин с дорожной поверхностью в связи с ростом скоростей движения автомобилей. При высокой скорости движения автомобиля снижается сцепление шин с поверхностью дороги, при этом увеличивается тормозной путь автомобиля, ухудшаются параметры устойчивости и управляемости [2].

В зимних условиях эксплуатации, когда транспортным машинам, в частности автомобилям, приходится двигаться по обледенелым и заснеженным дорогам, обеспечить безопасность дорожного движения на высоком уровне непросто. Потому что шины обладают низким сцеплением с обледенелой опорной поверхностью [3].

Автомобильные шины подвергаются целой серии испытаний на разных этапах производства и эксплуатации. Испытания проводят с целью установления характеристик шин, влияющих на эксплуатационные характеристики автомобиля, и показателей, определяющих их надежность (долговечность, износостойкость и т. д.) [4].

Оценка интересующих параметров может выполняться на стендах, испытательных полигонах и во время реальной эксплуатации. Главным преимуществом стендовых испытаний является быстрота получения результатов, но они не могут воспроизвести влияние всех существующих, в реальных условиях, факторов. Испытания на полигонах дают более достоверный результат, так как имитируют реальные дорожные условия, но они занимают больше времени и финансовых затрат [4].

Испытание зимних шин сопровождается рядом трудностей. Дело в том, что на сцепные свойства шин со льдом большое влияние оказывают климатические факторы, прежде всего, температура окружающего воздуха. С её изменением, сцепление тоже изменяется [5]. Шины обладают низким сцеплением с обледенелой опорной поверхностью.

При испытаниях на льду, сложнее обеспечить однородность опорной поверхности, чем, скажем, на асфальте. Использование неподходящей поверхности приведет к значительным погрешностям в измерениях, будет препятствовать точному установлению качественных и количественных характеристик [6]. Поэтому, существует мнение, что для определения сцепных свойств зимних шин, более подходят испытания на специальных стендах [7]. Однако в этом случае, как уже отмечалось выше, что при стендовых испытаниях не представляется возможным моделирование влияния всех факторов, присутствующих в реальной эксплуатации.

При стендовых испытаниях, используют ограниченную по размерам поверхность, покрытую льдом. Главная проблема заключается в том, что при качении шины, выделяется энергия, под действием которой, в пятне контакта появляется водяная пленка, искажающая результаты эксперимента. Однако установлено, что использование ледяного покрытия толщиной менее 2 мм позволяет обеспечить стабильность температуры и получить точные результаты [7].

Дорожные испытания проводятся на полигоне, оборудованном набором специальных трасс. Например, для определения сцепных свойств шин, путем торможения автомобиля на снежной поверхности используется несколько трасс. На ледяной поверхности допускается использовать одну, но в этом случае, следует зачищать поверхность льда от продуктов износа после испытаний каждого комплекта шин. Кроме того, контролируются метеоусловия: температура воздуха не выше минус 5 °С, при колебаниях, во время одного вида испытаний, не более 1 °С, отсутствие атмосферных осадков, стабильно пасмурная погода. Заезды выполняют на одном автомобиле. Техническое состояние автомобиля и шин должно соответствовать требованиям нормативной документации [6].

Использование рассмотренных методик имеет практический результат, но довольно трудоемко и затратно. Кроме того, при использовании как стендовых, так и дорожных методов испытаний существуют трудности обеспечения точности измерения контролируемых параметров и соответственно достоверности результатов. Следует заметить, что не один из рассмотренных методов не выявляет изменения сцепных свойств шин при изменении температуры опорной ледяной поверхности, а такое изменение имеет место [8]. Существуют работы, в ходе которых проанализировано развитие требований к тормозной эффективности автомобиля [5], и сделан вывод об их повышении в будущем.

Для дальнейших исследований и совершенствования производства необходимо совершенствование методов испытаний шин. Поэтому целесообразным является предложение методики испытания зимних шипованных шин для определения их сцепных свойств на льду при разной его температуре. Предлагаемая методика сходна с уже используемой [6], но имеет свои отличия и особенности, представлена на рисунке 2.

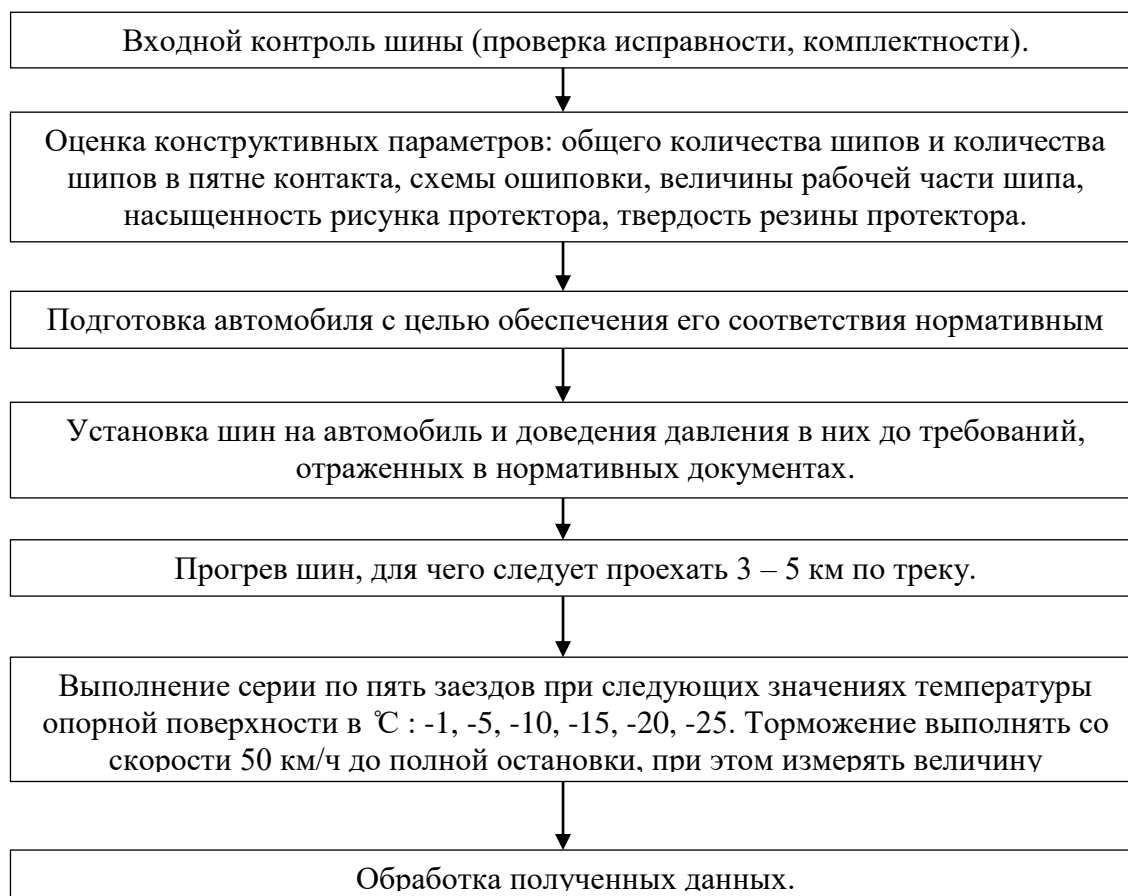


Рисунок 2 – Методика испытания зимних шипованных шин

Испытания проводятся на автодроме со специальным покрытым льдом участком трассы. При этом должно отсутствовать влияние прямых солнечных лучей на опорную поверхность, (пасмурная погода). Но в то же время, не должно быть осадков. Перед каждой серией опытов дорожное полотно должно быть очищено от ледяной крошки и прочих твердых частиц. Опыты можно проводить при отклонении от указанных в схеме значений на $\pm 2^\circ \text{C}$, но температура не должна быть выше минус 1°C . Опыты одного комплекта шин нужно проводить с использованием одного и того же автомобиля.

Основной трудностью является зависимость испытаний от характера изменения температуры окружающего воздуха и соответственно опорной поверхности. Поэтому подобные испытания на полигоне можно проводить только в зимнее время. Целесообразно серию подобных испытаний планировать как программу оценки сцепных свойств обширного перечня шин, рассчитанную на весь зимний сезон.

Реализация предложенной методики позволит наиболее полно оценить сцепные свойства зимних шипованных шин и характер их изменений с учетом изменения температуры обледенелой опорной поверхности, накопить большое количество экспериментальных данных. Можно будет более точно оценить, как на характер изменения сцепных свойств шин влияют конструктивные параметры (твердость резины протектора, рисунок протектора, количество и размеры шипов, схема шиповки). Все это поможет сформировать более точные методики проектирования зимних шипованных шин и рекомендации по их эксплуатации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вахламов В. К. Автомобили: Эксплуатационные свойства : учебник для вузов. Москва : Академия, 2005. 240 с.

2. Исследование влияния погодных условий на величину коэффициента сцепления шин с дорожным покрытием / Н. Ю. Ботвинева [и др.] // Фундаментальные исследования. Сер. Технические науки. 2013. №11. С. 407–411.
3. Кнороз В. И. Работа автомобильной шины / В. И. Кнороз, Е. Б. Кленников, И. П. Петров, А. С. Шелухин, Ю. М. Юрьев. Москва : Транспорт, 1976. 238 с.
4. Автомобильные шины / В. Л. Бидерман [и др.]. Москва : Госхимиздат, 1963. – 384 с.
5. Волков В. П. Методика прогнозирования развития требований стандартов к эффективности торможения легковых автомобилей / В. П. Волков // Автомобильная промышленность. 2004. №11. С. 37–38.
6. Задворнов В. Н., Прокопов В.В. На специальных дорогах НИЦИАМТа: испытания и комплексная оценка зимних шин // Автомобильная промышленность. 2004. №4. С. 34–35.
7. Малюгин П. Н., Ковригин В.А. Стабилизация температуры покрытия при стендовых испытаниях шин на льду // Автомобильная промышленность. 2014. №2. С. 31–32.
8. Исследование сцепных свойств шин / Ю. А. Шапошников, Р. И. Орлов // Современные направления технологического развития и повышения эффективности промышленного производства в экономике Алтайского края : материалы Всероссийской научно-практической конференции, 2-3 декабря 2021, Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2021. С. 146–149.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Шапошников Юрий Андреевич, д.т.н., профессор, [u_shaposhnikov@mail.ru](mailto:shaposhnikov@mail.ru)

Шапошникова Олеся Владимировна, инженер, esko.ov@mail.ru

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

В статье изложены основные методы обеспечения безопасности автотранспортных средств в эксплуатации. Проведен анализ эксплуатационных факторов, влияющих на безопасность эксплуатируемых АТС. Оценено влияние эксплуатационного износа и старения на важнейшие потребительские свойства АТС, снижающиеся при эксплуатации. Вместе они привели к снижению технического состояния, а с ним, и безопасности эксплуатируемых АТС. Для полноты оценки содержание требований должно охватывать все основные компоненты эксплуатационной безопасности АТС.

Ключевые слова: автотранспортное средство, эксплуатация, безопасность, износ, старение, свойства, техническое состояние, испытания, неисправность, диагностируемые параметры, нормативы

Проблемы безопасности автотранспорта в той или иной мере затрагивают интересы практически всех граждан страны и без преувеличения должны рассматриваться как национальные [1]. Во всем мире обеспечение безопасности эксплуатируемых АТС имеет важнейшее значение. Для российского автомобильного транспорта эта проблема особенно актуальна, с учетом старения автомобильного парка [2] и сокращением возможностей контроля безопасности эксплуатируемых АТС. Объемы и качество технического обслуживания не повышались, соответствующие предписания изготовителей часто не соблюдаются. Влияние эксплуатационного износа и старения на важнейшие потребительские свойства АТС способно радикально ухудшить их при эксплуатации. Вместе они привели к масштабному снижению технического состояния, а с ним, и безопасности эксплуатируемых АТС.

По мере эволюции автомобильной техники и ее эксплуатации на протяжении десятилетий имеет место регистрируемая статистикой аварийности тенденция медленного не всегда монотонного снижения численности ДТП по техническому состоянию. Эта тенденция связана с защищенностью от опасных неисправностей, как эксплуатационное свойство безопасности автотранспортных средств

К конструкциям АТС предъявляют как обязательные, так и необязательные

требования, именуемые «конструкционными». Классическим составом эксплуатационных свойств [3, 4] невозможно оценивать эксплуатационные изменения безопасности АТС. Интегральное свойство безопасности АТС, объединяющее базовые свойства тормозной динамичности, управляемости, устойчивости и др. [5] и специфические свойства информативности, пассивной, послеаварийной, экологической безопасности и др. [6], предлагается дополнить частным свойством [7] защищенности от опасных неисправностей.

Приведенная структура эксплуатационных свойств автомобиля не претендует на полноту, поскольку построена по указанным наиболее известным и авторитетным, но давним публикациям. Она призвана лишь проиллюстрировать ряд частных свойств безопасности, который предлагается дополнить. В приведенной структуре, например, отсутствуют такие немаловажные свойства безопасности автомобиля, как пожаро- и взрывобезопасность.

Свойство защищенности от опасных неисправностей отражает совокупность частных свойств АТС, обеспечивающих предупреждение развития, предотвращение катастрофических последствий и выявляемость опасных неисправностей. Соотношение угрозы от потока опасных неисправностей и эффективности мер противодействия этой угрозе в конкретных условиях эксплуатации предлагается характеризовать свойством защищенности АТС от опасных неисправностей. Согласно ГОСТ 27.002-89, несоответствие параметра любого свойства технических объектов хотя бы одному из требований нормативных документов именуется неисправностью. Под неисправностями будем понимать повреждения, постепенные и внезапные отказы, нарушения регулировок и работоспособности составных частей или свойств АТС.

Введем понятие «опасная неисправность», к которым следует отнести, например, неисправности 2,5 - 3 тыс. составных частей современных АТС категории легковых автомобилей. Анализ опасностей позволяет выделить из числа опасных сравнительно немногочисленные особо опасные неисправности. Наличие этих неисправностей значительно повышает вероятность вовлечения АТС в ДТП, или утяжеления последствий ДТП. Они вызывают грубое снижение (в ряде условий эксплуатации и режимов работы АТС - почти до нуля) того или иного базового или частного свойства безопасности АТС (устойчивости, управляемости, тормозной динамичности, обзорности, пожаробезопасности и др.). При эксплуатации это очень опасно, поскольку с высокой вероятностью ведет к ДТП или тяжелым последствиям уже произошедшего ДТП.

В частности, угрозу представляет ступенчатое, скрытое либо некомпенсируемое для водителя развитие неисправности. Риск от его продолжения при дальнейшем продолжении эксплуатации часто превышает риск от факта явного, частичного, постепенного или компенсируемого водителем текущего снижения (или ограничения) эксплуатационных свойств (при условии отсутствия на АТС встроенных средств для автоматического контроля неисправности). Но наибольшую угрозу представляют неисправности, несущие одновременно два и более указанных признаков особо опасных неисправностей.

Для решения задач обоснования требований к эксплуатационной безопасности АТС помимо системных требований к отбору объектов диагностирования, диагностических параметров, обобщению результатов их контроля и формированию системы нормативных документов необходима отработка структуры, содержания и формы представления каждого из требований в нормативных документах. Ранее указанные правила формирования и представления каждого из «единичных» требований в нормативных документах не устанавливались. При подготовке нормативных документов данной направленности разработчики были свободны в выборе структуры и полноты представления каждого из требований, что не могло не снизить качество этих документов.

Для полноты оценки содержание требований должно охватывать все основные компоненты эксплуатационной безопасности АТС. Требования предъявляют не только к узлам, но и к устанавливаемому на АТС специальному оборудованию, его креплению и подсоединению к шасси, герметичности гидро- и пневмосистем, к параметрам рабочего функционирования.

Наряду с эксплуатационными требованиями, в нормативных документах приводят регламентацию методов контроля соответствия эксплуатационной безопасности АТС этим требованиям с использованием средств измерений и технического диагностирования, либо с помощью органов чувств человека. Без регламентации методов проверки, согласующейся с содержательной частью требований к эксплуатационной безопасности АТС, нормативные документы рассматриваемой направленности теряют свою применимость в качестве нормативно-методической базы подтверждения эксплуатационной безопасности АТС. При диагностировании используются настолько сложные и высокотехнологичные методы, что без жесткой регламентации и соблюдения предписанных условий, режимов и метрологических ограничений не удастся получить достоверные результаты.

При этом даже при обоснованном выборе диагностических параметров должны быть рациональными и нормативы эксплуатационной безопасности, чтобы большая часть эксплуатируемого парка не оказалась забракована и был исключен допуск к дорожному движению АТС с опасными неисправностями. При всем разнообразии конструкций составных частей АТС требования к их эксплуатационной безопасности сравнительно однородны по своей технической сущности и не отличаются так, как процессы функционирования или методы контроля составных частей.

В зависимости от конкретной задачи диагностирования к большинству составных частей допустимо предъявление требований не всех разновидностей. Но при этом к конструктивно наиболее сложным, в наибольшей степени резервируемым и потенциально опасным в неработоспособном состоянии системам и агрегатам целесообразно предусматривать полный объем требований. Последнее условие реализуется, в частности, применительно к тормозному и рулевому управлениям АТС. Причем по структуре все предписания нормативных документов должны быть единообразны и содержать регламентацию однородных элементов требований.

Каждое требование нормативных документов к эксплуатационной безопасности АТС должно в общем виде регламентировать:

1. Объект контроля технического состояния (составные части АТС).
2. Диагностические параметры или признаки.
3. Диагностические нормативы или признаки работоспособности (неработоспособности) проверяемых составных частей.
4. Альтернативные диагностические параметры или признаки работоспособности и диагностические нормативы.

Каждое требование нормативных документов к методам контроля эксплуатационной безопасности АТС должно в общем виде регламентировать:

1. Условия проведения контроля.
2. Режимы работы объекта при контроле.
3. Используемое оборудование и сооружения.
4. Допустимые погрешности измерений.
5. Последовательность операций контроля.
6. Альтернативные методы.

В регламентации количественных требований в нормативных документах задают оценочные (непосредственно измеряемые или диагностические) параметры, условия выполнения контроля, параметры режима работы проверяемого узла, агрегата или АТС и количественные нормативы (двусторонние либо односторонние, верхние или нижние предельные значения) этих параметров.

В технологическом отношении регламентация предписаний по органолептическим методам контроля сравнительно проста, тогда как образы нормативов диагностических признаков, указанных в документах, должны формироваться в сознании контролеров технического состояния (диагностов) по мере накопления опыта. Причем по каждому признаку эксплуатационной безопасности АТС это часто не один, а система нормативов,

индивидуальных для легковых и грузовых автомобилей отечественных и зарубежных конструкций.

В российских нормативных документах требования к эксплуатационной безопасности и методам контроля согласно российским правилам стандартизации структурно разнесены в отдельные пункты разных разделов или даже в разные нормативные документы. Поэтому пользователи вынуждены попеременно обращаться к каждому из этих пунктов или нормативных документов для восприятия регламентации одного предписания. Европейская же практика построения национальных и международных стандартов (в том числе, Правил ЕЭК ООН) придерживается совместной регламентации в каждом пункте документа содержания требования и метода проверки. Такая форма изложения минимизирует возможности неправильного понимания, неполного восприятия или ошибочной трактовки предписаний вследствие субъективных ошибок и невнимательности пользователей документов.

Для выполнения оценки эксплуатационной безопасности АТС необходимо специально для условий эксплуатации создавать соответствующие методы диагностирования и органолептического контроля. Разработка совокупности этих методов, диагностических параметров и признаков для конкретного агрегата или системы АТС эквивалентна заданию модели технического состояния этого агрегата или системы как объекта диагностирования. При этом диагностические параметры и признаки, используемые каждым из методов диагностирования, моделируют не динамику безопасности объекта в процессе эксплуатации, а разграничивают допустимые и недопустимые сочетания показателей, измененных в установленных режимах и условиях функционирования.

На базе выполненных исследований методологии обоснования эксплуатационной безопасности АТС разработана система требований к эксплуатируемым колесным транспортным средствам и, в том числе, к АТС. Для подтверждения соответствия эксплуатационной безопасности АТС этим требованиям необходима система диагностических параметров и нормативов, условий и режимов диагностирования, объединяемых термином «методы диагностирования».

От наличия нормативной регламентации указанных технологических элементов процедуры подтверждения безопасности АТС зависит возможность предъявления каждого из эксплуатационных требований. В этом смысле деление предписаний по безопасному состоянию технических объектов на требования и подтверждение соответствия (методы проверки или испытаний) носит условный характер и отражает российскую традицию стандартизации. В каждом из подразделов Правил ЕЭК ООН, например, требования и методы испытаний по каждому из объектов (составной части или параметру) объединены.

В данной главе на методическом уровне рассматривается апробация разработанных методов обоснования эксплуатационных требований безопасности на примере тормозного управления - наиболее ответственной и сложной для проверки составной части АТС. В процессе отбора составных частей АТС для диагностирования и при формировании рациональной совокупности диагностических параметров указанные технологические элементы подтверждения работоспособности тормозного управления АТС рассматривались как известные, пригодные к применению.

Однако в действительности абсолютное большинство методов диагностирования АТС создавалось не для подтверждения отсутствия неисправностей, а для их распознавания. Соответственно и диагностические параметры и нормативы, режимы и условия диагностирования, оборудование и технологии предназначались не для подтверждения безопасности АТС с максимальной достоверностью при минимизации затрат на выполнение проверки, а на поиск неисправных составных частей с максимальной локализацией. Поэтому для проверки эксплуатационной безопасности АТС оказалось необходимо предварительно выполнить разработки ряда диагностических параметров, нормативов, методов и технологического обеспечения диагностирования тормозного управления с целью выявления наличия его опасных неисправностей.

Такие сочетания диагностических параметров, признаков и методов диагностирования, моделирующие оценку эксплуатационной безопасности АТС, в данных исследованиях разрабатывались теоретически, подвергались экспериментальной проверке и апробировались на практике. Отдельные диагностические параметры и методы диагностирования были разработаны вновь для полноценной реализации представленной методологии обоснования требований к эксплуатационной безопасности АТС, а другие были получены путем модификации применявшихся ранее диагностических параметров и методов из числа накопленных автомобильной диагностикой или заимствованных из сферы испытаний автомобильной техники.

Методы диагностирования отличаются возможностями контроля разных диагностических параметров и признаков, достоверностью получаемых с их помощью результатов и применимостью в условиях эксплуатации. Выбор методов диагностирования и дополняющих эти методы приемов органолептической оценки эксплуатационной безопасности АТС должен производиться с учетом указанных отличий.

Таким образом, состав специфических эксплуатационных ограничений применимости методов диагностирования АТС можно представить следующим образом:

1. На контроль единичного диагностического параметра (признака) должно приходиться не более 5-7% общей трудоемкости диагностирования АТС, или 2-4 чел. мин., а на проверяемый агрегат (систему, узел) - не более 20% общей трудоемкости диагностирования, или 7-12 чел. мин.

2. Выполнение диагностирования (контроля) допускается только с использованием сооружений, применяемых при эксплуатации АТС, без специальных сооружений автополигонов.

3. Средства измерений и технического диагностирования, гаражное и промышленное оборудование, необходимые для выполнения диагностирования, должны быть доступны при эксплуатации.

4. Диагностирование должно быть выполнимо без использования конструкторской документации изготовителя АТС.

5. Диагностирование должно быть выполнимо в доступных при эксплуатации состояниях загрузки АТС.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Афанасьев Л.Л., Дьяков А.Б., Илларионов В.А. Конструктивная безопасность автомобиля: учебное пособие [для вузов]. Москва : Машиностроение, 1983. 212 с.

2. Боровский Б.Е. Безопасность движения автомобильного транспорта. Ленинград : Лениздат, 1984. 304 с.

3. Рябчинский А.И., Кисуленко Б.В., Морозова Т.Э. Регламентация активной и пассивной безопасности автотранспортных средств : учебное пособие [для вузов]; под ред. А.И. Рябчинского. Москва: Академия ИЦ, 2006. 427 с.

4. Гудков В.А., Коморов Ю.Я., Рябчинский А.Н. Безопасность транспортных средств. Автомобили: учебное пособие [для вузов]. Москва : Горячая линия – Телеком, 2010. 431 с.

5. Андронов М.А. Межевич Ф.Е., Немцов Ю.М. Безопасность конструкции автомобиля. Москва : Машиностроение, 1985. 167 с.

6. Рябчинский А.И., Фотин Р.К. Основы сертификации. Автомобильный транспорт: учебник [для вузов]. Москва : ИКЦ «Академкнига», 2005. 336 с.

7. Вахламов В.К. Автомобили: Основы конструкции: учебник [для вузов]. – 4-е изд. стер. Москва : Издательский центр «Академия», 2008. 528 с.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ В СФЕРЕ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА, ТРАНСПОРТА И АПК

АВТОСЕРВИС КАК ПЛОЩАДКА ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКИ

Домашенко Алина Александровна, студент
Огнев Иван Владимирович, к. т. н., доцент, ognev_iv@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул,
Россия

В данной статье рассмотрено влияние складской логистики на работу автосервиса на примере компании «Макк+» - в г. Барнаул, Алтайского края. Целью данной статьи является изучение важности складской логистики для бесперебойного функционирования предприятия, а также определение факторов, позволяющих организации добиться высокого качества обслуживания автотранспорта.

Ключевые слова: логистика, складская логистика, автосервис, качество обслуживания, Макк+-.

Автосервисы оказывают большой спрос на услуги по ремонту и обслуживанию автомобилей. Вместе с тем, такие предприятия часто сталкиваются с проблемой эффективного управления запасами и хранения необходимых запасных частей и материалов. В этом контексте, автосервисы имеют потенциал стать идеальной площадкой для внедрения складской логистики. Зачастую в автосервисах имеются большие площади, необходимые для хранения запасных частей, инструментов и других материалов. Однако, эти пространства обычно не используются в полной мере, что приводит к избыточности операций и увеличению времени обслуживания клиентов.

Одним из главных вызовов автосервисов является управление запасами. Они должны иметь наличие не только основных запчастей, но и широкий ассортимент комплектующих, которые могут быть необходимы при выполнении различных видов ремонта. Это требует хорошо организованного управления запасами и оптимальной системы складской логистики.

Внедрение складской логистики в автосервисы позволит рационально использовать доступное пространство и оптимизировать процессы обслуживания, а также решить ряд проблем, например, такие как:

1. Повышение эффективности управления запасами. Благодаря правильной организации складских процессов, автосервисы смогут контролировать количество и состояние запасных частей, а также сократить время на поиск нужных материалов.

2. Внедрение складской логистики позволяет уменьшить затраты на хранение запасных частей. Оптимальное распределение пространства на складе и использование специализированного оборудования позволят сэкономить площадь и обеспечить более эффективное использование складских ресурсов.

3. Складская логистика в автосервисах способствует ускорению процесса ремонта. Благодаря систематическому хранению и легкому доступу к необходимым запчастям, время, затрачиваемое на подготовку материалов к работе, значительно сокращается. Это позволяет улучшить сервис и удовлетворить потребности клиентов.

4. Повышение контроля и учета запасных частей. Специализированные системы учета и информационные технологии позволяют автосервисам более точно прогнозировать потребность в запчастях и удерживать необходимый запас для эффективного ремонта.

Систематическое размещение и организация запасных частей, смазочных материалов и инструментов на складе автосервиса позволит значительно улучшить доступность необходимых компонентов и ускорить процесс ремонта автомобилей.

Дополнительно, внедрение складской логистики позволит автосервисам сократить расходы на хранение запасных частей и инструментов. Грамотное управление складскими запасами и предупреждение возможных дефицитов позволит снизить расходы на покупку и поддержание запасов на оптимальном уровне.

Одним из ключевых преимуществ внедрения складской логистики в автосервисах, является ускорение процесса обслуживания клиентов. Благодаря правильной организации запасных частей и доступности инструментов, ремонт автомобилей может быть выполнен более эффективно и в короткие сроки. Это позволит увеличить уровень удовлетворенности клиентов и повысить их лояльность к автосервису.

Для более подробного понимания влияния складской логистики на работу организации обслуживающей автотранспорт, был рассмотрен пример автосервиса «Макк+-». г. Барнаула, Алтайского Края.

Компания «Макк+-» сервис с 1996 года успешно работает на рынке и специализируется розничной продажей аккумуляторов, автомасел, фильтров, аксессуаров, запасных частей, ремонте и сервисном обслуживании автомобилей.

Одна из главных причин, почему данная компания характеризуется как надежный автосервис, это огромный ассортимент необходимых товаров в количестве более 200 000 автотоваров и более 5 000 000 под заказ.

Для такого обширного количества товаров, необходим терминал хранения, который располагается на территории автокомплекса.

Успешную работу данного автосервиса определяет правильное планирование и управление запасами. Тут складская логистика помогает автосервисам определить требуемый уровень запасов для обеспечения постоянного наличия необходимых запасных частей и материалов. Благодаря точному прогнозированию спроса и оптимальному планированию, автосервисы могут выявить оптимальное количество запасных частей и материалов, что в конечном итоге способствует минимизации издержек и оказанию быстрой услуги клиентам автосервиса «Макк+-».

Еще один аспект, позволяющий автосервису Макк+- держать высокую планку, это эффективная система учета и контроля товаров на складе. Используются современная технология хранения и программное обеспечение, которые позволяют автосервисам точно отслеживать перемещение товаров на складе, контролировать уровень запасов и оптимизировать использование ресурсов. Благодаря этому «Макк+-» избегает значительного количества потерь, связанных с утерей или повреждением товаров, а также облегчает процесс учета и инвентаризации.

Заключение: Автосервисы оказываются идеальными площадками для внедрения складской логистики, поскольку это позволяет улучшить управление запасами, снизить затраты на хранение и повысить эффективность ремонтных работ. Такое внедрение позволит автосервисам более качественно обслуживать клиентов и обеспечивать отличные результаты в своей деятельности. Многие современные автосервисы сталкиваются с рядом сложностей, связанных с эффективным ведением бизнеса. Каждый клиент, обращаясь в автосервис, ожидает быстрого и качественного обслуживания. В этом процессе ключевую роль играет складская логистика, которая существенно влияет на работу автосервиса в плане эффективности и качества. Компания «Макк+-» - яркий пример успешной работы предприятия, которая зарекомендовала себя как надежный автосервис, за счет наличия складских помещений на территории своего комплекса. В целом, правильно-организованная складская логистика позволяет эффективно распределять ресурсы и материалы не только на предприятиях автокомплексов, но и на любых других предприятия, которые имеют большой ассортимент товаров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. О компании // Официальный сайт автосервиса «Макк» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.akb22.ru/about/> (дата обращения: 23.10.2023).
2. Складская логистика: управление и оптимизация, определение, задачи, функции, организация на предприятии // [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cleverence.ru/articles/biznes/skladskaya-logistika-upravlenie-i-optimizatsiya-opredelenie-zadachi-funktsii-organizatsiya-na-predpr/> (дата обращения: 10.12.2023).

ИССЛЕДОВАНИЕ АВАРИЙНОСТИ В ТЕМНОЕ ВРЕМЯ СУТОК НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА БАРНАУЛ

Егорова Надежда Сергеевна, студент, e-mail: nadya.yegorova.0303@mail.ru
Нечаев Константин Сергеевич, к.т.н., доцент, e-mail: t1001t@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова, г. Барнаул,
Россия

В представленной статье приводятся статистические данные о дорожно-транспортных происшествиях в г. Барнаул, произошедших в тёмное время суток. Также была проведена работа по выявлению и нанесению на карту административных районов города с наибольшим числом дорожно-транспортных происшествий, произошедших в тёмное время суток.

Ключевые слова: Государственная инспекция безопасности дорожного движения, дорожно-транспортное происшествие, транспортное средство, аварийность, освещённость, безопасность дорожного движения.

В настоящее время проблема дорожно-транспортной аварийности остается актуальной в связи с высокими показателями социального и транспортного риска [1-3]. За весь период 2022 года на автомобильных дорогах общего пользования на территории Российской Федерации произошло 126705 дорожно-транспортных происшествий, из них 41 434 (32,7%) в тёмное время суток. Статистика показывает, что наибольший интерес вызывают ДТП, произошедшие при специфических условиях, в том числе в тёмное время суток [4]. Аварии, происходящие в тёмное время суток и на дорогах с неудовлетворительным освещением, имеют серьезные последствия. В связи с этим при обеспечении безопасности дорожного движения им уделяется особое внимание.

Цель работы: исследование особенности аварийности в темное время суток на примере города Барнаула.

Исходными данными для работы выступили сведения о ДТП в темное время суток на территории города Барнаула за 2022 год. Информация получена с помощью официального портала ГИБДД [5].

Рассчитано отношение суммарного количества ДТП произошедших в темное время суток к общему ДТП в городе Барнауле (рисунок 1).

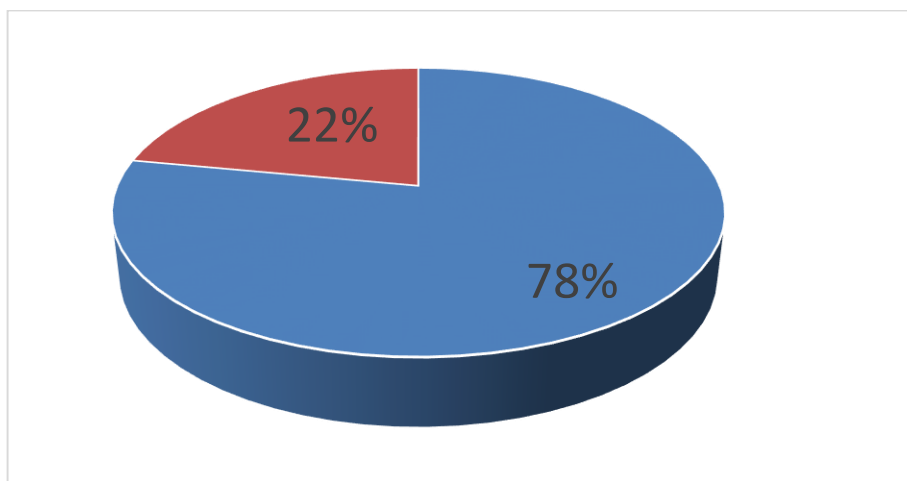


Рисунок 1 – Соотношение ДТП, произошедших в тёмное время суток к общему количеству ДТП в г. Барнауле за 2022 год

С помощью диаграммы определено, что в темное время суток происходит значительный процент ДТП от их общего количества. Число ДТП за период 2022 года составило 218 при общем числе 1212. Это обусловлено высокой плотностью транспортного потока, а, следовательно, повышенной аварийностью. Для более подробного анализа далее рассмотрено соотношение дорожно-транспортных происшествий в светлое и тёмное время суток по месяцам (рисунок 2).

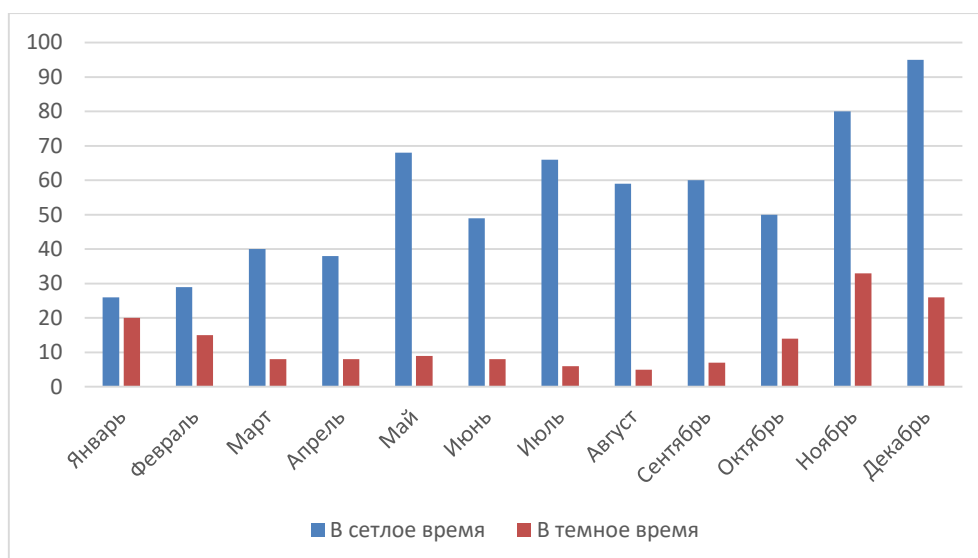


Рисунок 2 – Количественное соотношение ДТП в светлое и тёмное время суток

Анализ данной диаграммы показал, что в светлое время суток наибольшая аварийность наблюдается в ноябре и декабре, когда дорожное покрытие находится в неудовлетворительном состоянии. В эти же месяцы отмечается повышение количества ДТП в темное время суток. Это обуславливается рядом причин, среди которых: погодные условия, малая длительность светового дня.

Таким образом, низкая освещённость дорог является одной из причин, напрямую или косвенно связанных с возникновением ДТП.

Далее проведен анализ ДТП в темное время суток по районам города Барнаула с разделением по сезонам (рисунок 3).

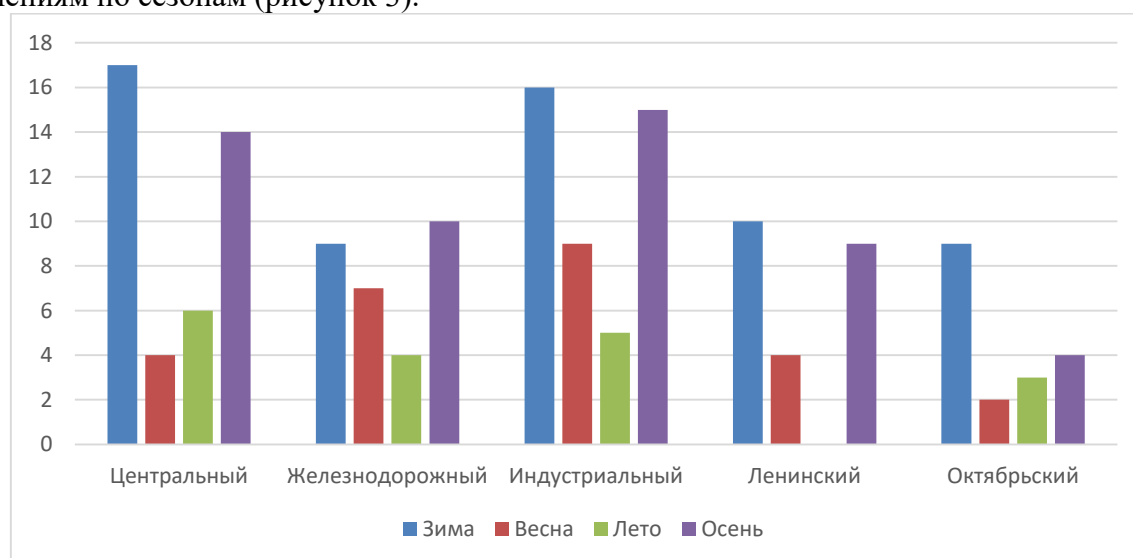


Рисунок 3 – Статистика ДТП в тёмное время суток по районам и сезонам за 12 месяцев 2022 года

С помощью анализа полученной гистограммы сделаны следующие выводы. Наибольшее количество ДТП в темное время суток происходит в Индустриальном и Центральном районах. Суммарное количество ДТП рассматриваемого типа в этих районах составляет 86(58% от общего количества).

Далее рассчитано количество ДТП в темное время суток по часам (рисунок 4).

В таблице 1 представлены результаты расчета числа ДТП в темное время суток по видам ДТП и времени.

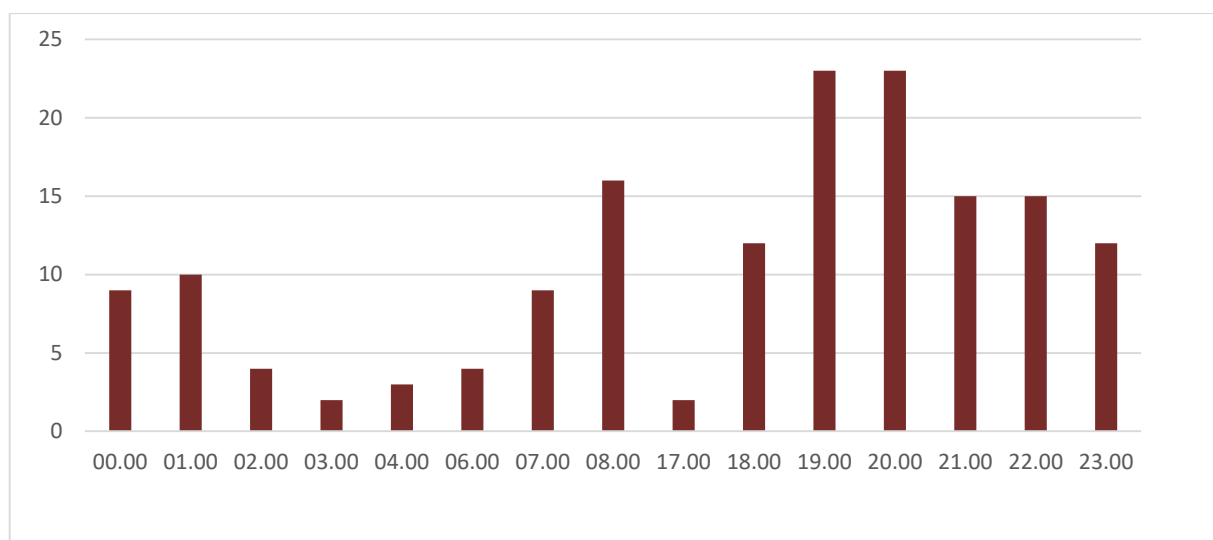


Рисунок 4 – График распределения ДТП по часам

Таблица 1 - Виды ДТП и их время их совершения

ДТП время	Наезд на пеш.	Столкновение	Наезд на ТС	Падение	Опрокидывание	Съезд с дороги	Наезд на препятст.	ИТОГО:
00.00-01.00	4	3	1	0	0	0	0	8
01.00-02.00	3	5	0	0	0	0	2	10
02.00-03.00	0	1	0	0	0	2	0	3
03.00-04.00	0	2	0	0	0	0	0	2
04.00-05.00	2	1	0	0	0	0	0	3
05.00-06.00	1	1	0	0	0	0	0	2
06.00-07.00	3	1	0	1	0	0	0	5
07.00-08.00	6	1	0	0	0	0	0	7
17.00-18.00	1	1	0	0	0	0	0	2
18.00-19.00	3	1	0	0	0	0	0	4
19.00-20.00	2	5	0	0	0	0	0	7
20.00-21.00	7	6	1	0	1	0	0	15
21.00-22.00	6	2	1	0	0	0	0	9
22.00-23.00	3	10	1	0	0	0	0	14
23.00-00.00	8	0	0	0	0	1	0	9

Наиболее распространенным видом ДТП является наезд на пешехода (49 ДТП). Наибольшее число наездов на пешеходов в темное время суток наблюдается в утреннее и вечернее время суток, т.е. на начало и конец рабочего дня. Повышенная интенсивность

пешеходного потока в совокупности с недостаточной видимостью приводит к возникновению опасных ситуаций, в том числе на нерегулируемых перекрестках и пешеходных переходах.

Далее с помощью детального анализа карточек ДТП определены участки улиц города Барнаула, где ДТП произошли на неосвещенных участках. На Яндекс карту нанесены точки, характеризующиеся большим количеством ДТП при данных условиях (рисунок 5).

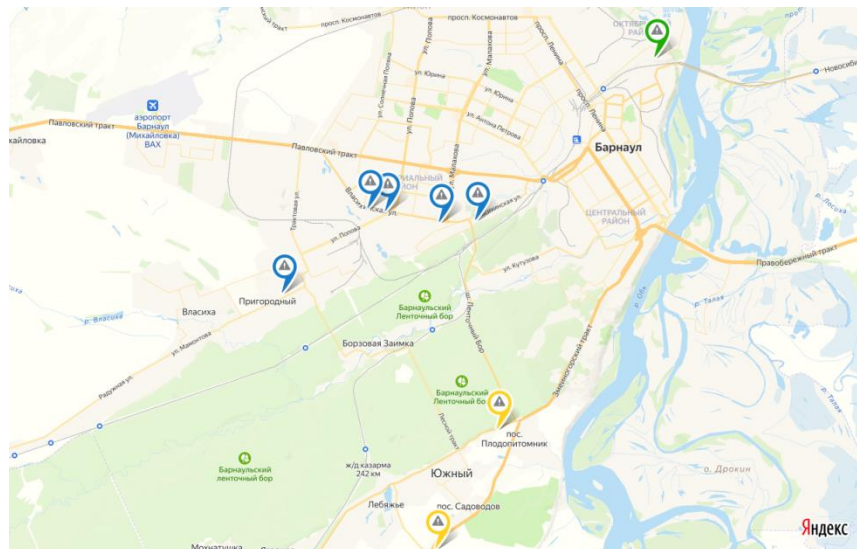


Рисунок 5 – Распределение неосвещённых участков дороги по административным районам г. Барнаул

С помощью карты определено, что наиболее большое количество ДТП отмечено в Индустриальном районе и Центральном районе, что связано с большим числом слабоосвещённых мест.

Анализ показал, что в городе Барнауле находится большое количество неосвещенных мест, которые характеризуются высокой аварийностью. В связи с этим требуется проведение мероприятий по снижению ДТП в темное время суток. Хорошее освещение дорог будет способствовать снижению количества смертельных исходов. Также качественное освещение позволит уменьшить усталость водителей, повысить пропускную способность, что естественно будет способствовать повышению безопасности дорожного движения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нечаев К. С. Анализ дорожно-транспортных происшествий с участием несовершеннолетних на территории города Барнаула / К. С. Нечаев, А. Т. Балтобаева // Актуальные вопросы автомобильного транспорта (Ават-2022) : Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Барнаул, 15–16 декабря 2022 года. – Барнаул: Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2023. – С. 123-127.
2. Печатнова Е. В. Факторы формирования аварийно-опасных участков на автомобильных дорогах федерального значения / Е. В. Печатнова, К. С. Нечаев // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2023. Т. 20, № 1(89). С. 92-101. – DOI 10.26518/2071-7296-2023-20-1-92-101.
3. Игнатов, А. В., Денисович И.А. К вопросу об обеспечении безопасности дорожного движения в ночное время суток и сумерки // Научная мысль. 2020. № 1. С. 18-23.
4. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения (gibdd.ru). [Электронный ресурс]. – URL:<http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения: 01.11.2023)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ НА МАРШРУТАХ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

Корнеева Анастасия Николаевна, студент, czar.nastj@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул,
Россия

Грефенштейн Анна Павловна, к. т. н., доцент, anna_020295@mail.ru
Журина Елена Владимировна, студент, lena_zhu_95@mail.ru
Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск, Россия

Статья раскрывает современные проблемы организации движения на маршрутах городского транспорта на примере городов Новоалтайска и Барнаула. Рассмотрены и сравнены технические, экономические и экологические показатели от использования в сети общественного транспорта обычных дизельных автобусов и электробусов. В статье представлены возможные решения по реорганизации маршрутов № 125 и № 205, курсирующих по г. Новоалтайск и г. Барнаул.

Ключевые слова: электрический транспорт, электробус, общественный транспорт, организация движения, экология на транспорте

Современные города по мере своего развития сталкиваются с рядом проблем, в числе которых актуальный, важнейший экологический вопрос, а также сопутствующие аспекты: шумовое, визуальное загрязнение территории, загрязнение воздуха, возникновение заторов и так далее [1]. Поэтому популярным решением является использование электрического транспорта, личного и общественного.

Электробус – тип механических транспортных средств (ТС) с электрическим приводом. Использование электробусов вместо автобусов с двигателями внутреннего сгорания позволяет уменьшить шум и выбросы парниковых газов; в сравнении с трамваями и троллейбусами – улучшить использование пространства города (отсутствие контактной сети, рельсов) и снизить капиталоёмкость строительства инфраструктуры общественного транспорта (ОТ). Однако на практике возникают определенные проблемы при эксплуатации электробусов на сети маршрутов в зависимости от способа подзарядки батарей (аккумуляторов). Существуют 1 тип – медленная, 2 тип – быстрая и 3 тип – динамическая подзарядки. Поэтому авторами было проведено исследование, целью которого являлась оценка рациональности использования электробусов с разработкой рекомендаций по совершенствованию движения ОТ на маршрутах г. Барнаула.

В рамках выполненного исследования решены задачи:

- 1) изучен опыт эксплуатации электробусов в зарубежных странах и отечественных городах;
- 2) проанализирована маршрутная сеть общественного транспорта г. Барнаула, обоснована необходимость ее усовершенствования;
- 3) разработана схема реорганизации маршрутной сетив г. Барнауле с учетом эксплуатации электробусов;
- 4) определен эффект от использования электробусов по техническим, экономическим и экологическим критериям.

Далее коротко описаны основные результаты выполненного исследования.

Во-первых, в качестве объекта исследования выбраны маршруты из г. Новоалтайска в г. Барнаул № 125 «Спартак-2 – Церковь (ул. Прудская)» и № 205 «Спартак-2 – 10-й микрорайон». Такое решение обусловлено запросами со стороны горожан, требованиями администрации в части увеличения вместимости средств транспорта из-за предельно высокой населенности, чел/ТС (плотности, чел/м²) подвижного состава маршрутов № 125 и № 205. Речь идет о замене «маршрутных такси» на транспорт, большей провозной способности.

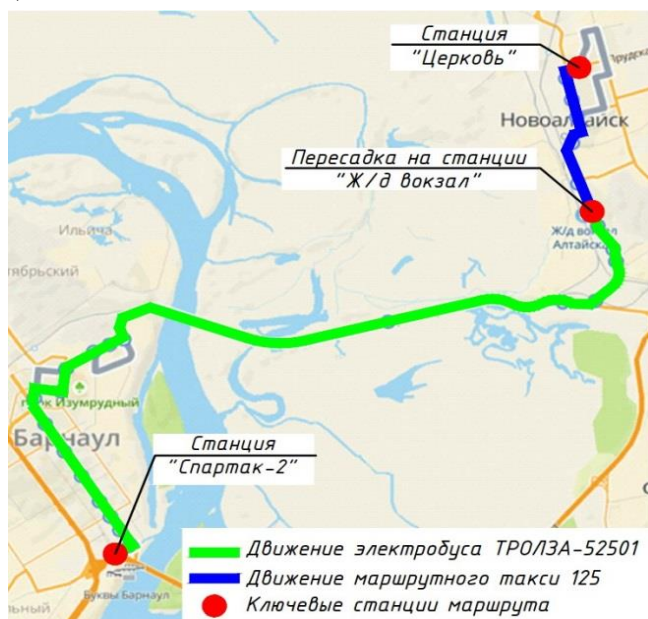
Во-вторых, основываясь на анализе опыта эксплуатации электробусов, результатах сравнения технических характеристик марок и моделей Тролза-52501, КамАЗ-6282, ЛиАЗ-6274 и НЕФАЗ-5229, сделан вывод о целесообразности совмещения:

1) 18 единиц ТРОЛЗА-52501 с динамической зарядкой, вместимостью 80 мест, с существующим маршрутом № 125, так как на проспекте Ленина обустроена контактная сеть для троллейбусов;

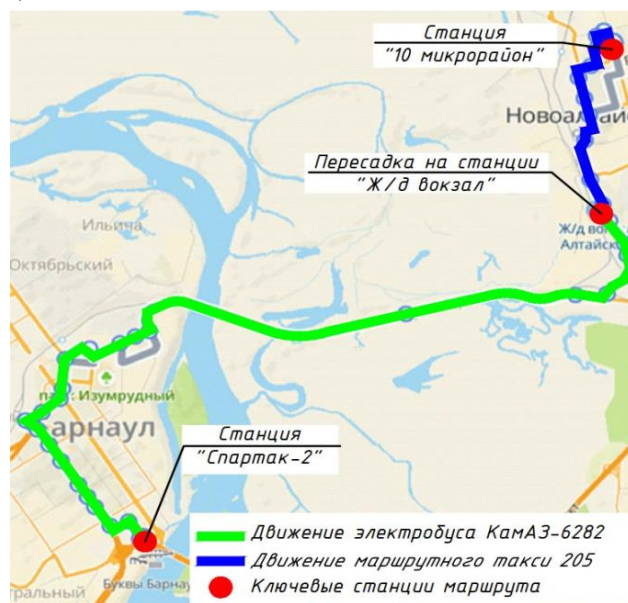
2) 23 единиц КамАЗ-6282, вместимостью 80 мест, с существующим маршрутом № 205.

В-третьих, безмасштабная схема реорганизации маршрутной сети с учетом эксплуатации электробусов приведена на рисунке 1. Исследуемые объекты предложено реорганизовать путем разбиения их на части из маршрутного такси и электробусов. В качестве транспортно-пересадочного узла предложена остановка «Железнодорожный вокзал» в г. Новоалтайске.

а)



б)



а – маршрут № 125, б – маршрут № 205

Рисунок 1 – Схемы движения на исследуемых маршрутах

Таблица 1 – Анализ эксплуатационных характеристик

Показатели, ед. изм.	Маршруты	
	№ 125	№ 205
Количество дней в работе, дни	365	365
Коэффициент выпуска подвижного состава на линию	0,8	0,8
Вместимость 1 единицы подвижного состава, мест	80	80
Количество подвижного состава на линии, ед.	11	23
Автомобиле-дни в эксплуатации, дни	2 526	6 716
Общий пробег в день, км	5 702,4	8 303,9
Общий пробег в год, км	2 081 376	3 030 923,5
Среднесуточный пробег одной единицы подвижного состава, км	365,3	361,2
Нулевой пробег, км	5	5,5
Время оборотного рейса, мин.	59	59
Суточное количество пассажиров, пасс.	6 048	8 832
Суточный пассажирооборот, пасс.км	119 750,4	199 603,2
Годовой объем перевозок, пасс./год	43 708 896	72 855 168
Количество водителей на линии, чел.	18	23
Длина маршрута, км	39,6	45,1
Количество рейсов на маршруте, рейсы	144	184
Количество рейсов на одну единицу подвижного состава, рейсы	8	8
Время рейса, мин.	59	59
Цена за билет, руб.	55	55

Стоит отметить, что в работе были рассчитаны эксплуатационные характеристики предложенных маршрутов (таблица 1). Так, например, цена за билет составила 55 рублей, время рейса – 59 минут при длине маршрутов № 125 39,6 км и № 205 45,1 км.

Суточное количество перевезенных пассажиров увеличится до 6 048 пасс. на маршруте №125 и 8 832 пасс. №205.

В-четвертых, выполнены расчеты и сопоставлены величины общих расходов на «условном маршруте» при разных вариантах их организации (таблица 2). Результаты показывают, что использование электробусов является экономически обоснованным, несмотря на превышение постоянных расходов (капиталоемкость) по отношению к эксплуатации автобусов.

Таблица 2 – Анализ общих расходов на работу «условного маршрута»

Показатели	Вид транспорта	Электробус			Автобус
		Тип 1	Тип 2	Тип 3	
Количество, ед.		12	12	10	10
Переменные расходы, тыс. руб.		9 150	10 020	8 553	44 443
Постоянные расходы, тыс. руб.		26 268	26 748	22 370	20 690
ИТОГО в год, тыс. руб.		35 418	36 769	30 924	65 133

Кроме того, определены объемы потребленного топлива, и выполнена оценка количества выбросов CO₂-эквивалента по утвержденным методикам. Установлено, что на «условном маршруте» замена автобусов электробусами с медленной подзарядкой за 1 год позволит сократить: 1) выбросы углекислого газа на 946 136,17 кг; 2) с концепцией ультрабыстрой подзарядки – на 939 182,48 кг CO₂; 3) с динамической подзарядкой – на 1 019 149,89 кг CO₂.

Таблица 3 – Расход дизельного топлива для различного вида подвижного состава

Показатели	Вид транспорта	Электробус			Автобус
		Тип 1	Тип 2	Тип 3	
Количество, ед.		12	12	10	10
Расход топлива, тыс. кг		23	25	0	324

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Теоретические аспекты организации перевозок с использованием железнодорожного транспорта на примере Новосибирска / А. П. Грешенштейн, Е. В. Грешенштейн, К. В. Желдак, С. Н. Павлов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1(85). – С. 54-63. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_1_54.

2. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: учебник / И. В. Спирин. – 9-е изд., испр. и доп. Москва : Академия, 2015. 398 с.

3. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (дополнительное и переработанное). Санкт-Петербург : ОАО НИИ «Атмосфера», 2012. 223 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УЧАСТКОВ КОНЦЕНТРАЦИИ ДТП С УЧАСТИЕМ МАРШРУТНОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА В ГОРОДЕ БАРНАУЛ В ПЕРИОД С 2020 ПО 2022 ГОД

Костенкова Дарья Владимировна, студент, e-mail: dasha49kosty@gmail.com

Нечаев Константин Сергеевич, к.т.н., доцент, e-mail: t1001t@mail.ru

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

В статье рассматривается актуальная проблема, связанная с высокими показателями аварийности маршрутного общественного транспорта в городе Барнаул. Были выявлены места концентрации дорожно-транспортных происшествий с участием маршрутного общественного транспорта в городе Барнаул в период с 2020 по 2022 год. Сформулированы основные причины мест концентрации дорожно-транспортных происшествий с участием общественного маршрутного общественного транспорта в городе Барнаул.

Ключевые слова: дорожно-транспортные происшествия (ДТП), Барнаул, маршрутный общественный транспорт, аварийность, места концентрации дорожно-транспортных происшествий, аварийно-опасный участок дороги.

Каждый день на дорогах происходит множество ДТП, и не редко участниками является маршрутный общественный транспорт. Безопасность пассажиров является неотъемлемой частью маршрутного общественного транспорта. Однако риск попасть в ДТП при использовании услуг маршрутного общественного транспорта остается достаточно большим. Так, в городе Барнаул за период с 2020 по 2022 год зафиксировано 146 ДТП с участием маршрутного общественного транспорта [1].

В 2020 число ДТП с участием маршрутного общественного транспорта составило 48 единиц (рисунок 1). Наблюдается два аварийно-опасных участка дороги.



Рисунок 1 - Расположение ДТП с участием общественного маршрутного транспорта в городе Барнаул в 2020 году

Анализируя местоположение ДТП с участием маршрутного общественного транспорта, зафиксирована концентрация мест ДТП с участием общественного транспорта на улице Попова (рисунок 2). Выявлено, что на данном аварийно-опасном участке произошло четыре столкновения с участием маршрутного общественного транспорта и один наезд на пешехода. Вблизи мест ДТП расположен остановочный пункт общественного транспорта «ул. Антона Петрова». Причиной ДТП с участием маршрутного общественного транспорта является большая вероятность столкновения при выезде общественного транспорта с проездом кармана.

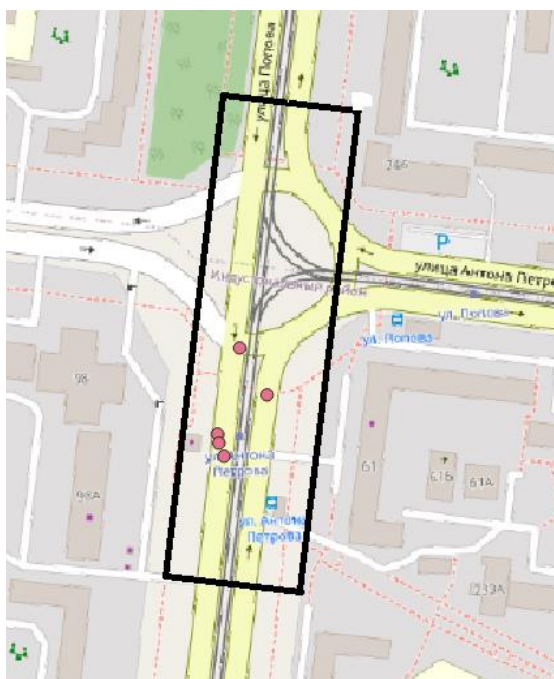


Рисунок 2 - Аварийно-опасный участок дороги и расположение ДТП с участием маршрутного общественного транспорта в городе Барнаул в 2020 году



Рисунок 2 - Аварийно-опасный участок дороги и расположение ДТП с участием маршрутного общественного транспорта в городе Барнаул в 2020 году

Также наблюдается концентрация ДТП с участием общественного транспорта на улице Солнечная поляна, вблизи остановочного пункта «Детский сад» (рисунок 3). Так на участке дороги зафиксировано четыре ДТП с участием общественного транспорта – наезд на пешехода. На аварийно-опасном участке расположены элементы улично-дорожной сети – нерегулируемый пешеходный переход и остановочный пункт для общественного транспорта без заездного кармана. Ширина дороги на данном участке составляет 16 метров и имеет 4 полосы для движения, также наблюдается высокая интенсивность движения.

В 2021 наблюдается увеличение числа ДТП с участием маршрутного общественного транспорта в городе Барнаул до 53 единиц (рисунок 4).

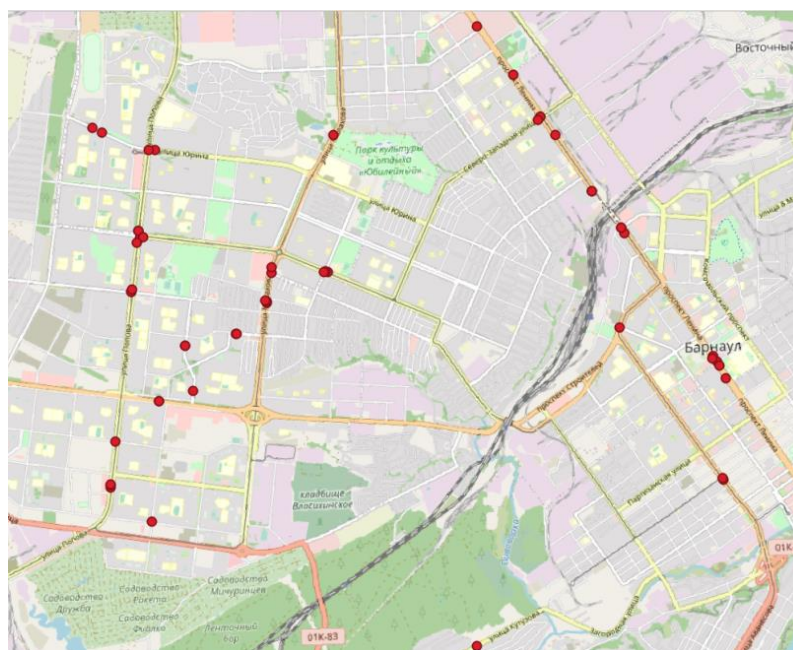


Рисунок 3 - Расположение ДТП с участием общественного маршрутного транспорта в городе Барнаул в 2021 году

В ходе анализа мест ДТП с участием маршрутного общественного транспорта в городе Барнаул за 2021 году, зафиксировано два аварийно-опасных участка дороги. Так, на улице Попова, вблизи остановочного пункта «ул. Балтийская», произошло три столкновения с участием общественного транспорта (рисунок 5). Дорожный участок имеет три полосы движения, а также остановочный пункт для общественного транспорта.

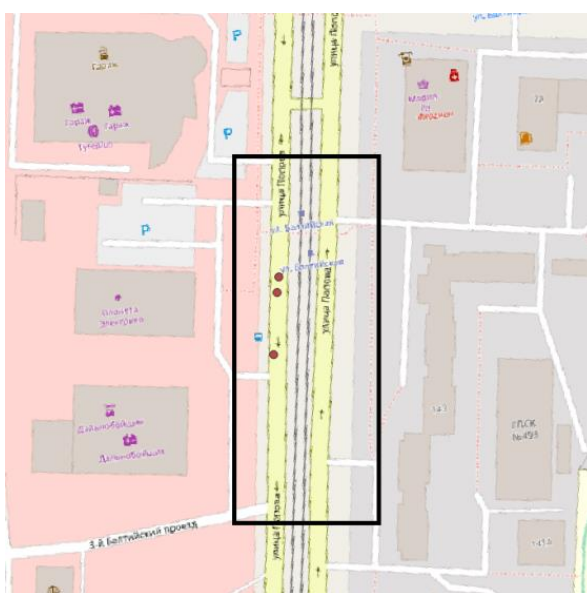


Рисунок 4 - Аварийно-опасный участок дороги и расположение ДТП с участием маршрутного общественного транспорта в городе Барнаул в 2021 году

Также зафиксирована концентрация ДТП с участием маршрутного общественного транспорта на проспекте Ленина, вблизи перекрестка пр-т Ленина – ул. Димитрова. На аварийно-опасном участке произошло три столкновения с участием маршрутного общественного транспорта (рисунок 6). Дорожный участок имеет три полосы движения, а также остановочный пункт для общественного транспорта.

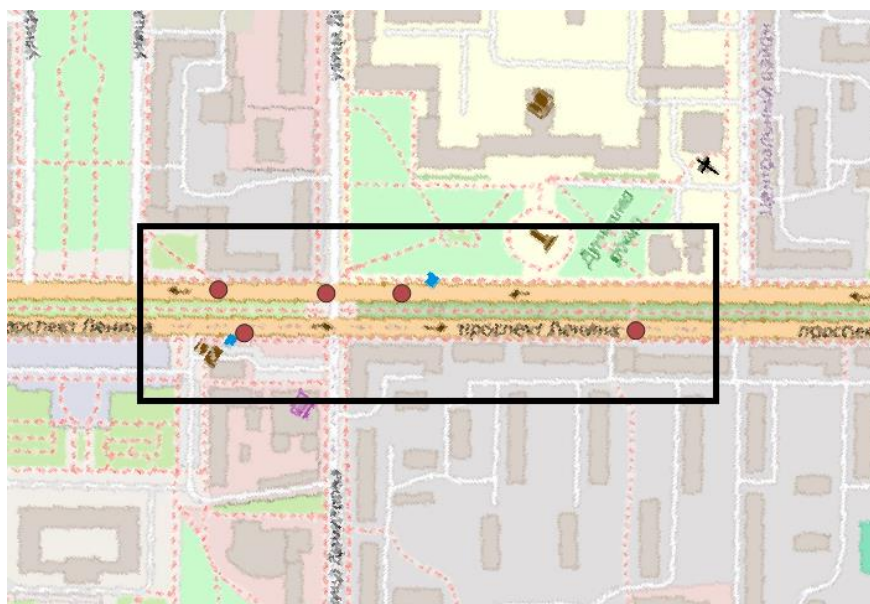


Рисунок 5 - Аварийно-опасный участок дороги и расположение ДТП с участием маршрутного общественного транспорта в городе Барнаул в 2021 году

В 2022 году наблюдается снижение числа ДТП с участием маршрутного общественного транспорта до 44 единиц (рисунок 7). Наблюдается один аварийно-опасный участок дороги, где зафиксировано 3 столкновения с участием маршрутного общественного транспорта – кольцевое пересечение улицы Малахова и улицы Антона Петрова (рисунок 8). Кольцевое пересечение имеет три полосы движения и пересечение трамвайных путей. Причиной ДТП с участием маршрутного общественного транспорта на данном участке дороги является пренебрежение водителями маршрутного общественного транспорта и автомобилей личного пользования правил дорожного движения – съезд с кольца с крайнего правой полосы.

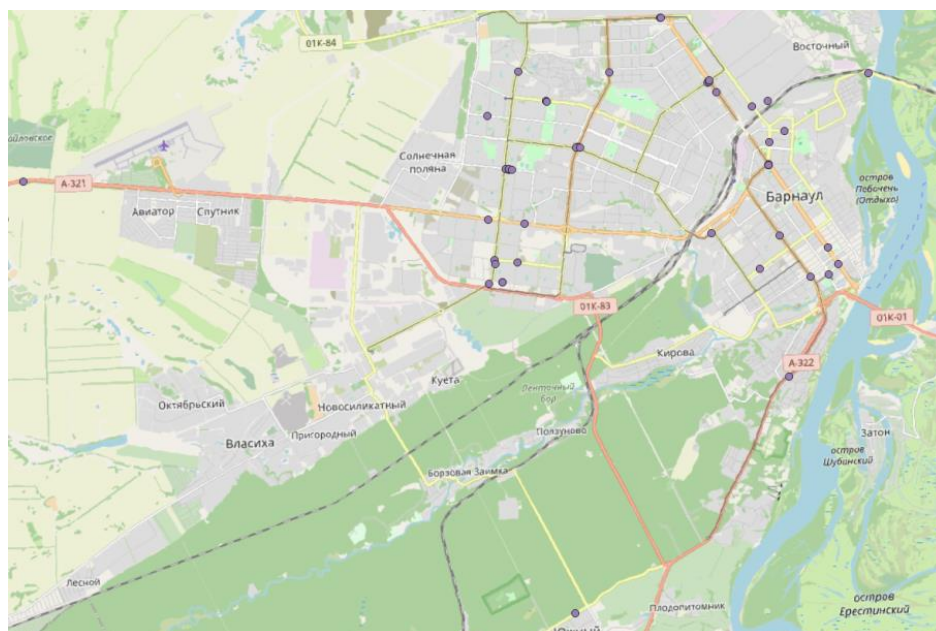


Рисунок 6 - Расположение ДТП с участием общественного маршрутного транспорта в городе Барнаул в 2022 году

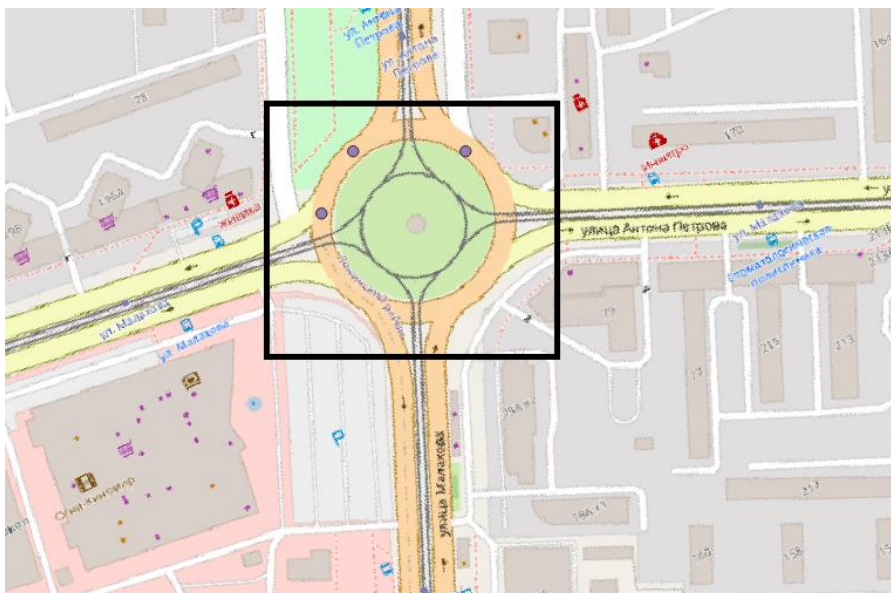


Рисунок 7 - Аварийно-опасный участок дороги и расположение ДТП с участием маршрутного общественного транспорта в городе Барнаул в 2021 году

В период с 2020 по 2022 гг. в г. Барнауле показатели аварийности общественного транспорта являются стабильно высокими. На основе анализа местоположения ДТП с участием общественного транспорта были выявлены участки концентрации ДТП с участием маршрутного общественного транспорта:

- на улице Попова, вблизи остановочных пунктов «ул. Анто́на Петро́ва» и «ул. Балтийская»;
- на ул. Солнечная поляна, вблизи остановочного пункта «Детский сад»;
- на проспекте Ленина вблизи перекрестка пр-т Ленина – ул. Димитрова;
- на кольцевом пресечении ул. Анто́на Петро́ва – ул. Малахова.

Основными причинами являются высокая интенсивность транспортного потока и наличие нерегулируемых пешеходных переходов на аварийно-опасных участках. Следует обратить внимание на систему городского общественного транспорта и предпринять меры к разработке мероприятий по снижению аварийности на маршрутном общественном транспорте.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения // Госавтоинспекция : [офиц. сайт] / Официальный сайт ГИБДД МВД России. – 2023. – URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения: 09.11.2023).
2. Отраслевой дорожный методический документ. Рекомендации по учету и анализу дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах российской федерации // Консорциум Кодекс : [сайт] / Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». – 2023. – URL: <https://docs.cntd.ru> (дата обращения 09.11.2023).
3. Правительство российской федерации. Постановление от 19 сентября 2020 года N 1502 // Консорциум Кодекс :[сайт] / Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». – 2023. – URL: <https://docs.cntd.ru> (дата обращения 09.11.2023).

УСТОЙЧИВАЯ ГОРОДСКАЯ МОБИЛЬНОСТЬ: ПРАКТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СНИЖЕНИЮ АВТОМОБИЛИЗАЦИИ В БОЛЬШИХ ГОРОДАХ

Котова Елена Валерьевна, к. п. н, доцент, elenkosh@list.ru
Филиал ФГБОУВО «Кузбасский государственный технический университет
им. Ф.Г. Горбачева», г Новокузнецк, Россия

В современных городах увеличение автомобильного движения становится одной из наиболее актуальных проблем. В данной статье рассматриваются методы уменьшения автомобилизации в больших городах с целью снижения транспортных пробок и улучшения экологии. Основное внимание уделяется практическим аспектам решения данной проблемы.

Ключевые слова: автомобилизация, городская мобильность, общественный транспорт, велосодвижение.

Современные города сталкиваются с возрастающими вызовами, связанными с ростом автомобильного движения, что влечет за собой пробки, загрязнение окружающей среды и ухудшение качества жизни жителей. Эта проблема становится все более актуальной в современном мире, требуя срочных решений для устойчивости городской инфраструктуры и обеспечения благоприятных условий проживания. Данная статья представляет обзор современных исследований в области управления транспортной инфраструктурой и градостроительства, подчеркивая актуальность перехода от автомобилецентричного подхода к устойчивой и сбалансированной транспортной системе в городах.

Цель данной статьи состоит в анализе вызовов, стоящих перед современными городами в контексте автомобильной зависимости и предложении конкретных стратегий снижения автомобилизации, чтобы обеспечить устойчивую городскую мобильность.

Вопросы автомобилизации в современных городах являются предметом активных исследований и обсуждений в литературе по градостроительству, транспортной инфраструктуре и устойчивому развитию. Многочисленные исследования и публикации рассматривают вызовы, стоящие перед городами в контексте роста автомобильного движения и его последствий для экологии, общества и экономики.

Отказ от автомобилецентричного подхода в пользу сбалансированной транспортной системы, такое новое видение городской мобильности представляет Евсеева А.И. в своей работе «Новая городская мобильность: тенденции развития транспортных систем» [2].

Кроме того, исследования Сагиновой О.В., Завьялова Н.В. [3] предоставляют убедительные данные о влиянии развития велосипедной инфраструктуры на снижение автомобильного трафика и улучшение общего качества городской среды.

Отечественные исследователи такие, как А.И. Селезнева и В.С. Горбунова в своей работе «Проблемы транспортной инфраструктуры в планировке современных городов и пути их решения» рассмотрели проблемы движения в крупных городах. Наиболее актуальной проблемой является проблема интенсивной автомобилизации населения больших городов, вследствие этого происходит быстрый рост количества автомобилей и соответственно появляется необходимость перестраивать улично-дорожную сеть в соответствии с существующим количеством транспорта. Также в работе анализируются влияние увеличения автотранспорта на жизнеспособность городов и стратегии улучшения транспортной инфраструктуры для снижения зависимости от личного транспорта [4].

В книге известного исследователя Вукан В. Вучика «Транспорт в городах удобных для жизни» анализируются современные транспортные системы в крупных городах и предлагаются комплексные меры по сдерживанию роста автомобилей на примере городов, реализующих парадигму «город удобный для жизни» или по-другому «умный город» [1].

Множество публикаций, охватывающих различные аспекты городской мобильности, предоставляют базу для понимания вызовов и возможных стратегий снижения автомобилизации в городах, что является центральной темой данной статьи.

Для анализа текущей ситуации был изучен опыт других мегаполисов, успешно решивших проблему автомобилизации, например, Токио, Прага, Оттава. Мы рассмотрели также транспортную систему городов, в которых успешно развивается велосипедное движение, например, Амстердам, Копенгаген, Страсбург. А также привлекли внимание примеры организации общественного транспорта, применяемые в Сингапуре, Париже, Гонконге. Таким образом, наше исследование основано на анализе опыта мировых мегаполисов, применяющих инновационные подходы к управлению транспортной системой. В результате анализа представлены рекомендации и практические методы снижения автомобильного трафика в городах, включая ограничение движения личных автомобилей в центральных районах, стимулирование использования общественного транспорта и развитие велосипедной инфраструктуры.

Основной успех обеспечения устойчивой городской мобильности опирается на концепцию интермодальности и мультимодальности транспортной системы крупных городов.

В первую очередь, для снижения автомобилизации, предлагаются разносторонние подходы, направленные на улучшение транспортной инфраструктуры и управления дорожным движением. Это включает в себя ограничение движения личных автомобилей в центре города для уменьшения автомобильного потока в самых загруженных районах. Параллельно рассматривается введение платных зон там, где образуются постоянные пробки, что может стимулировать водителей выбирать менее загруженные маршруты. Платные парковки также могут способствовать сокращению использования личного автотранспорта в центральных районах, поощряя использование общественного транспорта или альтернативных видов передвижения.

Для эффективного движения и разгрузки центральных улиц, внимание уделяется строительству кольцевых дорог, предназначенных для перераспределения автомобильного потока вокруг центральных зон, снижая тем самым давление на основные улицы города.

Важным моментом в плане улучшения управления дорожным движением является внедрение передовых технологий. Например, ультразвуковые датчики и инфракрасные передатчики используются для мониторинга дорожной ситуации и передачи данных в навигационные системы автомобилей. Создание специального «Центра дорожного регулирования» предполагает централизованное управление дорожной инфраструктурой. В этом центре собирается информация с дорог города, и сотрудники осуществляют оперативное управление светофорами, в зависимости от текущей ситуации на дороге, и направляют водителям оптимальные пути объезда с помощью навигационных систем. Такие меры позволят более эффективно использовать дорожную сеть города и снизить зависимость от личного автотранспорта.

Во вторую очередь, для улучшения транспортной доступности и комфорта общественного транспорта, предлагается целый комплекс мероприятий, направленных на повышение эффективности и привлекательности общественного транспорта для горожан.

Одним из ключевых направлений является увеличение доступности и улучшение качества общественного транспорта с использованием передовых технологий. Использование современных технологий для оптимизации маршрутов и графиков движения транспортных средств позволяет сократить время ожидания и улучшить точность и регулярность общественного транспорта. Это включает в себя разработку приложений с реальным временем отслеживания транспорта, позволяющих пассажирам точно знать расписание и местоположение транспорта.

Для повышения эффективности городского автобусного транспорта предлагается выделение отдельных линий с приоритетным движением для автобусов. Это позволяет сократить время в пути, снизить вероятность пробок и обеспечить более плавное движение общественного транспорта.

Кроме того, внедрение легкого рельсового транспорта, такого как трамваи или трамвайно-легкое метро, может значительно улучшить доступность общественного

транспорта в городе. Эти средства передвижения часто более экологичны и быстрее доставляют пассажиров по городу.

Для стимулирования использования общественного транспорта предлагается также использование субсидий для снижения стоимости проезда и модернизации транспортной инфраструктуры. Это может включать снижение тарифов на проезд для жителей и внедрение более удобных и экологически чистых транспортных средств.

Общественный транспорт, становясь более доступным, комфортным и эффективным, будет привлекательной альтернативой личному автотранспорту, что снизит зависимость от индивидуальных автомобилей и улучшит общую мобильность в городе.

В третью очередь, для поощрения использования велосипедов как альтернативного и экологически чистого вида транспорта, в городах предлагается проведение широкомасштабной политики по развитию велосипедной инфраструктуры.

Первоочередной мерой в этом направлении является строительство разветвленной сети велосипедных дорожек и полос, обеспечивающих безопасное и комфортное передвижение велосипедистов по городу. Это включает создание специальных трасс, отведенных от дорожного движения автомобилей, а также развитие инфраструктуры для велосипедистов, таких как парковки для велосипедов, сервисные станции и пункты проката.

Предоставление услуги проката велосипедов – это еще один важный механизм стимулирования использования велосипедов в городах. Общеизвестные пункты проката, расположенные по всему городу, позволят жителям и посетителям города легко получить доступ к велосипедам для передвижения в любой части города без необходимости покупки собственного транспортного средства.

Кроме того, важно рассмотреть вопрос о предоставлении льгот и привилегий для велосипедистов. Это может включать в себя различные виды стимулов, такие как льготы на налоги или бесплатный проезд в общественном транспорте для велосипедистов. Такие меры помогут сделать использование велосипедов более привлекательным и доступным для всех категорий населения, способствуя увеличению их числа на дорогах.

Создание удобных и безопасных условий для велосипедистов, а также предоставление дополнительных преимуществ, стимулирующих использование велосипедов, способствует развитию экологически чистого транспорта и снижению транспортной нагрузки на городскую инфраструктуру.

В четвертую очередь, для повышения удобства и эффективности городской среды, предлагается комплексный подход к развитию инфраструктуры города, ориентированный на улучшение доступности к услугам и ресурсам.

Процесс разделения крупного города на функциональные районы предполагает создание пространственно-планировочных структур, где основные объекты и услуги, такие как магазины, медицинские учреждения, образовательные заведения, парки и рекреационные зоны, располагаются в непосредственной близости друг к другу. Такой подход стимулирует уменьшение необходимости использования личного автотранспорта для выполнения повседневных дел и создает возможность пользоваться пешеходными или велосипедными маршрутами для быстрого и удобного доступа к жизненно важным услугам.

При реализации этой концепции важно обеспечить разнообразие функций в каждом районе города, учитывая потребности различных социальных групп. Например, комбинирование жилых зон с офисными или торговыми зонами способствует созданию более устойчивых и жизнеспособных районов, где жители имеют доступ к необходимым услугам в пределах шаговой доступности.

Важным аспектом является также развитие инфраструктуры для пешеходов и велосипедистов в рамках каждого района. Это включает в себя не только создание пешеходных зон и велосипедных дорожек, но и обустройство площадок отдыха, общественных скверов и уличных кафе, способствующих формированию комфортной и привлекательной городской среды для проживания и отдыха.

Разделение города на функциональные районы, где доступ к основным услугам и местам работы находится в шаговой доступности, содействует уменьшению транспортной нагрузки, созданию более устойчивой и приятной городской среды для жизни и развития.

Предложенные методы направлены на создание устойчивой и экологически чистой городской среды, улучшение мобильности и качества жизни горожан. Для успешного решения проблемы автомобилизации в городах необходим комплексный подход, включающий в себя не только технические и инфраструктурные изменения, но и общественное сознание, поддержку со стороны властей и активное вовлечение граждан в процесс формирования устойчивой транспортной среды.

Таким образом, для обеспечения устойчивой городской мобильности, эффективного уменьшения автомобилизации в больших городах требуется комплексный подход, который включает в себя развитие общественного транспорта, поощрение использования экологичных видов передвижения (велодвижения) и внедрение ограничений на использование личных автомобилей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вукан Р. Вучик. Транспорт в городах, удобных для жизни / Вукан Р. Вучик // «Территория будущего», 2011.
2. Евсеева А. И. Новая городская мобильность: тенденции развития транспортных систем // Государственное управление. Электронный вестник. 2016. № 59. С. 238-266. EDN XINEWF.
3. Сагинова О.В., Завьялова Н.Б. Велосипед в транспортной системе современного мегаполиса.// Российское предпринимательство. Том 19. 2018. № 12.С. 4143-4158.
4. Селезнева, А.И., Горбунова, В.С. Проблемы транспортной инфраструктуры в планировке современных городов и пути их решения // Перспективы науки и образования. 2013. № 6 С. 195-198.

МАРШРУТИЗАЦИЯ ПРИ МАЛЫХ ОБЪЕМАХ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ

Левин Виктор Филиппович, к.т.н., доцент, vflevin@list.ru

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

В статье приведен метод составления маршрутов движения грузовых автомобилей при малых объемах перевозок на небольшие расстояния. Основная цель: минимизация пробега автомобилей без груза при соблюдении режима труда и отдыха водителей.

Ключевые слова: автомобиль, груз, маршрут, пробег, грузополучатели, грузоотправители

Одной из важных задач логистики при оперативном планировании перевозок является составление маршрутов движения подвижного состава. При этом маршруты движения должны обеспечивать минимальные нулевые и холостые пробеги по всему подвижному составу.

При массовых объемах перевозок задача маршрутизации описана в работах [1,2, 4].

С малыми объемами перевозок (до 10 ездок) и на небольшие расстояния в транспортной логистике нет научного решения и задача решалась интуитивно.

При постановке задачи маршрутизации заданы пункты грузоотправителей и грузополучателей, пункт размещения автомобилей (АТП) и расстояния между всеми клиентами и АТП. Известны заявки на перевозки (груженые ездки) и их количество. Требуется найти совокупность маршрутов, обеспечивающих минимальный суммарный пробег автомобилей без груза.

Предлагается следующий алгоритм решения такой задачи.

Рассчитывается время одного оборота на каждом маршруте $t_{об}$, ч

$$t_{об} = \frac{l_{об}}{V_T} + t_{n-p} \quad (1)$$

Определяется суммарное время, затрачиваемое на всех маршрутах при выполнении всех ездов ($\sum t_{об}$).

Затем находится среднее плановое время в наряде $T_{пл}$, ч, одного автомобиля [3]

$$T_{пл} = T_n - t_{под-закл} - \sum t_n = T_n - t_{под-закл} - \frac{\sum l_o}{V_T}, \quad (2)$$

где T_n – максимальное время а наряде автомобиля, ч;

$t_{под-закл}$ – подготовительно-заключительное время водителя автомобиля (время ежедневного обслуживания автомобиля и время медицинского осмотра водителя), ч;

$\sum t_n$ и l_o – соответственно суммарное время и расстояние нулевых пробегов (от АТП до первой погрузки и от последней разгрузки до АТП). Берется среднее значение по всем маршрутам.

После этого определяется потребное количество автомобилей (А) по формуле

$$A = (\sum t_{об}) / T_{пл} \quad (3)$$

Это значение округляется в большую сторону до целого количества автомобилей, чтобы водители автомобилей не превышали допустимого времени работы.

Например, в заявках на перевозку указаны три маршрута, по которым необходимо осуществлять полнопартионные перевозки.

$A_1 - B_1 - 10$ ездов, $A_2 - B_2 - 4$ ездки, $A_3 - B_3 - 8$ ездов. Время оборота, рассчитанное по формуле (1), соответственно составляет 0,4 часа, 1,22 часа и 0,8 часа.

Расчет по формулам (2 и 3) показал, что для выполнения всех перевозок необходимо минимум два автомобиля

Необходимо найти такую последовательность объезда пунктов, чтобы суммарный холостой и нулевой пробег всех автомобилей был минимальный.

Задача может быть решена методом потенциалов. При этом получатели груза (пункты Б) и АТП (утром) выступают как поставщики порожних автомобилей, а отправители груза (пункты А) и то же АТП (вечером) выступают как потребители порожних автомобилей. Чтобы исключить возврат автомобилей сразу же после выпуска, расстояние между АТП и АТП указывают очень большим числом М (например, 100 км). Если на каком-то маршруте осуществляется одна ездка, то возврат автомобиля в пункт погрузки этого маршрута не нужен, поэтому в соответствующую клетку также записывается очень большое расстояние М (например, 100 км). Решение такой задачи методом потенциалов представлено в таблице 1.

В правом верхнем углу каждой клетки указывается расстояние в км, в итоговой строке – потребное количество прибытий одного или нескольких порожних автомобилей в соответствующий пункт, в итоговом столбце – сколько раз порожний автомобиль будет выезжать из этого пункта. Жирным шрифтом отмечено полученное решение по порожним езткам.

Учитывая оптимальное решение задачи (таблица 1) и заявку на перевозки (10 груженых ездов по первому маршруту, 4 по второму и 8 ездов, соответственно по каждому маршруту) формируется следующая последовательность объезда пунктов:

Для первого автомобиля: АТП--- $A_1==B_1$ --- $A_3==B_3$ --- $A_1==B_1$ --- $A_3==B_3$ --- $A_1==B_1$ --- $A_3==B_3$ --- $A_1==B_1$ --- $A_3==B_3$ --- $A_1==B_1$ --- $A_3==B_3$ --- $A_1==B_1$ --- $A_3==B_3$ --- $A_1==B_1$ --- $A_3==B_3$ --- АТП, т.е. 7 раз по маршруту $A_1==B_1$ --- $A_3==B_3$.

Для второго автомобиля: АТП --- $A_2==B_2$ --- $A_1==B_1$ --- $A_2==B_2$ --- $A_1==B_1$ --- $A_2==B_2$ --- $A_1==B_1$ --- $A_2==B_2$ --- $A_1==B_1$ --- $A_2==B_2$ --- $A_1==B_1$ --- $A_3==B_3$ --- АТП, т.е. 4 раза по маршруту $A_2==B_2$ --- $A_1==B_1$ и один раз $A_3==B_3$

В этих схемах знаком --- обозначена порожняя ездка автомобиля, знаком == ездка автомобиля с грузом.

После этого производится проверка на продолжительность работы водителя каждого автомобиля с учетом времени на подготовку автомобиля и времени на нулевые пробеги, чтобы не было нарушения режима труда и отдыха водителей автомобилей.

Таблица 1 – Решение задачи методом потенциалов

Поставщики порожних автомобилей	Индексы	Потребители порожних автомобилей				Итого
		A ₁	A ₂	A ₃	АТП	
	<i>u</i>	15	2	8	12	
<i>v</i>						
АТП	0	15км 1	2км 1	10км	100км	2
Б ₁	5	23км	7км 3	13км 7	19км	10
Б ₂	- 11	4км 4	22км	3км	10км	4
Б ₃	-4	11км 6	19км	13км	8 км 2	8
Итого		11	4	7	2	Всего 24

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Управление транспортными системами. Транспортное обеспечение логистики: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. Д. Герамы, А. В. Колик. Москва : Издательство Юрайт, 2015. 438 с.

2. Ушаков Р.Н. Логистика. Лекции : учебное пособие. Москва – Берлин : Директ-Медиа, 2015. 178 с.

3. Левин В.Ф. Транспортные логистические системы: учебное пособие для бакалавров направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.- Барнаул : Из-во АлтГУ, 2016. 47с.

4. Лебедев Е.А., Миротин Л.Б. Основы логистики транспортного производства : учебное пособие; Министерство образования и науки Российской Федерации, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Кубанский государственный технологический университет (КубГТУ). Москва - Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. 193 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9729-0160-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466786>

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В РАЙОНАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Масленников Сергей Николаевич, к.т.н., доцент, e-mail: s.n.m@bk.ru
Шеремет Илья Дмитриевич, студент СГУВТ, e-mail: ilyasheremet2015@mail.ru
Сибирский Государственный Университет Водного Транспорта, г. Новосибирск, Россия

Развитие Крайнего Севера имеет особое значение для России. Ведь в этих регионах сосредоточены стратегические запасы и экономическая основа страны. Основной проблемой развития этих регионов с характерным климатом является неразвитость инфраструктуры и транспортных коммуникаций. Строительство дорожных покрытий в районах Крайнего Севера имеет большое значение для того, чтобы не препятствовать добыче полезных ископаемых и обеспечить перемещение населения в новые населенные пункты.

Ключевые слова: Крайний Север, Ямал, автодороги, транспорт, логистика, инфраструктура.

Развитие автомобильных дорог в районах Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) имеет ключевое значение, поскольку является одним из ведущих регионов России по добыче и переработке полезных ископаемых – природного газа и нефти. Ресурсная база нефти и газа, которой располагает Ямало-Ненецкий автономный округ, в значительной мере обеспечивает ускоренное развитие всей экономики Российской Федерации [1]. Рост валового регионального продукта в округе превышает соответствующие темпы в Российской Федерации на 20% и в Уральском федеральном округе на 65% (рисунок 1).

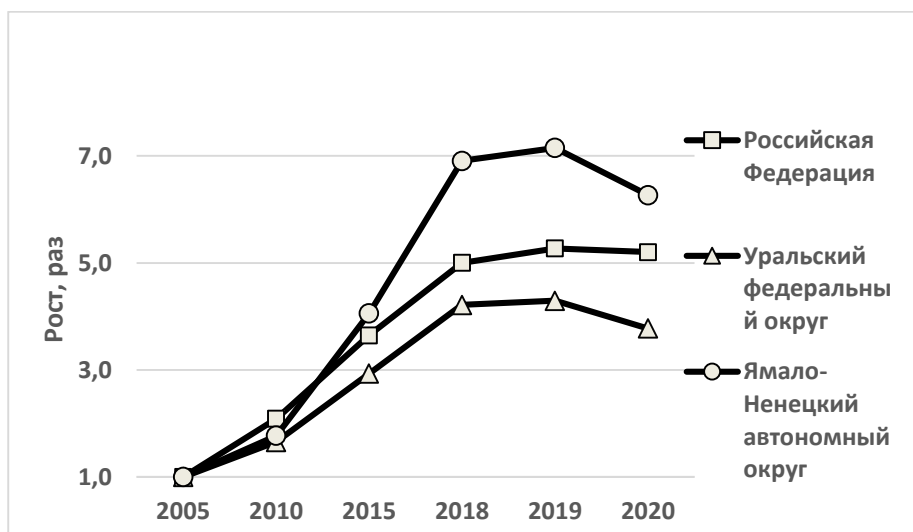


Рисунок 1 - Динамика роста валового регионального продукта за 2005 – 2020 гг.

С увеличением экономической активности в регионе растет и автотранспортное движение. Это создает необходимость строительства новых дорог, чтобы обеспечить безопасность передвижения людей или грузов по территории региона. Развитие автомобильных дорог в районах ЯНАО имеет свою историческую специфику, связанную с особенностями этого удаленного северного региона.

Первые дороги, соединяющие населенные пункты, появились в начале XX века, исходя из потребностей и развития промышленности и экономики региона. В 1930-х годах в ЯНАО началось строительство Трансполярной магистрали, которая соединила Мурманск и Дальний Восток. Это оказало значительное влияние на развитие автомобильных дорог: они стали основой транспортной инфраструктуры страны. В 1950-х годах началось активное строительство автодорог, связывающих населенные пункты и промышленные объекты ЯНАО. Основная часть работ велась по развитию дорожной сети между населёнными пунктами и объектами производства.

Одна из значимых исторических дат в развитии автомобильных дорог ЯНАО – строительство автодороги "Ямал". Построенная в 1970-х годах, она связала город Салехард с полуостровом Ямал. Это было огромное достижение для развития инфраструктуры региона и явилось основой дальнейшего строительства дорожной сети. В ходе реализации крупномасштабной программы развития газовой и нефтяной промышленности в 1970 - 1990 годах транспортная сеть ЯНАО разобшана. Транспортную систему округа отличает низкая связность сети. Железнодорожные пути используются для перевозок грузов и пассажиров, выполняемых в основном РАО «РЖД», до ст. Лабитнанги (Салехард) и с. Коротчаево (Новый Уренгой, порт Уренгой). Ведомственные железные дороги продолжены до ст. Бованенково на полуострове Ямал в западной части ЯНАО, и ст. Надым и ст. Ямбург в восточной части Тюменской области. Водные пути Обь-Иртышского бассейна протекают с юга на север, то есть так же как и железнодорожные пути, и в широтном направлении перевозки могут осуществляться только автотранспортном.

Кроме этого, условия работы в этом регионе отличают сезонные ограничения в работетранспорта, высокие риски срыва поставок всложных условиях Крайнего Севера, широкая номенклатура продукции на месторождения, города и поселки, необходимость гарантированного жизнеобеспечения и бесперебойных перевозок населения (для деловых и не деловых поездок) требуют соответствующих подходов. Вместе с тем, чрезвычайная сложность строительства и содержания железных дорог в условиях снежной Сибири и вечной мерзлоты определили важную роль автомобильного транспорта (рис.2).

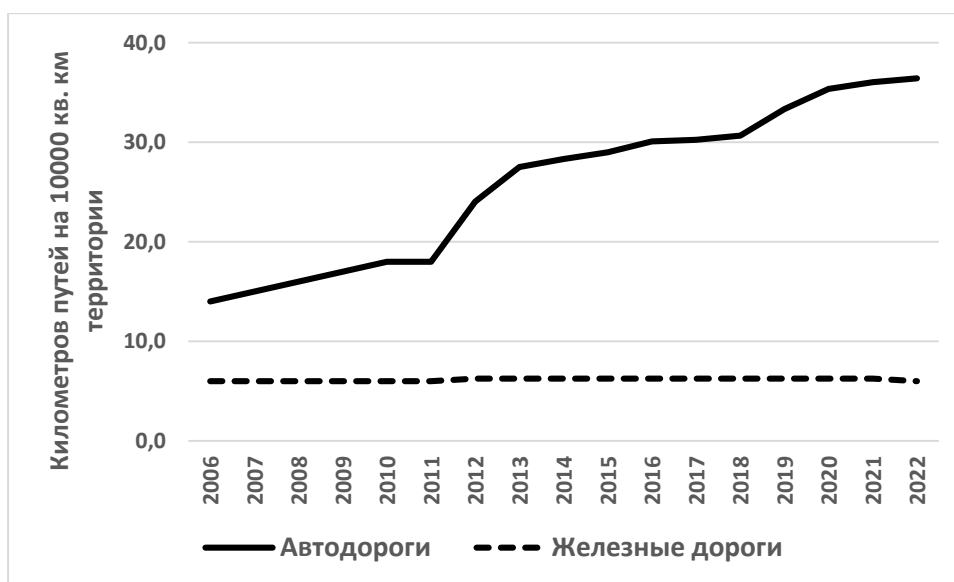


Рисунок 2 - Плотность автомобильных и железных дорог общего пользования на территории ЯНАО

В значительной мере транспортное освоение территории осуществляется благодаря ускоренному строительству автомобильных дорог. За последние 15 лет их протяженность выросла более чем в 2,5 раза.

Технология ввода месторождений полезных ископаемых в эксплуатацию требует ускоренного обустройства разведочных и эксплуатационных скважин. Эти работы включают прежде всего строительство ведомственных дорог для связанности с магистральными дорогами и строительство внутрипромысловых дорог [2].

Эти дороги относятся к так называемым дорогам необщего пользования. К автомобильным дорогам необщего пользования относятся автомобильные дороги, находящиеся в собственности, во владении или в пользовании исполнительных органов государственной власти, местных администраций (исполнительно-распорядительных органов муниципальных образований), физических или юридических лиц и используемые ими исключительно для обеспечения собственных нужд либо для государственных или

муниципальных нужд. Преобладающее наличие дорог необщего пользования отличает регион от общероссийских условий. Если в целом по России доля дорог общего пользования составляет около 90 процентов, то в ЯНАО таких дорог только 25%.

Нужно отметить, что вместе с развитием транспортной сети доля дорог общего пользования постепенно сокращается. ведомственных дорог отличает В условиях ЯНАО это почти всегда ведомственные дороги (рисунок 3).

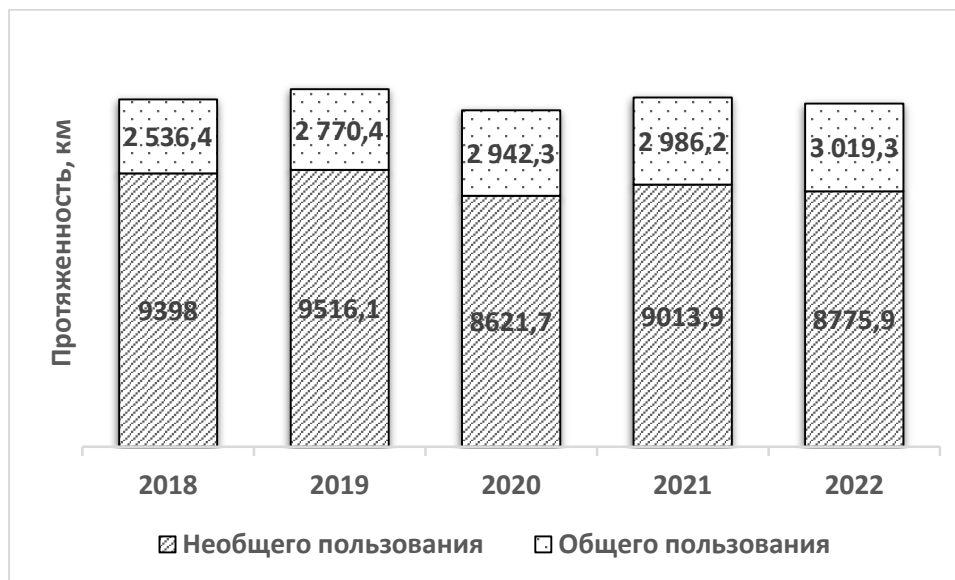


Рисунок 3 - Протяженность автомобильных дорог в ЯНАО за 2018-2022 гг.

В последние десятилетия особое внимание уделяется модернизации и реконструкции существующих автодорог в ЯНАО. При этом используются современные технологии и материалы, позволяющие увеличить надежность и безопасность движения. Важнейшим направлением развития является создание дорожных коридоров, обеспечивающих транспортную связь не только внутри региона, но и с другими регионами и странами, например северным маршрутом Нового шелкового пути [3].

Общая протяженность региональных дорог 1475 км, более 50 процентов которых приведены к установленным нормативам по содержанию. Одним из инструментов для дорожников по созданию комфортной, качественной и безопасной транспортной инфраструктуры, является национальный проект «Безопасные качественные дороги». В рамках нацпроекта в этом году в округе будет отремонтировано почти 15 км. Участок Пуровск – Коротчаево, протяженностью 14 километров и ремонт улицы Чкалова в Салехарде – 493 метра. В целом в 2023 году дорожными работами охвачено 175 километров региональных дорог и более 70 км муниципальных. В целом поставлена задача устранения участков, лимитирующих пропускную способность, включение Надыма, Салехарда, Сургут в единую транспортную сеть с транспортной связанностью со Свердловской областью, Ханты-Мансийским автономным округом и югом Тюменской области [4].

Зимники наиболее яркое проявление характерного для северной логистики фактора сезонности. Благодаря им, автомобильный транспорт по-прежнему занимает первое место в мире по объему перевозок грузов, а не только людей и животных. В летний период автомобилями перевозятся с минимальным количеством мостов на пересечении рек или каналов. Поэтому зимой их обустройство обходится дешевле, чем обычные дороги (рисунок 4).

В районах Крайнего Севера ЯНАО есть ряд проблем, которые затрудняют развитие автомобильных дорог в этом регионе. К основным из них относятся:

1. Сложные климатические условия: характеризуются суровым субарктическим, с продолжительной зимой и обильным снегопадом создают трудности для эксплуатации автомобильных дорог.

2. Высокие затраты на строительство и обслуживание : Строительство автомобильных дорог в северные регионы России более затратны, чем для жителей южных регионов.

3. Недостаток финансирования : Развитие и поддержание автомобильных дорог на Крайнем Севере требует значительных финансовых ресурсов.

4. Ограниченный срок эксплуатации дорог: Интенсивное движение грузовиков, неблагоприятные погодные-климатические условия и особенности грунта на Крайнем Севере сокращают сроки службы автомобильных дорог.

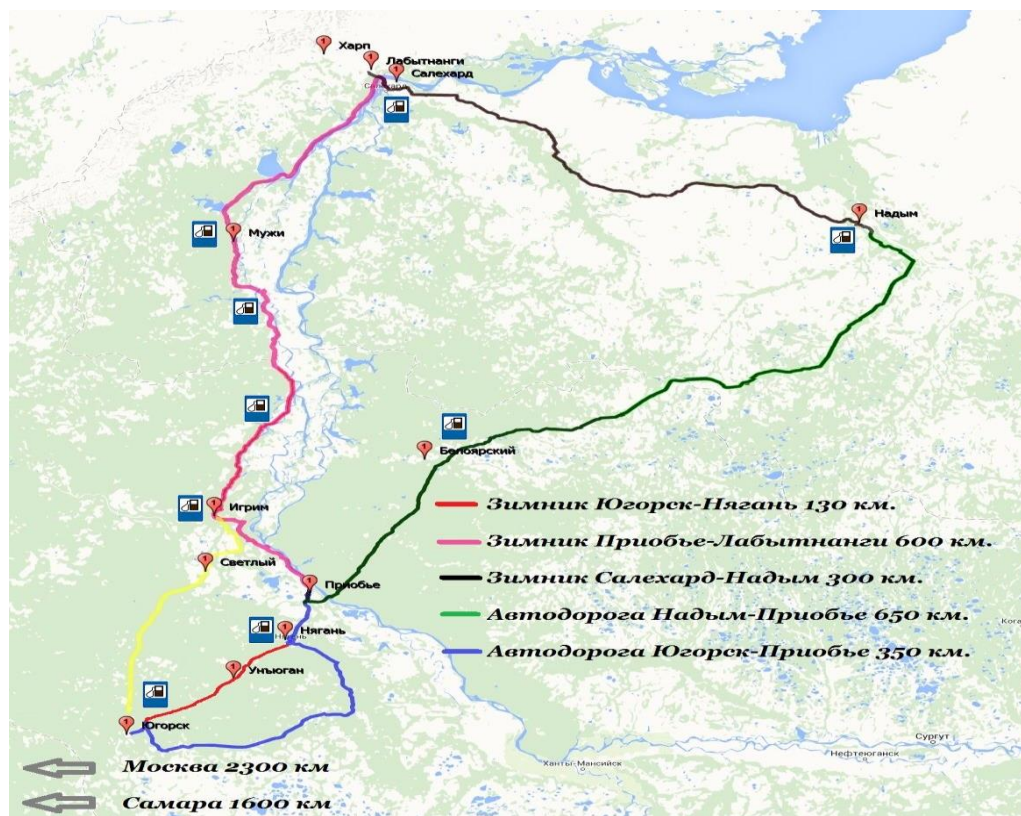


Рисунок 4 - Карта зимников ЯНАО

Современное состояние автомобильных дорог в ЯНАО характеризуется следующими факторами:

1. Автомобильные дороги нуждаются в модернизации и обновлении. Несмотря на некоторые положительные аспекты, многие дороги испытывают износ и повреждения, что создает проблемы для безопасности и комфорта дорожного движения.

2. Незрелость транспортной сети в некоторых регионах ограничивает доступ к основным объектам и услугам. Это негативно сказывается на экономике и комфортной жизни людей, проживающих в этих регионах.

3. Очень важно обеспечить достаточное финансирование развития и реконструкции автомобильных дорог в районах. Это позволит решить существующие проблемы и обеспечить безопасность и удобство дорог.

Отличительностью региона от других районов Крайнего Севера Сибири Дальнего Востока является сочетание сложных заполярных условий, географии Крайнего Севера с наличием всех видов транспорта, каждый из которых обладает своей сферой перевозок (дальность, род груза, доступность, экономичность) и высокой степенью освоенности территории нефтегазовой промышленностью [5]. Представляется целесообразным обосновывать развитие автомобильного транспорта как часть единой транспортно-логистической системы [3]. Каркас этой системы должен опираться на транспортно-логистические центры, из которых только автотранспорт сможет централизованно

доставлять груз с наименьшими затратами непосредственно потребителю, и будут выполнять необходимую в условиях сезонности функцию накопления, хранения, распределения и контроля за непрерывностью транспортного процесса. Именно логистические центры в округе способны контролировать связи с поставщиками продукции, обеспечивая взаимосвязь всех видов транспорта и функционирование транспортно-логистической системы округа как единого отлаженного механизма.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Официальные статистические показатели. [Электронный ресурс] //https://www.fedstat.ru/(дата обращения: 16.11.2023).
2. Законодательное обеспечение развития сети автомобильных дорог в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях. Материалы "круглого стола". 9 июня 2011 года. - Совет Федерации Федерального Собрания Российской Федерации, 2011. 87 с.
3. Масленников С.Н., Сеницын М.Г. Водный транспорт в системе транспортных коридоров Сибири. В сборнике: Политранспортные системы. Материалы XII Международной научно-технической конференции. В 3-х ч. Новосибирск, 2022. С. 15-19.
4. Электронный фонд «Консорциум Кодекс». Стратегия социально-экономического развития ямало-ненецкого автономного округа на период до 2035 года» [Электронный ресурс] //https://docs.cntd.ru/document/574785875/(дата обращения: 16.11.2023).
5. Сеницын М.Г., Масленников С.Н. Северный морской путь как драйвер развития внешнеэкономической деятельности регионов Сибири. В сборнике: Таможенное дело: актуальные проблемы. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Новосибирск, 2023. С. 67-73.

АНАЛИЗ РАБОТЫ МАРШРУТНОЙ СЕТИ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА ГОРОДА БАРНАУЛ

Митрофанова Полина Юрьевна, студент АлтГТУ, e-mail: polina.mitrofanova.2003@mail.ru
Нечаев Константин Сергеевич, к.т.н., доцент, e-mail: t1001t@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова, г. Барнаул, Россия

Актуальностью данной темы является развитие общественного транспорта города Барнаул. В данной статье анализируется организация, недостатки и проблемы городского транспорта, возникшие из-за перегрузки улично-дорожной сети в центре города. Рассмотрена важная проблема – дублируемость маршрутов, которая создает заторовые ситуации общественного транспорта, тем самым непосредственно влияет на эффективность пассажирских перевозок.

Ключевые слова: дублируемость, Барнаул, маршрут, общественный транспорт, центр, безопасность, улично-дорожная сеть, город, транспортные средства.

Важную роль в развитии городов играет общественный транспорт – он обеспечивает безопасное и экономичное обслуживание пассажиров. Пассажирские перевозки влияют на транспортную доступность региона, уровень транспортной мобильности населения и благосостояние граждан, а также имеют большое социальное значение. С точки зрения экономической целесообразности пассажирский транспорт должен быть организован таким образом, чтобы обеспечить людей быстрой и доступной перевозкой, при этом обеспечивать необходимый уровень качества обслуживания.

Улично-дорожная сеть Барнаула – смешанная, которая включает в себя прямоугольную, прямоугольно – диагональную и радиально-кольцевую схему. Некоторые геометрические параметры определенных улиц не полностью соответствуют нормативной документации. Примером является перекресток улица Молодежная – улица Ленина. Ширина каждой из полос составляет 2,3 метра, что не соответствует ширине автобуса большой вместимости типа ЛиАЗ-5256 – 2,5 метра, который используется в качестве основного

автобуса для перевозки пассажиров в городе. Данное несоблюдение нормативов является прямым нарушением безопасности. Из-за этого имеются проблемы с движением общественного транспорта по маршрутам, что выражается в виде отставания в расписании движения в связи с создаваемыми помехами общественным транспортом в потоке [1].

Имеющееся состояние является следствием значительного отставания в развитии улично-дорожной сети от роста территории и застройки города, которая состоит из мало связанных между собой участков, не создающих единой транспортной системы. Большинство городских маршрутов длинные, нет четкой связи пригородного и городского общественного транспорта. Многие из них имеют кривую и зигзагообразную траекторию, примеры таких маршрутов представлены на рисунках 1, 2 и 3 [2].

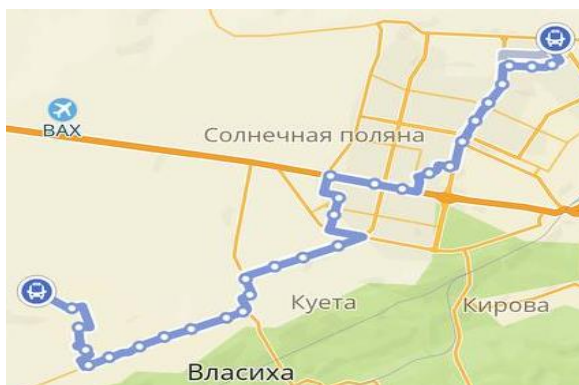


Рисунок 1 – Маршрут 120 (мкр. Октябрьский – Гипермаркет Алтай)

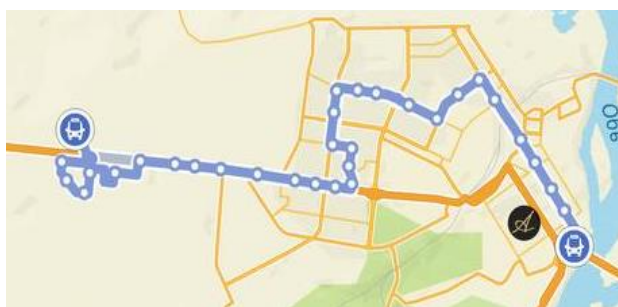


Рисунок 2 – Маршрут 144 (Спартак-2 – Аэропорт)

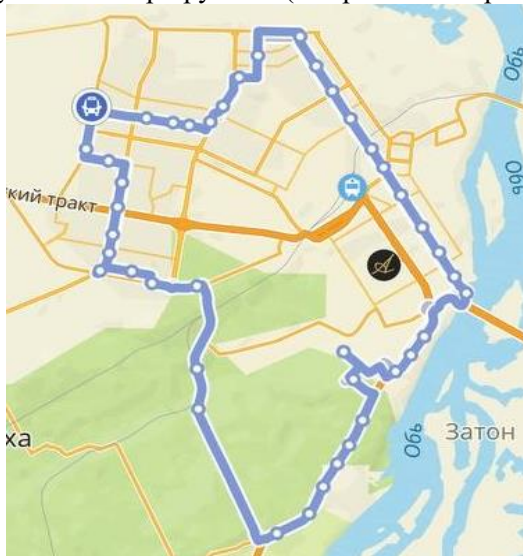


Рисунок 3 – Маршрут 29 (Солнечная поляна – Солнечная поляна)

В Барнауле 10 мая 2022 года начался ремонт путепровода. Сначала движение ограничили по одной половине города – в сторону центра. Уже тогда в городе образовались заторовые ситуации. 21 мая 2022 года был перекрыт и путь в центр, мост полностью стал

недоступен для всех видов транспорта. Магистральные железнодорожные пути, проходящие через середину города, разделяют транспортную схему на две принципиально разные части. Одной из точек соединения города – путепровод (рисунок 3). В связи с окончанием ремонтных работ и открытием моста 30 ноября 2023 года, данная проблема была частично снята [3].

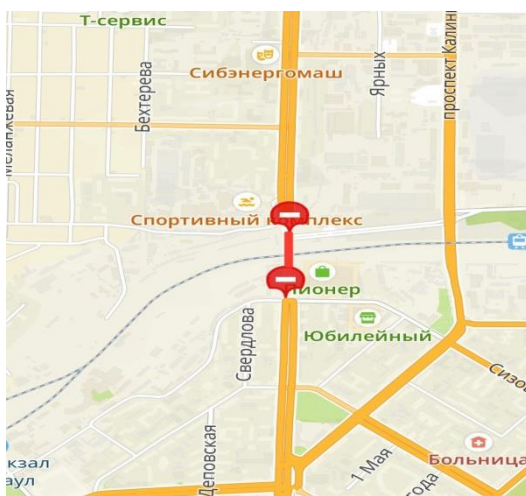


Рисунок 3 – Соединение путепровода и улиц

Возникли большие проблемы с движением маршрутных транспортных средств в связи с перегрузкой улично-дорожной сети из-за заторовых ситуаций. На время ремонта движение было направлено по проспекту Калинина и по улице Аносова, в связи с этим создавались огромные проблемы с движением не только личного, но и общественного транспорта. Это пытались решить с помощью выделения полос для общественного транспорта, но проблема не решилась в связи с тем, что в потоке обычные транспортные средства стали использовать эту полосу, тем самым нарушая движение общественного транспорта. Данная ситуация была частично решена путем последовательной установки автоматической фиксации нарушений, их стало меньше, но проблема не снялась. За период с начала 2023 года по данное время Барнаульские водители получили за проезд по выделенным полосам 26840 штрафов. Общая сумма задолженностей составила 40,2 млн рублей [4].

Город разделен на пять районов – Ленинский, Октябрьский, Индустриальный, Центральный и Железнодорожный район. Но основным местом притяжения является Центральный район, поскольку в данной области находятся крупные Вузы и учебные заведения, такие как: АлтГТУ имени Ползунова, Алтайский государственный университет, Алтайский государственный педагогический университет, Алтайский государственный аграрный университет, Алтайский государственный медицинский университет и другие. Ежедневно в центр едет более 30000 тысяч человек. Из-за огромного пассажиропотока идет перегрузка дороги, это и является одной из основных проблем. Ухудшает ситуацию в данной области дублируемость маршрутов, которая создает заторовые ситуации общественного транспорта. Необходимы маршруты, которые будут дополнять друг друга, а не дублировать. Для оптимизации общественного транспорта города Барнаул, необходимо вносить корректировку действующих маршрутов.

В качестве примера на рисунке 4 представлены маршруты №144, №10, №53, №35, и №1, №24, №25 [2].



Рисунок 4 – Дублирующие маршруты

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что сеть общественного транспорта в городе достаточно несовершенна, в связи с этим требуется большое количество работ по всем направлениям. Маршрутная сеть развивается медленно и не видно качественного совершенствования структуры подвижного состава. Необходимо ввести изменения не только по улично-дорожной сети, но и рассмотреть корректировку дублируемых маршрутов общественного транспорта. Это можно сделать с помощью объединения данных маршрутов и введения единого проездного билета с бесплатной пересадкой, что позволит убрать дублирующие маршруты, разгрузить центральные улицы города и улучшить проблему с заторовыми ситуациями общественного транспорта. Также нужно рассмотреть вариант проведения маршрутов в новые районы города.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Постановление правительства Российской Федерации «О федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в 2013 – 2020 годах» от 3.10.2012 № 864 // Официальный интернет – портал правовой информации. – 2013 г. – с изм. и допол. в ред. (дата обращения 03.12.2023).
2. Общественный транспорт города Барнаул / [Электронный ресурс]– [https://2gis.ru/barnaul?m=83.748943%2C53.357636%2F12.13&layer=eta:\[сайт\]](https://2gis.ru/barnaul?m=83.748943%2C53.357636%2F12.13&layer=eta:[сайт]). - URL: <https://2gis.ru/barnaul> (дата обращения: 03.12.2023).
3. Ремонт путепровода в Барнауле // URL: <https://www.amic.ru/news/konceptsiya-i-subbotniki-kak-aktivisty-pytayutsya-sozdat-park-300-letiya-barnaula-531725> (дата обращения: 03.12.2023).
4. Штрафы за проезд по выделенным полосам // URL: <https://www.amic.ru/news/stalo-izvestno-skolko-shtrafov-poluchili-voditeli-barnaula-za-proezd-po-vydelenkam-528991> (дата обращения: 03.12.2023).

АНАЛИЗ ИМПОРТА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРОИЗВОДСТВА КНР

Мишин Святослав Игоревич, магистрант, svatoslavmisin910@mail.ru
Чингулин Александр Сергеевич, магистрант, aleksandr.chingulin@ipc-oil.ru
Кузнецов Евгений Евгеньевич, д.т.н., доцент, ji.tor@mail.ru
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»,
г. Благовещенск, Россия

В статье проведён анализ импорта автомобильной продукции из Китая в России в период 2022- 2023 гг. и приводятся направления повышения эффективности приграничной торговли КНР и Российской Федерации.

Ключевые слова: импорт, грузовой автомобиль, легковой автомобиль, автомобильный рынок, спрос, цена.

Амурская область является одним из ключевых регионов Российской Федерации, который граничит с Китаем и имеет прямые транспортные связи с китайскими городами, что позволяет обеспечить оптимальную логистику и сократить время доставки товаров.

В современной ситуации, учитывая многочисленные наложенные на Российскую Федерацию санкции и прекращение деятельности значительного количества европейских компаний, известные иностранные автомобильные бренды постепенно вытесняются другими поставщиками как грузовой, так и легковой техники [1].

Некоторые недружественные страны уже ввели полный запрет на ввоз новых автомобилей своих брендов на территорию нашей страны, однако автомобильный рынок отреагировал адекватно и постепенно насыщается новыми марками автомобилей и специальной техникой, импортируемой из Ирана, Индии и Китая. Вместе с тем несомненным лидером импорта является Китайская народная республика (КНР) [2].

Основные марки поставленных и проданных в России грузовых автомобилей КНР в динамике за 2022–2023 год представлены в таблице 1 и в виде диаграммы на рисунке 1.

Таблица 1 - Количественное соотношение импорта грузовых автомобилей КНР в Россию по годам

Марка	2022	2023
SITRAK	964	17984
SHACMAN	6103	15724
FAW	2283	11516
HOWO	2441	5233
FOTON	0	4313
DONGFENG	0	2668
JAC	1724	2591

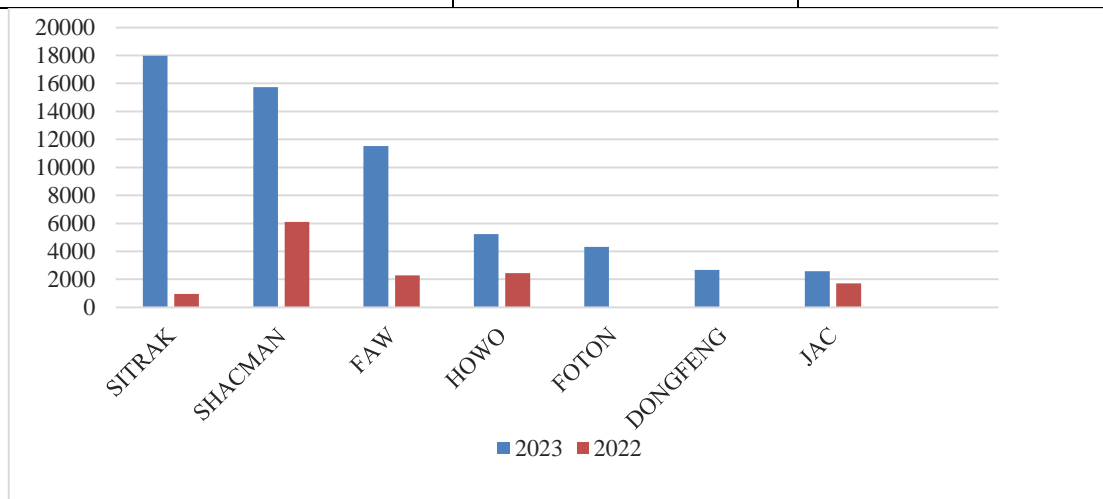


Рисунок 1 - Основные марки поставленных и проданных в России грузовых автомобилей КНР

В прошлые годы из Китая ввозились в основном техника известных мировых брендов, собранная в стране, а сейчас же все большую долю занимают именно продукция китайских производителей. Импорт грузовых автомобилей и специальной техники увеличился в 4 раза по сравнению с 2021 годом и составил около 32000 единиц техники, причем более 10800 из них завезены именно через Амурскую область.

Представителей западных марок все еще можно встретить на торговых площадках и дорогах России, но в связи с тем, что продажи в стране этой техники, комплектующих к ней и техническое обслуживание машин были прекращены, а также практически остановлен импорт из западных стран технических средств, необходимых для содержания собственных брендов грузовых автомобилей, отечественные перевозчики всё больше обращают внимание на марки автомобилей из КНР, которые, также обладая высокими надёжностными и эксплуатационными характеристиками, не критично уступают по качеству западным аналогам, при этом в ценовом эквиваленте находясь приблизительно на одном уровне с российскими автомобилями марки КАМАЗ и белорусским МАЗом [3].

Учитывая, что на начало 2023 года специальная техника и грузовые автомобили уже подорожали на 40–50%, цены на самосвалы FAW и КАМАЗ 2023 года выпуска колеблются от 8,5 до 11 млн. рублей, тогда как самосвалы западных марок уже стоят не менее 18 млн. рублей.

Импорт легковых автомобилей из КНР также стремительно набирает обороты. Так, к концу 2022 года импорт легковых автомобилей составил 162 тысячи единиц техники, что на 33,4% больше, чем за 2021 год. И по итогу года россиянами было приобретено 121,8 тысяч автомобилей китайских марок, что в сравнении с 2021 годом больше на 7%. В 2023 году Россия стала главным импортером китайской техники. Только за прошедшие полгода Китай поставил нам 325,8 тысяч легковых автомобилей. Основные поставляемые в Россию бренды: Chery; Geely; Haval; Changan; Exeed; Omoda [3].

Самые продаваемые в России марки легковых автомобилей производства КНР представлены в таблице 2 и на рисунке 2.

Таблица 2 - Количественное соотношение ввезённых в Россию и проданных легковых автомобилей КНР

Марка	2022	2023
Chery	39300	46970
Haval	34100	39900
Geely	26700	32600
Changan	2550	11300
Exeed	12100	15200
Omoda	1239	14600

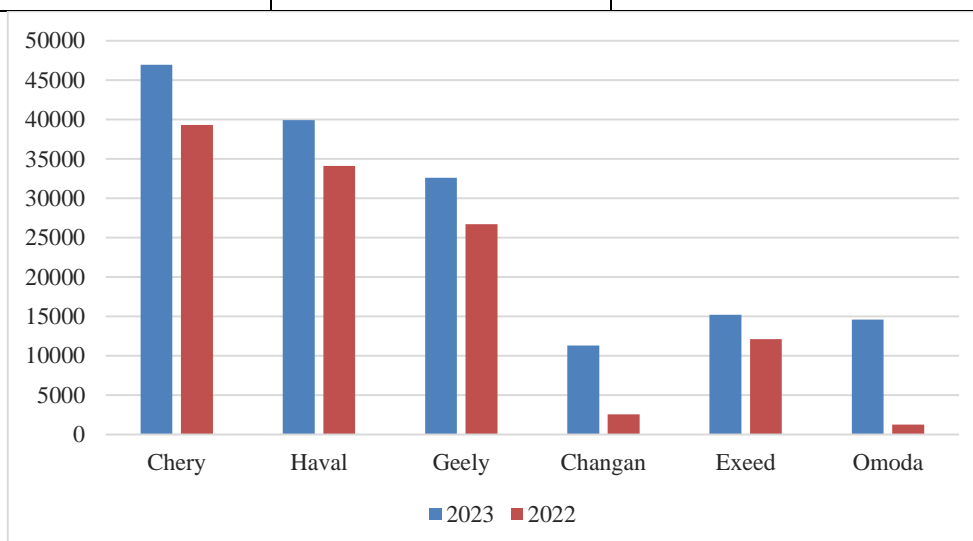


Рисунок 2 - Основные марки легковых автомобилей, поставляемых в Россию из КНР

В рейтинг самых востребованных в дальневосточном регионе, исконно ориентированном на праворульные японские автомобили, китайских моделей по итогам января-сентября 2023 года, согласно данным «Авито Авто», вошли (в порядке убывания доли спроса): гибридный кроссовер Voyah Free, электромобиль Hongqi E-HS9 и Geely Tugella. На долю Voyah Free в январе-сентябре 2023 года пришлось 7,1 % от общего спроса на автомобили с пробегом китайских моделей в Амурской области, на долю Hongqi E-HS9 — 5,4 %, на долю Geely Tugella — 4,5 % [4].

Чтобы подстроить мощность под рост импорта Благовещенский пункт пропуска с 03.01.23 перешел на круглосуточный режим работы вместо 16-часового, как было ранее. Если в 2022 году за 16 часов международный мост Благовещенск-Хэйхэ пересекало около 150 единиц техники, то переход на адаптивный режим работы позволил увеличить этот показатель до 200–250 единиц за сутки.

Также в грузовом терминале была увеличена и территория для хранения грузов, и техники соответственно. А 25 мая 2023 г. в Благовещенске, в нулевой день проведения Российско-Китайского экономического форума «Амурэкспо-2023», вблизи мостового перехода через реку Амур, состоялся торжественный запуск таможенно-логистического терминала. Объект, в котором расположены различные склады хранения с максимальной автоматизацией всех процедур, готов к оказанию клиентам комплексных таможенных услуг для импортного и экспортного грузопотока, рисунок 3 [5].



Рисунок 3- Открытие таможенно-логистического терминала (ТЛТ)

В будущем же планируется введение в эксплуатацию комплекса новых зданий, с учетом планируемого расширения, что позволит круглосуточно обслуживать до 600 автомобилей в сутки. Кроме того, часть существующих площадей ТЛТ будет перепрофилирована и позволит разместить до 400 единиц колесной самоходной техники и до 100 длинномерных фур.

Таким образом, современная инфраструктура таможенных объектов вкупе с развитием транспортной системы региона, учитывая рост интереса к приграничной торговле со стороны обеих государств и тренд к явному повышению объемов как ввоза автомобилей, специальной техники, так и экспортно-импортных операций в сфере агропромышленного комплекса, послужат мощным драйвером к развитию региона и привлечению высококвалифицированных кадров в хозяйства Дальневосточных регионов России.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Грузовые и Легковые автомобили Дром.
([https://www.drom.ru/spec/faw/truck/all/?frametype\[\]=43&frametype\[\]=24](https://www.drom.ru/spec/faw/truck/all/?frametype[]=43&frametype[]=24))

2. Импорт автомобилей в Россию. Государство. Бизнес. Технологии. ([https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Импорт автомобилей в Россию](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Импорт_автомобилей_в_Россию))
- 3.Импорт Спецтехники из Китая. Спецтехника и транспорт (<https://spec-technika.ru/2023/04/import-spectehniki-iz-kitaja/>)
4. Импорт автомобилей в Россию: статистика последних месяцев (<https://autoreview.ru/news/import-avtomobiley-v-rossiyu-statistika-poslednih-mesyacev>)
5. Министерство Российской Федерации по развитию Дальнего востока и Арктики. (https://minvr.gov.ru/press-center/news/rezident_tor_amurskaya_zapustil_klyuchevoy_logisticheskij_kompleks_na_granitse_s_kitaem/)

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Мягкова Наталья Андреевна, к.э.н., доцент, kafedra-n@yandex.ru
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул,
Россия

Эксплуатация автотранспорта сопряжена с рядом особенностей, выделяющих данную сферу деятельности, которые в свою очередь отражаются на процессе управления персоналом, начиная от подбора кадров до обучения, повышения квалификации персонала. В данной статье отражены факторы, оказывающие влияние на процесс управление персоналом на автотранспортном предприятии.

Ключевые слова: управление персоналом на автотранспорте; обучение производственного персонала, тахограф, устройство системы «Платон».

Управление персоналом предполагает систему мероприятий, призванных эффективно формировать кадровую политику, осуществлять подбор кадров, их учёт; формировать бюджет затрат на персонал; начислять и выплачивать зарплату, налоги и отчисления в фонды; применять систему мотивации. Кроме того, управление персоналом подразумевает организовать процесс адаптации и наставничества; проводить работу с кадровым резервом; формировать корпоративный дух у коллектива организации; организовывать обучение персонала, повышение квалификации работников различных профессий; осуществлять аттестацию персонала. Можно отметить, что перечисленные виды деятельности носят универсальный характер, т.к. присущи всем организациям, не зависимо от формы собственности, организационно-правовой формы, сферы деятельности. Универсальность рассматриваемых мероприятий позволяет программному продукту «1С:Зарплата и управление персоналом» систематизировать информацию в различных организациях. Удобные и гибкие механизмы настройки отчетов позволяют получать полную и достоверную информацию в самых разных аналитических разрезах, для различных категорий пользователей: высшего звена руководства, работников бухгалтерии, службы управления персоналом, кадровой службы и других. Принимая во внимание экономические задачи организации, целями управления персоналом становятся оптимизация издержек, минимизация операционных затрат, поддержание производительности персонала. Особое значение приобретает цифровизация и автоматизация бизнес-процессов на предприятиях и, в том числе в процессе управления персоналом. Отраслевая принадлежность организации, предприятия накладывает отпечаток на систему управления персоналом, в этом случае проявляется специфика каждой отрасли. В частности, управление персоналом на автотранспортном предприятии (АТП) имеет свои особенности. В первую очередь необходимо учитывать влияние данного процесса на безопасность функционирования автотранспортного предприятия. В литературе среди особенностей выполнения работ на автотранспортном предприятии, выделяются следующие[1]:

- масштабность работы транспорта (широкая география перемещения грузов), взаимодействие с другими отраслями: работники несут ответственность за доставку груза, выполняя сроки и условия транспортировки;

- при принятии управленческих решений учитывается значительное число влияющих факторов в связи с большим разнообразием доставляемых грузов и требований к транспортировке, тем самым повышается требование к уровню квалификации работников;

- непрерывность технологического процесса работы транспорта требует овладения смежными профессиями, повышает роль социального и психологического аспектов управления персоналом;

- удаленность экипажей транспортных средств от системы управления предприятием усложняет взаимодействие производственного и управленческого персонала, повышает требования к достоверности информации – в данной статье, опираясь на данную особенность работы на АТП, приведены примеры направлений обучения производственного персонала;

- транспорт является системой повышенной опасности, что требует оперативного принятия решений;

- сезонность работы транспорта оказывает непосредственное влияние на процесс управления персоналом в периоды спада спроса на перевозки и в периоды пика спроса;

- особое внимание уделяется психофизическим качествам и свойствам личности работников с точки зрения обеспечения безопасности как в процессе подготовки транспортного средства к рейсу, так и в процессе доставки грузов;

- требования к квалификации персонала возрастают по той причине, что автотранспорт оказывает воздействие на окружающую среду.

В современных условиях изменения логистических цепочек в результате обостряющихся политических факторов, требования к персоналу автотранспортных предприятий повышаются.

Как было указано выше, система управление персоналом предполагает обучение и повышение квалификации персонала. Современные технологии, применение спутниковых систем наблюдения, распространение цифровизации в различных областях деятельности, повышает требования к персоналу, занятому на автотранспорте. В рамках данной статьи рассмотрим примеры обучения персонала по освоению современных систем контроля, который осуществляется дистанционно.

Прежде чем рассмотреть примеры направлений обучения работников АТП, следует уточнить состав производственного персонала. Он включает:

а) рабочие, которыми являются работники, непосредственно занятые созданием материальных ценностей, ремонтом основных средств, перемещением грузов, перевозкой пассажиров; рабочие в свою очередь подразделяются на:

- основных: водители;

- вспомогательных: ремонтные, вспомогательные рабочие.

б) руководители АТП: возглавляют предприятия и их структурные подразделения.

в) специалисты: работающие в подразделениях.

г) служащие: осуществляют подготовку документации, учёт и контроль, хозяйственное обслуживание и делопроизводство [2].



Рисунок 1 – Тахограф для эксплуатации на территории РФ

Рисунок 2

– Тахограф европейского стандарта



Производственный персонал проходит обучение и повышение квалификации по получению навыков работы с тахографом – контрольным устройством, регистрирующим скорость, режим труда и отдыха водителей и членов экипажа. Модель данного прибора, эксплуатация которого осуществляется на территории РФ, отражена на рисунке 1.

Европейский стандарт тахографа представлен на рисунке 2.

Кроме того, обучение персонала проходит по программе эксплуатации бортового устройства системы «Платон», фиксирующее проезд по федеральной трассе (рисунок 3).



Рисунок 3 – Рамка системы «Платон»

В автомобиле устанавливается бортовое устройство (рисунок 4) - объект системы взимания платы, представляющий собой техническое устройство, позволяющее при помощи технологий спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS, определять маршрут движения транспортного средства по автомобильным дорогам общего пользования федерального значения.



Рисунок 4 – Бортовое устройство

В качестве выводов можно выделить следующие моменты:

1. Управление персоналом при всей универсальности мероприятий этого процесса, в различных отраслях имеет свою специфику.
2. На предприятиях АТП проявляется специфика кадрового состава и условия выполнения работ.
3. Для каждой категории работников на АТП осуществляются соответствующие мероприятия по обучению и повышению квалификации, подбору и учёту кадров, мотивации, адаптации, по управлению конфликтными ситуациями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Марикуца Д., В управлении людьми необходимо соблюдать баланс//Управление персоналом, №19, 2022. С.19-20.

Режим доступа: <https://www.top-personal.ru/magazine.html?669>

2. Пеньшин Н.В., Лавриков И.Н., Экономическая эффективность управления персоналом на автотранспорте//Вопросы современной науки и практики, №4, 2014. С.154-164.Режим доступа: <http://vernadsky.tstu.ru/pdf/2014/04/23.pdf>

3. Прошина Ю.А. Актуальные проблемы кадровой политики на предприятиях пассажирского автомобильного транспорта//Вестник университета, №6, 2016. С.207-211.

Режим доступа: <https://vestnik.guu.ru/jour/article/view/237/1303>

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ НА ТРАНСПОРТЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ «ВОДИТЕЛЬ-АВТОМОБИЛЬ-ДОРОГА-ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА»

Баранов Александр Алексеевич, студент ЛФИ НИУ МФТИ

Баранов Алексей Сергеевич, к.т.н., доцент, e-mail: baranowas@mail.ru

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

Проведен анализ программных продуктов для моделирования элементов системы «водитель-автомобиль-дорога-окружающая среда» в комплексе. Рассмотрены отдельные аспекты моделирования каждого из элементов этой системы. Для моделирования также предложены разработанные способы ориентации на местности, определения профиля опорной поверхности и способ моделирования управляющих воздействий со стороны водителя на органы управления мобильной машины.

Ключевые слова: моделирование, элементы, система «водитель-автомобиль-дорога-окружающая среда», программный продукт, прикладные программы.

Моделирование элементов системы «Водитель – автомобиль – дорога - окружающая среда» играет значительную роль в работе над совершенствованием процесса движения и управления мобильной машиной.

Наиболее цельно данная система может быть смоделирована только путем проработки каждого из ее элементов.

Моделирование составляющей системы «Водитель» представляется наиболее сложной задачей, поскольку управляющие воздействия и поведение в целом данного элемента сложно прогнозируемо. При моделировании следует руководствоваться только теми требованиями правил дорожного движения, которые регламентируют действия водителя, а также рядом психофизиологических моментов, являющихся отражением возникшей дорожно-транспортной ситуации. Для моделирования управляющих воздействий можно использовать модели стандартных маневров, выполняемых мобильной машиной при движении по дорогам общего пользования [1]. Различные комбинации этих маневров полностью отражают процесс управления мобильной машиной.

Также для моделирования движения в потоке важной составляющей является возможность распознавания характерных элементов окружающей обстановки. Для этой цели на кафедре разработан способ определения положения мобильной машины на плоскости [2]. Способ заключается в том, что на местности располагают «реперные точки», с помощью которых имеется возможность определять местоположение мобильной машины на этом участке местности. Стоящая на мобильной машине распознающая аппаратура в постоянном режиме определяет координаты мобильной машины на плоскости и пересчитывает их в конкретное положение относительно базовой координатной прямой, относительно которой происходит движение.

Моделирование элемента системы «Автомобиль» в настоящее время может быть выполнено при помощи различных прикладных программ. В настоящий момент на рынке имеются два программных продукта для моделирования мобильной машины в комплексе. Это RecurDyn производства Германии [3] и отечественная разработка «Универсальный механизм» [4]. RecurDyn – это междисциплинарный программный пакет для автоматизированного проектирования (САЕ). RecurDyn моделирует динамику как жестких, так и гибких тел, комбинируя моделирование динамики жестких тел с передовой технологией конечных элементов для моделирования гибких тел. Кроме того, RecurDyn включает в себя тесно интегрированный инструмент проектирования контроллеров, оптимизации конструкции, динамики частиц для гранулированных материалов, а также

анализа долговечности и усталости. RecurDyn также поддерживает совместное моделирование с различными другими программными средствами автоматизированного проектирования. «Универсальный механизм» - программный продукт, позволяющий моделировать динамику и кинематику мобильных машин. В частности программа помогает решать прямые и обратные задачи управления движением мобильной машины. Для анализа движения модели доступны ключевые расчетные параметры, включая координаты и скорости движения. В структуре «Универсального механизма» имеется Автомобильный модуль (UM Automotive). В состав модуля включены математические модели водителя и набор типовых маневров для оценки динамических свойств автомобилей: разгон и торможение в прямой, смена полосы движения, торможение в повороте, сброс газа в повороте, рывок руля и т.п.

В сравнении с «Универсальным механизмом» RecurDyn имеет ряд плюсов, таких как: более удобный и интуитивно-понятный визуальный интерфейс; возможность использовать как твердые, так и гибкие тела при моделировании, что весьма расширяет возможности проектирования; наиболее быстрый линейный решатель, также большее количество типов файла, которые может воспринимать программа. Из недостатков можно отметить отсутствие поддержки на российском рынке, невозможность приобретения программы для потребителей из РФ, большое количество ограничений в версии для студентов, бесплатный период всего 30 дней, а также отсутствие русификации интерфейса, что усложняет использование.

Моделирование элемента системы «Дорога» представляет собой двухкомпонентную задачу. Во-первых, интересна модель опорной поверхности и исследование возможности движения по ней. Во-вторых, необходимо исследовать процесс взаимодействия опорной поверхности и шины мобильной машины. Опорная поверхность может быть воссоздана и смоделирована при помощи применения способа определения координат точек и ориентации участков поверхности тела сложной формы [5]. Этот способ заключается в размещении на опорной поверхности меток круглой формы известного размера. При помощи анализа изображения этих меток при восприятии опорной поверхности путем фото- или видео съемки возможно определить кривизну этой поверхности и по характерным координатам построить цифровую трехмерную модель опорной поверхности. Координаты смоделированной поверхности можно использовать в качестве исходных данных при моделировании движения мобильной машины с помощью «Универсального механизма».

Что касается исследования взаимодействия опорной поверхности и шины мобильной машины с точки зрения сцепных свойств, то моделирование этого взаимодействия можно провести также с помощью автомобильного модуля UM Automotive «Универсального механизма», который включает в себя модели шин.

Моделирование взаимодействия элемента системы «Окружающая среда» с элементом «Автомобиль» можно рассматривать также в двух аспектах. Во-первых, это взаимодействие мобильной машины с воздушной средой при выполнении транспортной работы. Во-вторых, это взаимодействие мобильной машины с различными средами при выполнении технологических операций, например, при проведении обработки почвы.

Взаимодействие мобильной машины с воздушной средой возможно моделировать при помощи программного продукта RecurDyn. RecurDyn включает в себя бесшовную среду совместного моделирования для совместного моделирования с вычислительным решателем гидродинамики Particleworks от Promotech, позволяющую проводить детальный анализ взаимодействия жидкостей и систем с несколькими телами. Взаимодействие воздушной и жидкостной среды, например, с элементами мобильной машины аналогично. Поэтому данный продукт подходит для моделирования такого взаимодействия.

Что касается взаимодействия, например, рабочих органов с почвой, то для решения этой задачи подойдет модель взаимодействия симметричных рабочих органов с почвой при наличии колебаний в горизонтальной и вертикальной плоскости [6]. Эта модель позволяет определить величины сопротивлений рабочих органов мобильной машины при обработке

почвы, а также определить величину тягового усилия, необходимого для движения прицепного звена с этими рабочими органами. Кроме этого, она учитывает изменение тягового усилия при возникновении колебаний рабочих органов.

Таким образом, можно отметить, что синтез моделей каждого из элементов системы «Водитель – автомобиль – дорога - окружающая среда» позволит получить комплексную модель системы в целом, позволяющую определять любые параметры взаимодействия элементов этой системы между собой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Павлюк А.С., Баранов А.С. Исследования процессов управления автомобилем: учебное пособие для студентов направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». Барнаул : Издательство АлтГТУ им. И.И. Ползунова, 2017. 112 с.
2. Патент РФ RU2 608 792 С2 Способ определения положения мобильной машины на плоскости: №2015129183/06: заявл. 16.07.2015: опубл. 24.01.2017/ А.С. Павлюк. А.С. Баранов; заявитель, патентообладатель Алт. гос. техн. ун-т. - Бюл. №3.
3. RecurDyn - <https://www.functionbay.org/> (дата обращения: 23.12.2023).
4. Universal Mechanism - <http://www.umlab.ru/pages/index.php?id=1> (дата обращения: 23.12.2023).
5. Пат. 2162591 Способ определения координат точек и ориентации участков поверхности тела сложной формы: Россия, М.пл⁵, G 01 В 11/24,11/16. Опубл. 2001/ А.С. Павлюк, С.Н. Бизяев, С.А. Павлюк, А.С.Баранов; заявитель, патентообладатель Алт. гос. техн. ун-т. - Бюл. № 3 (ч.II).
6. Баранов А.С. Сопротивление почвы движению рабочих органов // 60-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава Алтайского государственного технического университета, посвященная 60-летию Автотракторного факультета АлтГТУ/ Алт.гос.техн. ун-т им. И.И. Ползунова. Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2002. С 12-13.

«УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ»: ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

Данилов Данил Алексеевич, студент

Руденок Елизавета Александровна, студент, e-mail:elizavetarudenok3@gmail.com

Шебалин Владислав Константинович, студент

Баранов Алексей Сергеевич, к.т.н., доцент, e-mail: baranowas@mail.ru

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

В данной статье рассматривается программа для компьютерного моделирования «Универсальный механизм». Описываются его функционал и возможности, а также преимущества и недостатки на фоне подобной ему программы зарубежной разработки. В заключении отмечаются причины выбора студентами АлтГТУ именно «Универсального механизма» в качестве платформы для выполнения задач по проектированию возможных ситуаций в дорожной среде.

Ключевые слова: моделирование, «Универсальный механизм», проектирование, программа, сравнение.

В настоящее время существует множество различных программ для моделирования, способных не только создать объект, но и проследить за его поведением в возможных ситуациях и даже предоставить отчет о полученных им нагрузках. В данной работе мы рассмотрим одну из таких программ под названием «Универсальный механизм» [1], а также сравним её с одним из зарубежных аналогов и попытаемся выяснить, какой из вариантов предпочтительнее для студентов Алтайского государственного технического университета.

Универсальный механизм - программный комплекс отечественного производства, созданный научно-исследовательской лабораторией «Вычислительная механика» Брянского государственного технического университета [2]. Предназначен для моделирования динамики и кинематики различных машин и механизмов, таких как автомобили, железнодорожные экипажи, космические конструкции, различные роботы и манипуляторы и т.п. Программа помогает решать прямые и обратные задачи динамики, кинематики и управления, поэтому в большинстве своём ориентирована на инженеров, проектировщиков и исследователей, которые сталкиваются с прикладными задачами динамического поведения механизмов и машин.

При компьютерном моделировании механизмы представляются как системы твердых тел, шарниров и силовых элементов. Разумеется, использование при моделировании лишь абсолютно твердых тел накладывает определенные ограничения на класс задач, которые могут быть решены с помощью Универсального механизма. Несмотря на это, данный класс всё ещё достаточно велик по объему, так как возможности комплекса распространяются на большую часть систем, где применяют методы теоретической и прикладной механики.

В процессе расчёта на Универсальном механизме поддерживается анимация движения модели, для анализа доступны ключевые расчетные параметры, включая координаты, скорости, ускорения, силы реакций в шарнирах, усилия в пружинах и др. В данном программном комплексе принята система единиц СИ. Для анализа в доступе есть почти все необходимые величины: координаты, скорости, ускорения, силы реакций в шарнирах, усилия в пружинах и прочее. Развитый постпроцессор программы позволяет проводить линейный и статистический анализы, многовариантные расчеты и оптимизацию, экспорт результатов.

Препроцессор и постпроцессор Универсального механизма поставляются в различных конфигурациях. Базовая конфигурация программы – это законченный продукт, позволяющий пользователю проводить анализ динамики механических систем. Однако функциональность минимального наполнения УМ можно расширить, воспользовавшись дополнительными модулями. Всего существует 18 модулей, предназначенных для расширения функциональности системы, однако для нас с точки зрения автомобильного транспорта наибольший интерес представляет один из них. Остановимся на нём подробнее.

Автомобильный модуль UM Automotive включает в себя модели шин, программные инструменты задания макро- и микропрофиля дорожного полотна, математические модели водителя, набор типовых маневров, а также библиотеку различных подвесок и элементов трансмиссии.

В возможности автомобильного модуля входит: анализ динамики и поведения автомобиля на дороге в различных условиях, улучшение ходовых качеств автомобиля, анализ несущих конструкций, подвески, рулевого управления и маневров на полной модели автомобиля, изучение влияния различных конструктивных решений и параметров ходовой части, анимация поведения автомобиля, вывод графиков показателей динамики, изучение отклика автомобиля при выполнении типовых маневров, моделирование пневматической подвески, импорт геометрии из популярных CAD-пакетов и форматов STEP и IGES, возможность учёта упругости несущих конструкций.

Благодаря автомобильному модулю Универсального механизма, инженерам открывается возможность создания детальных моделей подвески и рулевого управления, анализа и улучшения динамических показателей автомобиля на этапе проектирования, оценки эффективности различных альтернативных технических решений, вариативности параметров автомобиля и условий эксплуатации, проведения виртуальных испытаний в различных условиях и выполнения произвольных манёвров. Программа успешно применяется для моделирования любой колёсной техники: легковых автомобилей, грузовиков, автобусов и пр.

В модуле собраны такие виды типовых подвесок легковых и грузовых автомобилей, как: зависимая подвеска с направляющими рычагами, подвеска на двойных поперечных

рычагах, подвеска на косых рычагах, подвеска Макферсона, подвески торсионно-рычажная, многорычажная и пружинная подвеска грузовиков. Модели подвесок в библиотеке системы разработаны таким образом, чтобы пользователю было максимально просто с их помощью создать модель автомобиля.

В состав модуля включены файлы спектральной плотности мощности микропрофилей и соответствующие им реализации для дорог с различным покрытием: цементобетон на жестком основании, асфальт в хорошем и удовлетворительном состоянии, булыжник в удовлетворительном состоянии.

Математические модели водителя и набор типовых маневров для оценки динамических свойств автомобилей: разгон и торможение в прямой, смена полосы движения, торможение в повороте, сброс газа в повороте, рывок руля и т.п. Анализ динамики автомобиля при помощи набора типовых тестов (в том числе ISO стандартов) позволяет исследователю получить целостную картину динамических свойств автомобиля.

С помощью данного модуля универсального механизма многие известные машиностроительные компании создают новые модели своих автомобилей и проводят их динамический анализ. Так, например, в рамках совместного проекта с БелАЗом [3] на Универсальном механизме были созданы несколько моделей самосвалов, в том числе и самосвала грузоподъемностью 450 тонн. Для каждой машины был проведен анализ нескольких вариантов конструктивных решений, определены усилия в элементах конструкции, посчитан порог статического опрокидывания, выполнено моделирование движения самосвалов по опытным участкам пути и проведено сравнение результатов численного моделирования и полевых испытаний карьерного самосвала.

Инженеры Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана также с помощью УМ разработали некоторое количество моделей КамАЗа, в том числе КамАЗ-6350 Мустанг. Для всех моделей провели анализ управляемости, устойчивости и тормозной эффективности.

Используя Универсальный механизм, компания [TigerSpider](#) (Австралия) [4] проводит экспертизу безопасности автопоездов в соответствии со стандартами, принятыми государством. Каждый автопоезд рассматривают по множеству показателей: по геометрическим показателям вписывания в повороты малого радиуса на малой скорости, по геометрическим показателям удержания в полосе движения на высоких скоростях и по показателям управляемости. По результатам расчетов каждому автопоезду присваивают свой класс, определяющий доступ к дорогам общего пользования.

Помимо Универсального механизма, существует ряд других достаточно востребованных среди профессий инженерного характера подобных программ. Одна из наиболее узнаваемых – RecurDyn [5]- междисциплинарный программный пакет для автоматизированного проектирования (CAE), основной функцией которого является моделирование динамики множества тел (MBD). RecurDyn моделирует динамику как жестких, так и гибких тел, комбинируя традиционную жесткую MBD с передовой технологией конечных элементов для моделирования гибких тел. Кроме того, RecurDyn включает в себя тесно интегрированный инструмент проектирования контроллеров, оптимизации конструкции, динамики частиц для гранулированных материалов, а также анализа долговечности и усталости. RecurDyn также поддерживает совместное моделирование с различными другими программными средствами автоматизированного проектирования. RecurDyn включает в себя бесшовную среду совместного моделирования для совместного моделирования с вычислительным решателем гидродинамики Particleworks от Promotech, позволяющую проводить детальный анализ взаимодействия жидкостей и систем с несколькими телами.

В сравнении с Универсальным механизмом RecurDyn имеет ряд плюсов, таких как: более удобный и интуитивно-понятный визуальный интерфейс; возможность использовать как твердые, так и гибкие тела при моделировании, что весьма расширяет возможности проектирования; наиболее быстрый линейный решатель; большее количество

специализированных узконаправленных расширений; более обширная библиотека ознакомительных лекций; так же большее количество типов файла, которые может воспринимать программа. Из недостатков можно отметить отсутствие поддержки на российском рынке, невозможность приобретения программы для потребителей из РФ, большое количество ограничений в версии для студентов, бесплатный период всего 30 дней, а также отсутствие русификации интерфейса, что усложняет использование.

Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод, что RecurDyn - это отличная программа для моделирования, но, принимая во внимание имеющиеся у неё недостатки, она проигрывает Универсальному механизму на поле российского рынка, особенно для студентов, так как имеет ограничения и является платной. Поэтому наш выбор пал именно на Универсальный механизм, который предоставляет намхоть и чуть менее удобнуювизуальную составляющую или немного меньшую библиотеку возможных для работы типов файлов, однако имеет русифицированный интерфейс и возможность получения поддержки от разработчика.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Universal Mechanism - <http://www.umlab.ru/pages/index.php?id=1>
2. ФГБОУ ВО Брянский государственный технический университет - <https://www.tu-bryansk.ru/index.php>
3. Belaz - <https://belaz.by/>
4. Tiger Spider - <https://tigerspider.com.au/about-us>
5. RecurDyn- <https://www.functionbay.org/>

АНАЛИЗ ПРИЧИН АВАРИЙНОСТИ НА ДОРОГЕ А-322 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО СЕРВИСА ГИБДД

Домашенко Алина Александровна, студент АлтГТУ

Печатнова Елена Владимировна, к.т.н., доцент, e-mail: phukcia@mail.ru

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

Изучение и анализ проблемы аварийности на федеральных автомобильных дорогах Алтайского края является важной задачей для повышения безопасности дорожного движения и предотвращения негативных последствий для жизни и здоровья граждан. Объемное исследование аварийности на федеральных автомобильных дорогах Алтайского края позволит разработать комплекс мер, направленных на снижение аварийности и обеспечение безопасности дорожного движения.

Ключевые слова: аварийность, федеральные дороги, Алтайский край, ДТП, повышение безопасности дорожного движения, исследование аварийности, обеспечение безопасности дорожного движения.

Аварийность на федеральных автомобильных дорогах представляет серьезную проблему, имеющую значительное влияние на безопасность и комфорт передвижения людей. Уровень дорожно-транспортной аварийности на таких дорогах остается на высоком уровне: в 2022 году в России произошло 18025 ДТП, в которых пострадало 25886 и погибло 4448 человек [1].

Причины аварийности - многообразны. Одной из основных проблем является увеличивающаяся интенсивность движения. Эксплуатация дорог в режиме перегрузки приводит к заторам и несоблюдению правил дорожного движения. Недостаточное количество полос и ненадлежащее организация движения на перекрестках лишь усугубляют ситуацию.

Недостаточное внимание со стороны водителей к соблюдению правил и безопасности также является серьезной причиной аварийности. Частое превышение скоростного режима, агрессивное поведение за рулем, нарушение правил обгона и неправильное использование предупредительных сигналов, превышение скорости, усталость водителя, а также

использование мобильных устройств за рулем – все это создает опасности на дороге и может приводить к ДТП. Недостаток опыта у некоторых водителей, особенно у молодых или новичков, также является фактором, способствующим столкновениям.

Еще одним фактором возникновения ДТП являются погодные условия. Дождь, снег, гололед, туман, сильный ветер - все эти факторы ухудшают видимость и снижают сцепление колес автомобиля с дорожным покрытием, что делает вождение опасным.

Аварийность на федеральных автомобильных дорогах Алтайского края – актуальная и проблемная тема, требующая незамедлительного внимания и решения [2, 3]. Количество дорожно-транспортных происшествий на данной территории достигает тревожных показателей, оказывая негативное влияние на безопасность участников дорожного движения и вызывая серьезные последствия для жизни и здоровья людей. В 2022 году на федеральных дорогах края отмечено 299 ДТП, в которых пострадало 477, а погибло 82 человека. По сравнению с предыдущим годом отмечен рост приведенных показателей: особенно следует подчеркнуть рост числа погибших – их число в 2022 году возросло на 24%.

В связи с перечисленными фактами особую актуальность приобретают задачи, связанные с анализом аварийности. Целью работы является анализ показателей аварийности на федеральной дороге А-322 Барнаул – Рубцовск – государственная граница с Республикой Казахстан с использованием специализированного сервиса.

Специализированный сервис ГИБДД [1] позволяет анализировать различные показатели аварийности, включая общие сведения, построение линейных графиков, диаграмм, анализ карточек ДТП и пр.

Для анализа показателей получены сведения за 2021 и 2022 годы.

В 2021 году на федеральной автомобильной дороге А-322 произошло 69 ДТП. Из общего числа количества ДТП, погибло – 21 человек, получили ранения, различной степени тяжести – 111 человек.

При рассмотрении данных о ДТП, в основном фигурировали такие виды ДТП, как:

1. Столкновение (42)
2. Съезд с дороги (12)
3. Наезд на пешехода (5)
4. Опрокидывание (5)
5. Наезд на препятствие (3)
6. Наезд на стоящее ТС (2).

В 2022 году на федеральной автомобильной дороге А-322 произошло 63 ДТП. Из общего числа количества ДТП погибло 28 человек, получили ранения различной степени тяжести – 88 человек. При рассмотрении карточек ДТП, в 2022 году отмечены те же виды ДТП, что и в 2021 году.

1. Столкновение (34)
2. Съезд с дороги (19)
3. Наезд на пешехода (6)
4. Опрокидывание (1)
5. Наезд на препятствие (1)
6. Наезд на стоящее ТС (2).

На рисунках 1 и 2 приведены линейные графики аварийности за 2021 и 2022 годы.

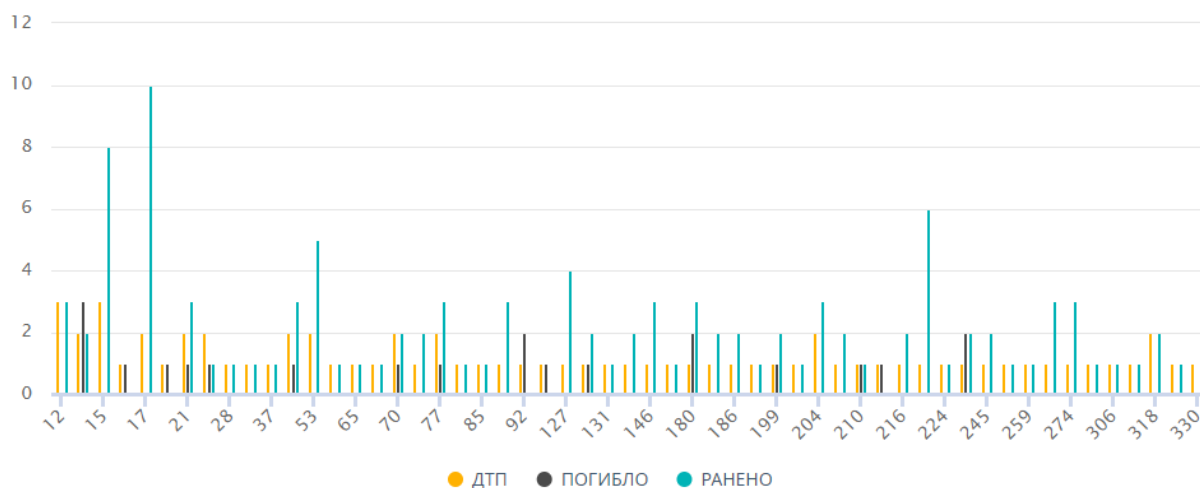


Рисунок 1 – Линейный график аварийности на дороге А-322 за 2021 год

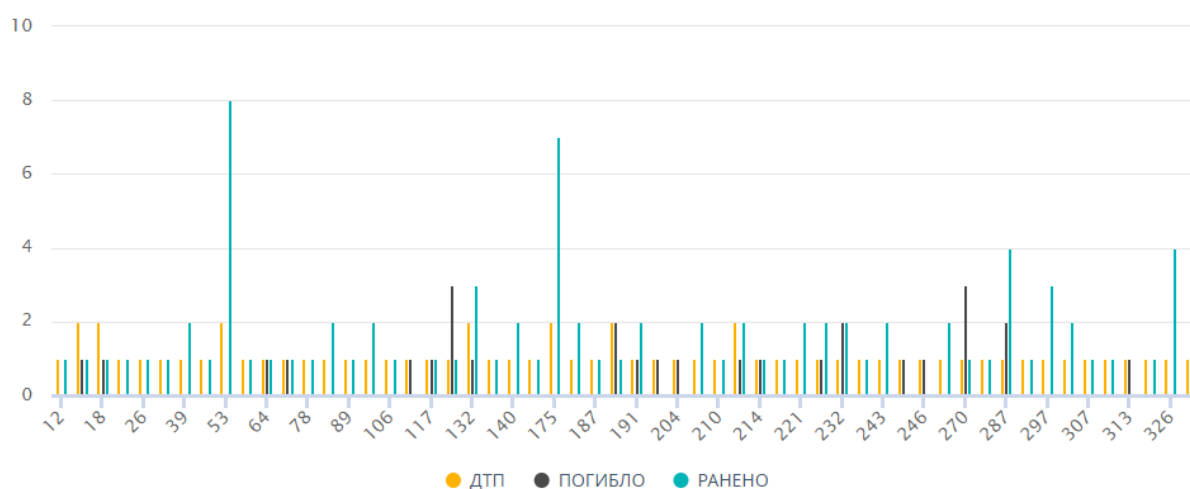


Рисунок 2 – Линейный график аварийности на дороге А-322 за 2022 год

Анализ графиков позволил сделать вывод о том, что высокая аварийность за оба года наблюдается на 15 км дороги (суммарно 5 ДТП за 2 года), и на 53 км дороги – всего 4 ДТП за 2 года. Кроме того, высокие показатели аварийности наблюдаются вблизи г. Алейска (120-130 км).

Наиболее часто, в ДТП фигурируют такие марки автомобилей, как: Toyota, Mitsubishi, Nissan, Hyundai.

Распределение ДТП по времени показало, что в основном, наибольшее количество ДТП, происходит в вечернее время суток (ориентировочно с 17:00-23:59). В ночное время фиксируется немного ДТП.

Анализ карточек ДТП показал, что ДТП способствуют следующие виды нарушений ПДД: несоответствие скорости конкретным условиям движения, неправильный выбор дистанции, выезд на полосу встречного движения, не соблюдение очередности проезда.

Среди объектов УДС вблизи ДТП наблюдались, АЗС и остановки общественного транспорта, но большее количество ДТП произошли на участках, где отсутствуют объекты УДС.

Для повышения безопасности движения на федеральных дорогах предлагаются следующие меры. В целях повышения уровня ответственности водителей следует продолжать работу по повышению качества обучения начинающих водителей, а также усилить работу служб ГИБДД при патрулировании федеральных дорог. Также эффективной мерой по предупреждению ДТП является увеличение количества камер фото-видеофиксации нарушению ПДД [4, 5]. Также перспективным направлением повышению уровня

безопасности движения является использования динамических информационных табло и знаков переменной информации, которые позволят информировать и предупреждать водителей об изменении дорожных условий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Официальный сайт Госавтоинспекции // Сведения о показателях безопасности дорожного движения // - [Электронный ресурс]. URL: <http://stat.gibdd.ru> (дата обращения: 27.11.2023).

2. Печатнова Е. В., Джурко А.И. Варианты снижения наездов на пешеходов на федеральных дорогах с помощью интеллектуальных транспортных систем // Актуальные вопросы автомобильного транспорта (Ават-2022) : Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Барнаул, 15–16 декабря 2022 года. – Барнаул: Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2023. – С. 127-130.

3. Новиков И. А., Печатнова Е.В. Выявление и визуальный анализ опасных участков федеральных дорог, связанных с наездами на пешеходов // Техника и технология транспорта. 2023. № 2(29).

4. Шихалеева А. В., Гатиятуллин М.Х. Факторы снижения аварийности на автомобильной дороге федерального значения А-295 // Техника и технология транспорта. 2022. № 4(27).

5. Джурко И. А. Влияние метеоусловий на возникновение наездов на пешеходов на федеральных дорогах // Наука и молодежь : Материалы XIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Барнаул, 18–22 апреля 2022 года. Том 1. Часть 1. – Барнаул : Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2022. С. 16-19.

СОСТОЯНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ С ОСОБО ТЯЖКИМИ ПОСЛЕДСТВИЯМИ ПО РЕГИОНАМ РОССИИ

Митрофанова Полина Юрьевна, студент, e-mail: polina.mitrofanova.2003@mail.ru
Печатнова Елена Владимировна, к.т.н., доцент, e-mail: phukcia@mail.ru

Проблемы аварийности, связанные с автомобильным транспортом, приобретают особую актуальность. Существует множество значительных факторов, осложняющих ситуацию на дорогах и угрожающих безопасности дорожного движения. В данное время проблеме безопасности дорожного движения уделяется особое внимание, в связи с приростом автотранспортных средств и протяженностью улично-дорожной сети. Между тем, отмечается недостаток научной оценки факторов, связанных с возникновением ДТП различной тяжести, в том числе ДТП с особо тяжкими последствиями.

Ключевые слова: ДТП с особо тяжкими последствиями, показатели ДТП, тяжкие последствия, ДТП, аварийность, безопасность, транспортные средства.

Актуальностью данной темы является положения Стратегии безопасности дорожного движения на 2018-2024 годы, которая направлена на значительное сокращение количества дорожно-транспортных происшествий. Для этого требуется проводить различные статистические анализы, которые будут направлены на дальнейшее составление различных мероприятий, по устранению причин, влияющих на дорожно-транспортные происшествия.

На сегодняшний день аварийность на российских дорогах является одной из самых высоких в мире, что считается демографической и социально-экономической проблемой государства [1]. Она представляет собой угрозу для национальной безопасности страны — уровень развития России достаточно высок. От того, как будут решены эти проблемы: с помощью предупреждения и снижения аварийности; или совершенствование законодательства в области обеспечения безопасности дорожного движения — зависит успешное развитие экономики страны и жизнь ее граждан.

В процессе государственного управления в сфере безопасности дорожного движения основными критериями для принятия различных мер, являются оценка последствий

дорожно-транспортных происшествий – гибель, ранения, моральные, экономические и другие факторы. Для разработки эффективных мер необходимо проводить детальный научный анализ ДТП различной степени тяжести. В настоящее время основным видом статистического анализа является оценка показателей аварийности по данным о ДТП с пострадавшими. При этом обычно отдельно не выделяются ДТП с особо тяжкими последствиями, хотя и доказано, что таким авариям способствуют иные факторы [2–4].

Целью работы является оценка показателей аварийности, связанных с ДТП с особо тяжкими последствиями.

Для выявления показателей дорожно-транспортных происшествий с особо тяжкими последствиями использован минимальный расчетный период – 3 года (2020 – 2022 годы). Используются данные о ДТП с особо тяжкими последствиями по регионам СФО.

Для получения данных использован специализированный сервис ГИБДД [5]. С его помощью получены карточки по каждому ДТП с особо тяжкими последствиями, которые произошли на территории регионов СФО за 2020 – 2022 год. Всего произошло 50 ДТП. Далее создана единая база данных, включающая сведения об основных показателях аварийности. Далее проведена обработка полученных данных.

На первом этапе работы проведена оценка суммарного количества ДТП этого вида за выбранный период по регионам. Результат представлен на рисунке 1.

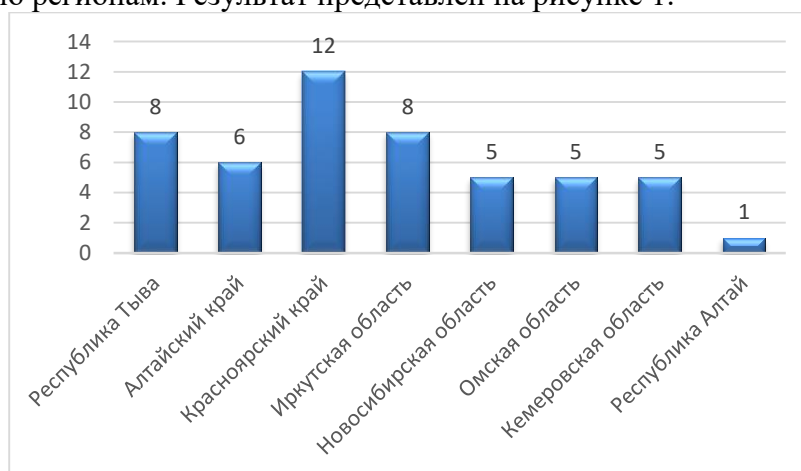


Рисунок 1 – ДТП с ОТП по регионам России за период с 2020 – 2022 года

Анализ данных показал, что наибольшее число ДТП с особо тяжкими последствиями произошло в Красноярском крае (12 ДТП за три года), также высокое число отмечено в Республике Тыва и Иркутской области (8 ДТП за три года). Наименьшее число происшествий приходится на Республику Алтай – за три года произошло 1 ДТП исследуемого вида.

На следующем этапе рассмотрена динамика изменения общих показателей ДТП с особо тяжкими последствиями (рисунок 2).

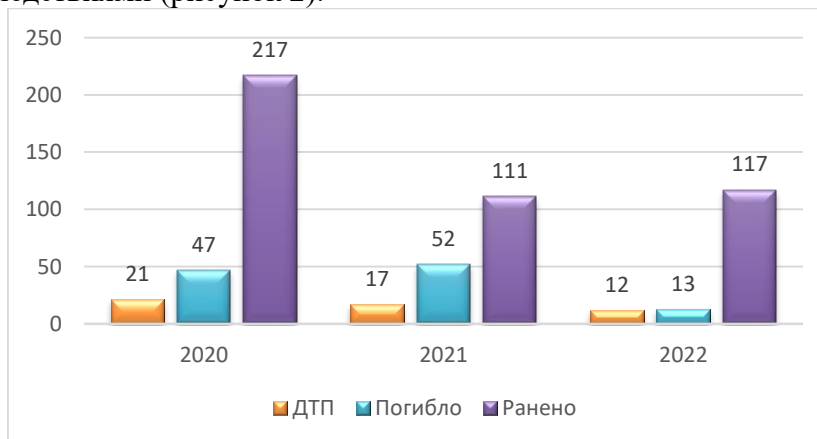


Рисунок 2 – ДТП с ОТП за трехлетний период

Анализ данных показал, что число ДТП за период с 2020 года по 2022 год снизились на 57,14% (на 9 ДТП), число раненых снизилось на 53,92% (на 100 человек), а количество погибших – на 27,66% (на 34 человек). Однако необходимо отметить, что при сравнении 2022 и 2021 года отмечен рост числа раненых в 2022 году; а при сравнении 2020 и 2021 года, в 2021 году отмечался рост числа погибших. Таким образом, нет устойчивого снижения показателей аварийности.

На рисунке 3 представлена гистограмма распределения суммарного числа погибших, раненых, участников и транспортных средств (ТС).

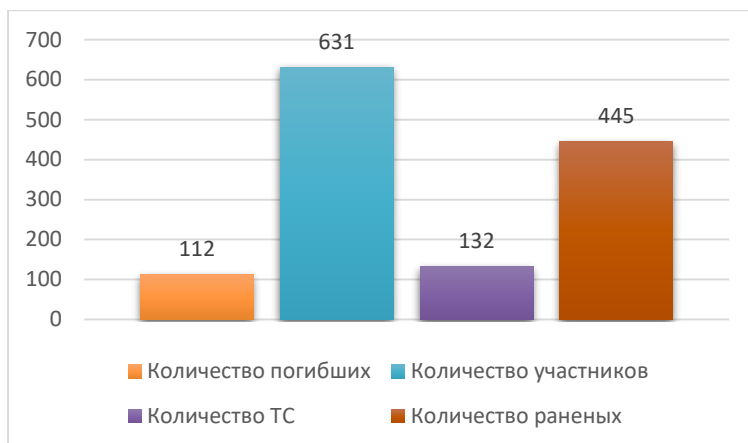


Рисунок 3 – Количество погибших, раненых и участников происшествий

Количество участников дорожно-транспортных происшествий - 631 человек, 445 из которых составляет количество раненых (71%), а 112 человек (18%) количество погибших (рисунок 3).

Также проведен анализ ДТП с особо тяжкими последствиями по видам (рисунок 4).



Рисунок 4 – Виды ДТП с ОТП по регионам за период с 2020-2022 год

Рассмотрев данный график можно сделать вывод, что наиболее часто встречающимся видом ДТП является столкновение (42 ДТП) что составляет 84% от общего числа. Наезд на стоящее ТС (3 ДТП) – 6%. Съезд с дороги и опрокидывание соответственно (3 ДТП – 6%) и (2 ДТП – 4 %).

Далее проанализировано распределение ДТП по часам суток (рисунок 5).

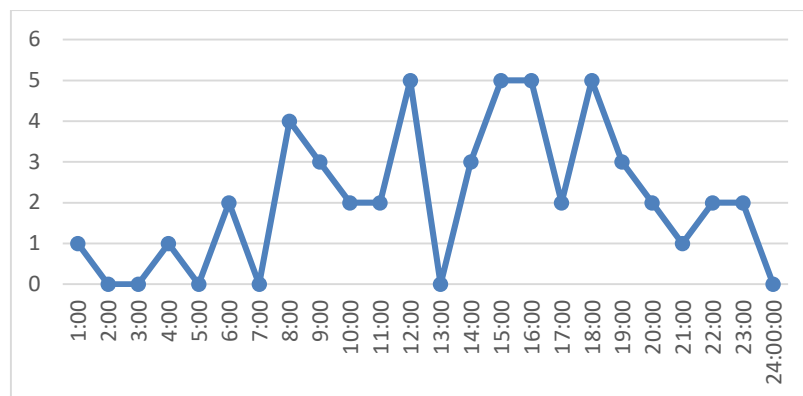


Рисунок 5 – ДТП с ОТП по времени суток за трехлетний период

С помощью анализа распределения ДТП с ОТП по времени можно сформулировать следующие выводы. Наиболее опасными периодами являются: в утреннее время (с 7 до 9), в обеденное время с 11 до 12, в период с 15 до 17, а также около 18 часов.

Также рассмотрено распределение ДТП с особо тяжкими последствиями по времени суток (рисунок 6).

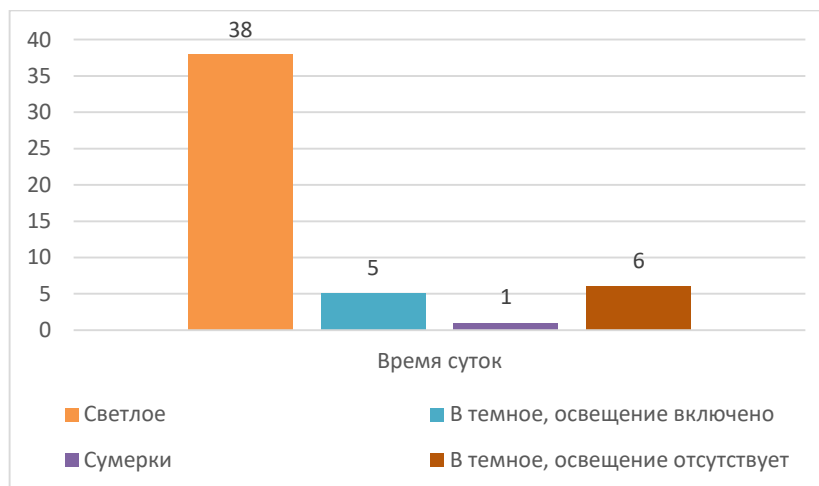


Рисунок 6 – ДТП с ОТП по времени суток

В темное время суток совершено 11 ДТП от общего количества, при этом в при включенном освещении количество происшествий составляет пять ДТП, а при выключенном – 6.

Таким образом, с помощью проведенного исследования выявлены основные особенности показателей ДТП с особо тяжкими последствиями. Решать проблему с аварийностью необходимо с помощью современных технологий. Интеллектуальные системы служат не только для безопасности на дороге, но и для эффективного использования видеосистем для управления транспортными потоками и обеспечения бесперебойного движения наземного пассажирского транспорта. Интеллектуальные системы снизят уровень аварийности в регионах и повысят уровень безопасности участников дорожного движения, тем самым предотвращая дорожно-транспортные происшествия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дудников, А. Н. Системное влияние условий движения на аварийность участков дорог общего пользования / А. Н. Дудников, Н. Н. Дудникова // Вести Автомобильно-дорожного института. – 2018. – № 3(26). – С. 56-67.
2. Джурко, И. А. Анализ особенностей аварийности с особо тяжкими последствиями / И. А. Джурко, Е. В. Печатнова // Техника и технология транспорта. – 2022. – № 4(27).
3. Печатнова, Е. В. Факторы возникновения дорожно-транспортных происшествий с особо тяжкими последствиями / Е. В. Печатнова, В. Н. Кузнецов // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2022. – Т. 19, № 2(84). – С. 224-235.

4. Капитанов В. Т. Модельная оценка числа погибших в ДТП с особо тяжкими последствиями / В. Т. Капитанов, В. В. Сильянов, А. Б. Чубуков, О. Ю. Моница // Совершенствование автотранспортных систем и сервисных технологий : Сборник научных трудов по материалам XIV Международной научно-технической конференции, посвященной 95-летию юбилею доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РФ Авдолькина Фёдора Николаевича (1923-1996), Саратов, 01–03 ноября 2018 года. – Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., 2018. – С. 450-455.

5. Официальный сайт Госавтоинспекции // Сведения о показателях безопасности дорожного движения // - [Электронный ресурс]. URL: <http://stat.gibdd.ru> (дата обращения: 27.11.2023).

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИЖЕНИЯ ТРАКТОРНО-ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТА

Ус Семён Сергеевич, аспирант, magusus@mail.ru

Кузнецов Константин Евгеньевич, соискатель, lol4833@mail.ru

Кузнецов Евгений Евгеньевич, д. т. н., доцент, профессор, ji.tor@mail.ru

Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск, Россия

***Аннотация.** В статье обосновывается новый способ исследования характеристик движения тракторно-транспортного агрегата, который относится к сельскому хозяйству и, в частности к безразборному определению характеристик ходовой системы тракторно-транспортного агрегата (ТТА). Способ подразумевает использование высокоточного цифрового инклинометра. Выявлены точки большей вибрационной нагрузки, а также представлен алгоритм исследования ТТА.*

***Ключевые слова:** безразборная диагностика, инклинометр, ходовая система, система диагностирования, вибрационная нагрузка., исследования, эффективность.*

В отрасли техники известен цифровой прибор акселерометр-инклинометр АЦт90 способный измерять и предназначенный для непрерывного измерения ускорения по трём взаимно ортогональным осям X, Y, Z, угла наклона по двум осям X, Y и передачи результатов измерений по интерфейсу RS-485 в персональный компьютер для дальнейшей обработки, анализа, хранения [1].

Недостатком применения данного прибора для способа исследования является невозможность дистанционного подключения к прибору при помощи Bluetooth и высокая стоимость прибора.

Известен способ диагностики технического состояния двигателя внутреннего сгорания и/или трансмиссии автомобиля и устройство для его осуществления. Изобретение позволяет создать способ диагностирования и простой в изготовлении и эксплуатации информативной универсальной системы диагностики любых автомобильных двигателей внутреннего сгорания без их разборки при однозначной локализации дефектов двигателей внутреннего сгорания и трансмиссии автомобиля. В способе диагностики технического состояния двигателя внутреннего сгорания и/или трансмиссии автомобиля, включающем измерение виброакустических сигналов с корпуса двигателя, синхронизацию сигналов, фильтрацию сигналов, их последующую обработку с определением фактических значений параметров сигналов и сравнение фактических значений параметров сигналов с уровнем опорных сигналов с получением информации о техническом состоянии двигателя и/или трансмиссии автомобиля, согласно изобретению перед началом диагностики, при прокручивании двигателя и при использовании датчика давления внутри опорного цилиндра, определяют фазовые задержки между верхней мертвой точкой рабочего хода опорного цилиндра и синхросигналом рабочего цикла, а также фазы открытия и посадки клапанов механизма газораспределения, а при диагностике работающего двигателя синхронизацию сигналов проводят относительно положения верхней мертвой точки рабочего хода опорного цилиндра, причем в качестве

параметра сигналов используют огибающую временной реализации в определенных частотных полосах с привязкой момента начала измерения к верхней мертвой точке опорного цилиндра и фазовой селекцией сигналов с получением информации о техническом состоянии двигателя и дефектах [2].

Недостатком данного способа является необходимость постановки транспортного средства в стационарных мастерских, что приводит к дополнительным денежным потерям в следствии отрыва транспортного средства от производства.

Техническим решением является разработка способа исследования характеристик движения, позволяющего получить более точный и высоко функциональный способ диагностики.

Поставленная задача достигается тем, что в способе используется применение высокоточного цифрового инклинометра и его кватернионного аппарата. Предложены и опытным путем проверены новые подходы, аргументирующие применение цифровых инклинометрических приборов в методологии проведения эксплуатационных испытаний в сельском хозяйства, отраслях транспорта или машиностроения. Для исследований применены специальные (нештатные) приборные средства, адаптированные к использованию в виде диагностических, испытательных или экспертных приборов. Установлено, что применение инклинометрии позволяет, за счёт фиксации измерений и визуализации параметров, учитывая значительные эксплуатационные характеристики и высокую степень достоверности комплекса, провести диагностические исследования и испытания в наиболее сжатые сроки с наименьшей стоимостью проверочных мероприятий.

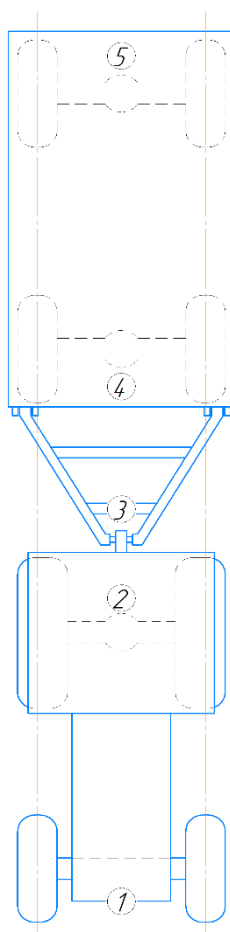


Рисунок 1 – Места установки инклинометрического приборного комплекса

При применении способа исследования характеристик движения транспортно-тракторного агрегата предварительно необходимо определить показатели эталонного ТГА по пяти точкам (рисунок 1): в районе передней оси трактора, на задней оси трактора, на дышле

(снице) прицепа, на передней оси прицепа, на задней оси прицепа, используя следующую схему:

1. Прибор необходимо закрепить в пяти точках тракторно-транспортного агрегата, для установки необходимо использовать методы, при которых устройство будет надежно закреплено на поверхности, во избежание искажения показаний инклинометра, при помощи клейкой ленты, либо жёсткого соединения при помощи болтов.

2. Далее прибор подключается к персональному ЭВМ при помощи Bluetooth или USB кабель, с включенным фирменным программным обеспечением MINIMU.

3. Прибор калибруется по необходимым параметрам: угол наклона, угловую скорость, магнитное поле и кватернион.

4. Далее необходимо выставить исследуемый объект в нужное положение, и при помощи фирменного программного обеспечения MINIMU обнулить показания датчиков инклинометра.

5. Путём активации кнопки «Begin» в меню «Record» начинается запись данных и выполнение необходимых манипуляций с исследуемым ТТА.

6. По окончании манипуляций с объектом исследования запись данных необходимо завершить путём нажатия кнопки «Stop» в меню «Record».

7. Записанные данные хранятся на персональном ЭВМ в указанной папке в формате *.txt, данные из данного формата для большего удобства переводятся в формат *.xlsx.

8. Из необходимых параметров выбираются интересующие данные, для дальнейшего сравнения результатов.

Таким образом способ исследования позволяет получить эталонные значения характеристик движения тракторно-транспортного агрегата.

Далее способ подразумевает снятие показаний с рабочего агрегата во время проведения транспортных работ.

Исследования рабочего тракторно-транспортного агрегата проводятся по следующему алгоритму:

1. Установка инклинометрического приборного комплекса на клейкой ленте, либо при помощи болтового соединения на точки, идентичные точкам эталонного ТТА: в районе передней оси трактора, на задней оси трактора, на дышле (снице) прицепа, на передней оси прицепа, на задней оси прицепа.

2. Подключение инклинометра к ЭВМ путём установления беспроводной связи Bluetooth или путём проводного подключения кабелем с интерфейсом USB, с включенным фирменным программным обеспечением MINIMU, проверка работоспособности прибора.

3. Калибровка прибора по необходимым параметрам: угол наклона, угловую скорость, магнитное поле и кватернион. Выполняется автоматически при включении прибора, либо при необходимости оператором.

4. Обнуление показаний датчиков инклинометра, необходимо для упрощения обработки данных.

5. Далее выполняется диагностика тракторно-транспортного агрегата по пяти точкам: в районе передней оси трактора, на задней оси трактора, на дышле (снице) прицепа, на передней оси прицепа, на задней оси прицепа. Путём активации кнопки «Begin» в меню «Record» начинается запись данных и выполнение рабочих манипуляций с исследуемым ТТА

6. Записанные данные хранятся на персональном ЭВМ в указанной папке в формате *.txt, данные из формата *.txt для большего удобства переводятся в формат *.xlsx.

7. Из полученных показаний инклинометра, отбираются интересующие параметры в интересующем временном диапазоне.

8. Далее происходит вычисление средних предельных отклонений по осям X, Y и Z.

9. Вычисление коэффициента изменения первоначальной величины тракторно-транспортного агрегата.

10. Определение превышает ли коэффициент изменения первоначальной величины предельно допустимые отклонения.

11. Если предельно допустимые отклонения больше принятых 1,2 условных единицы, то требуется проведение дополнительной диагностики. Если предельно допустимые отклонения меньше принятых 1,2 условных единиц, то ТТА считается исправным и допускается к дальнейшей эксплуатации, согласно пункта 18. В случае если отклонения превысили 1,2 единицы, то проводится дополнительная диагностика по отдельности трактора, дышла прицепа и прицепа в частности.

12. Дополнительное диагностирование трактора проводится по двум точкам: в районе передней оси трактора и задней оси трактора. Далее дополнительное диагностирование проводится соответственно пунктам с 6 по 10.

13. Дополнительное диагностирование дышла проводится по двум точкам: в районе шарнирного соединения и поперечной траверсы дышла. Далее дополнительное диагностирование проводится соответственно пунктам с 6 по 10.

14. Дополнительное диагностирование прицепа проводится по двум точкам: в районе передней оси прицепа и задней оси прицепа. Далее дополнительное диагностирование проводится соответственно пунктам с 6 по 10.

15. Исходя из условий пункта 11, трактор отправляется на ремонт или замену составных элементов.

16. Исходя из условий пункта 11, дышло прицепа отправляется на ремонт или замену составных элементов.

17. Исходя из условий пункта 11, прицеп отправляется на ремонт или замену составных элементов.

18. Исходя из условий пункта 11, трактор, дышло прицепа, прицеп или тракторно-транспортный агрегат в целом проходят ремонт или замену составных частей, либо в случае если отдельные элементы ТТА или сам ТТА считаются исправными, то следует их допуск к эксплуатации.

Использование предлагаемого способа исследования, при его технологичности, надёжности и низкой себестоимости, позволяет определять вибрационные характеристики исследуемых узлов с достаточной долей достоверности, что подтверждено прошлыми исследованиями. [3,4,5]

Разработан способ безразборной диагностики транспортно-тракторного агрегата. Применение способа приведёт к экономии энергозатрат, расширению функциональности применения современных цифровых средств фиксации кватернионных показателей инклинометра для проведения безразборных испытаний, диагностики и оперативного контроля состояния сложных объектов и средств механизации и увеличит экономический эффект от его применения в сельском хозяйстве.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Паспорт и руководство по эксплуатации АЦт90 ПСРЭ, Свидетельство об утверждении типа средств измерений ОС.С.28.004.А №72174 Регистрационный № 73369 18.

2. Патент РФ № 2165605 G 01 М 15/00, БИ № 11 от 20.04.2001.

3. Применение цифровой инклинометрии при технической диагностике опор двигателя/ Ус С.С., Е.Е.Кузнецов//Актуальные вопросы развития аграрного сектора экономики Байкальского региона» материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной Дню Российской науки, Улан-Удэ, 04-10 февраля, 2021. - Изд. Бурятская сельскохозяйственная академия имени В.Р.Филиппова(Улан-Удэ). - 2021. - С. 117-120
https://elibrary.ru/download/elibrary_45753472_52761208.pdf

4. Применение современных цифровых приборов для фиксации параметров движения сельскохозяйственных агрегатов /Ус С. С., Маршанин Е. В., Кузнецов К. Е., Кузнецов Е. Е., Щитов С. В.// Аграрный научный журнал. 2023. № 8. С. 147–154. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i8pp147-154>

5. Перспективный комплекс инклинометрической безразборной диагностики транспортно-технологических машин и комплексов / Ус С.С., Сурин Р.О., Кузнецов Е.Е.// Актуальные вопросы автомобильного транспорта (АВАТ-2022) : сборник статей Всероссийской научно-практической конференции (15-16 декабря 2022 года, г. Барнаул) / Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул :АлтГТУ, 2023. – 142 с.

ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА, ТРАНСПОРТА И АПК

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ В СФЕРЕ ТРАНСПОРТА (НА ПРИМЕРЕ АлтГТУ)

Баранов Алексей Сергеевич, к.т.н., доцент, baranowas@mail.ru
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул,
Россия

Проведён анализ форм реализации международного сотрудничества, приведена информация о вузах-партнерах АлтГТУ в рамках реализации совместных образовательных программ, приведены сферы интересов АлтГТУ в области совместных образовательных программ, а также представлены аспекты заинтересованности АлтГТУ для иностранных партнеров. Также предложены способы расширения географии международного сотрудничества АлтГТУ.

Ключевые слова: совместные образовательные программы, сотрудничество, вузы-партнеры, Транспортная доктрина РФ, консорциум технических вузов.

Формами реализации международного сотрудничества ВУЗов могут быть: реализация совместных образовательных программ, академическая мобильность студентов и преподавателей, сетевая подготовка специалистов, совместные научные мероприятия (научные конференции, научные исследования), участие в грантовой деятельности, а также совместная внеучебная деятельность (создание студенческих сообществ, студенческие строительные отряды).

ФГБОУ ВО Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (АлтГТУ) осуществляет международное сотрудничество со многими университетами разных стран мира. Заключен ряд договоров с университетами Европы (Италия; Польша) и Азии (Китай; Монголия). Особо следует обратить внимание на развитие сотрудничества с университетами Средней Азии, с бывшими республиками, входящими в состав СССР (Республика Казахстан, Кыргызская Республика, Республика Узбекистан, Республика Таджикистан).

В 2014 году АлтГТУ вступил в Российско-Кыргызский консорциум технических университетов (РККТУ). С этого момента были разработаны несколько совместных образовательных программ по образовательным программам, реализуемым Институтом биотехнологии, пищевой и химической инженерии (ИнБиоХим), факультетом информационных технологий (ФИТ) и факультетом энергомашиностроения и автомобильного транспорта (ФЭАТ) от АлтГТУ и Институтом совместных образовательных программ (ИСОП) Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова (КГТУ).

На ряд совместных образовательных программ были приняты несколько человек, которые приехали в АлтГТУ после второго года обучения в КГТУ, прошли и закончили обучение, получив два диплома – АлтГТУ и КГТУ.

Также АлтГТУ имеет совместные образовательные программы с китайским университетом NEUSOFT по подготовке специалистов в области цифровой экономики и IT-технологий, Хэбэйским профессионально-техническим колледжем по подготовке специалистов по программной инженерии, Цзянсиским профессиональным техническим институтом связи по подготовке специалистов по программной инженерии и технологии проектирования дорог и мостов. Вэйхайский профессиональный колледж хочет вести подготовку специалистов по образовательным программам «Электроэнергетика и электротехника» и «Программная инженерия».

В 2023 году АлтГТУ заключил договор об академической мобильности с КГТУ. В рамках данного договора как студенты, так и преподаватели имеют возможность обучаться

как на основных образовательных программах, так и на программах дополнительного профессионального образования как в очном, так и в дистанционном формате. Также преподаватели имеют возможность участвовать в реализации совместных образовательных программ соответственно из КГТУ в АлтГТУ и наоборот.

ИСОП ведет набор студентов на два транспортных направления подготовки: Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов и Технология транспортных процессов. Институт транспорта и робототехники КГТУ также реализует образовательные программы по этим направлениям подготовки. В связи с заключением договора об академической мобильности и развитием российско-кыргызских отношений некоторое количество преподавателей как со стороны КГТУ, так и со стороны АлтГТУ готовы участвовать в реализации образовательного процесса.

Данная совокупность транспортных направлений требует развития и участия в реализации образовательного процесса не только коллег из университетов Средней Азии. Представляет интерес знакомство с образовательными технологиями коллег из КНР, стран Юго-Восточной Азии, а также из африканских стран.

С точки зрения развития технологий производства транспортных средств, КНР оставила далеко позади своих конкурентов из других азиатских стран, а также ряд европейских и американских производителей. Знакомство с передовыми технологиями и программными продуктами для конструирования и расчета узлов и оборудования, диагностирования, обслуживания и ремонта транспортно-технологических машин, совершенствование экологических показателей энергетических установок представляет несомненный интерес для студентов и преподавателей.

Взаимодействие с вузами стран африканского континента было бы интересно, например, с точки зрения подготовки специалистов по мультимодальным и интермодальным перевозкам грузов и пассажиров, развития и применения интеллектуальных систем на транспорте.

Сфера интересов АлтГТУ в области совместных образовательных программ также затрагивает организацию совместного прохождения практик на базе предприятий-партнеров. Также не стоит забывать и о языковой подготовке в профессиональной сфере.

Сфера интересов АлтГТУ коррелирует с целями доктринальных документов Российской Федерации: такими, как Транспортная стратегия РФ, Стратегия экономической безопасности РФ.

Целями Транспортной стратегии РФ являются, в частности, повышение пространственной связанности и транспортной доступности территорий, увеличение объема и скорости транзита грузов и развитие мультимодальных логистических технологий, цифровая и низкоуглеродная трансформация отрасли и ускоренное внедрение новых технологий [1]. А одной из задач Стратегии экономической безопасности РФ является комплексное развитие транспортной инфраструктуры, создание современных транспортно-логистических комплексов, разработка и внедрение современных транспортных средств [2].

АлтГТУ как объект интересов для зарубежных партнеров может представлять площадку для установления контактов и формирования будущего бизнес-сообщества в стране и регионе, также АлтГТУ согласно договорам представляет бюджетные места для граждан ряда государств обучает студентов по направлениям Министерства науки и высшего образования РФ. АлтГТУ обеспечивает возможность прохождения языковой подготовки в профессиональной сфере для иностранных студентов. Ряд преподавателей АлтГТУ готов принимать участие в реализации образовательных программ в вузах и работать на предприятиях иностранных партнеров.

С целью расширения географии международного сотрудничества АлтГТУ может использовать следующие способы установления контактов:

- активное участие в международных ярмарках и выставках (в том числе под эгидой Россотрудничества);

- установление контактов с научным сообществом в процессе участия в международных научных конференциях и прочих научных мероприятиях;
- установление контактов через выпускников вуза, трудоустроенных на предприятиях края и за его пределами;
- установление контактов через зарубежные компании – работодатели при содействии наших выпускников - иностранцев;
- проведение профессиональных олимпиад для студентов и олимпиад школьников за пределами территории РФ;
- взаимодействие с представителями иностранных диаспор на территории РФ и с русскими диаспорами за рубежом.

Если говорить о возможности установления контактов с вузом через средства массовой информации, то можно использовать такие механизмы, как создание официальных сообществ в социальных сетях; работу с неофициальными сообществами, посвященными компании и ее продукции; прямой контакт с потребителями, то есть общение с каждым потребителем продукции организации напрямую через социальные медиа; создание контента для социальных медиа, то есть производство видео- и аудиороликов, фотоконтента, написание текстов для размещения в социальных медиа; работу с лидерами мнений.

Таким образом, АлтГТУ сможет охватить все слои заинтересованных в сотрудничестве с вузом предприятий-работодателей, абитуриентов, студентов и преподавателей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Транспортная стратегия РФ – URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/3/1009> (дата обращения: 23.12.2023).
2. Стратегия экономической безопасности РФ - URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41921> (дата обращения: 23.12.2023).

ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ И УПРАВЛЕНЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ В СФЕРЕ ТРАНСПОРТА И АПК

Баранова Елена Владиславовна, старший преподаватель, elenbaranova@yandex.ru
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул,
Россия

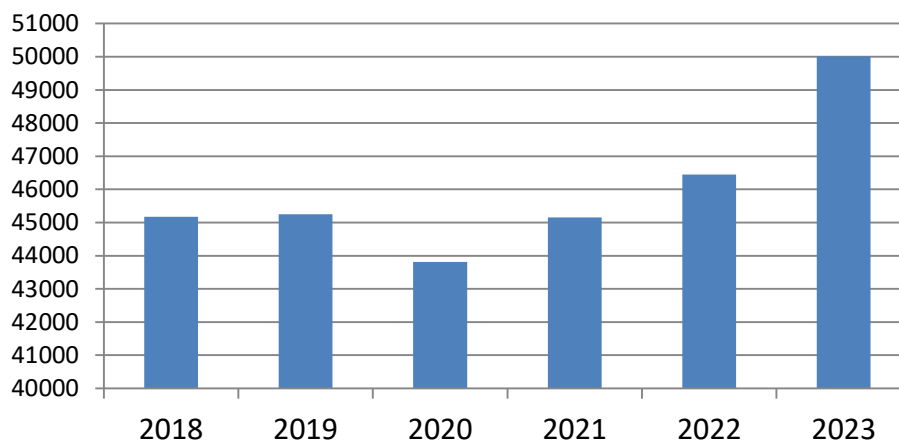
В работе раскрыта проблема недостаточного содержания предпринимательских компетенций в федеральных государственных стандартах высшего образования по техническим направлениям подготовки. Обозначены инструменты повышения предпринимательской активности студентов. Подведены итоги реализации программы студенческого акселератора стартапов в АлтГТУ.

Ключевые слова: транспортная отрасль, пищевые технологии, предпринимательство, технологическое предпринимательство, управленческие и предпринимательские компетенции.

Очевидным является тот факт, что в настоящее время предприниматели играют ключевую роль в экономическом развитии многих стран, способствуя экономическому росту и повышению благосостояния общества. В РФ в последние два года число предпринимателей увеличивается. В Алтайском крае этот тренд также заметен. На начало декабря 2023 года (10.12.2023) число предпринимателей в Алтайском крае составило 50013, что на 7,7% больше, чем в начале декабря 2022 года (рисунок 1).

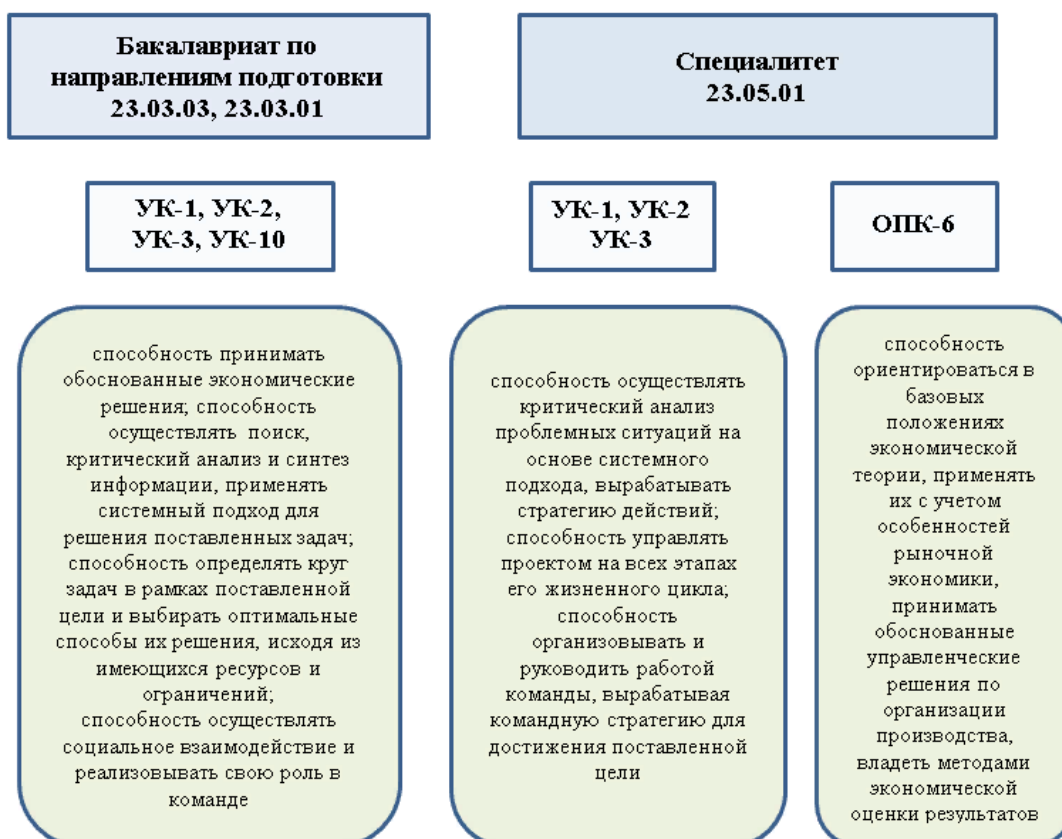
Наиболее активная часть нашего общества – молодые люди, большая часть которых охвачена образованием в организациях высшего и среднего профессионального образования. Государство посредством включения в федеральные государственные образовательные стандарты управленческих и предпринимательских компетенций косвенным образом может стимулировать интерес молодежи к занятию предпринимательской деятельностью.

Принятые в последние несколько лет федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования содержат некоторое число управленческих и предпринимательских компетенций для ряда образовательных программ технических направлений. Так, в области транспорта ФГОС ВО в отношении специалитета по специальности 23.05.01, а также в отношении бакалавриата по направлениям подготовки 23.03.03 и 23.03.01 (программы, реализуемые АлтГТУ) устанавливают содержание нескольких универсальных и общепрофессиональных компетенций, так или иначе отражающих формирование навыков, необходимых предпринимателю и управленцу (рисунок 2).



Источник: Составлено автором по [1]

Рисунок 1 – Число зарегистрированных ИП в Алтайском крае, на 10 декабря каждого года



Источник: Составлено автором по данным [2]

Рисунок 2 – Содержание управленческих и предпринимательских компетенций федеральных государственных образовательных стандартов (выборочно)

Однако сформулированные таким образом универсальные компетенции, особенно для программ бакалавриата, имеют очень косвенное отношение к предпринимательству. Поэтому вне зависимости от содержания конкретной образовательной программы было бы актуальным для вуза предоставлять студентам возможности обучения предпринимательству с помощью дополнительных инструментов.

Следует отметить, что в России уже реализуется федеральный проект «Платформа университетского технологического предпринимательства», целью которого является выявление и реализация предпринимательского потенциала студентов. Основная идея проекта – погрузить как можно большее число студентов в сферу технологического предпринимательства и дать им в руки инструменты коммерциализации инноваций. В число мероприятий проекта входят тренинги предпринимательских компетенций, акселерационные программы, грантовая поддержка студенческих предпринимательских инициатив и т.п.

В АлтГТУ для нескольких сотен студентов в 2023 году было проведено обучение в рамках акселерационной программы Зеленый конвейер. В числе участников были задействованы как студенты экономических, так и технических направлений подготовки, в том числе получающих образование в сфере транспорта и пищевых технологий.

Интересным является наблюдение тематики представленных к защите проектов, которые представили студенты по итогам прохождения обучения. Некоторые команды представили проекты, не имеющие прямого отношения к знаниям, полученным в рамках изучения профильных дисциплин по своему направлению подготовки, что свидетельствует о широких разносторонних интересах обучающихся.

Однако, несмотря на широкий охват студенческой молодежи вуза данной программой, следует выделить следующие проблемные моменты. Во-первых, изначально студенты демонстрируют низкий уровень мотивации к тренингам по развитию таких компетенций, поскольку не обладают достаточным уровнем информированности о том, что они из себя представляют. По этой причине студенты на первом этапе иногда отказываются от получения необходимых знаний и навыков. Во-вторых, у большей части студентов отсутствуют навыки ораторского мастерства, зато есть боязнь получения критических суждений в присутствии большого количества человек.

Тем не менее, после пройденного первого этапа у студентов, подготовивших проекты по переработке сельскохозяйственного сырья, созданию конструкций в области транспортного машиностроения отчетливо проявился интерес к поиску новых идей и доработке прототипов существующих решений. Студенты представили проекты в области производства смесей для детей, изготовления конструкций для повышения сцепных свойств шин в сложных дорожных условиях, уникальных порошковых материалов для нанесения покрытий на поршневые кольца ДВС, выпечки хлебобулочных изделий, функциональных напитков на основе местного сырья, мониторинга объектов сельского хозяйства с использованием дронов и т.п.

ВУЗу необходимо продолжить работу в данной области для решения задач технологического суверенитета страны, развивать систему персонального наставничества и популяризировать освоение предпринимательских компетенций в студенческой среде.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Единый реестр субъектов малого и среднего предпринимательства. [Электронный ресурс].– Режим доступа: <https://ofd.nalog.ru/statistics.html?statDate=&ysclid=luh4syv8sl351912055>
2. Портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.[Электронный ресурс].– Режим доступа: <https://fgosvo.ru/>

ВЛИЯНИЕ АЛКОГОЛЯ НА СПОСОБНОСТЬ УПРАВЛЯТЬ ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ

Бараусова Алина Сергеевна, студентка

Елкин Иван Сергеевич, к.т.н., доцент, jelkin@mail.ru

Кузбасский государственный университет им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия

В статье рассматриваются вопросы о влиянии алкоголя на состояние и поведение водителя. Приведен обзор существующих исследований по данной проблеме. Результаты исследования показывают, что употребление алкоголя существенно снижает работоспособность водителей, снижает реакционные способности, внимание, приводит к нарушениям в координации движений, что увеличивает вероятность ДТП. Исследования подчеркивают необходимость принятия мер и разработки эффективных социальных программ, направленных на снижение употребления алкоголя водителями. Это может включать в себя проведение образовательной просветительской работы среди водителей, законодательные меры, направленные на контроль и сокращение доступности алкоголесодержащих продуктов, а также разработку новых методов тестирования на наличие данных веществ в организме водителя перед работой.

Ключевые слова: алкоголь, работоспособность, водитель, дорожно-транспортное происшествие, безопасность транспорта, безопасность транспортных перевозок.

Транспортная безопасность является одним из ключевых аспектов в условиях жизнедеятельности современного общества. Казалось бы, что сложного в «вождении автомобиля»? Достаточно просто выучить знаки дорожного движения, правила дорожного движения, сдать экзамены и всё. Но далеко не всё так просто. Современный автомобиль совершенен, легок в управлении и обслуживании, надежен в эксплуатации, экологичен, чем автомобиль 50 лет назад. Но облегчение в управлении автомобилем одновременно привело к значительному увеличению автопарка, с одной стороны, а затем и к усложнению требований, предъявляемым к Правилам дорожного движения (ПДД), увеличение ответственности участников дорожного движения, с другой стороны. Задачей начинающего водителя становится не только овладеть навыками управления автомобилями, выучить Правила дорожного движения. Водитель – основной участник дорожно-транспортной системы, от него требуются определенные правила социального поведения, как бы это не странно было. Управление транспортным средством становится сложным в психофизиологическом плане деятельностью для человека, которая характеризуется принятием достаточно высокого уровня ответственности как за себя, так и за других участников движения. Поэтому, при управлении транспортом необходимо иметь такие способности как: высокая концентрация, быстрая, мгновенная реакция, повышенное внимание, отличное зрение, а самое главное - трезвое мышление.

Согласно статистики [1], в 2022 году в России зарегистрировано 103,9 тысячи ДТП, из них каждое девятое вследствие алкогольного опьянения. Количество погибших в ДТП составило 11,5 тысячи человек, среди которых четверть по причине алкогольного опьянения. Поэтому, для организации безопасности дорожного движения одним из направлений на сегодня становится изучение влияния алкоголя на человека и его способности к управлению транспортным средством, исследование влияния различных психотропных веществ на безопасность движения в современных дорожных условиях.

Алкоголь оказывает значительное влияние на способности человека управлять транспортным средством. При употреблении алкоголя происходят такие изменения в поведении и состоянии человека, как [2]:

- нарушение координации движений;
- замедление реакции;
- ухудшение внимания;
- замедление мыслительного процесса;
- нарушение в восприятии скорости и оценки расстояний объектов;
- сужение поля зрения.

В результате водитель становится менее внимательным, время реакции увеличивается, что увеличивает риск возникновения аварийных ситуаций.

Большинство людей думают, что алкоголь – это один из способов расслабления, снятия нагрузок, стресса, отвлечения от насущных проблем. На самом деле, алкоголь является таким же наркотическим, психотропным веществом, как марихуана, героин и т.д. Он негативно влияет на психическое и физическое состояние человека [3].

Нами проведен анонимный опрос среди жителей Кузбасса. В нем приняли участие около 200 человек, из них: 60 % женщин и 40 % мужчин в возрасте от 20 до 50 лет. Из них: 80% являются водителями, 20% – пешеходами. Полученные данные позволили нам сделать некоторые выводы.

Одним из заданных вопросов был: «Как изменилась ваша реакция после употребления алкогольных напитков?». Результаты ответов распределились следующим образом:

- Улучшилась – 5 % респондентов;
- Ухудшилась – 38 % респондентов;
- Не изменилась – 24 % респондентов;
- Не употребляю алкогольные напитки – 33 % респондентов.

Результаты ответов представлены в виде диаграммы на рисунке 1.

Несмотря на субъективность в оценке собственных физических способностей и их изменение при употреблении алкоголя, данные результаты согласуются с результатами других исследователей и позволяют сделать некоторые выводы. К первой группе респондентов относятся потенциально «опасные». Устойчивыми, «самоорганизованными» являются респонденты четвертой группы. Результаты показывают о существовании потенциально «опасных» водителей, участников движения, по существу, переоценивающих свои физические способности, что нами рассматривается как вследствие недостаточной образованности в данном вопросе, с одной стороны, и халатным, пренебрежительным отношением к безопасности дорожного движения, с другой стороны.

Как изменилась ваша реакция после употребления алкогольных напитков?



Рисунок 1 - Влияние алкоголя на изменение реакции человека после употребления алкоголя

Как показывают результаты исследований ученых [4], среднее время реакции у водителей составляет 0,3 – 0,5 секунды. Здесь важно отметить, что употребление алкоголя значительно увеличивает время реакции. В добавление к этому, с большим употреблением алкоголя наблюдается увеличение времени реакции человека.

Невозможность объективного определения своей скорости движения – является еще одним существенным фактором негативного влияния алкоголя на водителя. Повышение концентрации алкоголя в крови приводит к ухудшению способности контролировать скорость движения в определенном диапазоне согласно [5]. Результаты этих исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Отклонения от заданной скорости в зависимости от концентрации алкоголя в крови [5]

Концентрация алкоголя в крови, %	<0,5	0,5-1	1-1,5	1,5-2	>2
Отклонения от заданной скорости, км/ч	±5	±5-10	±10	±10-15	±15-30

В результате проведенного нами опроса установлено, что:

- 56,7% респондентов – не являлись участниками дорожного движения, будучи в нетрезвом состоянии;
- 30 % респондентов – не употребляют алкогольные напитки;
- 13,3 % респондентов – являлись участниками дорожного движения, будучи в нетрезвом состоянии.

На диаграмме (рисунок 2). представлены результаты опроса.

Управление транспортным средством в состоянии алкогольного опьянения может привести к серьезным последствиям, включая серьезные травмы и гибель людей. Поэтому, важно соблюдать законодательные нормы и воздержаться от управления транспортом при употреблении алкоголя и после. Альтернативным способом передвижения является такси, общественный транспорт. Садясь за руль в нетрезвом состоянии, водитель подвергает опасности не только себя, но и окружающих его людей: пассажиров, пешеходов и других участников движения. Исследования подтверждают, что ужесточение ответственности к нарушителям ПДД является на сегодняшний день единственным правильным решением. С другой стороны, применение современных технологий на основе искусственного интеллекта является перспективным в рамках профилактики и предотвращения дорожно-транспортных происшествий.

Являлись ли вы участником дорожного движения, будучи в нетрезвом состоянии?



Рисунок 2 - Результаты опроса по отношению респондентов к алкоголю и дорожному движению

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Статистика «пьяных» ДТП в России по итогам 2022 года [сайт]: научная статья. – 26.02.2023 – URL: <https://лада.онлайн/auto-news/lada-vesta-news/30087-statistika-pjanyh-dtp-v-rossii-po-itogam-2022-goda.html> (дата обращения: 23.10.2023).

2. Кулев М. В. Влияние алкоголя на способность водителя управлять автотранспортным средством / Кулев М. В., Кулев А. В., Покровская В. Г. / Поколение будущего: взгляд молодых ученых, Курск, 10–11 ноября 2016 года сб. науч. ст. 4-й междунар молодежной науч. конф.: в 3 томах. Т. 3. 2016. С. 130-133.

3. Пасекова К. А. Управление транспортным средством в состоянии алкогольного опьянения. / Поколение будущего: взгляд молодых ученых формы и методы социальной работы в различных сферах жизнедеятельности Улан-Удэ, 07–08 декабря 2017 года. Улан-Удэ, 2017. С. 229–230.

4. Ешуткин Д.Н. Анализ проблемы экологической и дорожной безопасности автотранспортных средств в России / Д.Н. Ешуткин, М.В. Кулев // Мир транспорта и технологических машин. – 2009. №3 (26). С. 79–82.

5. Кожин Д. О. Факторы, определяющие опасное действие водителя при управлении транспортным средством / Д.О. Кожин, Д.Е. Алёкминский, В. В. Евграшин и др. // Научные труды SWorld. 2014. Т. 2. № 4. С. 3–7.

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА ВОДИТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ДЕЙСТВИЯХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ МАНЕВРА - ОБГОНА

Шумов Николай Викторович, к.т.н., доцент, shumovnv@mail.ru

Терехов Александр Константинович, аспирант, sanyaterehov01

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

В статье раскрыта проблема повышения эффективности подготовки водителей транспортных средств. Рассмотрен отдельный аспект подготовки – безопасное осуществление обгона, как наиболее сложного маневра. Приведен статистический анализ ДТП, связанный с этим. Определены рекомендации по изменению методик различных учебных планах профессиональной подготовки.

Ключевые слова: обгон, транспортный поток, дистанция, обгоняющее транспортное средство, реакция, стимул, чувствительность.

Наиболее важным аспектом подготовки водителей, связанным с управлением автомобиля, является изучение взаимодействий между участниками движения в транспортном потоке. Многообразие взаимодействий, протекающих внутри потока, вызваны, прежде всего, различием эксплуатационных качеств подвижного состава, а также поведением участников. Это проявляется в форме изменения скоростных режимов и осуществления различных маневров.

Обгон – это один из наиболее опасных и сложных маневров, который требует от водителя достаточных навыков управления и точного расчета. В соответствии с определением Правилами дорожного движения термина «обгон» обязательным его условием является выезд на полосу встречного движения и последующим опережением одного или нескольких движущихся транспортных средств. Сложность выполнения этого маневра заключается в том, что он выполняется, как правило, на повышенной скорости и в условиях ограниченного обзора. Знание Правил дорожного движения представляет лишь одну сторону подготовки водителей, которая далеко не всегда определяет достаточный уровень квалификации водителя.

Дорожно-транспортные происшествия, связанные с выполнением этого маневра, Правилами учета отнесены к «столкновениям» и в большинстве своем характеризуются особо тяжкими последствиями. На рисунке 1 приведены диаграммы распределения общего числа столкновений по конкретным дорожно-транспортным ситуациям, предшествующим данному виду дорожно-транспортных происшествий.



Рисунок 1 - Диаграмма распределения общего числа столкновений

Из диаграммы следует, что большая часть общего числа столкновений связана с выполнением обгонов. Так для автомобильных дорог вне городов и населенных пунктов доля таких ДТП составляет более 66%, а на дорогах городов и населенных пунктов чуть менее 40%.

Ошибки водителей при выполнении этого маневра многочисленны и разнообразны. Совершение неумышленных индивидуальных ошибок соответствует неправильной оценке риска. К ним можно отнести: не оптимальный выбор положения обгоняющего автомобиля; неполная и неточная оценка ситуации; неверный выбор скорости, ускорения, интервала и дистанции между взаимодействующими транспортными средствами и др. Вместе с тем обстоятельства, предшествующие выполнению обгона, относят к опасным дорожно-транспортным ситуациям. Практика подготовки водителей в автошколах и повышения квалификации в автотранспортных предприятиях показывает, что главная сложность управления автомобилем сводится к неумению прогнозировать развитие событий в конкретных дорожно-транспортных ситуациях и оценивать степень их опасности. Как следствие, неспособность выбора оптимального режима движения.

В условиях смешанных транспортных потоков, характеризующихся разнотипностью подвижного состава, и автомобильных дорог, имеющих две полосы с двусторонним движением, можно выделить три основных режима движения, которые выбирает водитель:

- перемещение со скоростью свободного движения, не превышающей установленных ограничений для различных дорог и типов транспортных средств;
- следование за головным автомобилем при отсутствии возможности совершения обгона;
- обгон, водитель осуществляет этот маневр, разгоняя автомобиль до скорости свободного движения.

Выбор водителем того или иного режима движения зависит от характеристик транспортного потока: интенсивности прямого и встречного движения на дороге, соотношения в рем различных типов транспортных средств, распределения автомобилей по длине полос движения и т.д..

Основным методом подготовки в автошколах является объяснения, в результате чего кандидаты в водители получают информацию, подлежащую усвоению, которая представляет собой содержание определенного упражнения и способ выполнения учебного действия. Информация, необходимая для выполнения какого-либо действия, в том числе и учебного, а также последующий анализ, является основой профессиональной подготовки. Применительно к рассматриваемой ситуации объяснение должно сопровождаться наглядной демонстрацией грамотного выполнения маневра – обгона.

Особое значение приобретает вопрос, как водитель воспринимает и оценивает относительное положение своего автомобиля на дороге и выбирает решение по совершению определенного действия, связанного с управлением транспортного средства. При приеме информации в момент начала выполнения рассматриваемого маневра водитель обнаруживает, выделяет и воспринимает нужные ему сигналы из сложившейся дорожно-транспортной ситуации, включающей в себя дорожные условия, а также взаимное расположение транспортных средств в потоке. Последующий этап переработки информации включает в себя опознание и оценку ситуации с учетом многих факторов, прежде всего скорость обгоняемого автомобиля и его габаритные размеры. Существенным фактором также является расположение транспортных средств на встречной полосе и скорость их (приближения). К немало важному фактору можно отнести динамические качества управляемого им автомобиля (интенсивность разгона).

Следствием переработки водителем информации в представлении водителя существует какая-то «критическая дистанция» между автомобилями встречной полосы. Отсюда реальные дистанции, которые меньше «критической», водителем обгоняющего автомобиля для осуществления маневра не используются и он следует за головным автомобилем. При появлении достаточной дистанции – «приемлемой для обгона», реализуется маневр обгона. Схема алгоритма анализа водителем дорожно-транспортной ситуации, предшествующей совершению обгона представлена на рисунке 2.

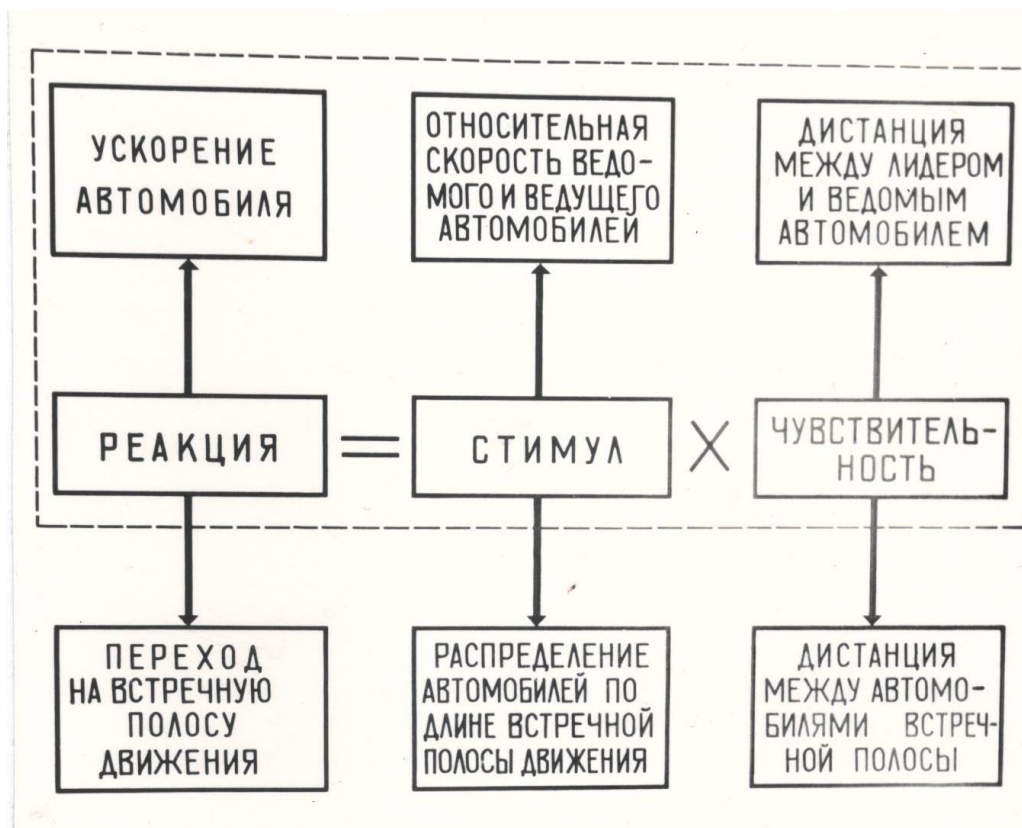


Рисунок 2 - Схема алгоритма многофакторного анализа

Использование в качестве методического приема обобщенных терминов «реакция», «стимул», «чувствительность» позволит корректировать содержание учебных предметов профессиональной программы подготовки водителей транспортных средств различных категорий. К ним относятся «Основы управления транспортными средствами» и «Психофизиологические основы деятельности водителей».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дымерский В.Я., Костин А.А. Технические средства обучения водителей автомобилей: учебное пособие. Москва : Высш. школа, 1982. 279 с.
2. Козлова А.В. Психолого-педагогические основы деятельности преподавателя автошколы по подготовке кандидатов в водители: Монография. Москва : Изд-во СГУ, 2013. 264 с.
3. Коноплянко В.И., Зырянов В.В., Воробьев Ю.В. Основы управления автомобилем и безопасность дорожного движения: учебное пособие. Москва : Высш. шк., 2005. 271 с.

[В начало](#)