

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Российская академия наук
Российская академия архитектуры и строительных наук
Администрация Белгородской области
ФГБОУ ВО Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова
Международное общественное движение инноваторов
«Технопарк БГТУ им. В.Г. Шухова»

**Международная научно-техническая
конференция молодых ученых
БГТУ им. В.Г. Шухова,
*посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова***



Сборник докладов

Часть 9

*Эффективные материалы, технологии, машины
и оборудование для строительства современных
транспортных сооружений. Организация и безопасность
движения*

Белгород
16-17 мая 2023 г.

УЛК 005.745

ББК 72.5

M 43

M 43

Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова [Электронный ресурс]: Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2023. – Ч. 9. – 431 с.

ISBN 978-5-361-01142-1

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященной 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова.

Материалы статей могут быть использованы студентами, магистрантами, аспирантами и молодыми учеными, занимающимися вопросами энергоснабжения и управления в производстве строительных материалов, архитектурных конструкций, электротехники, экономики и менеджмента, гуманитарных и социальных исследований, а также в учебном процессе университета.

УДК 005.745

ББК 72.5

ISBN 978-5-361-01142-1

©Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2023

Оглавление

Бабкин Д.В., Атрошенко А.О., Бабкина А.В.

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ И СВЯЗИ МЕЖДУ УРОВНЕМ АВТОМОБИЛИЗАЦИИ И БЕЗОПАСНОСТЬЮ НА ДОРОГАХ В РОССИИ И МИРЕ.....	13
Бабуков В.А., Проценко А.М., Лопарев А.С.	
ПОЛУЧЕНИЕ ВТОРИЧНОГО ЩЕБНЯ ИЗ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ	16
Бабуков В.А., Ткаченко Д.С., Проценко А.М.	
БАЗАЛЬТОВОЕ ВОЛОКНО – МАТЕРИАЛ БУДУЩЕГО	20
Безродин А.С., Рухлова С.Д., Манапов Р.А.	
ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	24
Бондаренко С.Н., Маркова И.Ю., Лукьяненко Н.О.	
ИЗМЕНЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПО УКРЕПЛЕНИЮ ГРУНТОВ	28
Бычкова К.А.	
ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕШЕХОДОВ.....	32
Бычкова К.А.	
ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРОВ В ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТЕ	36
Высочин А.А.	
ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ	41
Высочин А.А.	
ВИДЫ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ СВОЙСТВА	45
Гребенников М.В., Лысенко А.С., Рыжкин П.П.	
ЗАДАЧА КОММИВОЯЖЁРА В ЛОГИСТИКЕ.....	49

Гребенников М.В., Лысенко А.С., Рыжкин П.П.

ЗАДАЧИ МаaS..... 52

Гужев Н.В., Тунь В.Ю.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ..... 56

Гулько Д.Д.

СИСТЕМА КОРПОРАТИВНОГО ТРАНСПОРТА. ВОЗМОЖНОСТИ И ВАРИАНТЫ ВНЕДРЕНИЯ..... 61

Гусев М.А.

ОГРАНИЧИТЕЛИ В МОТОЦИКЛЕТНОМ ДВИГАТЕЛЕ 139QMB

..... 65

Гусев М.А.

СОВРЕМЕННЫЕ СЕРВИСЫ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ МОТОЦИКЛА

..... 69

Дорошев А.М.

ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СОВРЕМЕННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....

..... 73

Заразилов В.П.

АКТУАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БОЕВЫХ МАШИН ПЕХОТЫ В РОССИИ.....

..... 78

Заразилов В.П.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ БОЕВЫХ МАШИН ПЕХОТЫ

..... 81

Иванов А.В., Вакуленко В.Р., Корякин В.А.

ПРОБЛЕМА УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

..... 85

Иванов К.Е.¹, Фотиади А.А.¹, Гнездилова С.А.

ПРИМЕНЕНИЕ БУРОВЗРЫВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА ОСНОВАНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

..... 89

Иващук В.Р.	
ЛИДАРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	93
Калашников Л.С.	
СТРОЕНИЕ КУЗОВА СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ	98
Калашников Л.С., Яремчук Д.В.	
ВИДЫ КУЗОВОВ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ	102
Капенкова А.И.	
МЕТОДЫ НАКОПЛЕНИЯ И ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ В ЦИКЛЕ РАБОТЫ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	106
Карпенко К.А.	
ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В КОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ	110
Копейкина Н.Е. ¹ , Фотиади А.А.	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВТОРЫХ ПУТЕЙ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ....	113
Копнина О.В., Мерзликина А.И., Жданова Е.А.	
АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ, ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПО ВИДУ ВЫПОЛНЯЕМЫХ РАБОТ МНОГОВАЛКОВЫХ КАЛАНДРОВ	118
Коркач И.С.	
ЭВОЛЮЦИЯ РАЗВИТИЯ АКПП, ВИДЫ АКПП.....	123
Коркач И.С.	
ОСНОВНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕДАЧ, ВИДЫ ИХ РЕМОНТА	127
Коркач И.С.	
СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ТЕЛЕМЕТРИИ СОСТОЯНИЯ FORMULA-1	131
Коркач И.С.	
МАСЛА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕМЕНЫ ПЕРЕДАЧ.....	135

Кругликов И.А.	
МОДЕРНИЗАЦИЯ ОТВАЛА БУЛЬДОЗЕРА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРИ РЕЗАНИИ ГРУНТА	138
Кругликов И.А., Таволжанский М.Р., Пономаренко Л.Н.	
РАБОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ С ОБРАТНОЙ ЛОПАТОЙ	145
Крутиков А.Н., Колесников А.А., Цыбульников А.С.	
КОНЕЧНО - ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНУСНОЙ ФРЕЗЫ ПЛУЖНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА	150
Крутиков А.Н., Лукьянов А.С., Шкарабо В.А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ СКРЕБКОВОГО КОНВЕЙЕРА	154
Крутинова М.А., Бодяков А.Н.	
ОПЫТ СТАБИЛИЗАЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ	159
Крутинова М.А.	
ПРИМЕНЕНИЕ БЕЗБАЛЛАСТНОГО ПУТИ НА СЕТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ	163
Кудлаев Р.И.	
ПРЕГРАДЫ ДЛЯ ЗАПУСКА БЕСПИЛОТНЫХ АЭРОТАКСИ....	168
Кудлаев Р.И.	
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ТАКСИ	171
Кузнецов В.А.	
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА ВОДИТЕЛЕЙ АВТОБУСОВ, МАРШРУТНЫХ ТАКСИ И МИНИВЭНОВ	176
Кузнецов В.А.	
ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ВОДИТЕЛЕЙ.....	180
Курдюкова М.Д.	

АНАЛИЗ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ НА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ ЗАЩИТНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	184
Лапшина Д.И., Гамзатова О.А., Чарымов Б.Р.	
АНАЛИЗ МЕТОДОВ «БОРЬБЫ» С ЗАТОРАМИ В ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ	188
Лопухов Н.Р.	
РАБОЧИЙ ОРГАН ДЛЯ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ МАСС ПОВЫШЕННОЙ ПЛОТНОСТИ	193
Лопухов Н.Р.	
ПОЛУЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ПЕРЕРАБОТАННЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ	196
Лукьянов А.С., Колесников А.А., Цыбульников А.С.	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ КОВША ЭКСКАВАТОРА С НЕОПРЕДЕЛЕННОЙ НАГРУЗКОЙ	200
Лукьянов А.С., Крутиков А.Н., Цыбульников А.С.	
АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО ПАЛЬЦА СНЕГОУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ.....	204
Лысенко А.С., Гребенников М.В., Рыжкин П.П.	
ПАССАЖИРОПОТОК.....	209
Лысенко А.С., Гребенников М.В., Рыжкин П.П.	
ПОСТРОЕНИЕ МАРШРУТОВ В QGIS.....	212
Матвеев М.А., Антоненко Н.А.	
РАСЧЕТ МОЩНОСТИ СМЕСИТЕЛЯ С У-ОБРАЗНЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ	215
Махан Х.М. ¹ , Коновалов С.В. ^{1,2} , Панченко И.А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ИЗНОСА АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ, АРМИРОВАННЫХ ЧАСТИЦАМИ TiO ₂	220
Махан Х.М. ¹ , Панченко И.А.	

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА НЕКОТОРЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АА2024	225
Мирошников Е.В., Локтионова А.Г.	
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	230
Михайлова О.А., Колесников Р.С.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОСКОВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ.....	234
Назаров П.О.	
УТИЛИЗАЦИЯ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД КМА	239
Нежута С.А.	
МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ	243
Нежута С.А.	
РАСЧЕТ ЗАДЕРЖЕК ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НАТУРНЫМ СПОСОБОМ И МЕТОДОМ ВЕБСТЕРА	250
Нежута С.А.	
АНАЛИЗ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ УЛИЦ ВОЛЧАНСКАЯ, КОСТЮКОВА И МИХАЙЛОВСКОЕ ШОССЕ Г. БЕЛГОРОДА С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ AIMSUN	256
Некрасов Е.В.	
ОСНОВНЫЕ ДАТЧИКИ АВТОМОБИЛЯ	263
Обрезанов А.С., Пономаренко Л.Н.	
КЛАССИФИКАЦИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ	267
Обрезанов А.С., Пономаренко Л.Н.	
КЛАССИФИКАЦИЯ БУЛЬДОЗЕРНЫХ ОТВАЛОВ	270
Полищук А.К.	

ВЛИЯНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ НА БЮДЖЕТНУЮ СИСТЕМУ СУБЪЕКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	275
Полторыхин В.В., Высоchin A.A.	
ПРИНЦИП РАБОТЫ БЕСПИЛОТНОГО АВТОМОБИЛЯ.....	279
Полторыхин В.В.	
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ	283
Польшин А.А., Голубева Н.Д., Мальцев А.К., Тихонов А.А.	
РАСЧЁТ СИЛ РЕЗАНИЯ ПРИ РАБОТЕ СВЕРЛАМИ.....	286
Польшин А.А., Голубева Н.Д., Мальцев А.К., Тихонов А.А.	
ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОМБИНИРОВАННЫМИ РЕЖУЩИМИ ИНСТРУМЕНТАМИ	290
Пономарев В.Л.	
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ V2X ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ	293
Постников П.К.	
СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ	297
Проценко А.М., Бабуков В.А., Проценко И.Г.	
СПОСОБЫ СМЕШЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ СМЕСЕЙ С ФИБРАМИ.....	301
Проценко А.М., Ненарочкина Н.В., Шамгулов Р.Ю.	
ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АГЛОМЕРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА.....	306
Пшеничных И.Ю.	
КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ	310
Романенко Е.Д.	

ТЕХНОЛОГИЯ VTEC.....	314
Романенко Е.Д.	
ТЕХНОЛОГИЯ ECOWOOST	319
Скосарев Г.С., Лавров А.С.	
МОДЕРНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭКСКАВАТОРА CAT 330DL	323
Славгородский Д.В.	
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ДОРОЖНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ И МЕТОДЫ ЭКОНОМИИ МАТЕРИАЛЬНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ	326
Тарасов А.И., Антоненко Н.А., Цыбульский И.С.	
МОДЕРНИЗАЦИЯ ФРЕЗЕРНОГО РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ	330
Ткаченко Д.С., Проценко А.М., Лопарев А.С.	
ПРОЦЕССЫ ПЕРЕРАБОТКИ И ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ СПОСОБОМ ЭКСТРУДИРОВАНИЯ.....	333
Топский А.А.	
ВИДЫ И УСТРОЙСТВО БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРТОВ	337
Топский А.А.	
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.....	341
Труфанов А.А.	
ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ЭКСКАВАТОРЫ CATERPILLAR И KOMATSU	345
Труфанов А.А.	
СРАВНЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭКСКАВАТОРОВ CATERPILLAR И KOMATSU	349
Тунь В.Ю., Гужев Н.В.	

МАЛОТОННАЖНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ	354
Ходяков В.А.	
КОМПЛЕКСНАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ДЕФОРМАЦИЙ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ НА МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ.....	359
Цуриков И.В.	
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ В ПРЕДЕЛАХ ЛОКАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ	362
Цыбин Д.Ю.	
АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ ПРИМЕНЯЕМЫХ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	366
Цыбин Д.Ю.	
ИСТОРИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ РОССИИ	371
Чайкина Д.Г.	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ СТОИМОСТНОЙ ОЦЕНКИ УБЫТКОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДТП	375
Чан А.В.	
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ.....	379
Шаров Э.А., Лукьяненко Н.О.	
ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ПЕЧАТИ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	384
Шевцова В.В.	
ОСОБЕННОСТИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ФОТО- И ВИДЕОФИКСАЦИИ НАРУШЕНИЙ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ	387
Шевцова В.В.	

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ СРЕДСТВ ВИДЕОФИКСАЦИИ ПРИ РАССЛЕДОВАНИИ ДТП	391
Шевцова В.В.	
ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ФОТО- И ВИДЕОФИКСАЦИИ НАРУШЕНИЙ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ	395
Шеховцов Д.Г.	
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ В ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ	400
Шумаков А.А.	
ОТЛИЧИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ МОЛОТКОВОЙ И РОТОРНОЙ ДРОБИЛОК	405
Шумаков А.А.	
ОТЛИЧИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ СО СЛОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ЩЕКИ И ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ С ПРОСТЫМ ДВИЖЕНИЕМ ЩЕКИ	408
Янушевская Я.С.	
ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА – НОВАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СТРАТЕГИЯ	411
Яремчук Д.В.	
СНИЖЕНИЕ АВАРИЙНОСТИ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ В ПУТИ СЛЕДОВАНИЯ	415
Яремчук Д.В., Калашников Л.С.	
ОБУЧЕНИЕ ВОДИТЕЛЕЙ И СОЗДАНИЕ ПРОГРАММ ПРОФИЛАКТИКИ АВАРИЙ	419
Яшин С.С.	
РАЗВИТИЕ КОМПЛЕКСОВ АКТИВНОЙ И ДИНАМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ (КАЗ И ДЗ), ИХ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ	423
Яшин С.С.	
БЕЗОПАСНОСТЬ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ И ЕЁ ЭКИПАЖА	427

Бабкин Д.В., Атрошенко А.О., Бабкина А.В.

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), г. Челябинск, Россия

**АНАЛИЗ ДИНАМИКИ И СВЯЗИ МЕЖДУ УРОВНЕМ
АВТОМОБИЛИЗАЦИИ И БЕЗОПАСНОСТЬЮ НА ДОРОГАХ В
РОССИИ И МИРЕ**

Все страны мира стремятся, чтобы их автомобильные сети функционировали эффективно. Отсутствие заторов экономит общественное время, снижает негативное влияние транспортных средств на экологию, улучшает экономическую ситуацию. Поэтому является важным изучение причин снижения эффективности дорожной сети. Один из показателей, применяющихся для оценки эффективности функционирования дорожной сети – дорожно-транспортная аварийность. Ее индикаторами являются абсолютные показатели (число ДТП, погибших, раненых) и показатели транспортного и социального рисков. Под транспортным риском понимается число лиц, погибших в ДТП, на 10 тыс. транспортных средств, а под социальным – число лиц, погибших в ДТП, на 100 тыс. населения [1]. Считается, что рост автомобилизации приводит к увеличению дорожно-транспортной аварийности. Для проверки этой гипотезы был проведен корреляционный анализ.

Основываясь на данных статистического сборника [2], было выявлено, что социальный риск в России с 2018 года по 2022 снизился на 2,75, а транспортный риск снизился на 0,85 (рисунок 1). За этот же промежуток времени количество легковых автомобилей в России выросло на 3,34 млн. шт. (рисунок 2). Корреляция автомобилизации с социальным риском составила -0,99, с транспортным риском – -1,00. Корреляционный анализ показал сильную обратно пропорциональную взаимосвязь рисков с автомобилизацией.



Рис. 1 Динамика транспортного и социального рисков



Рис. 2 Динамика количества автомобильного транспорта [3]

По социальному риску в 2019 году Россия занимала 114 место в мире. Сравним социальный риск со странами, имеющими уровень автомобилизации, близкий к российскому и значительно превышающими его [4;5]. Из таблицы, представленной ниже, видно, что страны, имеющие автомобилизацию, приближенную к значению России, имеют меньший социальный риск. А США имеет намного большую автомобилизацию, чем у России, однако почти равные социальные риски. На основе этого можно сделать вывод об отсутствии

корреляции между высоким уровнем автомобилизации и уровнем рисков.

Таблица 1 – Сравнение стран

Страна	Количество автомобилей на 1000 жителей	Социальный риск
Белоруссия	362	7,6
Россия	369	12
Хорватия	374	7,9
Израиль	384	3,9
Словакия	390	6,1
США	910	12,7

Как показывает статистика социальных рисков, высокая смертность от ДТП наблюдается в бедных странах. Эксперты отмечают, что это связано с неразвитой инфраструктурой, плохими дорогами и некачественным уровнем медицинского обслуживания, которое оказывается пострадавшим в ДТП людям. В тоже время, в списке стран с наибольшей смертностью на дорогах нельзя найти экономически развитые страны, которые, очевидно, обеспечивают надлежащие условия для движения транспортных средств и уделяют максимальное внимание безопасности на дорогах [4].

Таким образом, анализ оказался показательным для определения влияния автомобилизации на социальный и транспортный риски. Несмотря на связь между ними, данные свидетельствуют об отсутствии корреляции в экономически развитых странах, где безопасность на дорогах – приоритет для правительства. В целях снижения рисков необходимо уделить внимание не только техническим аспектам движения, но и социальным, таким как уровень здравоохранения, развитие инфраструктуры и повышение информационной грамотности населения. Полученные данные могут быть полезны для разработки мер по снижению рисков на автомобильных дорогах и повышению безопасности для всех участников движения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 января 2018 г. № 1-р «Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024» [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru> (дата обращения: 12.04.2023).

2. Профили безопасности дорожного движения субъектов Российской Федерации 2020. Статистический сборник. – М.: ФКУ «Научный центр БДД МВД России», 2021. 100 с.
3. ЕМИСС [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru> (дата обращения: 15.04.2023).
4. Рейтинг стран по уровню смертности в ДТП [Электронный ресурс]. URL: <https://nonews.co> (дата обращения: 20.04.2023).
5. Сколько в разных странах машин на душу населения? Инфографика [Электронный ресурс]. URL: <https://aif.ru/> (дата обращения: 20.04.2023).

УДК 69.002.5

Бабуков В.А., Проценко А.М., Лопарев А.С.

Научный руководитель: Севостьянов В.С., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПОЛУЧЕНИЕ ВТОРИЧНОГО ЩЕБНЯ ИЗ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

В процессе демонтажа зданий и сооружений наиболее массовым видом отходов является железобетон и щебень. Порядка 75% из него признаются годными к повторной переработке. Практически три четверти строительных отходов, которые раньше являлись не востребованными, сейчас используются в строительстве. Иногда перерабатываются на той же площадке, где происходил снос сооружений.

Щебень является распространенным строительным материалом. Он используется для возведения фундамента, в кладочном растворе, при строительстве подъездных путей и др. При этом, возникает вопрос о целесообразности замены первичного щебня на вторичный.

Вторичный щебень - это материал, полученный при демонтаже дорог, сносе зданий, сооружений и других пришедших в негодность объектов. Благодаря способу изготовления, стоимость его кубометра значительно ниже, чем у остальных видов строительных материалов при производстве щебня.

Таким образом, вторичный щебень является наиболее востребованным при производстве различных строительных материалов из вторичных сырьевых ресурсов (ВСР). Данное направление является одним из экономически целесообразным решением проблемы утилизации отходов строительной отрасли [1, 2].

Многие строительные организации создают собственный производственный комплекс по переработке вторичных материалов. После демонтажа здания вторичный строительный бетон не вывозится на специальные свалки, а перерабатывается. С помощью специального навесного оборудования – гидромолота или гидроножниц, прикрепляемого к экскаватору, остатки бетонных конструкций измельчаются. Следующий этап - передвижной дробильный комплекс. Достоинство такого комплекса – возможность извлечения металломолома уже в процессе дробления. В приемный бункер дробленого материала встроены магнитные сепараторы, которые выделяют остатки арматуры и другие металлические включения. Полученный вторичный щебень часто не разделяют на фракции, а используют тут же – как прослойка для фундамента или заполнитель для бетонных растворов. Около 50-60% от общей массы щебня, необходимого на строительство объекта, можно заменить вторичным бетонным щебнем. При этом использование мобильного оборудования позволяет создать рециклинг, то есть замкнуть технологический цикл строительного производства.

Использование вторичного щебня способствует сохранению природных ресурсов, рациональному использованию строительных материалов после демонтажа зданий, сооружений, ремонта дорог и др., тем самым благоприятно влияет на экологию [3].

При переработке вторичного щебня, как правило, используется так называемый «бой» (рис. 1) – продукт переработки вторичных строительных материалов.



Рис. 1 Строительные отходы (строительный «бой»)

Процесс производства вторичного щебня осуществляется следующим образом:

- оценка пригодности строительного боя для вторичной переработки;

- сбор строительного боя и транспортировка его к месту переработки;

- дробление остатков бетона, кирпичей, асфальта и др. с помощью гидрножниц или гидромолота, в зависимости от физико-механических характеристик материалов;

- переработка строительного боя в дробилке;

- сепарация посторонних включений, стекла и металла и др.;

- сортировка вторичного щебня по фракциям на грохоте.

Фракции менее 20 мм подвергаются дальнейшей классификации в аэровиброгрохоте.

Фракции размером 20 - 40 и 40 - 70 мм складируются и отгружаются потребителю.

Щебень размером более 70 мм отправляется на повторное дробление. Полученные фракции щебня различного гранулометрического состава используются следующим образом:

- менее 0,5 мм — в виде мелкодисперсного порошка в качестве добавки в состав асфальтобетонной смеси для повышения ее однородности, в качестве декоративного компонента и др.;

- от 0,5 до 2 мм — в качестве тонкодисперсных наполнителей бетонных смесей в количестве до 30% при производстве строительных материалов;

- от 2 до 5 мм — в качестве антигололедного средства, которое закрепляется на поверхности снежно-ледяных отложений, повышая коэффициент сцепления с дорожным покрытием. Использование полученной крошки рекомендуется на пешеходных дорожках во дворах, парках, скверах и др. Применение в качестве подсыпки гранитной крошки — достаточно дорогостоящее средство. Замена ее на отсев вторичного бетонного щебня позволяет значительно снизить расходы на антигололедные средства;

- от 5 до 20 мм — при формировании верхних слоев дорожных насыпей, откосов, оснований дорог. Данный щебень можно использовать также для укрепления слабых грунтов, когда необходима подсыпка траншей при прокладке инженерных сетей, подсыпка на автостоянках и асфальтируемых площадках.Добавляют щебень указанных фракций также в асфальтобетонные покрытия в количестве 20 — 40% [4, 5].

В зависимости от условий работы, местности и расстояния расположения различных стадий производства, возможно использование мобильной техники. К ним относятся: погрузчики, с различным навесным оборудованием, в том числе с сортировочным ковшом, который позволяет перемещать и классифицировать готовый

продукт в разные точки. Полученная продукция сразу же загружается в транспортное средство (рис. 2).

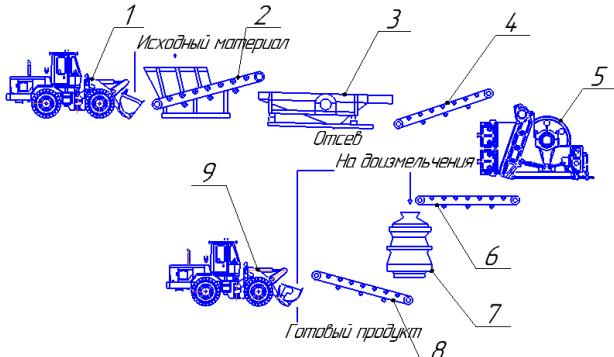


Рис. 2 Производство вторичного щебня с использованием мобильного комплекса: 1 - фронтальный погрузчик ТО-28.9; 2 - питатель ящичный; 3 – грохот; 4, 6, 8 – конвейер; 5 - щековая дробилка; 7 - конусная дробилка; 9 - фронтальный погрузчик с ковшом сортировочным ТО-28

При выборе перерабатывающего оборудования необходимо учитывать ряд факторов: вид строительного боя, его геометрические размеры и количество, конечные размеры дробленого или измельченного продукта и его отсева, мобильность технологического комплекса для получения вторичного щебня, экономическая целесообразность и экологическое воздействие на окружающую среду.

Проведенный нами анализ технологических возможностей и технических средств, используемых при переработке вторичных строительных материалов, подтверждает огромный потенциал неиспользуемых ресурсов, а также научно-технического поиска для инженерно-технических работников и исследователей.

Работа подготовлена при финансовой поддержке в рамках реализации национального проекта “Наука и университеты” новой лабораторией под руководством молодых исследователей “Ресурсо-энергосберегающие технологии, оборудование и комплексы” (FZWN-2021-0014) с использованием оборудования Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Микульский В.Г., Куприянов В.Н., Сахаров Г.П., Горчаков Г.И., Орентлихер Л.П. и др. Строительные материалы

(Материаловедение. Строительные материалы): Учеб. издание - М.: ИАСВ, 2004. - 536 с.

2. Вайсберг Л.А., Шулояков А.Д., Спиридонов П.А. «Сокращение стадиальности дробления - оптимальный путь снижения себестоимости высококачественного щебня». // «Строительные материалы», № 11, 2002 г. – С. 7-9

3. Гущин А.И., Косян Г.А., Артамонов В.А., Козин А.Ю., Кушка В.Н. «Реальность производства щебня». // «Строительные материалы», № 2, 2002 г. – С.4-5

4. Книгина Г.И., Тацки О.Н., Кучерова Э.А. Современные физико-химические методы исследования строительных материалов. - Новосибирск, 1981. - 82 с.

5. Лебедев В. М. Технология строительного производства. - Издво БГТУ им. В. Г. Шухова, 2008 – 360 с.

УДК 67.017

Бабуков В.А., Ткаченко Д.С., Проценко А.М.

Научный руководитель: Севостьянов В.С., д-р техн. наук, проф.

**Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

БАЗАЛЬТОВОЕ ВОЛОКНО – МАТЕРИАЛ БУДУЩЕГО

Базальт - это застывшая вулканическая магма. Его свойства изменились под воздействием атмосферы. Превратившись в камень, эта порода стала основой многих орудий труда древнего человека.

Производить волокно из базальта начали в 20-х годах XX века. Волокнами называются гибкие, тонкие и прочные тела, длина которых во много раз превосходит их диаметр.

Ученые во многих странах ведут научные исследования с использованием данного материала. Исследуют его физико-механические характеристики и физико-химические свойства, а также новые области его применения [1].

Строительство – одна из отраслей, в которой продукты из базальта получили широкое распространение. В основании многих сооружений используется бетон, армированный базальтовой фиброй, который переносит разные температурные перепады и повышенную влажность. Армирование изделий волокном делает строительный объект долговечным [2].

Базальтовое волокно рассматривается, как один из самых современных материалов по следующим причинам:

- изготовление обусловлено крайне низкими энергозатратами;
- имеет повышенную природную стойкость к воздействию агрессивных сред, пламени и высоких температур, устойчивость к вибрациям. Волокна не поддаются воздействию плесени и других микроорганизмов. Это определяет долговечность применения базальтовых волокон и материалов на их основе в строительной отрасли, в автомобильной и авиационной промышленности, судостроении, энергетике и других отраслях;
- электроизоляционные и термоизоляционные характеристики, длительные сроки службы - позволяет использовать базальтовые волокна для производства термостойких, огнезащитных и противопожарных материалов;
- повышенная химическая стойкость в кислотной и щелочной средах, в морской воде по сравнению с Е-стеклом. В этой связи базальтовое волокно применяют для конструкций, работающих при воздействии влаги, растворов солей, химических и щелочных сред; заменяют металлические конструкции и детали, которые под воздействием химически активных сред подвержены коррозии;
- экологическая чистота материала - полное соответствие программе REACH. Готовый продукт не содержит вредных веществ и полностью соответствует протоколу REACH и всем гигиеническим стандартам [3];
- базальтокомпозиты легко перерабатываются при вторичном возврате в производственный цикл;
- отходы от их изготовления используются для создания других видов продукции;
- утилизация не требует больших финансовых затрат.

Однако, каждое производство волокон и использование изделий из них, сопровождается образованием большого объема техногенных базальто-ватных отходов (БВО).

На основе лабораторных экспериментов, удалось установить, что для полного разложения БВО под действием перепадов температур и времени, понадобится от ста до двухсот лет. При этом производство продукции из базальтовых материалов составляет более ста миллионов тонн ежегодно и продолжает расти. В этой связи можно утверждать, что БВО является одним из эффективных теплоизоляционных материалов из-за малой насыпной плотности, а также не является загрязнителем окружающей среды, при его рациональном использовании.

Основными направлениями переработки волокнистых отходов являются:

- рециклинг волокнистых отходов в процессе производства (базальтовое, каменоватное волокно, целлюлозно-бумажные отходы и др.);
- производство из вторичных материалов изделий различного технологического назначения;
- сжигание волокнистых отходов (органического происхождения) с получением тепловой и электрической энергии.

Технологические ограничения переработки волокнистых отходов возникают в связи с их специфическими физико-механическими характеристиками, такими как плотность, слеживаемость, развитая поверхность, влагоемкость и др.

С учетом вышеуказанных специфических особенностей БВО нами разработано устройство для вибрационно-центробежной классификации техногенных волокнистых материалов (патент РФ № 2774302). Данное технологическое решение позволяет получать волокна из БВО различной длины, удалять из техногенных материалов посторонние включения, например, кремнеземсодержащие «корольки», обеспечивающие повышение прочности (после их механоактивации) бетонных изделий (рис. 1) [4].

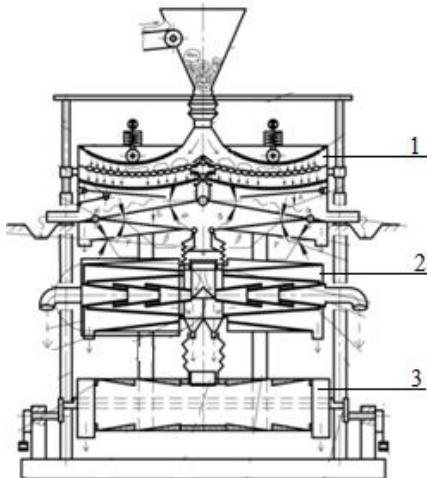


Рис. 1 Устройство для вибрационно-центробежной классификации техногенных волокнистых материалов: 1 – призматическая камера для дезагломерации и классификации; 2 – камера классификации; 3 – цилиндрическая камера агломерации.

Данный агрегат позволяет перерабатывать базальтовые отходы, способом интенсивного воздействия рабочих органов на материал. Так, в 1-й камере на поступающий конгломерированный материал силовое воздействие оказывают цепные завесы, дезагломерируя его при большой интенсивности соприкосновения. В этой же камере, в нижней ее части, установлен ромбовидный классификатор, позволяющий получать волокна заданных размеров. Во 2-й камере реализуется процесс классификации волокон меньших размеров, отделяются просыпь и спек («королек»). В нижней, 3-й камере происходит процесс агломерации (окатывания) материала, с получением сферических гранул. Их рекомендуют использовать в качестве микрофибронаполнителей композиционных шихт и сухих строительных смесей. При введении в смеси классифицированных БВО повышается трещиностойкость и огнеупорность различных видов строительных материалов и изделий.

Таким образом, представленный нами анализ физико-механических характеристик и физико-химических свойств БВО, их специфических особенностей и областей использования свидетельствуют об эффективности применения вторичных волокнистых материалов для повышения качества различных композиционных смесей и изделий. Использование разработанной нами патентозащищенной конструкции устройства для вибрационно-центробежной классификации техногенных волокнистых материалов существенно расширяет технологические возможности вторичных волокнистых материалов для производства инновационных видов продукции.

Работа подготовлена при финансовой поддержке в рамках реализации национального проекта “Наука и университеты” новой лабораторией под руководством молодых исследователей “Ресурсо-энергосберегающие технологии, оборудование и комплексы” (FZWN-2021-0014) с использованием оборудования Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Холиков Х. Базальтовое волокно в строительстве // Science and Education. 2021. №6. С. 360-372.
2. Хорошавин Л.Б. Основные технологии переработки промышленных и твердых коммунальных отходов: учеб. пособие / Л. Б. Хорошавин, В. А. Беляков, Е. А. Свалов; Мин-во образования и науки

Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. - 220 с.

3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/REACH>

4. Пат. 2774302 С1 Российская Федерация, МПК B02C 17/00 Устройство для вибрационно-центробежной классификации техногенных волокнистых материалов / В.С. Севостьянов, Н.Т. Шеин, М.В. Севостьянов, В.В. Оболонский, В.А. Бабуков, А.В. Уральский, В.Ю. Шаповалов / заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова, заявка на патент № 2021137137 от 15.12.2021 г., опубл. 17.06.2022, Бюл. № 17

УДК 625.08

Безродин А.С., Рухлова С.Д., Манапов Р.А.

Научный руководитель: Потериев И.К., канд. техн. наук, доц.

*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет
(СибАДИ), г. Омск, Россия*

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В настоящее время руководством страны много внимания уделяется качеству строительства асфальтобетонных покрытий.

Так 13 июля 2022 года В. В. Путин поручил правительству до конца 2027 г. привести в нормативное состояние не менее 85% автомобильных дорог опорной сети [1].

Планируется предусмотреть применение современных материалов и техники преимущественно российского производства для строительства и ремонта дорог, а также внедрение новых технологий и материалов в сфере дорожного строительства [1].

«Необходимо нарастить, форсировать темпы инфраструктурного строительства. Не просто проводить все запланированные работы в утвержденные сроки, а стараться максимально сдвигать их влево, то есть выполнять их раньше, быстрее вводить новые участки дорог» – заявил В.В. Путин [1].

Однако зачастую сроки и строительства асфальтобетонных покрытий увеличиваются, графики строительства смешаются на осенние месяцы [2, 3].

Таким образом, транспортирование и укладка асфальтобетонной смеси осуществляется в неблагоприятных условиях – при сильных ветрах и низкой температуре окружающего воздуха. Всё это влияет на

возникновение температурной сегрегации асфальтобетонной смеси. Такая охлажденная асфальтобетонная смесь после укладки оказывается недоуплотненной, склонной к повышенному влагонасыщению и характеризуется пониженной прочностью и сдвигостойчивостью. На данных участках впоследствии первыми появляются ямы и выбоины [4, 5].

Транспортирование асфальтобетонных смесей зачастую осуществляется либо на большие расстояния, либо в условиях городского трафика (пробок) в неприспособленных для этого автосамосвалах. В этот момент и возникает температурная сегрегация асфальтобетонной смеси, которая ухудшает качество строительства асфальтобетонных покрытий [4].

Для качественной укладки асфальтобетонного покрытия необходимо, чтобы асфальтобетонная смесь была однородной по структуре, т.е. имела одинаковую температуру и была фракционно однородной.

На рисунке 1, 2 представлены фотографии асфальтобетонной смеси в кузове самосвала на месте укладки, сделанные тепловизором ThermoView Ti30.

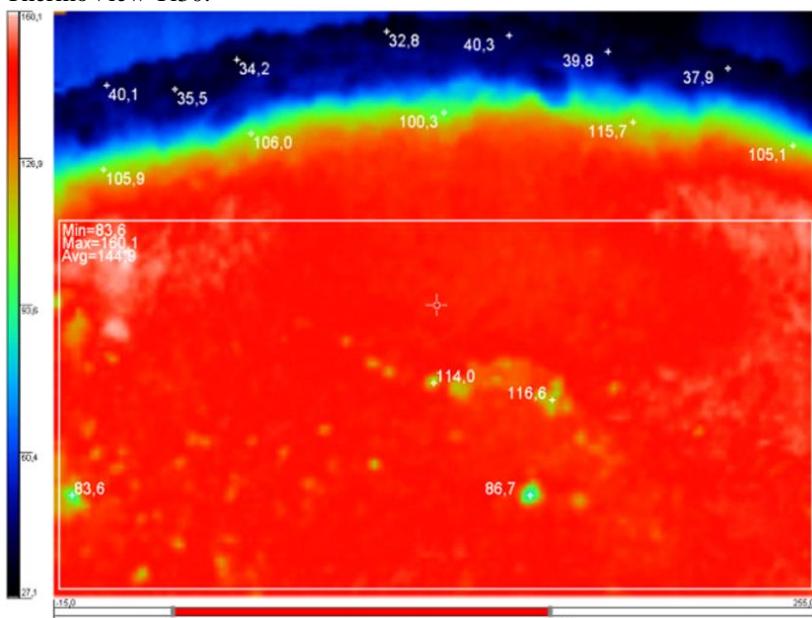


Рис. 1 Распределение температуры асфальтобетонной смеси в кузове самосвала после транспортирования к месту укладки

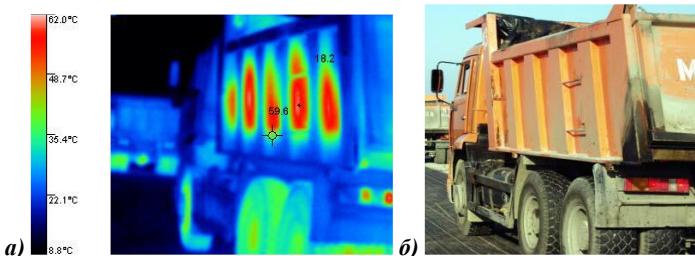


Рис. 2 Снимок самосвала с асфальтобетонной смесью перед выгрузкой в приемный бункер асфальтоукладчика: а – тепловизором; б – фотоаппаратом

Снизить температурную и фракционную сегрегацию (расслоение) асфальтобетонной смеси возможно применив антисегрегационные перегружатели (рисунок 3) [6].

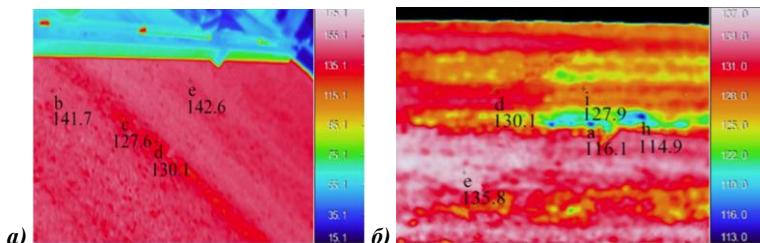


Рис. 3 Тепловые поля асфальтобетонного покрытия:
а – с перегружателем; б – без перегружателя

В настоящее время антисегрегационные перегружатели значительно дорогие.

Целесообразно спроектировать и эксплуатировать техническое устройство российского производства для снижение сегрегации. Такое устройство представлено на рисунках 4, 5.

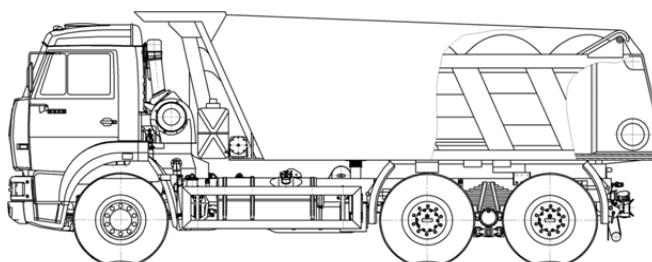


Рис. 4 Техническое решение для снижения сегрегации асфальтобетонной смеси

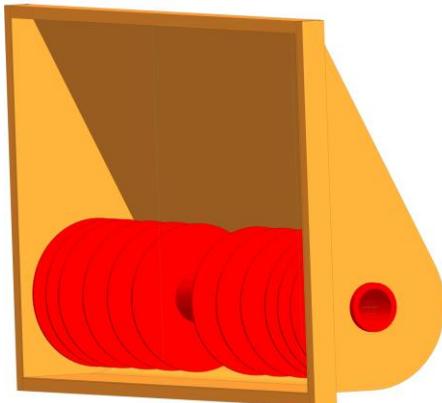


Рис. 5 3D-модель устройства для перевозки и выгрузки асфальтобетонных смесей

Представленное техническое решение позволит снизить температурную и фракционную сегрегацию асфальтобетонной смеси за счет использования трехшагового шнека. Он перемешивает смесь, обеспечивая однородную температуру, плотность и фракционный состав.

Таким образом, проектирование и эксплуатация технического решения для снижения температурной и фракционной сегрегации позволит повысить качество строительства асфальтобетонных покрытий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года / Распоряжение Правительства РФ. № 3363-р – 27 ноября 2021
2. Шестаков, В.Н. Технологическое обеспечение качества строительства асфальтобетонных покрытий: методические рекомендации / В.Н. Шестаков, В.Б. Пермяков, В.М. Ворожейкин, Г.Б. Старков. – 2-е изд., с доп. и изм. – Омск: ОАО «Омский дом печати», 2004. – 256 с.
3. Пермяков, В.Б. Технологические машины и комплексы в дорожном строительстве (производственная и техническая эксплуатация) : учебное пособие для вузов / В.Б. Пермяков, В.И. Иванов, С.В. Мельник и др. – Москва : БАСТЕТ, 2014 – 752 с.
4. Потеряев, И. К. Оптимизация системы «асфальтоукладчик –

транспортные средства – асфальтосмесительная установка» при строительстве асфальтобетонных покрытий : специальность 05.05.04 «Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Потеряев Илья Константинович. – Омск, 2013. – 195 с.

5. Температурная сегрегация асфальтобетонных смесей при строительстве дорожных покрытий / А.Л. Базилевич, А. И. Кудяков: Вестник ТГАСУ. – 2009. – № 1. – С. 116–122.

6. Патент на полезную модель № 108048 У1 Российская Федерация, МПК E01C 19/08. устройство для перевозки и выгрузки асфальтобетонных смесей : № 2011118602/03 : заявл. 11.05.2011 : опубл. 10.09.2011 / В. И. Иванов, И. К. Потеряев ; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)».

УДК 625.7/8

Бондаренко С.Н., Маркова И.Ю., Лукьяненко Н.О.

Научный руководитель: Строкова В.В., д-р техн. наук, проф.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИЗМЕНЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПО УКРЕПЛЕНИЮ ГРУНТОВ

В связи с развитием дорог федерального, регионального и муниципального значения, перед дорожной отраслью РФ стоит задача внедрения лучших отечественных и мировых инновационных решений. Одним из таких решений является применение технологии стабилизации и укрепления грунтов в конструкции автомобильных дорог. Данное решение имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными конструкциями:

– увеличение модуля упругости и сдвигостойчивости, тем самым позволяющие уменьшить толщину асфальтобетонного слоя, исключая просадки и возникновение колеи;

- высокая устойчивость к размоканию и морозостойкость;
- возможность использования местного грунта.

О широкомасштабном применении укрепленных грунтов свидетельствует упоминание о них в Стратегии развития

инновационной деятельности в области дорожного хозяйства на период 2021-2025 годов, утвержденной Федеральным дорожным агентством. Так, в инициативу плана развития инновационной деятельности входят:

- «исследования в области неорганических вяжущих», в которых отмечена необходимость повышения эффективности укрепления грунтов и рыхлых каменных материалов и исследование влияния различных добавок на свойства минеральных вяжущих для укрепления грунтов;
- «исследования в области технологий проектирования» в которых отмечено исследование расчетных характеристик конструктивных слоев из укрепленных каменных материалов с целью повышения точности расчета дорожных одежд;
- «исследования в области грунтов», в которых отмечена необходимость актуализации подходов к испытаниям грунтов и определению их свойств.

В рамках реализации данной стратегии происходит обновление нормативной базы дорожного строительства, особенно в области укрепленных и стабилизированных грунтов, так впервые введены в действие: ГОСТ Р 70453-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Грунты, укрепленные органическими вяжущими. Общие технические условия», ГОСТ Р 70454-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси щебеноочно-гравийно-песчаные, обработанные органическими вяжущими. Общие технические условия», ГОСТ Р 70456-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Грунты. Определение оптимальной влажности и максимальной плотности методом Проктора», ГОСТ Р 70457-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Грунты. Метод определения калифорнийского числа (CBR) для оценки несущей способности грунта», ГОСТ Р 70458-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси щебеноочно-гравийно-песчаные. Общие технические условия», ГОСТ Р 70452-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Грунты стабилизованные и укрепленные неорганическими вяжущими. Общие технические условия».

Введение в действие данных стандартов иногда вводит в заблуждение каким документом стоит руководствоваться для лабораторных исследований в области укрепления грунтов, особенно при определении такой важной характеристики как оптимальная влажность и максимальная плотность грунта. На сегодняшний день действуют два стандарта на их определение – ГОСТ 22733-2016 «Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности» и ГОСТ Р 70456-2022 «Дороги автомобильные общего пользования.

Грунты. Определение оптимальной влажности и максимальной плотности методом Проктора». В статье рассмотрена отличительные особенности данных документов.

ГОСТ 22733 предусматривает определение максимальной плотности и оптимальной влажности на приборе СОЮЗДОРНИИ. ГОСТ Р 70456-2022 предусматривает определение тех же характеристик, но другим методом – методом Проктора. Суть методов заключается в определении плотности грунта от его влажности, путём послойного уплотнения образца с последовательным увеличением влажности. В приборе СоюздорНИИ диаметр трамбовки равен диаметру образца, обусловливая тем самым иную схему уплотнения и более высокую степень дробимости отдельных частиц, особенно в крупнообломочных грунтах, при этом, не отвечая реальности уплотнения укрепленных грунтов в конструктивных слоях дорожных одежд. Диаметр трамбовки по Проктору соответствует половине диаметра уплотняемого образца. Уплотнение выполняется с перемещением трамбовки так, чтобы последующий удар перекрывал отпечаток предыдущего следа на половину, производится уплотнение грунта с боковым выпором. Сравнение нормативных документов по основным параметрам представлены в таблице.

Таблица – Сравнение нормативных документов

Номер стандарта	
ГОСТ Р70456–2022	ГОСТ 22733–2016
Наименование стандарта	
Определение оптимальной влажности и максимальной плотности методом Проктора	Метод лабораторного определения максимальной плотности
Дата введения	
01.01.2023	01.01.2017
Статус	
действующий	действующий
Область применения	
грунты и щебеноочно-гравийно-песчаные смеси, необработанные и обработанные вяжущими материалами, применяемые на автомобильных дорогах общего пользования	природные и техногенные дисперсные грунты и устанавливает метод лабораторного определения максимальной плотности сухого грунта и соответствующей ей

	влажности при исследовании грунтов для строительства
Не распространяется	
на грунты и щебеночно-гравийно-песчаные смеси, содержащие более 25% частиц крупнее 63 мм	на органо-минеральные и органические грунты и грунты, содержащие более 30 % частиц крупнее 10 мм

Основным отличием ГОСТ Р 70456-2022 (метод Проктора) от ГОСТ 22733-2016 (метод СОЮЗДОРНИИ) является:

- возможность определения максимальной плотности и оптимальной влажности грунтов, укреплённых вяжущими;
- установление зависимости плотности от влажности и количества вяжущего;
- возможность испытания грунтов, содержащих не более 25% частиц крупнее 63 мм. (ГОСТ 22733-2016 распространялся на грунты, содержащие не более 30% частиц крупнее 10 мм.)

Самой главной особенностью является, что после введения ГОСТ Р70456–2022 определение оптимальной влажности и плотности для грунтов, применяемых в дорожном строительстве должно проводиться исключительно по данному стандарту.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-19-00796, <https://rscf.ru/project/23-19-00796/>.

The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation № 23-19-00796, <https://rscf.ru/en/project/23-19-00796/>.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бондаренко, С.Н. Структурообразование цементного камня на основе композиционного вяжущего с применением полимерно-минеральной добавки / С. Н. Бондаренко, И. Ю. Маркова, Е. А. Яковлев, М. С. Лебедев, Д. Ю. Потапов// Строительные материалы. – 2022. – № 12. – С. 15-21.
2. Безродных, А. А. Теоретическое обоснование использования модифицированных вяжущих для укрепления грунтов / А. А. Безродных, В. В. Строкова // V Международный студенческий строительный форум-2020 : Сборник докладов. В 2-х томах, Белгород, 26 ноября 2020 года. Том 1. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2020. – С. 126-131.
3. Золотых, С. Н. Стабилизация глинистых грунтов в транспортном строительстве / С. Н. Золотых // Образование, наука, производство,

Белгород, 20–22 октября 2015 года / Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2015. – С. 600-603.

4. Траутвайн, А. И. Анализ эффективности использования добавки комплексного действия при укреплении песчаных и крупнообломочных грунтов / А. И. Траутвайн, А. Е. Акимов // Дороги и мосты. – 2022. – № 1(47). – С. 307-324.

5. Распоряжение Росавтодора от 03.03.2021 n 771-р "Об утверждении стратегии развития инновационной деятельности в области дорожного хозяйства на период 2021 - 2025 годов"

УДК 629.1

Бычкова К.А.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕШЕХОДОВ

Организация работы общественного транспорта для повышения безопасности пешеходов – это одна из важнейших задач, стоящих перед городскими властями. Общественный транспорт является неотъемлемой частью инфраструктуры городов и предназначен для удобства жителей. Однако, нередко работы по обеспечению безопасности пешеходов на дорогах не уделяется достаточное внимание, что приводит к чрезвычайным ситуациям на дорогах и повреждениям здоровья. Все виды традиционного городского транспорта (метро, рельсовый и речной трамвай, троллейбус, автобус, паромные и аналогичные им перевозки) относятся к общественному транспорту, независимо от того, что местные власти могут практиковать льготный и бесплатный проезд для отдельных категорий пассажиров. На границе терминов здесь оказываются электрички, выполняющие все функции городского транспорта при суточных «маятниковых миграциях» рабочей силы между крупным городом и периферией ареала его трудовых ресурсов, в который могут попадать и другие города со своим местным общественным транспортом [1].

Общественный транспорт получил широчайшее развитие в XIX и первой половине XX века. Однако в 1930-х — 1960-х годах во многих

странах происходил процесс свёртывания общественного транспорта из-за конкуренции с личными автомобилями, становившимися всё более доступными широкой публике. Во многих городах были полностью ликвидированы трамваи. Они были национализированы как государственная компания British Rail в 1947 году, однако были вновь приватизированы в 1990-х годах. Личный автомобиль обычно обеспечивает большую скорость поездки «от двери до двери» при высоком комфорте, однако автомобилизация порождает множество проблем. Города (в особенности старые города, исторические ядра которых развивались в доавтомобильную эпоху) страдают от перегрузки улиц и нехватки мест для стоянки автомобилей; напряжённое автомобильное движение создаёт сильный шум и загрязнение воздуха. Обеспечение подвижности автомобилизированного населения требует больших общественных затрат. Важно учитывать особенности городской среды и движение транспортных потоков на дорогах. Исходя из теоретических основ, можно сформулировать следующие принципы, которые могут помочь в повышении безопасности пешеходов:

- При организации работы транспорта необходимо учитывать наличие пешеходов на дорогах;
- Необходимо создавать комфортные условия для движения пешеходов;
- Продумывать маршруты транспорта так, чтобы исключить места одновременного движения автомобилей и пешеходов.

Для реализации этих принципов необходимо провести организационную работу в соответствии с местными условиями. Рассмотрим несколько практических примеров.

1. Организация автобусного движения. Расписание автобусов должно быть составлено таким образом, чтобы избежать совместного движения автобуса и пешеходов. Необходимо задуматься о том, как обеспечить пассажирам безопасное погружение и выгрузку из транспорта. Это можно сделать путем создания специальных платформ, которые бы снижали вероятность попадания пешехода под колеса автобуса. Кроме того, можно оборудовать автобусы камерами заднего вида, что позволит водителю контролировать движение пешеходов.

2. Организация трамвайного движения. При организации работы трамвайного транспорта необходимо принимать во внимание движение пешеходов и пассажиров. На остановках трамвайных маршрутов необходимо создать специальные зоны отдыха и организовать пассажирские потоки так, чтобы исключать их столкновения с движением трамвайных вагонов.

3. Организация работы метро. Станции метро являются наиболее напряженными местами, в которых происходит сбор и разброска пассажиров. При организации работы метро нужно учитывать количество пассажиров на станции, продумывать маршруты движения людей и обеспечивать безопасность в подземных переходах. Необходимо также предусмотреть создание специальных зон, где можно обратиться за информационной помощью [2].

Общим признаком всех видов общественного транспорта является то, что пользователи его перемещаются в транспортных средствах, им не принадлежащих (за исключением случаев поездок на собственном транспортном средстве в качестве обычного пассажира). Однако обратное неверно. В категорию общественного транспорта не попадают, например, школьные и служебные автобусы, внутренний транспорт крупных предприятий и организаций, воинские эшелоны и т. п., так как они официально не доступны широкой публике и не востребованы ею [3].

Ведь именно на дорогах происходит большинство аварий с участием пешеходов. Для решения этой проблемы необходимо провести комплексную работу по организации движения общественного транспорта. Среди основных мер можно выделить следующие:

1. Разработка оптимальных маршрутов. Маршруты должны быть разработаны таким образом, чтобы минимизировать пересечение тротуаров и дорог пассажирского потока с автомобильным движением. Это может быть достигнуто за счет использования альтернативных магистралей или создания специальной инфраструктуры для общественного транспорта.

2. Установка светофорной системы. Светофорная система должна быть установлена на всех критических перекрестках, а также на улицах с большой интенсивностью движения. Она поможет регулировать поток автомобилей и людей, что значительно повысит безопасность пешеходов.

3. Ограничение скорости. На некоторых улицах может быть ограничена скорость езды для повышения безопасности пешеходов. Это особенно актуально на детских и школьных маршрутах, а также в районах с большим количеством людей.

4. Обучение каждого водителя держать дистанцию от других транспортных средств при проезде через пешеходные переходы. Это поможет избежать аварийных ситуаций и повысить безопасность для всех участников движения.

5. Регулярное техническое обслуживание. Регулярное техническое обслуживание автобусов, троллейбусов и других видов городского транспорта также является важным фактором для повышения безопасности пешеходов. Ведь только исправно работающий и надежный механизм может гарантировать безопасность на дорогах.

6. Обновление парка. Обновление парка городского транспорта – это ещё один способ улучшить услуги по перевозке людей в границах населенных пунктов, а также повысить комфортную экологическую жизнь жителей больших мегаполисов. Наличие новых моделей автомобилей со всеми необходимыми системами безопасности будет способствовать предупреждению возможных ДТП с учетом интересной качественной работы транспорта [4].

Таким образом, организация работы общественного транспорта для повышения безопасности пешеходов – это сложный и многогранный процесс, который требует совместных усилий государственных органов и частных компаний. Однако только такой подход может дать положительный результат в виде уменьшения количества аварий на дорогах и сохранения здоровья людей. Организация работы общественного транспорта имеет большое значение для повышения безопасности пешеходов. Необходимо учитывать все особенности городской среды и транспортных потоков, что позволит добиться максимального уровня безопасности. При этом необходимо продумывать маршруты движения транспорта так, чтобы исключить риски столкновения автомобилей и пешеходов [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Косяков С.А. Общественный транспорт как способ борьбы с негативными последствиями автомобилизации // Организация и безопасность дорожного движения: мат-лы VII Всерос. науч.-практ. конф. Тюмень: ФГБОУ ВО ТИУ, 2014. С. 104–106.
2. Глемба К.В. Влияние перцептивных процессов пространственного восприятия участников дорожного движения на безопасность // Вестн. ЧГАА. 2012. Т. 62. С. 26–31.
3. Новиков И.А., Кравченко А.А., Шевцова А.Г., Васильева В.В. Научно-методологический подход к снижению аварийности на дорогах Российской Федерации // Мир транспорта и технологических машин. 2019. №3. С. 58-64.
4. Правила безопасного поведения пешеходов и велосипедистов [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL:

<https://solginskaysoh86.edusite.ru/p354aa1.html> (дата обращения:02.05.2023)

5. Как сделать транспорт безопаснее? [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/2503132> (дата обращения:02.05.2023)

УДК 629.1

Бычкова К.А.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРОВ В ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТЕ

Общественный (коммунальный) транспорт — разновидность пассажирского транспорта как отрасли, предоставляющей услуги по перевозке людей по маршрутам, которые перевозчик заранее устанавливает, доводя до общего сведения способ доставки (транспортное средство), размер и форму оплаты, гарантируя регулярность (повторяемость движения по завершении производственного цикла перевозки), а также неизменяемость маршрута по требованию пассажиров. Общественный транспорт – это неотъемлемая часть городской жизни, которая существует для удобства и комфорта граждан. Однако, по мере роста городов и увеличения объема транспорта, возникают проблемы с безопасностью пассажиров. Чтобы решить эти проблемы, необходимо организовать работу общественного транспорта таким образом, чтобы гарантировать безопасность пассажиров. В современном мире общественный транспорт является неотъемлемой частью городской инфраструктуры, и многие люди ежедневно используют его для перемещения по городу. Но с ростом числа пассажиров в транспорте возрастают и риски для их безопасности. Поэтому важно проводить исследования и разрабатывать меры, направленные на обеспечение безопасности пассажиров общественного транспорта [1].

Экономической предпосылкой возникновения общественного транспорта как отрасли является возникновение рынка лично свободной рабочей силы, дополняемое фактором урбанизации. В доклассовых государствах каждый общинник по определению, с одной стороны, имел личный транспорт, а с другой — не испытывал

необходимости в регулярных дальних перемещениях «налегке». В античности владение собственным выездом или хотя бы конём становится привилегией класса господ, но и здесь натуральное хозяйство вкупе с закрепощением крестьян освобождает эксплуатируемых от потребности в чужих платных услугах по регулярным перемещениям самих себя к месту приложения своей рабочей силы и обратно [2].

Анализ ситуации Согласно исследованиям, опубликованным в журнале "Accident Analysis & Prevention", общественный транспорт относится к категории транспортных средств с высоким риском аварийности. Основными причинами аварий на общественном транспорте являются нарушения правил дорожного движения водителями и недостаточное обслуживание транспорта. Кроме того, пассажиры также могут оказывать негативное воздействие на безопасность транспорта, например, мешая водителю управлять автомобилем или нарушая правила поведения в транспорте.

Проведенные исследования также показали, что одной из основных проблем безопасности в общественном транспорте является отсутствие безопасных мест для пассажиров. В некоторых городах количество пассажиров на автобусах и трамваях значительно превышает количество кресел в грузовик - что приводит к тому, что пассажиры вынуждены стоять, держась за поручни или открываться до лестниц. Это создает дополнительный риск для пассажиров в случае аварии транспорта. Одним из решений проблемы является введение организации работы общественного транспорта, которая будет учитывать потребности пассажиров по безопасности [3].

Для достижения этой цели необходимо проводить следующие меры. Во-первых, для повышения безопасности пассажиров, необходимо организовать дисциплинированный вход и выход из общественного транспорта. Водитель должен остановиться на остановке и дать возможность пассажирам спокойно войти и выйти по мере необходимости. Также нужно контролировать порядок и соблюдение правил пользования транспортом. Например, запретить пассажирам ездить в открытом окне или стоять в автобусе во время движения. Во-вторых, необходимо обеспечить безопасность пассажиров во время поездки. Водители должны соблюдать правила дорожного движения, следить за скоростью и реагировать на любые опасные ситуации. Некоторые транспортные средства, такие как автобусы и трамваи, могут быть оборудованы системами безопасности, такими как система аварийного торможения или системы контроля колес. В-третьих, необходимо создать условия для комфортного

пользования общественным транспортом. Например, необходимо обеспечить достаточное количество мест для сидения и хорошую вентиляцию. Также нужно обеспечить чистоту и уборку транспортных средств, а также обеспечить наличие необходимых средств индивидуальной защиты, таких как маски и перчатки. И, наконец, важно проводить обучение и просвещение пассажиров о безопасном поведении в общественном транспорте. Необходимо объяснить правила пользования транспортом, и привлечь внимание к опасностям, связанным с ним.

Отличие общественного транспорта от других видов и способов перевозок пассажиров:

- доступность услуги по перевозке широчайшим слоям населения, без каких-либо классовых, профессиональных и других ограничений социального типа, на основании одного только требования, выполняемого перевозчиком при наличии посадочных мест на единственном условии оплаты этой услуги по установленным тарифам.
- возвратный характер перемещения, его регулярная и интенсивная повторяемость для большинства пассажиров соответствующего маршрута на протяжении длительного времени.
- отсутствие институциональных посредников в приобретении услуги по перевозке (индивидуальный и прямой характер акта покупки проездных документов)
- обязательное участие местных властей в регулировании этим сектором, координации и надзора за деятельностью перевозчиков — исполнителей услуги по перевозке
- достаточная вместимость транспортного средства (массовость услуги), предполагающая возможность совместного его использования одновременно двум и более независимым друг от друга пассажирам (этот критерий исключает поездки на извозчиках, такси и рикшах).

Меры для улучшения безопасности общественного транспорта:

1. Установка датчиков в транспорте либо блютуз аналогов. Элементы беспроводной связи Bluetooth позволяют передавать многие виды данных на короткие расстояния между устройствами. Данные о перемещении транспорта могут использоваться с целью оптимизации маршрутов и рассчитывать пассажиропоток на участках маршрута в определенное время; размещая на каждом транспорте датчик, можно получить значение проезжающих пассажиров, на которое может опираться алгоритм.

2. Контроль скорости транспорта. Водители общественного транспорта должны придерживаться определенной скорости во

избежание дорожных аварий. Для этого можно использовать специальные устройства, которые ограничивают максимальную скорость транспорта в определенных зонах города. Также установка системы спутникового мониторинга движения транспорта поможет отслеживать скорость и другие параметры работы транспорта.

3. Стандарты оценки безопасности транспорта. Введение стандартов оценки безопасности транспорта может дать возможность устроить на местах фиксирование степени соответствия каждого транспортного средства параметрам безопасности. В таком случае учитываются возраст и состояние маршрута каждого конкретного автомобиля, количество перевозимых пассажиров, возможности и квалификация водителей и так далее.

4. Регулярные ремонты. Регулярное обслуживание и ремонт общественных транспортных средств помогает предотвратить аварии и снизить количество проблем с безопасностью пассажиров. Поэтому необходимо проводить регулярные проверки и ремонт транспорта, а также обеспечивать его максимально возможную техническую готовность [4].

Оснащенность автобусов, где найдется все - от огнетушителя и аптечки до автоматических систем ночного видения и предупреждения об опасном сближении, подготовка водителей к самым экстремальным условиям, а главное - дисциплина всех участников дорожного движения остаются тремя китами, на которых зиждется его безопасность.

Они обязаны постоянно проходить курсы повышения квалификации и, конечно же, медосмотры. Справка о зрении действительна в течение двух лет, а медицинское заключение для продления прав не может быть старше года. Водитель не имеет права находиться за рулем дольше четырех с половиной часов и обязан сделать перерыв на 45 минут. Если рейс превышает девять часов, водитель обязательно сменяется.

Максимальный срок эксплуатации транспортного средства не может превышать 16 лет. При этом автобус должен проходить техосмотр каждый год в первые пять лет эксплуатации, а затем каждые полгода.

Обеспечение безопасности перевозки пассажиров — одна из основных задач, которая стоит перед организатором транспортных услуг. На территории Российской Федерации действует ряд правил, регулируемых нормативными документами и законодательством, согласно которым осуществляются транспортные передвижения. Выполнение этих требований при организации бизнеса в сфере

автомобильных перевозок — важный аспект, ведь благодаря этому юридические или физические лица минимизируют риск возникновения дорожно-транспортных происшествий и сохраняют самое ценное — человеческую жизнь [5].

В заключении, организация работы общественного транспорта для повышения безопасности пассажиров должна быть приоритетной задачей для государственных и муниципальных органов власти, а также для компаний, занимающихся общественным транспортом. Правильно организованная работа транспорта повышает безопасность пассажиров и способствует более комфортной и безопасной жизни в городе. Организация безопасной работы общественного транспорта является важным элементом городской инфраструктуры. Проведение регулярных обследований и ремонтов, контроль скорости движения транспорта, размещение датчиков на транспорте и использование инновационных методов мониторинга и управления может улучшить безопасность пассажиров в общественном транспорте и сделать его более надежным и привлекательным способом перемещения в городе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Завьялов Д.В., Лопатинская И.В., Ефимова Д.М., Волков Д.К. Удовлетворенность потребителей в системе управления качеством транспортного обслуживания // Человеческий капитал и профессиональное образование. – 2015. – № 4(16). – с. 26-31
2. Шинкаренко В.Г., Дежурова Е.В. Оценка удовлетворенности потребителей транспортной услугой // Экономика транспортного комплекса. – 2014. – № 23. – с. 8-23.
3. Новиков И.А., Кравченко А.А, Шевцова А.Г., Васильева В.В. Научно-методологический подход к снижению аварийности на дорогах Российской Федерации // Мир транспорта и технологических машин. 2019. №3. С. 58-64.
4. Власов Д. Н. Транспортно-пересадочные узлы крупнейшего города (на примере Москвы). М.: Изд-во АСВ, 2009. 96 с.
5. Виды городского транспорта и преимущества их использования [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://www.c-inform.info/news/id/86957> (дата обращения: 28.03.2023)
6. Приоритет маршрутных транспортных средств. Всё, что нужно знать водителю [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://car.ru/news/pdd/215982-prioritet-marshrutnyih-transportnyih-sredstv-vse-cto-nuzhno-znat-voditelyam/> (дата обращения: 31.03.2023)

УДК 629.1

Высоchin A.A.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

Углеродные волокна (УВ) – органический материал, содержащий 92 - 99,99 % углерода. Углеродные волокна получают путем ступенчатой термообработки разнообразный химических волокон (прежде всего на базе полиакрилонитрила - ПАН) при температурах до 3200°C [1].

Композитные материалы для автомобилей явно потеснили на рынке привычный металл. В настоящее время данный материал применяют при создании абсолютно любого узла автомобиля.

Например, компания BMW уже несколько лет производит компактный электромобиль i3, ставший первым массовым серийным авто, кузов которого сделан из композита.



Рис. 1 Электромобиль компании BMW i3

Композитные материалы все чаще применяются в автомобилестроении: для повышения эффективности применения топлива за счет снижении массы транспорта, для повышения безопасности в случае ДТП, для обеспечения аэродинамического дизайна, для облегчения автомобиля [2].

Снижение веса конструкций особо значительно для покоряющих рынок электромобилей. Чем больше ненужной массы могут снять

конструкторы – тем больше груз батарей возможно расположить на борту.

Однако и на этом применение композитных материалов не прекращается. Переход от корпусных элементов к силовым — важный этап внедрения ПКМ. Он говорит о достаточном уровне компетенций в обеспечении повторяемых качеств деталей.

В плане облегчения особо интересны самые массивные элементы подвески, поскольку снижение неподпрессоренных масс способствует улучшению плавности хода, лучшей управляемости и уменьшению вибраций.

Американские специалисты утверждают, что каждый килограмм пластмассы, заменившей металл, уменьшает массу автомобиля минимум на 1,2 кг. В свою очередь, снижение массы на 10% позволяет экономить от 10 до 20% топлива. В случае применения автомобиля с композитным кузовом и гибридного бензинового двигателя с карбоновыми элементами топливная эффективность составит 35%. А с дизельным гибридом на 45% [3].

При проектировании высоконагруженных деталей с комплексной геометрией целесообразно применять комбинированные решения, например, усиление несущей металлической конструкции композитными элементами.

Так, усиление алюминиевого подрамника позволило достичь снижения массы на 50% по сравнению с равной по прочности металлической конструкцией. Помимо этого, испытания показали значительное снижение низкочастотных вибраций кузова при использовании такого способа усиления.

При возникновении дорожно-транспортного происшествия кузов обязан обеспечивать выполнение следующих предъявляемых к нему требований: обеспечивать жизненное пространство для водителя и пассажиров, сохранить их в этом пространстве, ограничение жизненного пространства в допустимых пределах, сводить к минимуму угроз последствий ДТП. Всем этим условиям отлично соответствуют и отвечают композитные материалы. Композиты способны гарантировать отличную ударопрочность и высокое поглощение энергии, так же они при разрушении не создают острых кромок и возвращаются в исходную форму в момент прекращения воздействия на него сторонних действующих сил.

Особенностью использования углепластиковых композитных материалов на практике является отличие от общепринятых технологий ремонта. Детали автомобиля можно относительно легко отремонтировать после аварии [4].



Рис. 2 Усиление алюминиевого подрамника материалами Hexcel

Благодаря высоким физико-механическим характеристикам расширяется применение композитов в производстве автомобильных и мотоциклетных дисков, особенно используемых для автомотоспорта.

В силу сложности производства такие диски достаточно дороги для повсеместного применение, однако для решения узких специальных задач они как нельзя хороши.

Композиты способны обеспечить отличную ударостойкость и высокое поглощение энергии, также они при разрушении не создают острых кромок и возвращаются в изначальную форму в момент прекращения воздействия на него сторонних действующих сил.

Также важным свойством композитных материалов является возможность придания им самых всевозможных форм и размеров. Это также способствует снижению аэродинамического сопротивления и тем самым позволяет экономить топливо и тем самым уменьшить затраты на автомобиль [5].

Благодаря высоким физико-механическим характеристикам расширяется применение композитов в производстве автомобильных и мотоциклетных дисков, особенно используемых для автомотоспорта.

В силу сложности производства (необходимо использовать сложную по геометрии оснастку, либо вымываемые стержни для формирования полостей) такие диски достаточно дороги для повсеместного использования, однако для решения узких специальных задач они как нельзя хороши.

Использование композиционных материалов осуществляется во все более широких масштабах. В автомобилестроении композиционные материалы применяются уже много лет, и с каждым годом объем их применения растет. Если раньше ПКМ использовались в основном в

качестве отделки салона и в деталях, не несущих значительных нагрузок, то в настоящее время полимеры стали использоваться в крупногабаритных корпусных деталях.

На фоне восходящего тренда на экологичность, снижение выбросов и уменьшение массы транспортных средств, возможно, прогнозировать еще более широкое применение ПКМ в массовом автомобильном производстве, возникновение новых материалов и средств контроля [6].

Однако в борьбе за минимальную массу и передовые материалы не следует забывать об экологии. Развитие вторичной переработки композитов — задача не менее важная, чем достижение исключительных показателей конструкций.

Также недостатком композитных материалов является низкое сопротивление точечным ударом. Углепластик при повреждении образует множество осколков, и восстановить первоначальный вид невозможно.

Композитные материалы уже давно используются в различных формах и видах промышленности. Это связано с их бесспорными преимуществами перед обыкновенными видами сталей, алюминия и прочего. Поэтому с каждым годом они все более укрепляют и расширяют зоны своего влияния [7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Казмирчук К., Морозова Ю. Композиты в автомобильной промышленности: обзор передового опыта с выставки JEC World 2019// Композитный мир. №2. 2019. С. 60-68.
2. Иванов Д. А., Ситников А. И., Шляпин С. Д. "Композиционные материалы". М.: Изд. Юрайт, 2022. 254 с.
3. Почему за авто из композитных материалов – будущее [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://dzen.ru/a/XIjIpdl6gQC07yfM> (дата обращения: 22.03.2023)
4. Композиционные материалы в автомобилестроении реферат [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://obrazovanie-gid.ru/referaty/kompozicionnye-materialy-v-avtomobilestroenii-referat.html> (дата обращения: 22.03.2023).
5. Городов А.А. Композитные материалы в автомобильной промышленности [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: https://revolution.allbest.ru/manufacure/01134781_0.html (дата обращения: 22.03.2023).

6. Меламеда Л.Б. Российские нанокомпозиционные материалы: стратегия захвата рынков [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: https://www.nanonewsnet.ru/files/melamed_gaydar_forum_2011.pdf (дата обращения: 22.03.2023).
7. Городов А.А., Загородний Н.А. Композитные материалы в автомобильной промышленности// Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова Белгород. 2017. С. 1-4.

УДК 629.1

Высоchin A.A.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ВИДЫ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ СВОЙСТВА

С каждым годом наблюдается более широкое применение деталей из полимерных композиционных материалов (ПКМ) в самых разных отраслях производства. В автомобильной промышленности ПКМ применяют уже много лет. Снижение веса конструкций особо актуально для покоряющих рынок электромобилей. Даже экономия 100 кг веса уже сейчас позволяет добавить 25 кВтч полезной емкости аккумулятора, обеспечивающих примерно +100 км пробега.

Композиционный материал (КМ), композит — искусственно созданный неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов с чёткой границей раздела между ними. В большинстве композитов (за исключением слоистых) компоненты можно разделить на матрицу (или связующее) и включённые в неё армирующие элементы (или наполнители) [1].

Термическая обработка волокна проводится, как правило, в три этапа (окисление – 220° С, карбонизация – 1000–1500° С и графитизация – 1800–3000° С) и приводит к образованию волокон, характеризующихся высоким содержанием (до 99,5% по массе) углерода.

Углеродные волокна производят из синтетических и природных волокон на основе полимеров. В зависимости от режима обработки и исходного сырья получают материалы разной структуры и с разными свойствами. В этом заключается главное преимущество композитных материалов. Их можно создавать с изначально заданными свойствами под определённую задачу.

Хоть и небольшим, но преимуществом для электромобилей является электрическая нейтральность множества композитов. Отсек для аккумуляторов, выполненный из полимерного материала, не требует дополнительной изоляции с целью предотвращения замыканий.

Немаловажный плюс композитных материалов заключается в долговечности. Из них выполняются сплошные и самые большие детали, что значительно упрощает производственный процесс.

Композитные материалы, применяемые в автомобилестроении, классифицируются следующим образом, представленным на основе используемых матриц: композиты с металлической матрицей (MMC), композиты с полимерной матрицей (PMC), композиты с керамической матрицей (CMC) [2].

Обладая малой массой, композитные материалы, при этом, отличаются высокой прочностью. Их удельная прочность превышает таковую у стали и алюминия. Благодаря этому автомобиль, сделанный из композитов, получится значительно легче стального, при схожем уровне надежности. Композитные материалы способны обеспечить превосходную ударопрочность и высокое поглощение энергии, также они при разрушении не создают острых кромок и возвращаются в исходную форму в момент прекращения действия на него сторонних действующих сил.

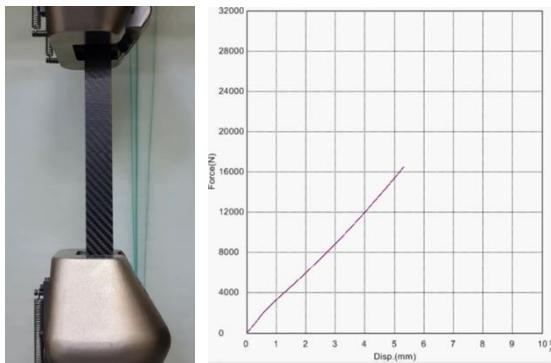


Рис. 1 Тест карбоновой ткани на растяжение (1 Н = 0,102 кгс)

По прочности карбон превосходит сталь (чёрный металлопрокат) в 12,5 раз. Когда мы говорим «карбон», то вспоминаем, конечно, капоты тюнинг-каров. Сейчас нет ни одной кузовной детали, которая не была бы сделана из карбона. Из него изготавливают не только капоты, но и крылья, бампера, двери и крыши. Факт экономии веса очевиден. Средний выигрыш в весе при замене капота на карбоновый составляет 8 кг [3].

Важным свойством композитных материалов является возможность придания им самых различных форм и размеров. Это также способствует снижению аэродинамического сопротивления и тем самым позволяет экономить топливо и тем самым снижать затраты на автомобиль. В зависимости от назначения композиционных полимерных материалов, с целью экономии дорогостоящего сырья, с учетом среды эксплуатации и декоративных требований, можно широко варьировать процентным содержанием исходного сырья и получать изделия с различными физико – механическими показателями, окраской и другими эксплуатационными свойствами.

Благодаря своим свойствам композитными материалами можно усилить металлический детали, однако необходимо решить две задачи одновременно: обеспечить повышение жесткости и надежно соединить ПКМ и металл. Соединения металла с термопластичными композитами проводят микроструктурирование металлической детали лазером. На поверхности металла создают или специальную текстуру, или структуру с поднутрениями (если лазерный луч попадает на поверхность под углом). Такая подготовка поверхности обеспечивает надёжное соединение пары металл-полимер.

Помимо преимуществ, имеются у композитов и минусы. Во-первых, многие армированные полимеры боятся ударных нагрузок. Карбоновая труба, выдерживающая огромные усилия на сжатие или растяжение, может треснуть от удара обычным молотком. Второй недостаток – дороговизна, детали из стали и алюминия пока что обходятся существенно дешевле [4].

Устойчивость к ударным нагрузкам – главная проблема для авто из композитов, так как от нее сильно зависит и надежность, и безопасность. Но учитывая, что современные машины не очень-то хорошо поддаются ремонту после больших ДТП, разница в ремонтопригодности может оказаться в пользу модульного композитного автомобиля.

Вторая причина, из-за которой пластик не используется так широко в автомобилестроении — это пассивная безопасность. Как известно, пластик — материал упругий и сопротивляется давлению до тех пор, пока не будет превышен его предел упругости. После материал ломается. Металл же более пластичен и под действием нагрузок сминается, поглощая энергию удара.

Использование ПКМ в массовом автомобильном производстве остро ставит вопрос вторичной переработки изделий. Композиты должны утилизироваться и перерабатываться специальным образом, чтобы не наносить вред окружающей среде. Одним из самых

популярных методов переработки является пиролиз. В ходе этого процесса полимерная матрица разрушается, а синтетические волокна могут быть переработаны вторично, как правило, в ходе производства SMC-препрегов [5].

На фоне восходящего тренда на экологичность, снижение выбросов и снижение массы транспортных средств можно прогнозировать еще более широкое использование ПКМ в массовом автомобильном производстве, появление новых материалов и средств контроля. Повышенная прочность, пластичность, термостойкость, малый вес — эти преимущества позволяют композитам все больше и больше вытеснять классические материалы. Композиционные материалы интенсивно входят в привычный мир каждого человека, ведь из них создаются многие предметы интерьера, детали бытовых приборов, спортивная экипировка и инвентарь.

В автомобилестроении композиционные материалы используются уже много лет, и с каждым годом объем их применения растет. Если раньше ПКМ использовались в основном в качестве отделки салона и в деталях, не несущих значительных нагрузок, то в настоящее время полимеры стали применяться в крупногабаритных корпусных деталях, а зарубежные компании, такие как BMW, Ford, Mercedes, Audi, и вовсе изготавливают автомобили, кузов которых полностью состоит из композитов [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Устинова. М.В., Зубрев Н.И. Композитные системы с добавлением золы. Монография. М.: Изд. Инфра-М, 2018. 72 с.
2. Ершова О.В., Ивановский С.К., Чупрова Л.В., Бахаева А.Н. Современные композиционные материалы на основе полимерной матрицы// ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». №4. 2015. С. 14-18.
3. Городов А.А. Композитные материалы в автомобильной промышленности [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: https://revolution.allbest.ru/manufature/01134781_0.html (дата обращения: 09.03.2023).
4. Иринчева Е.В. Применение композиционных материалов в автомобилестроении [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: https://infourok.ru/primenie_kompozicionnyh_materialov_v_avtomobiles_troenii-138069.htm (дата обращения: 09.03.2023).

5. Почему за авто из композитных материалов – будущее [Электронный ресурс]. Систем.требования: AdobeAcrobatReader. URL: <https://dzen.ru/a/XIjIpdl6gQC07yfM> (дата обращения: 09.03.2023).

6. Городов А.А., Загородний Н.А. Композитные материалы в автомобильной промышленности// Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова Белгород. 2017. С. 1-4.

УДК 666.94

Гребенников М.В., Лысенко А.С., Рыжкин П.П.

Научный руководитель: Боровской А.Е., доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ЗАДАЧА КОММИВОЯЖЁРА В ЛОГИСТИКЕ

Задача коммивояжера (TSP) - классическая математическая задача в области оптимизации. Это включает в себя поиск кратчайшего возможного маршрута, по которому продавец может посетить несколько городов, проехав через каждый город ровно один раз и вернувшись в исходный город. Проблема состоит в том, чтобы определить последовательность городов, которые должен посетить продавец, чтобы свести к минимуму общее пройденное расстояние.

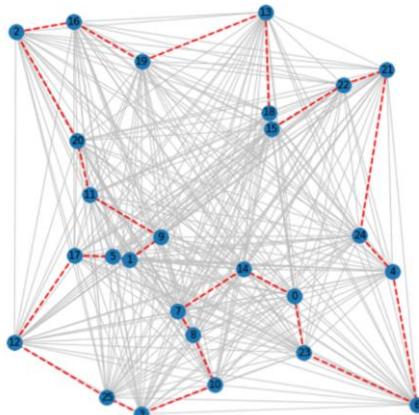


Рис. 1 Пример моделирования задачи

TSP - это NP-трудная задача, что означает, что с увеличением числа городов найти оптимальное решение становится вычислительно неосуществимым. Однако существует ряд эвристик и алгоритмов

аппроксимации, которые могут быть использованы для поиска хороших решений.

Одним из таких алгоритмов является алгоритм ближайшего соседа, который начинается со случайного города и многократно посещает ближайший не посещаемый город до тех пор, пока не будут посещены все города. Другим популярным алгоритмом является алгоритм 2-opt, который начинается со случайного обхода, а затем многократно меняет местами пары ребер, чтобы найти лучший тур.

TSP находит применение в самых разных областях, включая логистику, планирование перевозок и секвенирование ДНК. Это сложная проблема, которая на протяжении многих лет привлекала большое внимание исследователей.

Одним из подходов к применению TSP в логистике является использование алгоритмов маршрутизации. Эти алгоритмы учитывают такие факторы, как расположение пунктов доставки, размер и вес доставляемых товаров, а также вместимость транспортного средства доставки. Оптимизируя маршрут, проходимый транспортным средством, алгоритмы маршрутизации могут свести к минимуму время в пути и расстояние, а также снизить затраты на топливо и износ транспортного средства.

Чтобы внедрить TSP в логистику, компании необходимо иметь систему, которая может собирать и хранить данные о местах доставки, размерах и весе товара, а также вместимости транспортного средства доставки. Затем эти данные могут быть введены в алгоритм маршрутизации, который рассчитает оптимальный маршрут для транспортного средства доставки. Алгоритм также может быть сконфигурирован таким образом, чтобы учитывать дополнительные факторы, такие как характер движения и перекрытие дорог, которые могут повлиять на время в пути и расстояние по маршруту.

Чтобы эффективно внедрить TSP в логистику, компаниям, возможно, потребуется инвестировать в такие технологии, как GPS-отслеживание, которое может помочь оптимизировать маршруты в режиме реального времени и предоставлять ценные данные о поведении водителя и характеристиках транспортного средства. Им также может потребоваться надежная система управления данными для сбора и хранения информации о пунктах доставки, размерах и весе товара и других соответствующих факторах.

В целом, внедрение TSP в логистику требует тщательного планирования, правильной технологии, и приверженности оптимизации маршрутов доставки и снижению затрат. Используя TSP и алгоритмы маршрутизации, компании могут улучшить свои операции доставки,

повысить эффективность и предоставить своим клиентам более качественный сервис.

Известно, что задача о коммивояжере является NP-трудной задачей, что означает, что поиск оптимального решения может оказаться вычислительно неразрешимым по мере увеличения размера задачи. Однако есть несколько способов подойти к этой проблеме и решить ее:

- Точные алгоритмы: Существуют точные алгоритмы, такие как ветвление и привязка или динамическое программирование, которые могут оптимально решать задачи коммивояжера малого и среднего размера. Однако по мере увеличения размера задачи время вычислений увеличивается экспоненциально, что делает эти методы непрактичными для больших экземпляров.
- Эвристика: Существуют различные эвристические алгоритмы, которые могут обеспечить хорошие решения проблемы коммивояжера за разумное время. Примерами таких методов являются алгоритм ближайшего соседа, алгоритм 2-опт и алгоритм имитации отжига. Эти методы не гарантируют оптимального решения, но могут обеспечить достаточно хорошее решение в практическом плане.
- Метаэвристика: Метаэвристические алгоритмы - это алгоритмы поиска общего назначения, которые могут быть применены к широкому спектру задач оптимизации, включая задачу коммивояжера. Примерами таких методов являются генетические алгоритмы, оптимизация муравьиной колонии и оптимизация роя частиц.
- Гибридные методы: Гибридные методы объединяют два или более методов, упомянутых выше, для улучшения качества решения и сокращения времени вычислений. Например, гибридный метод может начинаться с эвристического алгоритма для поиска хорошего исходного решения, а затем применяться точный алгоритм для дальнейшего уточнения решения.

Для применения этих методов в логистике требуется программная платформа, которая может включать алгоритмы решения и обрабатывать большие объемы данных. Платформа должна быть способна оптимизировать маршрутизацию и планирование поставок с учетом различных ограничений, таких как вместимость транспортного средства, временные рамки доставки и условия дорожной сети. Кроме того, платформа должна обеспечивать отслеживание поставок в режиме реального времени, чтобы гарантировать, что они будут завершены вовремя и в соответствии с планом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Lawler, E. L., Lenstra, J. K., Rinnooy Kan, A. H., & Shmoys, D. B. (1985). The traveling salesman problem: A guided tour of combinatorial optimization. John Wiley & Sons.
2. Applegate, D. L., Bixby, R. E., Chvatal, V., & Cook, W. J. (2006). The traveling salesman problem: A computational study. Princeton University Press.
3. Toth, P., & Vigo, D. (2001). The vehicle routing problem. SIAM.
4. Johnson, D. S. (1973). Approximation algorithms for combinatorial problems. *Journal of Computer and System Sciences*, 9(3), 256-278.
5. Papadimitriou, C. H., & Steiglitz, K. (1998). Combinatorial optimization: Algorithms and complexity. Dover Publications.
6. Dantzig, G. B., Fulkerson, R. W., & Johnson, S. M. (1954). Solution of a large-scale traveling-salesman problem. *Journal of the Operations Research Society of America*, 2(4), 393-410.
7. Christofides, N. (1976). Worst-case analysis of a new heuristic for the traveling salesman problem. Report 388, Graduate School of Industrial Administration, CMU, Pittsburgh.
8. Glover, F. (1986). Future paths for integer programming and links to artificial intelligence. *Computers and Operations Research*, 13(5), 533-549.
9. Клинковштейн, Г. И. Организация дорожного движения: учебник. - 5-е изд., перераб. и доп. / Г. И. Клинковштейн, М. Б. Афанасьев. - М.: Транспорт, 2001. - 247 с.
10. Новиков И.А. «Технические средства организации движения: Учебно-методический комплекс. – Белгород: Изд-во. БГТУ им. В. Г. Шухова, 2009. - 302с

УДК 666.94

Гребенников М.В., Лысенко А.С., Рыжекин П.П.

Научный руководитель: Боровской А.Е., доц.

**Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

ЗАДАЧИ MaaS

Мобильность как услуга, или MaaS, - это технологическая платформа, которая революционизирует способы передвижения людей. Она направлена на то, чтобы сделать транспорт более доступным, эффективным и устойчивым. MaaS объединяет различные виды

транспорта и услуги, включая общественный транспорт, совместное использование автомобилей, велосипедов, услуги такси и другие формы совместной мобильности, в единую цифровую платформу. Эта платформа предоставляет пользователям беспрепятственный и персонализированный опыт путешествий, упрощая планирование, бронирование и оплату их поездок.

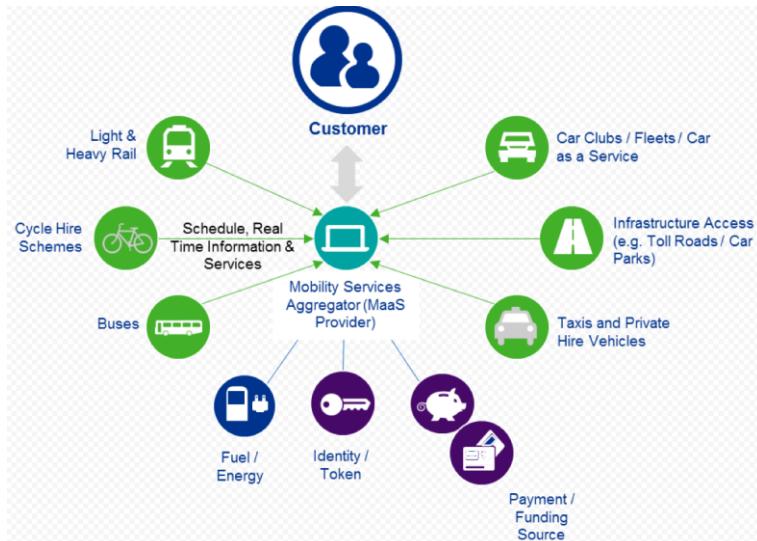


Рис. 1 Модель сбора данных в приложении MaaS

Технология MaaS использует передовые алгоритмы и аналитику данных для оптимизации маршрутов и расписаний поездок, а также для управления спросом на транспортные услуги. Он также включает в себя платежные системы и системы продажи билетов, которые позволяют пользователям оплачивать свои поездки с помощью единой учетной записи. Это делает процесс использования различных видов транспорта намного более удобным и доступным, особенно для тех, у кого нет личного транспортного средства.

Одним из ключевых преимуществ MaaS является то, что он способствует устойчивому и экологичному транспорту. Предоставляя пользователям широкий спектр транспортных возможностей, включая совместное использование велосипедов и электромобилей, MaaS сокращает потребность в личных автомобилях и помогает уменьшить пробки на дорогах и загрязнение воздуха.

MaaS также приносит пользу транспортным операторам, поскольку помогает им лучше управлять своими ресурсами и оптимизировать свои услуги в зависимости от спроса пользователей. Это может привести к увеличению выручки, а также снижению эксплуатационных расходов.

В дополнение к этим преимуществам MAAS обладает потенциалом для преобразования городского планирования и застройки. Предоставляя доступ к данным о характере поездок, спросе на транспортные услуги и другой сопутствующей информации, MaaS может помочь градостроителям принимать более обоснованные решения о транспортной инфраструктуре, землепользовании и других вопросах городского планирования.

Система MaaS была разделена на семь различных уровней, каждый из которых описывает степень интеграции и оптимизации транспортной системы для обеспечения бесперебойного и удобного обслуживания пассажиров. Уровни MaaS варьируются от уровня 0, который означает полное отсутствие MaaS, до уровня 6, который подразумевает появление экосистемы "умного города", где искусственный интеллект контролирует потоки людей и товаров.

На уровне 1 происходит частичная интеграция частных транспортных компаний, предлагающих пассажирам комбинированные билеты. На уровне 2 проезд на государственном общественном транспорте включен в стоимость комбинированных билетов. Третий уровень MAAS предполагает появление единого интерфейса заказа билетов, позволяющего пассажирам выстраивать свои маршруты с использованием различных видов транспорта от разных операторов.

Уровень 4 MaaS характеризуется единым интерфейсом, который позволяет пассажирам планировать свои маршруты и приобретать билеты на все виды транспорта без необходимости покупать несколько билетов. Уровень 5 выводит персонализацию на следующий уровень

Внедрение MAAS - это сложный процесс, который включает в себя интеграцию различных видов транспорта и услуг, а также разработку передового программного обеспечения и возможностей анализа данных. Однако по всему миру было реализовано несколько успешных проектов MaaS, в том числе в Хельсинки, Вене и Сингапуре.

В Хельсинки приложение Whim является ведущим примером успешного внедрения MaaS. Приложение предоставляет пользователям доступ к общественному транспорту, такси, каршерингу, обмену велосипедами и другим транспортным услугам в одном месте. С момента своего запуска в 2016 году приложение набрало более 100 000

пользователей, и ему приписывают сокращение количества частных автомобилей на дорогах города.

Проект "Умнее вместе" в Вене является еще одним примером успешного внедрения MaaS. Проект предполагает интеграцию различных видов транспорта, а также разработку передовых возможностей анализа данных для оптимизации использования ресурсов и сервисов.

В Сингапуре приложение Beeline является успешной реализацией MaaS, которая направлена на предоставление автобусных услуг пассажирам по запросу. Приложение позволяет пользователям бронировать и оплачивать свои поездки с помощью единой учетной записи, а также включает в себя инструменты анализа данных и управления спросом для оптимизации использования ресурсов.

В Манчестере объединенное управление Большого Манчестера заключило партнерство с транспортной технологической фирмой Moovit для запуска платформы MAAS под названием "Доставь меня туда". Приложение объединяет различные виды транспорта, включая автобусы, поезда, трамваи и прокат велосипедов, и позволяет пользователям планировать свои поездки и оплачивать их в одном приложении.

В Лос-Анджелесе управление городского транспорта округа Лос-Анджелес запустило платформу TAP force, которая позволяет пользователям получать доступ к множеству транспортных услуг, включая автобусы, поезда и прокат велосипедов. Платформа позволяет пользователям приобретать транзитные пропуска и управлять ими через одно приложение, устранив необходимость в нескольких карточках или бумажных билетах.

В заключение можно сказать, что мобильность как услуга обладает потенциалом изменить способ передвижения людей, сделав транспорт более удобным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. K. Weigl, M. Chlond, S. Gerike, M. Follmer, and K. Nagel. Mobility as a Service (MaaS): What is it and why should cities care? *Transportation Research Procedia*, vol. 28, pp. 257-265, 2017.
2. T. Anker, A. Buehler, E. Flak, A. Hoen, M. Rye, and E. Seland. Mobility as a Service (MaaS) – A definition, user requirements and business models. *Institute of Transport Economics*, Oslo, Norway, 2017.
3. T. Chen and Y. Li. Mobility as a Service (MaaS): A framework for sustainable urban transport. *Sustainability*, vol. 9, no. 7, pp. 1120, 2017.
4. A. J. Lopez-Pita, J. Gonzalez-Feliu, M. Ambrosino, M. Leurent, M.

Urrutia, M. Mladenovic, and B. Montoya-Torres. Mobility as a Service (MaaS) schemes: A new paradigm for mobility and the role of transport research. *Research in Transportation Economics*, vol. 72, pp. 80-87, 2018.

5. J. W. Konings, E. A. van der Kooij, J. H. S. Vrancken, and B. van Arem. Mobility as a Service: A critical review of definitions, assessments of schemes, and key challenges. *Transport Reviews*, vol. 38, no. 6, pp. 743-767, 2018.

6. M. Nielsen, J. Raatikainen, K. Peterson, and J. Sochor. Mobility as a Service: A review of definitions, user and operator requirements, and future directions. *International Journal of Sustainable Transportation*, vol. 13, no. 1, pp. 38-49, 2019.

7. M. Guerlain, L. M. Schoenfelder, and R. Valkering. Mobility as a Service: A critical review of definitions, applications, and potentials. *Sustainability*, vol. 12, no. 1, pp. 327, 2020.

8. E. Sochor, K. Zsiboracs, and B. van Arem. Mobility as a Service (MaaS) in the COVID-19 era. *Journal of Transport Geography*, vol. 88, pp. 102899, 2020.

9. M. Givoni and D. Banister. Mobility as a Service: Does it have a place in sustainable mobility futures? *Journal of Transport Geography*, vol. 73, pp. 97-106, 2018.

10. E. C. Cardoso, J. A. Dias, and J. F. Castro. Mobility as a Service: A review of current developments and future trends. *Transportation Research Procedia*, vol. 54, pp. 327-335, 2021.

11. Боровской А.Е., Анализ проекта реконструкции улично-дорожной сети на основе использования динамических матриц транспортных корреспонденций/ Е.А. Новописный, М.Ю. Яблоновская // Всероссийский институт научной и технической информации РАН(Москва). –2015. – №10. – С.31-36.;

УДК 666.97

Гужев Н.В., Тунь В.Ю.

Научный руководитель: Уральский А.В., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

Классификация техногенных материалов, образующихся в результате производственной деятельности человека, необходима как

средство установления определенных связей между ними с целью определения оптимальных путей их использования или обезвреживания.

На рис. 1. приведена классификация промышленных отходов по видам.



Рис. 1 Классификация промышленных отходов по видам

Одним из видов промышленных отходов являются отходы строительной индустрии, в т.ч. производства строительных материалов различного назначения, которые могут быть использованы в качестве вторичного сырья при производстве строительных изделий и материалов.

Огромное количество отходов стекольного и керамического производств ставит перед учеными и инженерно-техническими работниками задачи по их рациональному использованию в различных отраслях промышленности. Одно из перспективных направлений – создание материалов различного назначения на основе тонкодисперсного стеклянного порошка.

Стеклопорошок применяется для производства пеноматериалов, выпускаемых в виде кирпичей и фасонных деталей, для производства плиток (смесь измельченного амбрового стекла, щебня и портландцемента); для производства панелей «Сиксит» (31% измельченного стекла, 62% бутового камня, 6% глины); в качестве наполнителя в бетон и битум; для производства пористого облицовочного материала «Глезин» (смесь измельченного стекла и кварцевого песка в соотношении 1:1 и 5-15% воды); декоративных изделий «Стеклокремнезит». Стеклокремнезит представляет собой

трехслойный плиточный материал, нижний слой которого состоит из кварцевого песка с развитой шероховатой поверхностью; средний – из смеси кварцевого песка и стеклобоя, который при термообработке превращается в частично закристаллизованный стеклообразный материал; верхний лицевой слой, подвергнутый огневой полировке, который получают из цветного стеклобоя.

Измельченное стекло используют в качестве наполнителя лакокрасочных материалов, наполнителя бумаги, в качестве абразивного материала для шлифовальной шкурки на бумажной основе и шлифовальных кругов. Из смеси пластмасс и измельченного стеклянного лома формуют канализационные трубы. Из стекла определенной гранулометрии получают литьем крупные блоки на полимерной связке, а также изделия сложной конфигурации. Полученные отливки имеют прочность на сжатие 125 МПа, при растяжении – 33,5 МПа. Смесь стекла с асфальтом (гласасфальт), содержащую 45-73% дробленого стеклобоя (33% каменной муки, 5% асфальта, остальное составляют примеси), применяют в дорожном строительстве. Гласасфальт имеет ряд преимуществ перед обычным асфальтом: укладывается при более низких температурах, хорошо виден за счет отражения света фар автомобиля от микросфер стекла, на нем лучше торможение, дольше срок службы дороги.

Решение проблемы энергосбережения невозможно без применения высокоэффективных теплоизоляционных материалов. Пеностекло – теплоизоляционный материал, наиболее полно отвечающий потребностям строительного комплекса и тенденциям мирового развития производства строительных материалов и выгодно отличающийся по всему комплексу свойств(теплотехническим, прочностным, экологическим) от аналогов [1].

Для производства пеностекла эффективно используется вторичный стеклобой. Однако использованию стеклобоя в качестве основного компонента при производстве пеностекла препятствует непостоянство его химического состава. Это связано с тем, что традиционным способом получения блочного пеностекла является порошковый, заключающийся в спекании смеси стекольного порошка и газообразователя в формах. Этот способ имеет ряд недостатков: высокая металлоемкость производства, чувствительность технологии к колебаниям химического состава стеклобоя и к плотности засыпки шихты в формы.

Другим способом является всучивание брикетов из пеностекольной шихты. Исследования в этом направлении проведены в Магнитогорском государственном техническом университете д.т.н.

М.С. Гаркави, в Белгородском государственном технологическом университете им. В.Г. Шухова к.т.н. А.П. Зубаковым. Пеностекольная шихта представляет собой смесь тонкоизмельченного стеклобоя с газообразователем. В качестве газообразователя могут применяться широко распространенные карбонатные породы (известняк, доломит, мел, мрамор) и отходы их переработки. Совместный помол стекольного компонента и газообразователя целесообразно проводить в центробежной мельнице. Расход энергии на измельчение на 20-25 % ниже, чем в шаровых мельницах. Преимущество центробежно-ударного измельчения заключается также в получении порошка с однородными по форме частицами высокой дефектности. Это позволяет получать брикеты при минимальном расходе технологических связок. Формирование брикетов осуществляется при давлении 10-50 МПа. В результате термообработки в тунNELНОЙ печи вследствие разложения газообразователя при температуре 750-800°C происходит всушивание брикетов и образование пеностекольных изделий. Полученным изделиям путем механической обработки придают необходимую форму и размеры.

Мировое развитие производства минеральных вяжущих веществ в последние десятилетия характеризуется расширением исследований и производства композиционных малоклинкерных и без клинкерных вяжущих с минеральными добавками природного и техногенного происхождения. Одной из эффективных разновидностей без клинкерных вяжущих являются шлакощелочные вяжущие (ШЩВ), о чем свидетельствуют исследования к.т.н. Н.Р. Рахимова (Казанский государственный архитектурно-строительный университет) [2].

Минеральной добавкой в композиционные вяжущие на основе ШЩВ могут быть молотые кварцевые пески в связи с их повсеместной распространенностью и доступностью. Исследования влияния добавок кварцевого песка на свойства композиционного ШЩВ показали, что независимо от вида шлака ШЩВ, полученное помолом шлака до дисперсности 300 м²/кг и последующим смешиванием его с 20 % молотого до удельной поверхности 500 м²/кг кварцевого песка, позволяет получать равнопрочные с без добавочными ШЩВ вяжущие при за творении водным раствором кальцинированной соды при нормально-влажностном твердении. Введение добавок молотого до 200 м²/кг кварцевого песка позволяет получать равнопрочное с без добавочным вяжущим при содержании добавки 10 %.

Большой вклад в развитие технологии производства керамических материалов внес известный ученый, д.т.н., профессор Ю.Е. Пивинский. Особое место в его исследованиях занимают работы, посвященные

технологии высококонцентрированных керамических вяжущих суспензий (ВКБС) [3, 4]. При изготовлении материалов на основе ВКБС, как правило, ставится задача получения отливок с высокой плотностью (низкой пористостью). Пористость отливки во многом обуславливает как исходную, так и «вторичную» структуру материала, формирующуюся в процессе спекания или термообработки. Одним из основных факторов понижения пористости полуфабриката, формуемого различными методами, является подбор оптимального зернового состава. Состав твердой фазы ВКБС характеризуется полидисперсностью – крайние значения размера частиц различаются на пять порядков.

Обнаружение эффекта существенного влияния на свойства ВКБС содержащихся в них микрочастиц коллоидной дисперсности дало основание ввести понятие о двух условных уровнях дисперсности ВКБС. Указанные уровни представлены: 1 – фракциями 100-10, 10-1, 1-0,3 мкм; 2 – фракциями 0,3-0,03 и < 0,03 мкм. Частицы первого уровня представляют собой «истинную» дисперсную fazу ВКБС, для которой характерна седиментация частиц; частицы второго уровня, характеризующиеся коллоидной дисперсностью, подчиняются закономерностям броуновского движения и являются частью дисперсионной среды. Несмотря на то, что массовая доля частиц дисперсионной среды может составлять 5-10% от общей массы твердой фазы, вклад коллоидных фракций в ее удельную поверхность составляет около 80% [5].

Зерновое распределение частиц твердой фазы при получении ВКБС определяется многими технологическими факторами: видом измельчения (сухой, мокрый), типом мельницы, характером загрузки при мокром измельчении (одностадийная, постадийная), концентрацией при измельчении, зерновым распределением исходного материала, степенью измельчения (дисперсностью) и т.д.

Рассмотренная особенность дисперсионного состава ВКБС имеет важное значение в проявлении вяжущих свойств и дает ответ на вопрос о том, почему на основе порошков после сухого помола в шаровых мельницах, в которых отсутствуют указанные коллоидные фракции или они содержатся в минимальном количестве, невозможно получить ВКБС с вяжущими свойствами.

Из сказанного следует, что для реализации установленного эффекта необходимо помольное оборудование, способное увеличить содержание коллоидной фракции в измельчаемом материале.

Из приведенного анализа ряда технологических процессов производства керамических и огнеупорных материалов следует, что для

их осуществления необходимо наличие нескольких видов измельчителей, обеспечивающих получение высокодисперсных порошков различных компонентов, и оборудование для их смешения и дальнейшего совместного помола. Причем, предпочтение во всех случаях отдается помольным агрегатам центробежного типа, выгодно отличающихся от традиционных шаровых мельниц.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кулаева Н.С. Пеностекло из стеклобоя / Н.С. Кулаева, М.С. Гаркави // Строительные материалы. – 2007. – №3. – С.74–75.
2. Рахимова Н.Р. Влияние добавок молотого кварцевого песка на кинетику твердения композиционного шлакощелочного вяжущего / Н.Р. Рахимова // Строительные материалы. – 2007. – №7. – С. 78–79.
3. Зырянов В.В. Механохимическая керамическая технология. Возможности и перспективы / В.В. Зырянов // Механохимический синтез в неорганической химии: Сб. научн. трудов / АН СССР. Сиб. Отд-ние. Ин-т химии твердого тела и переработки минерального сырья / Отв. ред. Аввакумов Е.Г. – Новосибирск.: Наука. Сиб. отделение, 1991. – С. 102–125.
4. Ильевич А.П. Машины и оборудование для заводов по производству керамики и огнеупоров / А.П. Ильевич. – М.: Высш. шк., 1979. – 344 с.
5. Пивинский Ю.Е. Керамические и огнеупорные материалы. Избранные труды. Том 2. – СПб.: Стройиздат, 2003. – 688 с.

УДК 656.022.3; 656.072

Гулько Д.Д.

Научный руководитель: Буйлова М.В., ст. преп.

*Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта,
г. Калининград, Россия*

СИСТЕМА КОРПОРАТИВНОГО ТРАНСПОРТА. ВОЗМОЖНОСТИ И ВАРИАНТЫ ВНЕДРЕНИЯ

Транспорт – важнейшая часть жизни современного общества в целом и человека в частности. Ежедневно требуется перемещать людей и грузы в различные части нашей планеты. В частности, огромное количество людей ежедневно перемещается на место работы и уезжает из него [1]. Использование личного транспорта не доступно для

большей части общества и плюс к этому существенно нагружает транспортно-дорожную сеть городов [2].

Внедрение и использование системы корпоративного транспорта решает представленные проблемы, однако в случае неправильного осуществления может создать еще больше проблем. Для эффективного внедрения системы корпоративного транспорта необходимо произвести анализ предприятия и предложения на рынке услуг корпоративной развозки.

Организованную развозку сотрудников можно разделить на две категории:

- с использованием собственного подвижного состава компании. В основном такая организация развозки используется в крупных промышленных организациях, чье географическое положение несет в себе трудности для доступа общественного транспорта к территории предприятия;
- с использованием услуг аутсорсинга. Использование сторонних перевозчиков позволяет компании внедрить систему организованной развозки сотрудников без необходимости существенных разовых трат денежных средств предприятия. Это открывает возможность небольшим компаниям внедрить систему корпоративного транспорта [3].

Непосредственное приобретение автомобильного парка несет под собой несколько необходимых условий. В первую очередь следует учесть количество сотрудников и их места жительства. В случае недостаточного количества пассажиров использование собственного парка будет не целесообразным. Для приобретения транспорта предприятием необходима большая и единовременная трата денег, также это несет постоянные издержки, которые можно подразделить на следующие пункты:

1. заработка плата водителей;
2. топливо для подвижного состава;
3. состава восстановление и ремонт шин;
4. расходы на общехозяйственные нужды;
5. смазочные материалы для подвижного;
6. амортизационные отчисления;
7. ремонтный фонд.

Кроме прямых издержек на покупку и содержание собственного подвижного состава предприятию необходимо учесть некоторые сопутствующие требования.

Необходимо выявить количество сотрудников, которых необходимо развезти. Существует следующие виды численности

работников: нормативная, плановая, среднесписочная, фактическая, штатная и явочная. При организации корпоративных развозок необходимо учитывать плановые показатели, т.к. это реалистичные показатели, включающие в себя факторы: вид деятельности предприятия, размер компании, объема производства, наличия свободных рабочих мест и т.п.

Необходимо автоматизировать процесс учета персонала используя современные компьютерные программы [4].

Выбрать тип и количество требуемых транспортных средств для развозки сотрудников на предприятие. При выборе подвижного состава необходимо руководствоваться установленными алгоритмами и критериями, один из которых представлен на схеме (рисунок 1) [5].



Рис. 1 Алгоритм выбора подвижного состава

Определить количество и протяженность маршрутов развозки. Для разработки маршрутов необходимо выявить количество сотрудников у которых есть потребность в использовании корпоративного транспорта. После сгруппировать сотрудников по месту жительства и на основе полученных данных и учитывая составить маршруты корпоративной развозки учитывая максимальную вместимость выбранного подвижного состава.

Рассчитать график развозки персонала. Расчет должен основываться на технических характеристиках выбранного подвижного состава, а также учитывать особенности маршрутов, интенсивность движения на маршрутах [6].

Пользование услугами транспортных компаний для обеспечения организованной развозки сотрудников главным образом позволяет избавиться от представленных выше административных расходов на создание и поддержание системы корпоративного транспорта. В случае

передачи создания и управления системой корпоративного транспорта на аутсорсинг компания может высвободить сотрудников занятых в этой области и перенаправить на профильную деятельность предприятия.

Для определения лучшего варианта внедрения и управления системой служебной развозки следует определить зависимость моментальных и постоянных затрат от представленных вариантов использования подвижного состава.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Щербань, П. С. Использование метода коммивояжера в разработке компьютерной программы по обслуживанию газораспределительных станций / П. С. Щербань, А. В. Хохлова, В. В. Голованов // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2018. – № 1. – С. 40-45.
2. Васина, Е. В. Решение проблемы маршрутизации корпоративного транспорта / Е. В. Васина, Л. С. Гришагин, Н. А. Борсук // Базовые тренды социально-экономического развития: вопросы оценки : Материалы региональных научно-практических конференций, Калуга, 26 сентября 2019 года – 08 2020 года. – Калуга: Индивидуальный предприниматель Стрельцов Илья Анатольевич, 2021. – С. 257-263.
3. Лошадкин, Д. А. Основы использования организованной развозки сотрудников на предприятии / Д. А. Лошадкин // Новые технологии - нефтегазовому региону : Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 50-летию ТИИ-ТюмГНГУ, Тюмень, 01 января 2013 года. Том I. – Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2013. – С. 223-225.
4. Кузяева, В. В. Определение экономической эффективности совершенствования кадрового учета на ювелирном предприятии / В. В. Кузяева, В. В. Афанасьев // Автоматизация и управление в технических системах. – 2016. – № 2(19). – С. 1.
5. Шмарин, А. А. Выбор оптимального типа (категории и класса) подвижного состава для внутригородских пассажирских перевозок на основе экономических ограничений / А. А. Шмарин // Прогрессивные технологии в транспортных системах : сборник статей XIII международной научно-практической конференции, Оренбург, 15–17 ноября 2017 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2017. – С. 301-303.

6. Лошадкин, Д. А. Оценка экономических затрат на организованную развозку сотрудников / Д. А. Лошадкин, В. И. Колесов // Новые технологии - нефтегазовому региону : Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 50-летию ТИИ-ТюмГНГУ, Тюмень, 01 января 2013 года. Том I. – Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2013. – С. 226-228.

УДК 629.1

Гусев М.А.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.

**Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

ОГРАНИЧИТЕЛИ В МОТОЦИКЛЕТНОМ ДВИГАТЕЛЕ 139QMB

Двигатель 139QMB имеет широкую распространенность по всему миру. Это обусловлено не только простотой его конструкции и экономичностью, но и доступностью запчастей. Компоненты двигателя 139QMB можно купить практически в любом магазине, так как их производят многие компании по всему миру. Одной из причин такой популярности мотоциклетного двигателя 139QMB является его простота. Двигатель имеет простую конструкцию с минимальным количеством движущихся частей. Простая конструкция двигателя также способствует лучшему расходу топлива, что делает двигатель доступным и более экономичным вариантом для небольших двухколесных транспортных средств. Универсальность двигателя 139QMB - еще один фактор, который помог ему стать популярным. Двигатель используется в различных типах двухколесных транспортных средств, таких как мопеды, скутеры и небольшие мотоциклы. Малый объем двигателя делает его идеальным для легких транспортных средств, в то время как его надежность и низкие затраты на техническое обслуживание сделали его привлекательным двигателем для коммерческого использования.

В первой половине 90-х годов в Японии принимается закон, который поручает всем производителям скутеров ограничивать скорость до 50 км/ч. Такие жесткие меры были приняты после анализа аварийности с использованием мотоциклетной техники. В дальнейшем же эта мера была принята и в Европе. С этого момента начинается эра ограничителей на скутерах до 50 кубических сантиметров. Однако,

снятие этих ограничителей может значительно увеличить мощность и скорость двигателя, что приведет к более динамичному и эффективному использованию мототехники. [1]

Первым шагом для снятия ограничителей в двигателе 139QMB является осмотр мотоцикла и выявление всех ограничителей. Обычно, ограничители расположены в нескольких местах двигателя, таких как в системе впуска и выпуска, системе впрыска топлива, электронной системе и т.д.

Существует довольно много способов заглушить двигатель, но мы рассмотрим основные ограничители, который устанавливают в двигатель 139QMB: Ограничитель в глушителе; ограничитель в коммутаторе и катушке зажигания; ограничитель в вариаторе; ограничитель в карбюраторе.

В рассматриваемом двигателе зачастую инженеры делают в выпускной системе втулку в выпускном колене, чтобы образовывалось завихрение газов, что снижает мощность двигателя и повышает расход топлива, а также уменьшается ресурс двигателя. Чтобы убрать этот ограничитель, достаточно открутить выпускную систему, снять глушитель и вытащить втулку, которая приносит много проблем. Снятие глушителя — самая сложная процедура в извлечении данного ограничителя, так как неквалифицированные специалисты не владеют необходимым оборудованием, вследствие чего могут повредить выпускную систему мотоцикла.



Рис. 1 Ограничитель скорости в выпускной системе двигателя 139QMB

Зачастую Китайские инженеры глушат двигатель с помощью коммутатора и катушки зажигания. Коммутатор — устройство, передающее в нужный момент сигнал на катушку зажигания, а та в свою очередь образует искру с помощью свечи зажигания внутри камеры

сгорания двигателя. Как раз коммутатор не дает полностью развить обороты, что ускоряет износ двигателя, так как масляный насос увеличивает скорость прокачки масла с увеличением оборотов коленчатого вала. Решением данной проблемы является замена коммутатора без ограничителя или коммутатор с опережением угла зажигания.

Снятие ограничителя скорости в коммутаторе двигателя 139QMB может увеличить мощность и скорость мотора. Однако рекомендуется, чтобы это было проделано под постоянным контролем со стороны квалифицированных специалистов, чтобы обеспечить безопасность и предотвратить негативные последствия. [4]

Кольцо — самый распространенный вид ограничителя в данном двигателе. Ограничение происходит установкой шайбы между поверхностями вариатора, что уменьшает обороты коленчатого вала. Суть работы данного ограничителя — Ремень вариатора не выходит на максимальный радиус торкдрайвера, вследствие чего двигатель не развивает максимальную скорость. Этот ограничитель почти не увеличивает расход топлива, износ не завышен. Из-за этих факторов шайба является самым распространенным ограничителем в рассматриваемом двигателе.

Вариаторы двигателей скутеров и мопедов, таких как 139QMB, часто имеют ограничитель скорости, который ограничивает максимальную скорость, которую может развивать мотор. Однако, это ограничение может казаться неприемлемым для опытных водителей, которые желают большей мощности и скорости. [3]

Снимается крышка вариатора и разбирается вариатор. Далее при полном разборе двигателя снимаем кольцо — ограничитель. Достаточно снять его, после чего поставить детали на свои места.



Рис. 2 Ограничитель скорости в вариаторе 139QMB

Бывает и так, что кольца не оказалось на втулке вариатора. В таком случае надо выкрутить внутреннюю щеку вариатора. С внешней стороны обычно находится упорная пластина, под которой смонтированы грузики. После откручивания пластины следует поставить остальные детали на свои места. Обратно монтировать пластину на скутер нет необходимости. [6]

В некоторых случаях водители мотоцикла сталкиваются с ситуацией, когда кольцо и пластина отсутствуют, при этом ограничение максимальной скорости все равно есть. В такой ситуации надо проверить втулку. В ней может находиться выступ, выполняющий функцию кольца. Вариантов решения проблемы два —приобрести новую втулку, либо обточить выступ. Важно сделать так, чтобы поверхность не оказалась переточенной. После шлифовки обработанного узла надо собрать вариатор обратно. [2]

Самый редкий вид ограничения в данном моторе. В основном, такой ограничитель ставят в эти двигатели, если данное ТС экспортируют в страны ЕС.

Китайские инженеры позаботились о нашей безопасности и вследствие этого установили ограничитель в карбюратор, который не дает двигателю развивать максимальные обороты, что пагубно влияет на ресурс двигателя. Как правило, ограничитель скорости в карбюраторе 139QMB настраивается при производстве мопеда. Он может быть настроен на определенный уровень скорости, который будет максимальным для данной модели. Если пользователь попытается увеличить скорость движения мопеда, то ограничитель начнет ограничивать подачу топлива в карбюратор. Похоже это на клапан, который срабатывает от повышения давления. Перекрывает он окно для поступления топлива в камеру смещения его с воздухом. И стоит он как правило в поплавковой камере. [5]

Проанализировав вышеизложенную информацию, мы пришли к выводу, что двигатель 139QMB является достаточно мощным двигателем, но из-за ограничителей, установленных заводом - изготовителем, двигатель не развивает максимальную мощность. Снятие ограничителей в двигателе 139QMB может значительно увеличить мощность и скорость мототехники. Однако, необходимо помнить, что такие изменения могут повлиять на работу двигателя и повышенная мощность может привести к более быстрому износу и повреждению компонентов двигателя. Поэтому, любые изменения должны производиться с осторожностью и только квалифицированными специалистами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иваницкий С.Ю., Карманов Б.С., Рогожин В.В., Волков А.Т. Мотоцикл: Теория, конструкция, расчет. М.: Машиностроение. 1971. 408 с.
2. Мельников А.С., И.С. Сазонов, В.А. Ким Системы активной безопасности двухколесных транспортных средств // Вестник Белорусско-Российского университета. 2010. № 4(29). С. 37-49.
3. Пупков К.А., Андриков Д.А., Синельщикова М.А. Синтез нейро-робастного регулятора стабилизации движения мотоцикла // Вестник РУДН, серия Инженерные исследования, 2015, № 3. С. 23-33.
4. Кофман М., Сазонов Н. До винтика: перебираем моторы питбайков [Электронный ресурс]. URL: <https://moto-magazine.ru/service/workshop/do-vintika-perebiraem-motory-pitaykov/> (дата обращения: 28.02.2023)
5. На что влияет крутящий момент двигателя мотоцикла? [Электронный ресурс]. URL: <https://avtika.ru/na-chto-vliyaet-krutiaschiy-moment-dvigatelya-mototsikla/> (дата обращения: 28.02.2023)
6. Однокозов П.С., Дуганова Е.В. Модернизация производственно-технической базы автомобильного сервиса на примере УПЛ ПО и Р при БГТУ им. В.Г. Шухова // Международный студенческий научный вестник. 2018. № 3. С. 1286-1289.

УДК 629.1

Гусев М.А.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СОВРЕМЕННЫЕ СЕРВИСЫ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ МОТОЦИКЛА

Техническое обслуживание мотоцикла подразумевает своевременное устранение неполадок и проблем в различных узлах данного транспортного средства. Так же в техническое обслуживание могут входить смазочные, заправочные, крепёжные, регулировочные, моечные и контрольные виды работ. Внедрение новейших технологий в обслуживание мотоциклов значительно ускорит и улучшит качество выполняемой работы.

Современное обслуживание мотоциклов включает в себя нечто большее, чем просто устранение механических неполадок. Это сложный процесс, который включает в себя диагностическое тестиирование, ремонт и техническое обслуживание. Важность регулярного технического обслуживания мотоциклов трудно переоценить, поскольку это помогает обеспечить эффективную и безопасную эксплуатацию мотоцикла. [2]

Рассмотрим основные работы, которые проводятся при техническом обслуживании мототехники: замена воздушного фильтра; замена масла с фильтром; замена топливного фильтра; замена свечей; замена антифриза; подтяжка, смазка цепи; чистка и синхронизация карбюраторов; установление дефектов изделия, механизма, машины и т.д.; промывка и пропитка обслуживающего воздушного фильтра.

Обслуживание мотоцикла на станции технического обслуживания является неотъемлемой частью эксплуатации этого транспортного средства. Оно направлено на сохранение безопасности и производительности мотоцикла, а также продление его срока эксплуатации. Владельцы мотоцикла, думая, что они меняют масло в двигателе раз в 1000 км., делают всё верно, но не смотрят даже на покупаемый им продукт, ведь каждое мотоциклическое масло имеет свой класс качества API, который указывает, насколько присадки подходят именно для вашего двигателя.

На станции технического обслуживания мотоцикл проходит комплексную проверку на наличие дефектов и неисправностей. После обнаружения неисправностей, специалисты проводят ремонт и замену деталей, которые необходимы для нормальной работы мотоцикла. [4]

Большинство мотоциклов использует у себя так называемое "мокрое сцепление" для передачи крутящего момента с двигателя на коробку передач. То есть диск сцепления во многих мотоциклах постоянно находится в масле, которое используется как для смазки компонентов двигателя, так и для механических частей коробки передач.

Вот почему нельзя использовать в мотоцикле автомобильное масло. Для замены масла в мотоцикле стоит всегда приобретать специальное масло именно для мототехники. Обычно на канистре (на банке) производитель указывает следующее, что жидкость создана для мотоциклов.

Замена воздушного фильтра в мотоцикле — необходимый процесс регулярного обслуживания, который помогает сохранить контроль над качеством воздуха, поступающего в двигатель. Воздушный фильтр играет ключевую роль в защите двигателя от пыли, грязи, мелких

частиц и других загрязнений, которые могут повредить его внутренние детали в долгосрочной перспективе. Все мотоциклы различаются по размеру и характеристикам, а также по рекомендациям производителя. Поэтому, чтобы выбрать подходящий фильтр, нужно уменьшить фильтр на столько, чтобы он подходил к вашему мотоциклу. Важно быть осторожным при выборе, чтобы избежать использования ошибочного фильтра, которые могут привести к нештатным поломкам и снижению производительности двигателя в целом. Зачастую воздушный фильтр спрятан за пластиком, внутри пустоты рамы. В таком случае необходимо иметь специальные отвертки типа «TOREX», чтобы снять пластик и подлезть к нему. Владельцы мотоциклов в частности не имеют специального оборудования, пытаясь открутить винты обычными отвертками, не задумываясь о последствиях и повреждении пластика. В основном, воздушный фильтр сделан из бумаги, которое не имеет сопротивление, что позволяет двигателю дышать полной грудью. Такой фильтр меняется сразу. Но также существуют и поролоновые фильтры, которые достаточно промыть, просушить и смазать специальной жидкостью (в 90% случаев просто промывают поролон и устанавливают обратно). [1]

Свечи зажигания в любом ДВС бензинового типа выполняют одну и ту же функцию: воспламенение топлива. Зачастую владельцы мотоциклов проводят всего лишь профилактику свечей, а именно зачистка от нагара, которая будет работать неправильно. В сервисах стоит специальная установка, которая проверяет свечу зажигания на наличии пробития искры, а также у них имеется набор специализированных щупов, которым выставляют необходимый зазор между электродом и массой (в частности 0.4-0.6 мм.). [5]



Рис. 1 ГАРО Э203 — стенд для проверки свечей зажигания

В обслуживание тормозной системы входит: замена тормозных колодок, замена тормозной жидкости. В большинстве мотоциклов

тормозная система по-своему устройство очень похожа на автомобильную. Только все намного проще и ее легче обслуживать. Единственное отличие тормозной системы мотоцикла от автомобиля в том, что передние и задние тормоза полностью независимы друг от друга. Это означает следующее, что в мототехнике, как правило, находятся два главных тормозных цилиндра. То есть по сути у мотоциклов две разные тормозные системы. Одной тормозной системой мы управляем с помощью ручки находящейся на руле, а другой - с помощью ножной педали. [3]

В частности, если мотоцикл обслуживают самостоятельно, то производят лишь замену тормозных колодок, несмотря на то, что также необходимо производить замену жидкости.

Изучив вышеизложенную информацию, можно сделать вывод, что своевременное ТО необходимо производить на специализированных станциях (сервисные центры), ведь в частности гаражные мастера могут производить частичную замену узлов, а в некоторых случаях вовсе считают, что замена некоторых жидкостей или деталей вовсе не считается необходимым. Во многих случаях обычные мастера не имеют необходимого оборудования и делают ремонт или обслуживание, которое не соответствует регламенту по проведению ТО мотоцикла. Необходимо проходить обслуживание на станциях технического обслуживания, так как раз эти станции обладают необходимым набором инструментов, необходимыми навыками и знаниями, что обеспечит долгую жизнь вам и вашему мотоциклу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. История создания мотоцикла. [Электронный ресурс]. URL: <https://dreambike.ru/a156794-istoriya-sozdaniya-mototsikla.html>. (дата обращения: 28.02.2023)
2. Капитальный ремонт двигателя автомобиля – причины и этапы [Электронный ресурс]. URL: <https://prosensys.com/info/articles/obzornye-stati/kapitalnyy-remont-dvigatelya-avtomobilya-prichiny-i-etapy/> (дата обращения: 28.02.2023)
3. Ремонт ЦПГ. Как восстановить и обслуживать поршневую группу [Электронный ресурс]. URL: <https://suprotec.ru/suprotek-stati/remont-cpg/> (дата обращения: 28.02.2023)
4. Варламова Е.С., Гаевский В.В., Князев И.М. Пути повышения устойчивости мотоцикла // Вестник СибАДИ. 2013. Выпуск 6(34). С. 12-15.
5. Мельников А.С., Мельников А.А., Бильк О.В.

Антиблокировочная система двухколесного мотоцикла, адаптивная к механическому приводу // Вестник Белорусско-Российского университета. 2017. № 2(55). С. 69-77.

6. Иваницкий С.Ю., Карманов Б.С., Рогожин В.В., Волков А.Т. Мотоцикл: Теория, конструкция, расчет. М.: Машиностроение. 1971. 408 с.

7. Однокозов П.С., Дуганова Е.В. Маркетинг инноваций в автомобильном сервисе // НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ. 2019. № 3. С. 75-78.

УДК 65.011.56

Дорошев А.М.

*Научный руководитель: Абушова Е.Е., канд. экон. наук, доц.
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия*

ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СОВРЕМЕННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Несомненно, что технологии играют ключевую роль в любой сфере современной деятельности, и транспортные сооружения не являются исключением. Другими словами, автомобильные дороги по-прежнему играют важную роль в транспортной инфраструктуре 21 века. Дизайн, материалы и качество изготовления должны обеспечивать долговечность изделия, чтобы избежать необходимости дальнейшего ремонта или реконструкции. В эру цифровизации требуется новая система автоматизации строительства, оборудования и методов, позволяющая выполнять эквивалентную работу с меньшим количеством рабочих [1]. Таким образом, автоматизация является более надежной, эффективной и экономичной.

Технологии для мониторинга, руководства и координации строительной техники и роботов

Одним из основных способов внедрения эффективных технологий в транспортную инфраструктуру является мониторинг и координация строительной техники. Строительное оборудование и роботы, или автоматизированные и запрограммированные механизмы, включают в себя передовые технологии для наведения, мониторинга и контроля. К числу этих технологий относятся инерциальные навигационные системы, навигационные системы, Глобальная система

позиционирования (GPS), наземные радиочастотные системы, а также системы радиочастотной идентификации [2].

- Инерциальные навигационные системы

Базовая инерциальная навигационная система состоит из гироскопов, акселерометров, навигационного компьютера и часов. Гироскопы измеряют угловую скорость и используются для определения ориентации объекта. Акселерометры измеряют линейное изменение скорости (ускорения) вдоль заданной оси. В типичной инерциальной навигационной системе имеются три взаимно ортогональных гироскопа и три взаимно ортогональных акселерометра. Такая конфигурация акселерометра приводит к получению трех ортогональных составляющих ускорения, которые могут быть векторно просуммированы.

Главное преимущество инерциальной навигационной системы заключается в том, что она автономна, что означает отсутствие необходимости во внешней информации о движении. В результате источники "шума" и ошибок инерциальной навигационной системы не зависят от внешних источников [3]. В настоящее время основным недостатком инерциальной навигационной системы является то, что она страдает от явления, называемого «дрейфом».

- Активные системы радиомаяков

Активные системы радиомаяков, включая GPS, используемые для геодезических работ как до, так и после проектных работ, ускоряют компоновку проекта и уменьшают количество ошибок. Использование активных систем радиомаяков для непосредственного наведения строительной техники и управления ею сократит потребность в проведении строительных изысканий. Однако, проблемой данных систем заключается в обследовании дорожной инфраструктуры в процессе строительства. Данная система обладает относительной точностью, необходимой для систематического внедрения автономного строительного оборудования. Активные системы радиомаяков основаны на трех или более передатчиках в известных местоположениях и одном приемнике на мобильном устройстве, местоположение которого необходимо определить.

- Глобальная система позиционирования

GPS состоит из сети из 24 спутников, находящихся на орбите примерно в 19 000 км от Земли. Со спутников передаются два сигнала, несущих закодированные данные. Нормальная точность GPS-оборудования составляет от 100 до 200 м. Основными преимуществами GPS являются снижение стоимости, повышение точности и

возможность использования несколькими пользователями — важная функция для мониторинга строительной техники.

- Наземные радиочастотные системы

Наземные радиочастотные системы основаны на тех же принципах, что и GPS, за двумя исключениями: во-первых, они используют наземные станции вместо спутников в качестве эталона; во-вторых, они используют другую частоту передачи. Эти системы обычно бывают двух типов:

1) Активные системы, подобные радарам, которые имеют несколько стационарных станций, включая главную станцию и подстанции. В заранее определенное время главная станция передает кодированный сигнал, который включает в себя идентификацию станции. При приеме на подстанции сигнал активирует каждую подстанцию для отправки своего собственного кодированного сигнала, который принимается мобильными устройствами.

2) Пассивные системы, при которых все стационарные станции подключены к центру управления, который активирует их одновременно. Сигнал принимается мобильными устройствами и возвращается на стационарные станции.

Основные преимущества радиочастотных систем заключаются в том, что они могут обслуживать большое количество мобильных устройств, могут обеспечивать желаемый уровень точности, могут быть относительно небольшими и доступны по цене.

- Системы радиочастотной идентификации

Радиочастотная идентификация — это технология автоматической идентификации, включающая передачу информации с помощью метки или транспондера, которые могут быть прикреплены практически к любому объекту. В системе радиочастотной идентификации идентификационный транспондер отправляет и принимает двунаправленные радиосигналы начитывающее устройство. Затем эти сигналы отправляются на главный компьютер. Радиочастотная идентификация имеет преимущества по сравнению с другими технологиями автоматической идентификации, например возможность работы в местах с ограниченным обзором или загрязненными поверхностями [4].

Таким образом, ускоряется сбор информации, и обнаруживать неуместно расположенные объекты становится легче, поскольку оператору не нужно выезжать к точному местоположению объекта. Эти технологии также имеют потенциальное применение для управления рабочей силой и для использования строительной техники и роботов.

Модульная конструкция и современные материалы

Модульное строительство дорог, мостов и периферийных устройств с использованием передовых материалов могут быть расширены в следующем столетии. Модульное строительство может принимать различные формы, включая сборные элементы дорожного покрытия, компоненты мостов и фундаменты.

Наиболее значительным преимуществом модульной конструкции является сокращение сроков строительства, что снижает перебои в движении и подверженность рабочих и участников дорожного движения опасностям, связанным с безопасностью в зонах строительства. Кроме того, качество может быть улучшено, а стоимость снижена, если компоненты изготавливаются на заводе, а не в полевых условиях. Современные материалы, которые не поддаются надлежащему контролю в полевых условиях, могут быть использованы или изготовлены в контролируемых заводских условиях. После частичного отверждения или изготовления материал или модули могут быть транспортированы на место для окончательной сборки, монтажа или отверждения.

Модульная конструкция и использование таких материалов, как современные композиты, армированный волокнами полимер, композиты с металлической матрицей и даже обычные материалы (например, алюминиевые ферменные мосты), дополняют друг друга. Меньший вес и гибкость формы, характерные для современных материалов, делают модульные компоненты возможными там, где обычные материалы не подходят. И наоборот, модульная конструкция позволяет изготавливать на заводе современные материалы, которые обычно требуют контролируемых условий.

Полная электронная интеграция

Новое тысячелетие ознаменуется полной электронной интеграцией всего процесса строительства транспортной системы, связывающей все этапы процесса воедино электронным способом. Геодезия участка, проектирование, инструкции по оборудованию и робототехнике, обеспечение качества, отчетность, платежи и готовые чертежи — все это будет полностью интегрировано. Результатом станет среда, в которой информация передается в электронном виде от этапа к этапу без необходимости обработки бумаги. Прямая привязка инструкций к строительному оборудованию и роботам к электронным планам проектирования сведет к минимуму ошибки, повысит качество и упростит программирование роботов.

Компьютеры играют все большую роль в процессе строительства, особенно на этапе проектирования. Дизайнеры по-прежнему используют системы автоматизированного проектирования в качестве

инструментов для черчения, в значительной степени имитируя ручное черчение. Автоматическая интеграция проектирования и строительства невозможна без радикального изменения этой процедуры. Было разработано несколько моделей, использующих другой подход к проектированию, который позволяет автоматически извлекать данные, связанные со строительством, из базы данных проектирования. Эти модели и системы, используемые для их реализации, помогают улучшить процесс строительства несколькими способами:

- Они сокращают количество этапов, связанных с ручной обработкой данных, тем самым уменьшая количество источников ошибок и связанных с ними экономических последствий.
- Они автоматизируют и совершенствуют процесс проектирования, тем самым снижая затраты на проектирование и совершенствуя дизайннерский продукт.
- Они повышают совместимость дизайна и улучшают коммуникацию. В конечном счете, автоматизированный сбор данных о геометрии нагрузки на дорожное покрытие и повреждениях может быть интегрирован в проект электронным способом.

Обсуждаемые здесь передовые технологии и инновационные методы, а также другие концепции, которые еще предстоит разработать, понадобятся для строительства транспортной инфраструктуры в новом тысячелетии, чтобы удовлетворить спрос населения на качественный и удобный транспорт. Все чаще будут использоваться инновационные и более гибкие методы заключения контрактов. Эти методы будут стимулировать подрядчиков в полной мере использовать новые технологии и быстро выполнять работы с минимальными нарушениями в движении, обеспечивая при этом качество, которое обеспечит долговечность объектов и низкие затраты на техническое обслуживание.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Technologies for Transportation Construction [Электронный ресурс] // Открытый доступ на статью. URL: <https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/millennium/00031.pdf> (дата обращения: 7.04.2023)
2. Parish, D., and R. Grabbe. Robust Exterior Autonomous Navigation. Proceedings of the 1993 SPIE Conference on Mobile Robots. Boston, Mass., 1993, pp. 280–291. (дата обращения: 7.04.2023)
3. Everett, H. R. Sensors for Mobile Robots: Theory and Application. Wellesley, Mass.: A. K. Peters Ltd., 1995. (дата обращения: 7.04.2023)

4. Tommelein, I. D. Materials Handling and Site Layout Control. Proceedings of the 11th International Symposium on Automation and Robotics in Construction. Brighton, U.K., 1994, pp. 297–304. (дата обращения: 7.04.2023)

УДК 623.438

Заразилов В.П.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АКТУАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БОЕВЫХ МАШИН ПЕХОТЫ В РОССИИ

В последние годы российские военные уделяют особое внимание развитию своих сухопутных войск. Это включает значительные инвестиции в разработку и модернизацию боевых машин пехоты (БМП). В данной статье рассматривается актуальность этих машин в современной войне, а также перспективы их дальнейшего развития и совершенствования.

В России производство боевых машин является одним из важных направлений военно-промышленного комплекса. В настоящее время Россия является одним из ключевых поставщиков боевых машин для многих стран мира и в силу своего опыта и квалификации может продвигать эту технологию вперед.

Способность вооруженных сил вступать в бой с противником и побеждать его в ближнем бою является важнейшим условием достижения успеха на поле боя. Пехота, являясь основой любой армии, играет решающую роль в наземных операциях. Бои все чаще ведутся в городских условиях, где способность развернуть эффективные и маневренные силы является ключевым фактором. Разработка и модернизация боевых машин пехоты (БМП) обеспечивает важное преимущество в решении этих задач.

Боевые машины пехоты имеют ряд важных преимуществ перед традиционными пехотными подразделениями. Они обеспечивают более высокую степень защиты пехотинцев, позволяя им действовать в зонах повышенного риска. Они также обеспечивают платформу для размещения тяжелого вооружения, от ракетных установок до противотанковых орудий.

Более того, мобильность БМП дает значительные преимущества в условиях городских боев. БМП могут быстро и эффективно

передвигаться по городским районам, обходя препятствия и обеспечивая прикрытие для наступающих пехотных войск [1].

Текущее состояние российских боевых машин пехоты показывает, что Россия имеет долгую историю разработки бронетанковой техники, и в последние годы она вкладывает значительные средства в развитие и модернизацию своих БМП.

БМП-3 и БТР-82 являются наиболее широко используемыми типами российской бронетехники, хотя разрабатываются и испытываются и другие модели.

Для демонстрации актуальности боевых машин пехоты была выбрана Боевая бронированная гусеничная машина БМП-3.

БМП-3 - это боевая машина пехоты, разработанная в России в 1990-х годах и предназначенная для участия в операциях на наземном поле боя. Она является одной из самых современных боевых машин пехоты, оснащенных передовыми технологиями, и успешно эксплуатируется российскими вооруженными силами.

БМП-3 имеет много преимуществ, которые делают ее одной из лучших боевых машин в своем классе. Она оснащена мощным 100-мм орудием, которое может поразить цели на расстояниях до 4,5 километров, а также пулеметом и автоматическим пушкой калибром 30 мм. Благодаря этому, БМП-3 может стрелять на большие расстояния и точно поражать как наземные, так и воздушные цели [2].

Также в БМП-3 установлена передовая техника – система автоматического управления огнем, которая позволяет контролировать огонь и точность стрельбы в сложных условиях боя. Машина также оснащена мощными двигателями, обеспечивающими быстрое движение в любых условиях.

В целом, БМП-3 является современной, мощной и эффективной боевой машиной пехоты, которая обеспечивает большое преимущество на поле боя. Ее практичность в эксплуатации и мощность делают ее идеальным выбором для российской армии и других стран, использующих ее в своих операциях

Проведенные анализы показывают, что новые разработки в целом существенно улучшают технические характеристики и боевую эффективность боевых машин пехоты. Это происходит за счет старания специалистов отрасли, а также продолжающихся экспериментов и тестов [3].

Несмотря на преимущества современных российских БМП и БТР, возможности для дальнейшего развития еще есть. Будущие БМП и БТР, скорее всего, будут более тяжелобронированными, с улучшенной огневой мощью и повышенной мобильностью. Например, растет

интерес к использованию беспилотных наземных машин. Это может помочь справиться с большинством задач, особенно там, где эксплуатация человеческих ресурсов слишком опасна для жизни самих бойцов [4].

Наряду с этим, разработка новых технологий, таких как усовершенствованные датчики, компьютеризированные системы наведения на цель, значительно расширит возможности БМП. В настоящее время ведутся исследования по использованию систем активной защиты (APS), которые могут обнаружить и нейтрализовать приближающиеся ракеты или снаряды до того, как они попадут в машину [5].

Другое направление развития российских БМП может быть связано с использованием необычайных материалов и технологий. Создание более легких и прочных материалов на основе, например, нанотехнологии может существенно улучшить характеристики техники. Также создание новых систем защиты, которая позволит удерживать пули и выдерживать удар более мощного оружия других типов [6].

Нельзя отрицать тот факт, что усовершенствование технических характеристик российских БМП может существенно увеличить прочность техники на поле боя. Например, создание новых двигателей, новых бронированных пластин, новых радиосвязей, ракетных комплексов – все это может дать преимущество при использовании БМП на поле боя [7].

Развитие и модернизация российских БМП представляет собой важнейший компонент военной стратегии страны. В нынешнюю эпоху городских войн БМП обеспечивают существенное преимущество на постоянно меняющемся поле боя. Они обеспечивают повышенную мобильность, защиту пехоты и возможность применения тяжелого вооружения. Существует много возможностей для дальнейшего развития, и постоянные инвестиции в эту область необходимы для поддержания военного потенциала России в 21 веке.

Исходя из всего вышеизложенного, российские БМП представляют собой разновидность военной техники, которая в настоящий момент является хорошо развитой и успешно используется на поле боя. Актуальность и перспективы для развития и усовершенствования этого вида техники весьма многообещающие и связаны с использованием новых технологий, созданием автономных систем, а также улучшением технических характеристик. Россия может также продолжать позиционировать себя на рынке БМП и стать одним из лидеров в разработке и производстве этой превосходной техники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смогут ли танки пережить городские бои? [Электронный ресурс]. Систем.требования: Веб-браузер. URL: <https://inosmi.ru/20220115/251256956.html> (дата обращения 20.04.2023)
2. Суворов С.В. Боевые машины пехоты БМП-1, БМП-2 и БМП-3. "Братская могила пехоты" или супероружие? М.: Изд. Эксмо, 2011. 128 с.
3. БМП-3: сравнительный анализ боевого потенциала [Электронный ресурс]. Систем.требования: Веб-браузер. URL: <https://dfnc.ru/suhoputnaya/bmp-3-sravnitelnyj-analiz-boevogo-potentsiala/>(дата обращения 23.04.2023)
4. Бендриков А.С. Перспективы развития и проблемы беспилотных автомобилей / Сборник трудов конференции: XI Международный молодежный форум "Образование. Наука. Производство" // Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова . (Белгород, 1-20 октября 2020 г.), Белгород: Изд-во БГТУ им В.Г Шухова, 2019. С. 1323-1326
5. БМП-3 оснастят активной защитой [Электронный ресурс]. Систем.требования: Веб-браузер. URL: <https://rg.ru/2021/08/24/reg-irfo/bmp-3-osnastiat-aktivnoj-zashchitoj.html> (дата обращения 23.04.2023)
6. Представлены параметры динамической защиты БМП-3 [Электронный ресурс]. Систем.требования: Веб-браузер. URL: <https://www.ixbt.com/news/2022/09/12/predstavleny-parametry-dinamicheskoy-zashchity-bmp3.html> (дата обращения 23.04.2023)
7. Российская армия шагнула в новую "Эпоху" "умных" БМП [Электронный ресурс]. Систем.требования: Веб-браузер. URL: <https://uz.sputniknews.ru/20211228/rossiyskaya-armiya-shagnula-v-novuyu-epoxhu-umnyx-bmp-21993048.html>(дата обращения 24.04.2023)

УДК 623.438

Заразилов В.П.

*Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ БОЕВЫХ МАШИН ПЕХОТЫ

Когда речь заходит о боевой технике пехоты, многое зависит от того, какое задание она выполняет. Российские бронетранспортеры и

бронированные машины и машины стран НАТО хорошо зарекомендовали себя как надежные и универсальные средства передвижения для пехоты в разных условиях, но присущие им характеристики могут отличаться.

В России, основное внимание уделяется бронированию и мощным пулеметам, таким как ПКМ и КОРД. Боевая машина пехоты БМП-2 и последующая модификация БМП-3 имеют высокую маневренность в горной местности, но могут оказаться менее эффективными в открытом поле [1].

В странах НАТО, наоборот, уделяется большое внимание электронике и автоматизации, переходя от контроля "человек на танке" к "танковый комплекс". Например, БМП M2 Bradley имеет 25-мм пушку и противотанковую ракетную установку (TOW), и может считаться более тяжелой, но более автоматизированной и проще управляемой [2].

В целом, БМП представляет собой бронированное колесное или гусеничное транспортное средство, предназначенное для перевозки пехоты на поле боя и обеспечения их огневой поддержкой. Основные характеристики БМП включают:

1.Бронирование: БМП имеет высокую степень бронирования, которая обеспечивает защиту экипажа и пехотинца от стрелкового оружия и фугасов.

2.Вооружение: БМП оснащена автоматическим орудием (обычно это 30-мм пушка) и пулеметы, что позволяет ей обеспечивать огневую поддержку пехоты на поле боя.

3.Мощность и скорость: БМП оборудована мощным двигателем и гусеницами или колесами, что обеспечивает ей высокую проходимость и скорость на поле боя.

4.Экипаж: БМП имеет небольшой экипаж, состоящий из водителя и командира. Они контролируют вооружение и маневрируют машиной на поле боя.

5.Перевозка пехоты: БМП может перевозить до 8 человек пехоты, которые могут быстро высаживаться в любом месте на поле боя.

6.Командный и наблюдательный пункт: БМП может использоваться в качестве командного и наблюдательного пункта на поле боя, что позволяет ей координировать действия своих войск [3].

Основными боевыми машинами пехоты на Российском вооружении на данный момент являются:

1.БМП-1: была разработана в 1960-х годах и имеет слабую броню, низкую скорость и дальность стрельбы. Однако она обладает мощным вооружением, включая 73-мм пулемет и противотанковую управляемую ракету 9М14 «Малютка».

2.БМП-2: введена в эксплуатацию в 1980-х годах. Обладает более мощной броней, современным оружием и защищенностью в условиях применения тактического ядерного оружия.

3.БМП-3: введена в эксплуатацию в 1990-х годах. Характеризуется высокой скоростью передвижения, маневренностью, мощной вооруженностью и броней. Вооружение: 100-мм пушка, 30-мм автоматическая пушка, 7,62-мм пулемет, экипаж: 3 человека + 7 пехотинцев, максимальная скорость: 70 км/ч. Из особенностей можно выделить: Дизельный двигатель мощностью 610 л.с., бронепротивогазовая и антирадиационная защита, возможность установки ЭКРАН-М1 для увеличения бронезащиты [4].

Преимущества российских БМП:

- Мощное вооружение и бронирование, способность перемещаться на любом типе местности;

- Опыт применения в боевых условиях;

- Сравнительно низкая стоимость производства и эксплуатации.

Перспективы российских БМП:

- Внедрение новых технологий, разработка систем автоматического управления, улучшение броневого обеспечения и вооружения [5,6];

- Создание новых моделей на базе прошлых, учитывая изменения в требованиях и тактике современной войны.

Одними из основных БМП на вооружении стран НАТО являются:

1.M2 Bradley - Вооружение: 25-мм автоматическая пушка, 7,62-мм пулемет, экипаж: 3 человека + 6-7 пехотинцев, максимальная скорость до 66 км/ч. Из особенностей можно выделить: мощный 600-л.с. дизельный двигатель, встроенная система защиты от бронебойных кумулятивных боеприпасов, возможность буксировки 4-тонного прицепа [7].

2 Puma IFV - Вооружение: 30-мм автоматическая пушка, 5,56-мм пулемет, экипаж: 3 человека + 6 пехотинцев, максимальная скорость: 70 км/ч. Особенности: Мощный 800-л.с. дизельный двигатель, встроенная система электронной защиты, позволяющая выявлять угрозы из различных источников, а также быстро переключаться между ними[8].

Преимущества БМП НАТО:

- Высокий уровень маневренности и мобильности;

- Современное вооружение;

- Возможность работы в темное время суток.

Перспективы БМП НАТО:

- Дальнейшее улучшение радиолокационных систем и вооружения;

- Новейшие технологии бронирования.

В целом, сравнение боевых машин пехоты России и НАТО, может быть сложным, так как в обеих странах активно продолжаются работы по модернизации, но можно сделать вывод, что каждая из сторон имеет свои преимущества и недостатки.

Исходя из вышеизложенного, получаем, что Российские боевые машины пехоты и боевые машины пехоты стран НАТО отличаются в нескольких ключевых аспектах:

Дизайн и конструкция: машины пехоты России (например, БМП-2) обычно имеют более компактный дизайн и более вытянутое тело, в то время как боевые машины пехоты стран НАТО (например, M2 Bradley) имеют более широкий и квадратный профиль.

Оружие: Российские БМП могут быть оснащены башнями с крупнокалиберным пулеметом или автоматической пушкой, а также ракетными комплексами. БМП стран НАТО обычно оснащены 25-мм пушками.

Задача: Российские БМП и БМП стран НАТО могут быть оснащены броней, но в последнее время российские машины получают обновленную броню, которая обеспечивает более высокую защиту от противотанковых угроз.

Мобильность: Российские БМП и БМП стран НАТО обычно оснащены гусеницами для передвижения на местности. Более новые российские БМП могут быть оснащены колесами, что обеспечивает более высокую скорость передвижения по дорогам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. КОРД(12,7 мм крупнокалиберный пулемет) [Электронный ресурс]. Систем.требования: Веб-браузер. URL: <http://roe.ru/catalog/sukhoputnye-vosyka/strelkovoe-oruzhie/pulemety/kordhmg>(дата обращения 28.04.2023)
2. Противотанковый ракетный комплекс BGM-71F TOW-2 [Электронный ресурс]. Систем.требования: Веб-браузер. URL: <https://missilery.info/missile/tow>(дата обращения 25.04.2023)
3. Боевая машина пехоты [Электронный ресурс]. Систем.требования: Веб-браузер. URL: <https://bigenc.ru/c/boevaia-mashina-pekhoty-e4bdbf>(дата обращения 25.04.2023)
4. Суворов С.В. Боевые машины пехоты БМП-1, БМП-2 и БМП-3. "Братская могила пехоты" или супероружие? М.: Изд. Эксмо, 2011. 128 с.

5. Шевченко А.С., Дереновский А.Е. Беспилотный автотранспорт: история и перспективы / Сборник трудов конференции: XI Международный молодежный форум "Образование. Наука. Производство" // Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова . (Белгород, 8-9 октября 2021 г.), Белгород: Изд-во БГТУ им В.Г Шухова, 2019. С. 1257-1260

6. Новые концепции боевых машин для пехоты – выход из сложившегося тупика [Электронный ресурс]. Систем.требования: Веб-браузер. URL: http://www.btvn.narod.ru/1/bmp_future/bmp_future.htm(дата обращения 25.04.2023)

7. БМП M2 Bradley – друг американской пехоты [Электронный ресурс]. Систем.требования: Веб-браузер. URL: <https://army-today.ru/tehnika/bmp-m2-bradley>(дата обращения 25.04.2023)

8. БМП ПУМА (PUMA IFV) [Электронный ресурс]. Систем.требования: Веб-браузер. URL: <http://warinform.ru/News-view-335.html>(дата обращения 25.04.2023)

УДК 625.731

Иванов А.В., Вакуленко В.Р., Корякин В.А.

Научный руководитель: Сальникова О.Н., доц.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРОБЛЕМА УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Залогом качества дороги является земляное полотно, на котором она возведена, ведь именно на него передаются все напряжения, возникающие в каждом из слоев дорожной одежды при ее эксплуатации и затухающие с глубиной. Иными словами, от соответствия используемого грунта нормативным требованиям зависит и соответствие показателей качества будущей дороги ее нормативным требованиям.

Как уже было сказано, вся дорожная одежда состоит из нескольких слоев, самым нижним из которых является слой грунта земляного полотна. В процессе создания земляного полотна происходит выемка грунта с его последующим использованием при устройстве насыпей [1].

Для начала следует разобраться с физико-механическими свойствами грунта, которые должны обеспечивать устойчивость

основной площадки насыпей и выемок, а также их откосов путем исключения возможности деформации вследствие оттаивания, замерзания и морозного пручения.

Так, если грунт не обеспечивает необходимую плотность основной площадки, то его армируют геотекстилем. Допускается закреплять грунт иными способами на глубину, не превышающую одного метра от проектной бровки. Если грунтов в притрассовых резервах недостаточно или он не подходит для отсыпки по каким-либо собственным свойствам, то необходимо использовать привозной грунт, соответствующего нормативным требованиям [2].

Как известно, основной причиной разрушения любой дорожной одежды является вода, а значит необходимо при проектировании и строительстве дороги обращать внимание на уровень грунтовых вод и их влияние на грунт. Так, в зависимости от условий использования грунты земляного полотна можно условно подразделить на группы [3]:

Грунты скальные, крупнообломочные, дренирующие песчаные, супеси легкие крупные можно использовать при любых условиях, но только если обеспечивается устойчивость самого земляного полотна.

Грунты недренирующие мелкие, пылеватые пески и супеси легкие используются при всех условиях, даже на болотах I и II типа, но не допускается отсыпка данных грунтов в воду, использование их при пересечении водотоков и водоемов, болот III типа.

Глинистые грунты, за исключением избыточно засоленных, используют при различной влажности следующим образом: на сухом основании применяют их для насыпей высотой до 12 метров, а на сыром и мокром – высота насыпей должна составлять не менее установленных нормативных высот.

Если грунт отсыпается в воду, то рекомендуется применять скальные или крупнообломочные грунты, а также пески крупные и средние.

Ряд грунтов: скальные из легковыветривающихся размягчаемых пород, мелкие недренирующие, пылеватые пески, глинистые грунты, лессы, бархатные пески, засоленные, набухающие, вечномерзлые, сланцевые глины, мел, опоки и тому подобные, используются со специальными ограничениями, прописанными в нормативной документации [4]. Применение подобных грунтов должно быть сопровождено соответствующим технико-экономическим обоснованием, опирающимся на природные условия на участке строительства.

Мелкие и пылеватые пески, а также супеси используются, если содержание частиц размером менее 0,1 мм не будет превышать 15 % по массе.

Использование глинистых грунтов не распространено, ведь они плохо переносят заморозки и плохо поддаются уплотнению, однако допускается применять глины мергелистые, сланцевые, жирные, меловые, тальковые и трепельные исключительно для устройства верхней части пойменных и подтопляемых насыпей.

Использование же следующих грунтов запрещено при устройстве земляного полотна: глинистых избыточно засоленных, глинистых с влажностью выше разрешенной, торфа, ила, мелкого песка с примесями ила и органических веществ, верхнего почвенного слоя с большим содержанием корней растений (для насыпей высотой не более 1 метра), тальковых, грунтов и трепелов (для насыпей на мокром основании) грунтов с содержанием гипса больше нормируемых значения для II-IV дорожно-климатических зон Российской Федерации [5].

Если насыпи возводятся гидромеханизационными средствами, то применяют дренирующие грунты. Если насыпь возводится в регионе с вечной мерзлотой, то необходимо использовать скальные и песчаные грунты.

Прочность грунтов во многом определяется влажностью. Поэтому важно проводить инженерно-геологические изыскания строительных площадок и определять прочностные деформационные, а также физико-механические характеристики [6].

На основе материалов инженерных изысканий для строительства осуществляются: разработка предпроектной документации, обосновываются инвестиции в строительство. Создание проектов и рабочей документации на строительство предприятий, зданий и сооружений, включая расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, эксплуатацию и ликвидацию объектов, а также выработка рекомендаций для принятия экономически, технически, социально и экологически обоснованных проектных решений также невозможно без проведения изыскательских работ

Толщина одного слоя грунта должна составлять от 50 см до 1 метра. После отсыпки слоя грунта его необходимо разравнять и уплотнить. Для получения максимальной плотности слоя грунта необходимо, чтобы содержание воздуха в нем варьировалось от 4 до 6 %. При иных значениях у сухих грунтов будет наблюдаться сильное разбухание при обильных осадках, а влажный грунт сам по себе способствует деформации, а, следовательно, и разрушению дорожной одежды.

Грунты уплотняются послойно, допускается предварительное равномерное увлажнение слоя при недостаточной влажности, а при высокой влажности слой необходимо высушивать. После завершения уплотнения данного слоя отсыпают следующий слой грунта и точно также уплотняют его. Земляные работы производятся с помощью бульдозеров, скреперов, автогрейдеров и катков.

Таким образом, среди грунтов, на которых можно возводить дорожные полотна, зачастую встречаются грунты с неустойчивыми структурными связями. Возведение дорог на таких грунтах связано со специальными мероприятиями по укреплению грунтов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Типы грунтов, используемые при строительстве дорог // blagoystroystvo.ru: [Электронный ресурс] URL: <https://blagoystroystvo.ru/blog/vidy-gruntov-stroitelstve-dorog/> (дата обращения: 01.04.2023).
2. ГОСТ Р 59864.1-2022. Дороги автомобильные общего пользования. Земляное полотно. Технические требования. - // Техэксперт: [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200183469> (дата обращения: 01.04.2023).
3. Грунты, применяющиеся в дорожном строительстве // StudFiles. Файловый архив студентов: [Электронный ресурс] URL: <https://studfile.net/preview/5946796/page:2/> (дата обращения: 01.04.2023).
4. ГОСТ 25100-2020. Грунты. Классификация. - // Техэксперт: [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200174302> (дата обращения: 01.04.2023).
5. Технология строительства дорог, материалы // taxi-pesok.ru: [Электронный ресурс] URL: <https://taxi-pesok.ru/stati/materialy-dlya-stroitelstva-dorog> (дата обращения: 01.04.2023).
6. Губарев С.А., Калачук Т.Г. Сравнение прочностных характеристик мела при проведении инженерно-геологических изысканий // Вектор ГеоНаук. 2020 Т.3. №4. С. 4-7. DOI:10.24411/2619-0761-2020-10037.

УДК 625.084

Иванов К.Е.¹, Фотиади А.А.¹, Гнездилова С.А.²

¹*Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ) г. Москва, Россия*

²*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРИМЕНЕНИЕ БУРОВЗРЫВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА ОСНОВАНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОНТА

При проектировании автомобильных дорог инженеры не редко сталкиваются с проблемой слабых грунтов, таких как торфы разной степени разложения, илы, глины и суглинки. Но их замена не всегда является оптимальным технологическим решением ввиду большой мощности слоев [1-3].

В таких случаях применяется метод забивки опорных (Рис. 1) свай для предотвращения осадки земляного полотна, но бывают такие участки, где мощность слоев слабого грунта достигает нескольких десятков метров.

Для таких проблемных участков был изобретен буровзрывной способ уплотнения, дающий уплотнить грунты на достаточно большой глубине.

До начала буровых работ на каждом участке должна быть выполнена исполнительная съемка. На план и разрезы исполнительной съемки должны быть нанесены: ось участка дороги, границы секции, фактические отметки поверхности участка дороги, проектные отметки участка дороги после уплотнения грунтов взрывом [1].



Рис. 1 Бурение скважин перед установкой зарядов

Патроны взрывчатого материала с детонирующим шнуром размещаются в гидроизолирующей оболочке и надежно герметизируются.

Опускание заряда взрывчатого вещества в скважину осуществляется с помощью дюралюминиевого забойника из трубок, длиной по 3м, со специальными быстроразъемными устройствами. После опускания заряда в скважину на заданную глубину, дюралюминиевые трубы забойника извлекаются из скважины.

В неустойчивых породах заряжание скважин подготовленными удлинёнными зарядами взрывчатого вещества выполняется непосредственно вслед за бурением [1].

Взрывание скважинного заряда (Рис. 2) производится мгновенно. Временной интервал между взрывами соседних скважинных зарядов определяется по результатам взрывов на пробной площадке, но должно быть не менее 2 мин.



Рис. 2 Момент взрыва зарядов в скважинах

Технология заключается в формировании вертикальных песчаных свай-дрен, выполненных из несвязного грунта, которые ускоряют консолидацию слабых органических грунтов (торфов, илов, сапропели) или связных грунтов, а также заключается в уплотнении рыхлых несвязных грунтов (Рис. 3).



Рис. 3 Результат уплотнения основания земляного полотна

Уплотнение грунтового основания начинается со снятия растительного слоя грунта и формирования рабочей платформы (в случае, когда после снятия растительного слоя, в поверхностной зоне находятся связные слабые или органические грунты) или с выравнивания поверхности естественного грунта, который будет являться рабочей платформой. Рабочая платформа позволяет обеспечить работу строительного оборудования, а также правильное формирование свай-дрен в усиливаемом грунтовом основании (в случае усиления слабых органических или связных грунтов). Бурение камуфлетных скважин с уровня рабочей платформы производится в соответствии со следующими этапами:

- 1) геодезический вынос местоположения камуфлетных скважин в соответствии с Проектом производства работ;
- 2) бурение вертикальной скважины без защиты трубой до принятой глубины усиления;
- 3) проверка глубины бурения руководителем буровой группы; возможно углубление скважины до несущего слоя, определенного при помощи сопротивления бура, а также макроскопического наблюдения вынимаемого грунта;
- 4) подготовка удлинённого заряда взрывчатого вещества;
- 5) погружение заряда взрывчатого материала на забой скважины через полую шнековую колонну;
- 6) поднятие и демонтаж полой шнековой колонны;
- 7) забойка устья скважины водой, песком или буровым шламом, закрепление детонирующим шнуром и отметка заряженной скважины флагжком;
- 8) повторение вышеуказанных действий для каждой следующей камуфлетной скважины;
- 9) монтаж взрывной сети;
- 10) поочередное взрывание удлинённых зарядов взрывчатого вещества;

В результате взрыва удлиненного заряда (Рис. 4а) в слабом органическом или связном грунте формируется свая-дрена (Рис. 4г), выполненная из несвязного грунта, задачей которой является ускорение процесса консолидации, а в случае усиления рыхлых несвязных грунтов происходит их уплотнение.

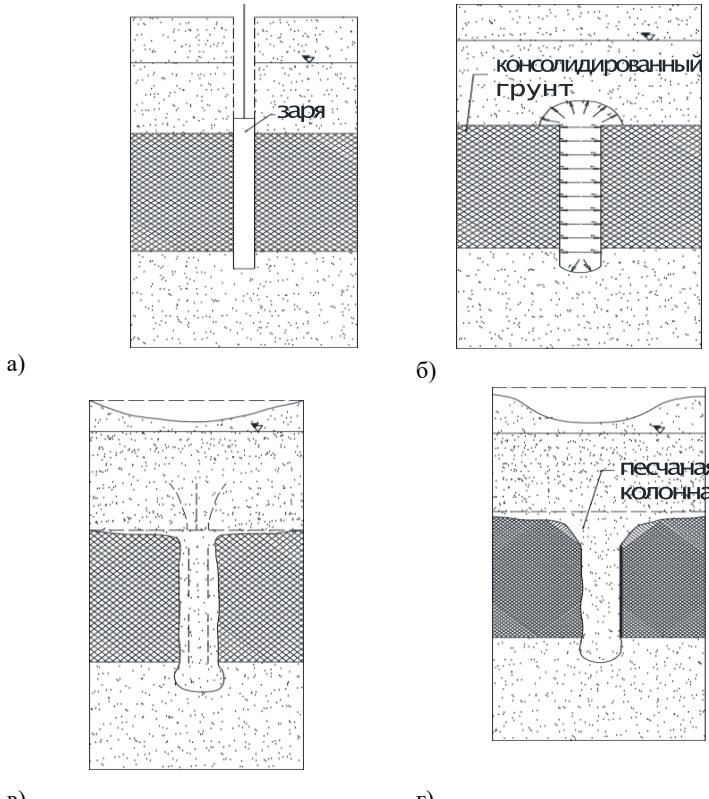


Рис. 4 Процесс образования песчаной сваи-дрены:

- a) размещение упакованного заряда (или группы зарядов);
- б) Поочерёдное или групповое взрывание зарядов;

в) разжижением уплотнение несвязного грунта;
 г) образование песчаной сваи-дрены с последующим уплотнением грунта вокруг неё.

Применение буровзрывной технологии уплотнения естественных грунтов нашла свою область применения в случаях наличия слабых грунтов глубокого заложения при возведении земляного полотна автомобильной дороги [4,5]. Данная технология позволяет существенно снизить стоимость работ на уплотнение слабых грунтов глубокого заложения, однако применение данной технологии увеличивает сроки строительства автомобильной дороги в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 78.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85 (с Изменением N 1) : утв. Приказ Минрегион России от 30.06.2012 №272 // Техэксперт : [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095529> (дата обращения: 31.05.2022).
2. Бородай, Д. И. Проектирование организации строительства автомобильной дороги общего пользования : учебно-методическое пособие / Д. И. Бородай, О. А. Пшеничных. — Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2021. — 68 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/128196.html> (дата обращения: 12.02.2023).
3. Горячев, М. Г. Организация строительства автомобильных дорог : учебное пособие / М. Г. Горячев, А. Б. Соломенцев. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 176 с. — ISBN 978-5-9729-0850-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/124249.html> (дата обращения: 28.09.2022).
4. Fotiadi AA, Gnezdilova SA, Strekha IS 2020 Remote Method for Predicting Damage to Cement Concrete Pavements Lecture Notes in Civil Engineering Vol. 95 pp 333–339
5. Носов, В.П.. Учет влияния региональных природных особенностей на расчетные характеристики грунтов при проектировании дорожных одежд /В.П. Носов, С.А. Гнездилова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. — 2010. — №1. — С. 18–22.

УДК 629.1

Иващук В.Р.

***Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия***

ЛИДАРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лидар — что это такое и как работает. Слово «лидар» (LIDAR) происходит от «Light Detection and Ranging» — это технология измерения расстояний с помощью светового луча.

Первое упоминание термина датируется 1953 годом. Раньше в метеорологии так называли обычные импульсные источники света. Однако после изобретения лазера в 1960 году стали появляться первые лидары, в которых в качестве излучателя уже использовался лазер. Одним из первых изобретений в 1963 году стал лазерный дальномер XM-23, который после испытаний был сразу же принят на вооружение армии США и стал стандартным оборудованием для танка M551 Шеридан. А широкую популяризацию эта технология получила после запуска Аполлоон-11 — астронавты установили на Луне первый уголковый отражатель, с помощью которого и удалось сделать точные замеры расстояния от Земли до спутника. В СССР эксперименты по лазерной локации Луны начались с 1963 года, а впоследствии были запущены и собственные уголковые отражатели на «Луноход-1» и «Луноход-2». Первый советский лазерный дальномер появился в 1974 году — КТД-1 был способен замерять расстояния до 10 километров с погрешностью всего в 1,8 метра [1].

Главной проблемой лидаров была необычайная дороговизна за счет использования интегральных схем, поэтому сфера применения обычно ограничивалась военными потребностями, космосом и метеорологией. Однако с развитием и удешевлением микроэлектроники возможности и области применения существенно расширились. Принцип действия лидара очень схож радаром — разница лишь в том, что в одном случае к объекту посыпается свет, а в другом — радиоволна. Одна из главных проблем радиоволн в том, что они хорошо отражаются только от крупных металлических объектов. Свет этого недостаткащен, а после изобретения лазера у инженеров появилась возможность посылать на большие расстояния сконцентрированные пучки света. Лидар посылает световую волну в инфракрасном диапазоне, она отражается от объекта и возвращается. Анализируя время или отраженный сигнал можно рассчитать расстояние до объекта [1].

Различают импульсный и фазовый методы измерения дальности. При импульсном методе к объекту посыпается импульс, параллельно которому устройство запускает внутренний счетчик. Когда отраженный луч возвращается, он останавливает работу счетчика. После этого микропроцессор с использованием времени счетчика по формуле рассчитывает расстояние до объекта.



Рис. 1 Расчет расстояния до объекта по времени следования светового импульса

При фазовом методе излучение модулируется по синусоидальному закону, а отраженный луч смещается по фазе. На основе разницы в фазе и определяется расстояние.

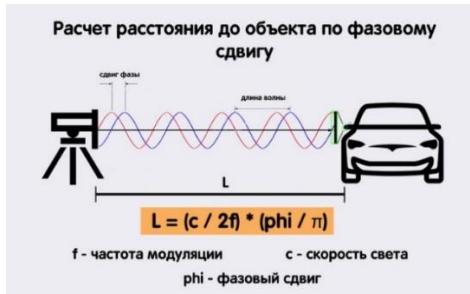


Рис. 2 Расчет расстояния до объекта по фазовому сдвигу

Вращающийся лидар. Velodyne создала современную лидарную индустрию в 2007, представив лидар, в котором было размещено 64 лазера по вертикали, и вся эта штуковина вращалась со скоростью в несколько оборотов в секунду. Датчики из вышего сегмента от Velodyne до сих пор используют такую технологию, и, по крайней мере, один из конкурентов, Ouster, поступил так же. Преимущества такого подхода — покрытие на 360 градусов.

Механический сканирующий лидар использует зеркало, перенаправляя единственный лазерный луч в разных направлениях. Некоторые из компаний используют подход под названием «микроэлектромеханическая система» (МЭМС) для управления зеркалом.

Лидар на основе вспышек подсвечивает всю область сразу. Существующие технологии используют один широкогоризонтальный лазер.

Технология испытывает трудности с большими расстояниями, поскольку до любой точки доходит лишь малая часть лазерного света.

Однако, несмотря на широкое использование и многочисленные преимущества, LiDAR имеет и некоторые недостатки [2].

1. Одним из основных недостатков LiDAR является высокая стоимость оборудования. Стоимость установки LiDAR на беспилотный летательный аппарат (БПЛА) может достигать нескольких десятков тысяч долларов США.

2. Другой недостаток LiDAR заключается в том, что его дальность ограничена. Большинство LiDAR-датчиков имеют дальность в пределах нескольких сотен метров, чего может быть недостаточным для определённых приложений, как сбор данных в горных районах.

3. При использовании LiDAR датчиков для сбора геоданных очень важным фактором являются погодные условия. Туман и дождь могут значительно снизить качество получаемых данных, что делает технологию менее эффективной в определённых условиях.

4. LiDAR-датчики не могут проникать через многие материалы, такие как металл и толстые стены зданий. Это ограничение может снизить точность собранных данных, в таких условиях, как здания и инфраструктура.

5. Современные мощные LiDAR-датчики имеют относительно крупный размер и вес, что может создавать проблемы при их установке на самолёты или в других труднодоступных местах.

В целом, хотя у технологии есть некоторые недостатки, LiDAR остаётся очень эффективным инструментом для сбора геоданных.

К 2022 году лидар все чаще используется для определения дальности и расчета относительной скорости элемента орбиты в операциях сближения и удержании космических аппаратов на месте. Лидар также используется для атмосферных исследований из космоса. Короткие импульсы лазерного излучения, излучаемого космическим кораблем, могут отражаться от мельчайших частиц в атмосфере и возвращаться обратно в телескоп, совмещенный с лазером космического корабля. Точно рассчитывая «эхо» лидара и измеряя количество лазерного света, получаемого телескопом, ученые могут точно определить местоположение, распределение и природу частиц. Результатом стал инструмент для изучения компонентов атмосферы, от облачных капель до промышленных загрязнителей, которые трудно обнаружить другими средствами. [3]

По данным исследования НПК "Фотоника" основные сегменты применения лидаров в России в 2021 году это автопилотируемый

транспорт, БПЛА, автоматизация производственных процессов и охрана.

На протяжении 2021 года прослеживается сокращение доли, приходящейся на автопилотируемый транспорт, что вызвано сроком полезного использования лидаров выше 1 года. Вместе с тем отмечен рост сектора «Полезная нагрузка для БПЛА» с 51% до 77%. На долю автоматизации производственных процессов приходится 2%, на охрану и наблюдение -1%.

Лидирующими компаниями по итогам 2021 года стали:

1. Американская компания Velodyne, штаб-квартира которой находится в Сан-Хосе, Калифорния. Изделия нашли широкое применение в автомобильной индустрии и активно используются для создания автопилотируемых транспортных средств. Лидары Velodyne также применяются в качестве полезной нагрузки для беспилотных летательных платформ, с помощью которых можно получать информацию об исследуемых объектах на дистанции до 200 метров в сжатые сроки.

2. Американская компания Ouster, головной офис которой находится в Сан-Франциско. Достоинством изделий Ouster является высокая степень защиты, небольшой размер и малый вес корпуса. Лидары данного производителя также успешно применяются в автопилотируемых грузовых транспортных средствах и в качестве полезной нагрузки для БПЛА. Возможности лидаров от Ouster позволяют осуществлять построение цифровых моделей рельефа, а также проводить инспекцию зданий и сооружений на дистанции до 120 метров.

3. Китайская компания Robosense, головной офис которой находится в городе Шэньчжэнь. Robosense специализируется на производстве механических и твердотельных лидаров для автопилотируемых транспортных средств.

4. Немецкий разработчик твердотельных лидаров Blickfeld. Компания была основана в 2017 году в Мюнхене. Достоинствами лидаров Blickfeld являются малые массогабаритные и программно-управляемые технические характеристики.

5. Производитель твердотельных лидаров для дронов DJI из Китая Livox. Изделия производителя применяются для создания систем по предотвращению столкновений и в составе решений для автопилотируемых подвижных платформ.

23 ноября 2021 года стало известно о производстве «Яндексом» собственных лидаров, предназначенных для беспилотных автомобилей. Компания оснастила такими датчиками все свои самоуправляемые

машины четвёртого поколения на базе Hyundai Sonata, а в будущем планируется использовать только эти решения вместо сторонних.

На текущий момент отсутствуют альтернативы лидарным датчикам, поскольку нет системы, удовлетворяющей требованиям компактности, точности и скорости измерений. На сегодняшний день возможности лидаров не достигли своего предела, однако становятся всё доступнее и с экономической точки зрения. Это ещё один фактор их растущей популярности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Что такое лидар и где он применяется [Электронный ресурс]. URL: <https://club.dns-shop.ru/blog/t-57-tehnologii/72072-chto-takoe-lidar-i-gde-on-primenyaetsya/> (дата обращения: 03.03.2023)
2. Как десяток ведущих компаний пытаются создать мощный и недорогой лидар [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/441706/> (дата обращения: 05.03.2023)
3. Лидары (LiDAR, Light Detection and Ranging) [Электронный ресурс]. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Лидары_\(LiDAR,_Light_Detection_and_Ranging\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Лидары_(LiDAR,_Light_Detection_and_Ranging)) (дата обращения: 03.03.2023)
4. Сутырина Е. Н. Дистанционное зондирование земли. Изд. ИГУ, 2013. 165 с.
5. Новиков А.Н., Загородний Н.А., Дуганова Е.В., Новиков И.А. Совершенствование системы автосервисного обслуживания для повышения безопасности дорожного движения // Мир транспорта и технологических машин. 2022. № 1 (76). С. 86-94.

УДК 629.1

Калашников Л.С.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

СТРОЕНИЕ КУЗОВА СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Современные автомобили являются сложными машинами, в которых множество деталей и компонентов работают вместе для обеспечения максимальной безопасности и комфорта во время движения. Одним из ключевых элементов каждого автомобиля является

его кузов. В данной статье рассмотрены основные составляющие кузова современных автомобилей.

Кузов автомобиля – это самая важная часть машины, которая защищает пассажиров от внешних факторов, таких как дождь, снег, сильный ветер и т.д. Кроме того, кузов выполняет еще несколько функций, включая обеспечение жесткости и прочности машины, а также повышение аэродинамических характеристик [1].

Сам кузов состоит из нескольких основных частей, включая крышу, боковые стенки, переднюю и заднюю части автомобиля. Каждая из этих частей выполняет свою уникальную функцию и играет важную роль в обеспечении безопасности и комфорта пассажиров.

Крыша кузова является одной из самых важных частей автомобиля, так как она защищает пассажиров от неблагоприятных погодных условий и других внешних факторов. Она также повышает жесткость кузова и обеспечивает определенный уровень аэродинамических характеристик.

Боковые стенки кузова – это тоже важная часть автомобиля, которая обеспечивает жесткость и прочность кузова. Они также защищают пассажиров от боковых ударов и обеспечивают безопасность в случае аварий.

Передняя и задняя части кузова имеют особое значение в обеспечении безопасности автомобиля и его пассажиров. Они защищают двигатель и другие важные компоненты автомобиля, а также обеспечивают структурную жесткость и прочность всей машины.

Важной составляющей кузова автомобиля являются также двери. Они защищают пассажиров в случае аварии и обеспечивают доступ к салону автомобиля.

Кроме того, в современных автомобилях двери также могут выполнять ряд дополнительных функций, таких как улучшение звукоизоляции, повышение аэродинамических характеристик и улучшение общего дизайна кузова.

Для обеспечения максимальной безопасности пассажиров, кузов автомобиля должен быть изготовлен из высококачественных материалов и иметь жесткую и прочную конструкцию. Современные автомобили могут быть изготовлены из различных материалов, таких как сталь, алюминий, углепластик и титан [2].

В зависимости от типа и класса автомобиля, используемые материалы для изготовления кузова могут различаться. Например, более дорогие и эксклюзивные автомобили могут иметь кузов, изготовленный из углепластика, который обеспечивает более высокую прочность и жесткость, чем обычные металлические кузова.

Современные автомобили могут быть изготовлены из различных материалов, включая сталь, алюминий, магний, углепластик, композиты и титан. Каждый из этих материалов имеет свои преимущества и недостатки, и выбор материала для кузова зависит от различных факторов, таких как цена, вес, прочность, жесткость, аэродинамика и т.д.

Сталь - это наиболее распространенный материал для изготовления кузовов автомобилей, так как он дешевый, прочный и легко поддается обработке. Однако, сталь не является лучшим материалом с точки зрения веса и аэродинамики.

Алюминий - это легкий и прочный материал, который обладает высокой устойчивостью к коррозии. Использование алюминия в кузове позволяет уменьшить вес автомобиля и улучшить его экономичность, но стоимость производства автомобиля из алюминия может быть выше, чем у автомобилей из стали.

Магний - это еще более легкий и прочный материал, чем алюминий, который также обладает высокой устойчивостью к коррозии. Использование магния в кузове может значительно снизить вес автомобиля, но производство автомобилей из магния до сих пор является дорогостоящим и сложным процессом [3].

Углепластик - это композитный материал, который состоит из углеродных волокон, пропитанных полимером. Он обладает высокой прочностью, жесткостью и легкостью, что делает его привлекательным материалом для изготовления кузовов автомобилей. Однако, углепластик является более дорогостоящим материалом, чем сталь и алюминий, и требует особого внимания при обслуживании.

Композиты - это материалы, состоящие из двух или более различных компонентов, которые вместе образуют новый материал с уникальными свойствами. Композиты могут быть изготовлены из различных материалов, включая стекловолокно, карбон.

Композиты могут быть изготовлены из различных материалов, включая стекловолокно, карбоновое волокно и арамидные волокна. Они обладают высокой прочностью, жесткостью и легкостью, а также могут быть дизайнерски привлекательными. Однако, использование композитов для изготовления кузова может быть дороже, чем использование других материалов.

Титан - это легкий и прочный металл, который также обладает высокой устойчивостью к коррозии. Он может быть использован для изготовления кузовов автомобилей, но стоимость производства титановых деталей высока, и требуется особое оборудование для их изготовления [4].

Кроме того, существуют и гибридные материалы, такие как алюминиевые композиты или композиты на основе стекловолокна с добавлением керамики, которые могут сочетать в себе преимущества различных материалов.

Таким образом, выбор материала для изготовления кузова автомобиля зависит от требований к конкретному автомобилю, включая цену, вес, прочность, жесткость, аэродинамику и дизайн. Компании, занимающиеся производством автомобилей, часто проводят исследования и эксперименты с различными материалами, чтобы определить наиболее эффективное сочетание материалов для достижения оптимальных результатов.

Однако, независимо от используемых материалов, все кузова должны соответствовать стандартам безопасности, установленным законодательством. Эти стандарты устанавливают требования к структурной жесткости кузова, системам безопасности и защите пассажиров от различных видов ударов и других внешних факторов [5].

В автомобильной промышленности для изготовления кузовов чаще всего используются две основные формы: монококовая и рамная. Каждая из них имеет свои особенности и преимущества.

Монококовая форма представляет собой кузов, в котором каркас кузова и панели кузова работают вместе, чтобы создать жесткую и прочную структуру. В монококовой форме кузов является частью автомобиля, и он обеспечивает поддержку и защиту пассажиров и двигателя. Эта форма более легкая, более прочная и обладает лучшей аэродинамикой, чем рамная форма.

Рамная форма представляет собой кузов, в котором каркас кузова и панели кузова отделены друг от друга. Рама обеспечивает опору и жесткость, а панели кузова служат для защиты пассажиров. Рамная форма является более простой и более дешевой в производстве, и она может быть более подходящей для больших грузовиков и автомобилей с высокой грузоподъемностью.

Строение кузова современных автомобилей является сложным и многогранным процессом, который требует использования высокотехнологичных материалов и современных технологий производства. Однако, благодаря усилиям инженеров и дизайнеров, современные автомобили обеспечивают максимальную безопасность и комфорт пассажиров, а также имеют высокие аэродинамические и дизайнерские характеристики [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Конструкция несущего кузова автомобиля [Электронный ресурс]. Систем.требования: AdobeAcrobatReader. URL: <https://kuzov.info/konstrukciya-nesushhego-kuzova-avtomob/> (дата обращения: 06.03.2023)
2. Иванов А.М., Солнцев А.Н., Гаевский В.В. Основы конструкции современного автомобиля. М.: Изд. За рулём, 2012. 338 с.
3. Современные проблемы и направления развития конструкции автомобилей [Электронный ресурс]. Систем.требования: AdobeAcrobatReader. URL: https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000532899&dtype=F&etype=.pdf (дата обращения: 06.03.2023)
4. Вихров А.В. Несущие системы транспортных средств. М.: Изд. МАДИ, 2015. 112 с.
5. Батизин В. М., Лихачёв Д.С. Исследование способов оптимизации конструкции кузова автомобиля для улучшения виброакустических характеристик транспортного средства// Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2020. №2. С. 6-10.
6. Омельянюк Д.Т., Загородний Н.А. Ресурс кузова легкового автомобиля, причины старения, методы определения// Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. 2020. №3. С. 51-55.

УДК 629.1

Калашников Л.С., Яремчук Д.В.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ВИДЫ КУЗОВОВ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Сегодняшние автомобили являются непростыми машинами, в которых множество деталей и компонентов функционируют совместно для обеспечения максимальной безопасности и удобства во время движения. Одним из главных элементов каждого автомобиля является его кузов.

Кузов – элемент несущей части, обеспечивающий расположение пассажиров и грузов, и очень часто выступающий в качестве скелета для закрепления ключевых агрегатов и узлов автомобиля. По сути,

кузов – это основа, соединяющий все составные элементы в единое устройство, называемое автомобилем [1].

Кузов автомобиля выполняет не только декоративную, но и практическую, коммерческую функцию. Например, для большей грузовой вместительности используется кузов типа универсал или пикап, для перевозки пассажиров используется минивэн и так далее.

Автомобильная промышленность за два десятилетия достигла значимого прорыва в сфере дизайна, технического оборудования авто. В современном автомобилестроении классификация видов кузовов основана на параметрах: форма, назначение, компоновка, функциональность, степень нагруженности. Легковой автотранспорт традиционно имеет грузопассажирский, пассажирский типы кузовной рамы полукаркасной, бескаркасной конструкции. Кузовные рамы различают по месторасположению пассажиров, груза, силового агрегата, степени выдерживания веса багажа и пассажиров.

Прежде чем детально говорить о разных типах кузовов, следует упомянуть об их общей классификации. Все они делятся по компоновке на:

1. Трехобъемные
2. Двухобъемные
3. Однообъемные

Если у автомобиля отчетливо разделяются двигательный отсек, пассажирский салон и место для транспортировки багажа, то её кузов называют трёхобъёмным. Характерным отличием является маленький багажник, но усовершенствованная жесткость из-за дополнительных перегородок между отделениями [2].

Кузова, в которых автосалон объединён с багажником, называют двухобъёмными. Это дает преимущество в транспортировке грузов. Классическим представителем такой компоновки является универсал.

Однообъемная установка свойственна минивэнам, микроавтобусам и других пассажирским автомобилям. Большую часть занимает салон, который практически сливаются с грузовым отделением и плавным скатом моторного отсека. Мотор оказывается спрятанным под одной крышей с пассажирами и грузом. Другое наименование такой компоновки – вагонная. Также несущую систему автомобиля подразделяют на рамную, с несущим и полунесущим кузовами. Большинство автомобилей на дорогах – это легковушки с закрытым типом кузова.

Седан – один из самых распространённых типов кузова. Это 4-дверный легковой автомобиль с тремя выраженным объемами, то есть раздельными отсеками: моторным, пассажирским и багажным. Явный

недостаток седанов – низкая практичность. В них трудно транспортировать большие грузы, неудобно парковаться из-за выступающей сзади крышки багажника [3].

Купе – это трёхобъёмный тип закрытого кузова легкового автомобиля с двумя дверьми, одним или двумя рядами сидений и структурно отделенным багажником, без двери в задней стенке. Более точное описание купе: спортивный автомобиль для двоих, т. е. двухместный или с посадочной формулой 2+2.

Классический хардтоп – это седан или купе без центральной стойки кузова и дверных рамок. Но постепенно от него отказались ради безопасности: хардтопу не хватало жёсткости, а крыша слишком легко сминалась при перевороте.

Универсал – тип закрытого кузова легкового автомобиля с дверью в задней стенке, багажником, объединенным с салоном, и крышей багажника продленной до заднего габарита. Большинство универсалов пятидверные, хотя в прошлом выпускались и трехдверные модели. Большинство внедорожников и кроссоверов представляют собой универсалы. Принципиальное отличие от хэтчбека – в большем грузовом отделении [4].

Лифтбек – разновидность седана с задней дверью более пологой, нежели у хэтчбека или универсала формы. Лифтбеками также называют двухобъемные модели задняя дверь, которых замаскирована под классический седан.

В общем смысле кабриолет – любая машина с открытым или откинутым верхом. В зависимости от нюансов конструкции кабриолеты разделяют на несколько видов [5].

Хардтоп-кабриолет – автомобиль с жёсткой складной крышей. Если в классическом кабриолете верх мягкий, то здесь он металлический, состоит из нескольких секций и складывается в багажник, подобно трансформеру.

Родстер (в некоторых странах его называют «спайдер») – строго двухместный спортивный кабриолет. Здесь второго ряда сидений нет вообще, даже «детского».

Внедорожники отличаются рамной несущей конструкцией, высоким клиренсом, полным приводом и мощным мотором. Они предназначены для езды по бездорожью в труднопроходимых местах. Рамная конструкция делает корпус жестким и прочным. Большой салон объединен с большим багажным отсеком.

По сравнению с кроссоверами, у внедорожников более серьёзный полный привод, выше клиренс, большие колёса. Размеры и масса автомобиля также превосходят «паркетные», как и стоимость

эксплуатации. Однако и эти машины всё чаще покупают ради комфорта и статуса, а не для реальных выездов на бездорожье.

Строение кузова современных автомобилей является сложным и многогранным процессом, который требует использования высокотехнологичных материалов и современных технологий производства. Однако, благодаря усилиям инженеров и дизайнеров, современные автомобили обеспечивают максимальную безопасность и комфорт пассажиров, а также имеют высокие аэродинамические и дизайнерские характеристики.

Автопроизводители стремятся удовлетворить желания каждого клиента. Как видно, вариантов кузовов очень много. На современном рынке можно заметить тенденцию сделать авто более универсальным, объединив в нем многие характеристики, но классические типы кузовов также остаются в моде [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов А.М., Солнцев А.Н., Гаевский В.В. Основы конструкции современного автомобиля. М.: Изд. За рулём, 2012. 338 с.
2. Краснов Г.Г., Павленко Т.Г. Жёсткость кузова автомобиля// Научно-практические конференции физики и современных технологий в АПК. 2020. С. 41-45.
3. Омельянюк Д.Т., Загородний Н.А. Ресурс кузова легкового автомобиля, причины старения, методы определения// Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. 2020. №3. С. 51-55.
4. Типы автомобильных кузовов [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://dzen.ru/a/YT-jbLWiwbYQHJO> (дата обращения: 06.03.2023)
5. Классификация видов: энциклопедия кузовов легковых автомобилей [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://auto.ru/mag/article/klassifikaciya-vidov-kuzovov-legkovykh-avtomobiley/> (дата обращения: 06.03.2023)
6. Виды кузовов легковых автомобилей [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://techautoport.ru/nesuschaya-sistema/kuzov-i-rama/tipy-kuzovov.html> (дата обращения: 06.03.2023)

УДК 656.13

Капенкова А.И.

Научный руководитель: Белехов А.А., ст. преп.

**Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Санкт-Петербург, Россия**

МЕТОДЫ НАКОПЛЕНИЯ И ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ В ЦИКЛЕ РАБОТЫ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

С целью снижения уровня влияния транспорта на потребление энергоресурсов применяются различные методы. К таким методам можно отнести: проектирование энергоэффективных двигателей, обладающих меньшим энергопотреблением с более высоким КПД; переход на транспортные средства, оснащенные электродвигателями или гибридными силовыми установками; применение альтернативных топлив; вывод из эксплуатации транспортных средств, имеющих менее совершенную конструкцию силовых агрегатов; уменьшение количества применяемых транспортных средств (организационно-нормативные мероприятия) [1]. При этом стоит отметить важность систем сбора, накопления и повторного использования энергии, применяемых на транспортных средствах.

Стоит отметить существенную роль процесса рекуперации, как процесса возвращения части энергии или материала для повторной эксплуатации в том же технологическом цикле. Для ее использования в сфере транспортных средств существует вариант накопления кинетической энергии, например, в момент торможения. Рациональное распределение энергии, которая при применении тормозных механизмов рассеивается без полезной работы, дает возможность повысить энергоэффективность эксплуатации транспортных средств. Внедрение способов сбережения энергии является одним из самых популярных направлений в проектировании и модернизации транспортных средств. Накопленную энергию целесообразно использовать повторно, организовав зацикленный механизм преобразования энергии. В статье рассмотрена классификация различных приводов специальных и специализированных транспортных средств с возможностью сбора, накопления и повторного использования энергии. Предложена новая вариация системы для рекуперации энергии на примере мусоровоза.

В настоящее время существует больше разнообразие систем рекуперации энергии. Но тем не менее, механизмы,

восстанавливающие энергию, затраченную на совершение работы, не получили широкого распространения на данном этапе развития технологий, особенно в сфере специализированных транспортных средств. В основном это связано с тем, что объем исследований в области рекуперативных возможностей не велик. В тоже самое время, те исследования, которое проводились подтвердили перспективность систем рекуперативного торможения [2].

В данной статье акцент сделан на способах, получивших наибольшее распространение на автомобильном транспорте.

Одним из первых устоявшихся методов накопления кинетической энергии была система с механическим накоплением, где в качестве накопителя энергии используют габаритные врачающиеся элементы маховика.

Применение систем с маховичным сбережением наиболее рационально на транспортных средствах, используемых для перевозок пассажиров в условиях городского трафика, так как они совершают частые технологические остановки [3]. Недостатком данных систем являются их сравнительно большие габариты, а также значительное снижение запасенной мощности в процессе хранения.

Следующий способ накопления кинетической энергии – электроторможение с рекуперацией. Делая выбор в пользу подобных систем, необходимо основываться на особенностях конструкции базовой машины и компоновки планируемого к установке оборудования. Так системы, которые используют электрические системы рекуперации, требуют серьезной переработки конструкции, а также приводят машину к существенному утяжелению по причине необходимости применения блока аккумуляторных батарей [4,5].

Основной преградой для масштабного применения электрического торможения на транспортных средствах является ограничение по току зарядки аккумуляторной батареи, а также скорость её заряда – батарея не имеет возможности быстро запасать всю ту энергию, которую могут выдавать генератор. Также влияет на распространённость такой системы и сложность увеличения мощности системы электрической рекуперации. К тому же, увеличение мощности электродвигателей при одновременном условии минимизации их массы и сохранении высоких показателей коэффициента полезного действия приводит к существенному удорожанию конструкции.

Наиболее оптимальным решением для дооснащения специализированных транспортных средств (в том числе рассматриваемого в примере трехосного мусоровоза), являются системы, применяющие в качестве накопителя энергии

пневмогидроаккумуляторы [6,7]. Системы такой конструкции рационально внедрять в специальные и специализированные транспортные средства, уже имеющие в своей конструкции гидравлическое оборудование. Это дает возможность использовать систему рекуперации энергии не только для привода автомобиля, но и для работы дополнительного оборудования.

В качестве завершения анализа в таблице 1 предлагается краткая характеристика этих трех систем рекуперации, сравниваемых по наиболее актуальным параметрам.

Таблица 1 - Сравнительная характеристика схем рекуперации энергии, применяемых на транспортных средствах

Параметр	Механическая система	Электрическая система	Гидравлическая система
Мощность накопления	Очень высокая, но высокие и потери	Низкая	Высокая
Время хранения запасенной энергии	Применяется в кратковременном периоде	Длительное хранения	Достаточно длительное хранение
Предпочтительный режим работы	Рывками	Обычный режим движения в населенном пункте	Режим частых остановок и возобновления движения
Габариты	Большие масса и размеры	Небольшие	Значительные размеры и вес
Стоимость системы	Высокая	Высокая	Низкая
Сочетаемость с ДВС	Высокая	Очень низкая	Высокая
Сложность системы	Низкая	Высокая	Средняя

Для реализации поставленной задачи был разработан модернизированный вариант системы, который базируется на работе пневмогидроаккумулятора. Гидравлическая схема данной системы представлена на рисунке 1.

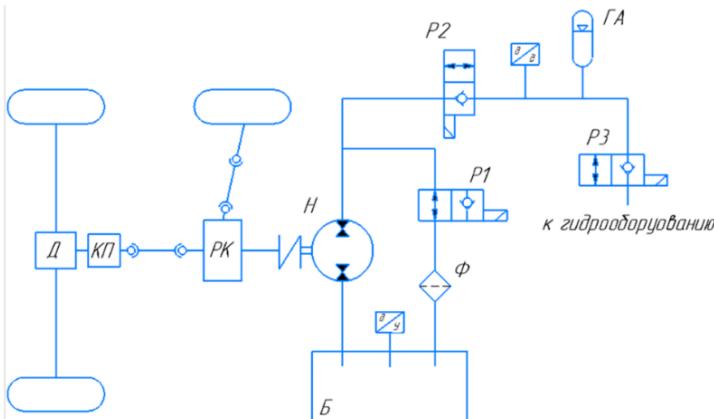


Рис. 1 Системы рекуперации с пневмогидроаккумулятором:

Д-двигатель; КП-коробка передач; РК-двойная раздаточная коробка;
Н-аксиально-поршневой мотор-насос; Б-бак; Р1,Р2,Р3-гидрораспределители;
ГА-гидропневмоаккумулятор; Ф-сливной фильтр; д/у- датчик уровня; д/д-
датчик давления.

На примере трехосного грузового транспортного средства категории N3 рассмотрим принцип работы предлагаемой системы: один мотор-насос (Н) устанавливается на карданный вал, например, мусоровоза. Поток мощности с коробки передач (КП) мы разделяем с помощью двойной раздаточной коробки (РК). Один из потоков идет на привод колёс, второй на насос.

При обычном движении мусоровоза, рабочая жидкость через распределитель (Р1) перекачивается в бак (Б). Когда нужно затормозить, мы переводим (Р1) в правое положение и закачиваем жидкость в аккумулятор через второй распределитель (Р2), который находится в положении с реверсивной стрелкой. Для старта машины, (Р1) так же закрыт, рабочая жидкость через (Р2) помогает приводу. Если запасенной энергией нужно привести в действие рабочее оборудование, используем третий гидрораспределитель (Р3).

При применении данной системы на транспортных средствах, оснащенных дополнительным оборудованием с гидравлическим приводом, из конструкции можно исключить коробку отбора мощности и гидравлические насосы, служащий для питания этого оборудования. В качестве источника энергии, в данном случае, будет выступать пневмогидроаккумулятор. Помимо этого, снижается расход топлива, благодаря возможности использования гидронасоса в приводе ведущих колес при начале движения транспортного средства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лежнев Л.Ю., Хрипач Н.А., Шустров Ф.А., Папкин Б.А., Петриченко Д.А., Иванов Д.А., Татарников А.П., Коротков В.С., Неверов В.А. Энергоустановки автомобильного транспорта с тяговым электроприводом: Монография. М-во образования и науки РФ, Московский Политех. Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком». 2017. 204 с.
2. Ekta Meena Bibra, Elizabeth Connelly, Shobhan Dhir, Michael Drtil, Pauline Henriot, Inchan Hwang, Jean-Baptiste Le Marois, Sarah McBain, Leonardo Paoli, Jacob Teter Global EV Outlook 2022, International Energy Agency. 2022. 221 с.
3. Оценка значения гидравлической системы рекуперации при торможении автобусов izuzi / Худайбердиев А.И.; Пулатов Т.Р. – Текст : непосредственный // Universum: технические науки. 2021. 11(92). С. 36-38.
4. Бахмутов С.В., Филонов А.И., Баулина Е.Е. Совершенствование процесса рекуперации энергии гибридного автомобиля // Наука и образование. 2013. № 7. С. 101-114.
5. Бахмутов С.В., Селифонов В.В., Филонов А.И. Работы МГТУ «МАМИ» в области автомобилей с гибридными силовыми установками // Транспорт на альтернативном топливе. 2011. №2 (20). С. 17.
6. Малыбаев Н.С., Касенов А.Ж., Абишев К.К., Кулумжанов Ж.Ж., Мукатов С.С. Рекомендации по выбору гидроаккумулятора для гидравлической системы // Наука и техника Казахстана. 2020. № 1. С. 88-95.
7. Бажанов В.И., Сгадлев А.М. Анализ эффективности гидравлической системы рекуперации энергии торможения автомобиля // Международный научный журнал «Символ Науки». 2016. № 9 С. 20-23.

УДК 625.7/8.001

Карпенко К.А.

Научный руководитель: Горишкова Н.Г., проф.

***Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия.***

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В КОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

Сеть автомобильных дорог в нашей стране постоянно растет и её формирование должно быть качественным для достижения

национальных целей развития. Одной из ключевых задач национального проекта "Безопасные качественные дороги" является приведение существующих дорог в соответствие со стандартами.

Последние 10 лет в РФ активно используются геосинтетические материалы для строительства и ремонта автомобильных дорог. Вначале использовали нетканый геотекстиль. В дорожном строительстве его использовали в качестве разделительного слоя (для предотвращения перемешивания зернистых материалов) и фильтрующей прослойки [1].

ГСМ (геосинтетический материал) – это общий термин для всех типов синтетических материалов, используемых в различных областях строительства, включая дорожное строительство. Геосинтетики обладают уникальными свойствами, такими как высокая прочность, химическая стойкость, долговечность (100-летний срок службы) и устойчивость к высоким температурам. Применение ГСМ зависит от функций, которые он будет выполнять: армирование, разделение, фильтрация, дренирование, борьба с эрозией, гидроизоляция, теплоизоляция и защита [2].

ГСМ в дорожных одеждах применяют в зависимости от конкретных условий. В теле земляного полотна устраивают дренирующие прослойки для понижения уровня грунтовых вод или для ускорения отвода воды из земполотна. Применяют такие прослойки в случае, если в земляном полотне используют пылеватые грунты во 2-ом и 3-ем типе местности по увлажнению, при повышенной влажности грунта земляного полотна, при уширении дороги.

Под несущим слоем основания применяют армирующие прослойки из ГСМ, они позволяют предотвратить перемешивание крупнозернистого материала с нижележащим слоем в процессе строительства и эксплуатации. Рекомендуют использовать ГСМ в нижележащих слоях, если отсутствует дополнительный слой основания, в сложных условиях эксплуатации для дорог с тяжелым интенсивным движением [3].

В асфальтобетонных покрытиях ГСМ используется с целью повышения температурной трещиностойкости асфальтобетона (в 2-3 раза), ограничения притока воды в нижележащие слои, повышения срока службы дорожной одежды и уменьшения колеообразования. Колеообразование может образоваться в результате накопления пластических сдвиговых деформаций в дополнительных слоях основания и на поверхности рабочего слоя земляного полотна. Конструктивные решения для применения ГСМ в слоях покрытия – повышение сопротивления к температурным воздействиям и повышение сопротивления временным нагрузкам [4].

С целью исследования были рассчитаны два варианта конструкции дорожной одежды: 1-й вариант – без применения ГСМ; 2-й – с применением ГСМ (георешетка Tensar TriAx® TX170) в несущем слое основания (рис. 1).

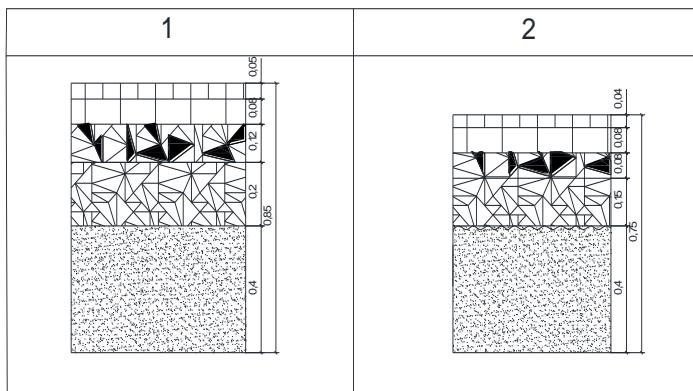


Рис. 1 Конструкция дорожной одежды

- | 1 | 2 |
|---|---|
| | |
| - Асфальтобетон плотный мелкозернистый
типа А, I марки на битуме БНД 60/90 | - ЦМД 11 |
| | |
| - Асфальтобетон пористый крупнозернистый,
I марки, на битуме БНД 60/90 | - Асфальтобетон пористый крупнозернистый,
I марки, на битуме БНД 130/200 |
| | |
| - Черный щебень на битуме БНД 60/90 | - Черный щебень на битуме БНД 60/90 |
| | |
| - Щебень заклинкой | - Щебень заклинкой |
| | |
| - Крупнозернистый песок | - Крупнозернистый песок |
| | |
| | - Георешетка Tensar TriAx® TX170 |

Расчет проведен в соответствии с ОДН 218.046 [5] на три критерия: по допускаемому упругому прогибу, сдвигостойчивости подстилающего грунта и мало связанных конструктивных слоев, на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению при растяжении на изгиб, и две проверки: на морозостойчивость и расчет дренирующего слоя.

Требуемый модуль упругости составляет 267 Мпа.

Сравнение результатов расчетов позволяет сделать вывод, что при равнопрочности конструкций во 2-м варианте с применением георешетки общая толщина дорожной одежды на 10 см меньше, чем без георешетки. Кроме того, георешетка предотвращает перемешивание крупнозернистого материала (щебня) с дополнительным слоем основания из песка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агушева А.А. Геосинтетические материалы в дорожном строительстве / Агушева А.А., Саенко С. С. // Вестник магистратуры. – 2018. – № 12-4. – С. 37-40.
2. ГОСТ Р 55028-2012. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Классификация, термины и определения. – Введ. 01.04.2013. – Москва: Изд–во Стандартинформ, 2013. – 11 с.
3. Шухов, В. И. Исследование причин колеообразования на городской улице* / В. И. Шухов, Н. Г. Горшкова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2010. – № 1. – С. 65-67.
4. 218.5.002-2008. Методические рекомендации по применению полимерных геосеток (георешеток) для усиления слоев дорожной одежды из зернистых материалов. – Введ. 30.05.2008. – Москва: Изд–во Федеральное дорожное агентство (Росавтодор). 2008. – 113 с.
5. ОДН 218.046. Проектирование нежестких дорожных одежд. – Введ. 01.01.2001. – Москва: Изд–во Государственная служба дорожного хозяйства министерства транспорта РФ. 2001. – 148 с.

УДК 625.12

Копейкина Н.Е.¹, Фотиади А.А.²

Научный руководитель: Гнездилова С.А., канд. техн. наук, доц.

¹Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

*²Московский автомобильно-дорожный государственный технический
университет (МАДИ), г. Москва, Россия*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВТОРЫХ ПУТЕЙ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

В условиях роста интенсивности, объемов производства промышленных предприятий прибегают к методам, увеличивающим пропускную способность, одним из которых является строительство дополнительных путей. Это позволяет существенно распределить нагрузки между новым путем и существующим, сократить время нахождения поездов в пути следования, сократить затраты, связанные с сокращением поездов на промежуточных станциях участков однопутных жд линий.

Но важную роль в принятии решения строительства сплошных дополнительных путей на существующих дорогах играют значительные затраты. Чтобы их сократить и увеличить эффективность капитальных затрат, сначала устраиваются вторые пути на коротких перегонах для бесперебойного скрещения поездов и роста пропускной способности.

Осуществляется ввод в работу однопутных участков с двухпутными вставками с рациональным способом организации движения и пропуска поездов. Данная мера позволяет распределить финансы и при строительстве на перегонах больше протяженности можно сэкономить за счет эксплуатации ранее построенных путей [5].

Строительство двухпутных вставок начинают с участков с легким профилем и с малыми вложениями, для того чтобы быстрее ввести их в работу и разгрузить основной путь. Благодаря быстрому вводу увеличивается пропускная способность на всем участке, а за счет малой удельной стоимости происходит экономия и окупаемость.

Особенности разработки конструктивных решений по устройству двухпутной вставки

Установлена необходимость увеличения пропускных и провозных способностей однопутных линий на ряде направлений. Так как при строительстве железных дорог 50-100 лет назад закладывались меньшие объемы движения, массы поездов и скорости движения, сейчас большое внимание уделяется реконструкции существующих путей.

Двухпутная вставка - двухпутный участок на однопутной железнодорожной линии, предназначенный для безостановочного скрещения поездов [1]. Некоторые варианты устройства двухпутных вставок: на всем протяжении перегона устраивается сплошной второй главный путь; участок второго пути устраивается, не примыкая к раздельным пунктам; второй путь на части перегона устраивается, как продолжение одного из ограничивающих его раздельных пунктов.

Рис.1.

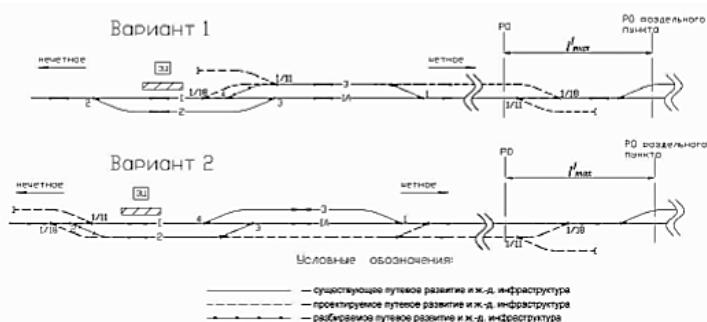


Рис. 1 Варианты примыкания двухпутной вставки к раздельному пункту

Распространенным является вариант примыкания двухпутной вставки к раздельному пункту по оси одного из существующих станционных путей. Раздельный пункт, к которому организуется примыкание двухпутной вставки, может быть разъездом или станцией любого типа (промежуточной, грузовой, участковой и т. д.) [6].

Использование капитальных вложений должно обеспечивать сокращение текущих затрат и значительный материальный рост в будущем. Чтобы получить высокие экономические результаты и длительные перспективы при развитии производства на загруженных участках должны использоваться новейшие технологии строительства.

Только после ввода в постоянную эксплуатацию на каждом перегоне можно увидеть максимальный эффект от строительства вторых путей, учитывая данный факт при оценке экономичности вариантов усиления эксплуатируемых железнодорожных линий можно увеличить эффективность строительства.

Эффективность капитальных вложений оценивается по следующим технико-экономическим показателям [2]:

- 1) срок окупаемости капитальных вложений;

- 2) прибыль за весь срок службы эксплуатации от каждого технического объекта;

- 3) стоимость технического объекта.

Определение параметров плана второго пути и положение его оси относительно оси существующего пути является задачей проектирования плана второго пути. Трудности этих задач заключаются в проектировании криволинейных участков пути, на прямолинейных участках, как правило, затруднений не вызывается. Пример проектирования второго пути на поперечном профиле представлен на рис. 2. Для обеспечения выполнения условий выделяется три важные

задачи: сохранение габарита уширения междупутья в кривой; в прямом участке пути изменение ширины междупутья; в криволинейном участке пути изменение ширины междупутья [4].

За базисную линию принимают ось существующего пути, при этом ось второго пути на прямых участках проектируется параллельно, в кривых – концентрично.

Величина междупутья в кривой определяется как

$$Ир = 4,1 + \Delta p \quad (1)$$

где 4,1 — расстояние между осями первого и второго путей на прямом участке на перегоне, м;

Δp — габаритное уширение междупутья (увеличение расстояния между осями путей) в кривом участке пути, м.

Нормативные требования.

При выполнении путевых работ для обеспечения безопасности рабочих и снижения стесненности междупутье на перегонах двухпутных линий на прямых участках пути должно быть не менее 4 100 мм, на многогутных линиях — не менее 5 000 мм [3].

Для проектирования второго пути собираются следующие исходные данные:

- план существующего пути;
- продольный профиль;
- принятая сторонность второго пути;
- условия участков, в которых устраивается раздельное или уширенное земляное полотно;
- схемы главных путей в пределах раздельных пунктов.

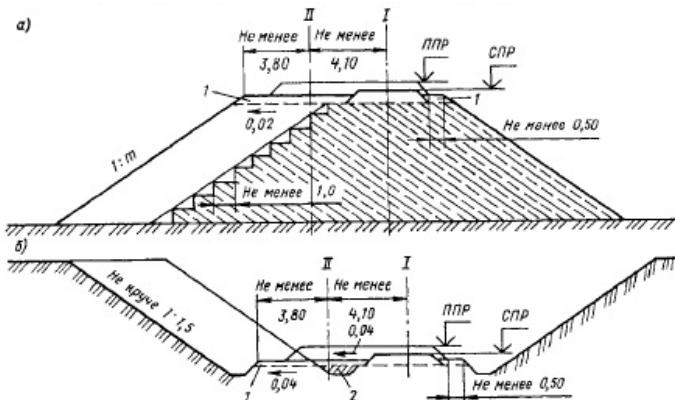


Рис. 2 Поперечные профили земляного полотна при малых подъемках и сохранении минимальной ширины обочины со стороны существующего пути

а – насыпи из глинистых грунтов, мелких и пылеватых песков и легковыветривающихся скальных пород, б – выемки в супесях, суглинках и тощих глинах, 1 – ось существующего пути, 11 – то же проектируемого пути; 1 – дренирующий грунт, 2 – грунт, утрамбованный до нормируемой плотности, однородный с грунтом существующего земляного полотна

Проектирование реконструкции плана железной дороги выполняется следующими этапами [7]:

- 1) анализ и контроль исходных данных;
- 2) указание параметров плана;
- 3) указание пикетажа характерных точек;
- 4) указание проектных стрел;
- 5) указание сдвигов (смещений) проектируемого пути относительно фиктивной оси базисного пути;
- 6) указание разбивочных междупутий.

Благодаря следованию требованиям и нормам строительство вторых путей позволяет эффективно повышать объемы грузоперевозок, следовательно, увеличивать доходы. На данный момент реконструкция железных дорог выходит на первый план. При применении новых технологий и капитальных вложений строительство железных дорог принесет долгосрочную окупаемость.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Одуденко Т. А., Агапова Ю. Ю., Танайно Ю. А. Возможности поэтапного увеличения пропускных способностей на однопутных направлениях Дальневосточного региона // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2019. № 2 (49). С. 40-44.
2. Богданов, А. И. Проблемы проектирования новых железных дорог, вторых путей и реконструкции эксплуатируемых железных дорог / А. И. Богданов // Инфраструктура транспорта. – 2021. – № 1(1). – С. 62-76. – EDN XTTQZW.
3. Стратегия развития сети железных дорог Российской Федерации до 2030 года. – М.:ОАО «РЖД», 2007. – 36 с.
4. СП 237.1326000.2015. Инфраструктура железнодорожного транспорта. Общие требования, – 2015.
5. Estimation of conditions of using combined single-track and double-track railways at high-speed traffic / A. Dmitrenko, S. Karasev, A. Kalidova, D. Sivitsky // MATEC Web of Conferences. 2018. Р. 02010.
6. Проектирование усиления железной дороги и вторых путей : метод. указ. / д. т. н. проф. И. В. Турбин [и др.]. М. : МИИТ, 2001. 56 с.

7. Носов В.П., Гнездилова С.А. Учет влияния региональных природных особенностей на расчетные характеристики грунтов при проектировании дорожных одежд // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. №1. С. 18–22.

УДК 62-1-9

*Копнина О.В., Мерзликина А.И., Жданова Е.А.
Научный руководитель: Чемеричко Г.И., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ, ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПО ВИДУ ВЫПОЛНЯЕМЫХ РАБОТ МНОГОВАЛКОВЫХ КАЛАНДРОВ

В современных условиях полимеры получили широкое распространение практически во всех сферах жизни человека, поэтому процессы их переработки выделяют в целую самостоятельную область современной технологии.

Производство готовых изделий из полимеров, как глобальный процесс, можно рассмотреть с нескольких сторон. Первостепенным и основным показателем для определения является мерность. В соответствие с этим критерием, выделяют несколько типов готовых изделий: трехмерные (объемные), двухмерные (пленки, листы, плиты) и одномерные (стержни, волокна, различного вида профили, трубы).

Существует большое количество различных способов переработки полимерных материалов в изделие, процесс прокатки с использованием валковых машин – один из них.

Вальцы и каландры – разновидности валкового оборудования, они подвергают полимер механическому воздействию в области зазора между валками. В данном случае механические процессы приводят к основному технологическому эффекту.

Каландр – это агрегат для непрерывного формования листа полимера методом пропуска его через зазор между вращающимися валами, в результате чего получается полотно нужной толщины и ширины. Данные машины используются для производства пленок и листов (в том числе и с рисунком) и для нанесения полимерного покрытия на тканевую или другую основу.

К основным характеристикам каландров можно отнести: количество валов, их длина и диаметр, а также их расположение относительно друг друга [1].

Качество поверхности готового листа зависит от геометрии каландровых валков.

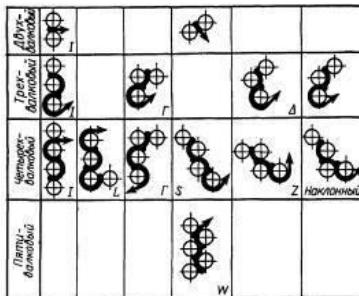


Рис. 1 Классификация каландров и типовые схемы расположения валков технологического процесса каландрования

Вследствие износа рабочего органа к валковому оборудованию, применяют различного рода защиту. В настоящее время наиболее распространенным методом защиты является гальваническое хромирование, однако срок его службы довольно небольшой. Соответственно, есть смысл прибегнуть к более долговременной защите – газопламенному напылению твердых сплавов.

Каландры классифицируют в зависимости от типа выполняемых задач.

1) Листовальные – применяются в процессах изготовления листов из резиновой смеси, пленок, помимо этого, данный тип машин используют для обрезинивания корда или тканей.

2) Промазочные – применяются для промазки или втирания резиновой смеси в ткань.

3) Универсальные – имеют возможность работы как с фрикционной, так и без нее, следовательно, могут применяться как листовальные, так и как промазочные агрегаты.

4) Профильные – применяются для изготовления профилюемой ленты или полосы резиновой смеси для нанесения рисунка.

5) Дублировочные – применяются для производства многослойных заготовок.

6) Лабораторные [2].

Листовые каландры чаще всего трех- и четырехвалковые. Валки прокатного каландра вращаются с одинаковой скоростью.

Промазочные каландры так же, как и листовальные, имеют в своей конструкции три или четыре валка. Однако скорость вращения валков различна, из-за чего и происходит втирание резиновой смеси в ткань

при ее прохождении через зазор между средним и нижним или средним и верхним валками.

Довольно интересный для рассмотрения агрегат – универсальный каландр. Машины данного типа бывают также трех- или четырехвалковыми. Они находят применения, когда возникает необходимость проведения сразу нескольких операций на одной машине, таких, как листование резиновой смеси и промазка тканей. По причине этого, универсальные каландры оснащаются специальными устройствами, которые дают возможность переключать режимы работы машины.

Профильные каландры в основном имеют четыре валка, один из которых – профильный (выносной), с его помощью на поверхность наносится рисунок. Однако конструкционно профильные каландры не имеют отличий от листовых.

Дублировочные каландры чаще всего имеют два валка, которые вращаются с одинаковой скоростью, но дублирование можно произвести и на трехвалковом каландре, для чего он должен быть снабжен специальным дублировочным роликом.

Отличие таких процессов, как вальцевание и каландрование, состоит в том, что при каландровании материал пропускается через зазор между валками всего один раз, а при вальцевании многократно. Именно многовалковый каландр, работающий в непрерывном режиме, является агрегатом, который применяется в методе каландрования. Толщина пленки готового изделия определяется зазором, который образуют последние валки.

В промышленности чаще всего применяются каландры, имеющие три или четыре валка, но иногда возможно использование и двух- или пятивалковых машин [3].

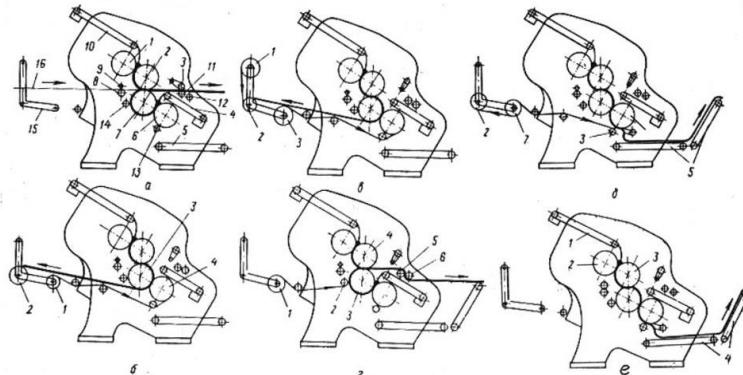


Рис. 2 Четырехвалковые каландры

Из рисунка 2, видно, что помимо основных рабочих - четырех валков (1, 2, 6, 7), имеется и большое количество вспомогательных механизмов, например, транспортеры для подачи резиновой смеси (4, 10) и для приема готового изделия или полуфабриката (5), приводные (8, 11) или свободно вращающиеся (3, 12, 13, 14) ролики для протягивания, направления или прижима к валку листовых материалов, кронштейн (15) для установки на нем шпуль, на которые наматывается или с которых сматывается рулонный материал[4].

На рисунке 2 (б) представлена схема односторонней обкладки ткани. Она сматывается с рулона (1), проходит через три направляющих ролика и затягивается в зазор между валками (3, 4), куда помимо этого поступает и полимерная смесь. Ткань перед попаданием в зазор некоторое время находится в непосредственном контакте с горячим валком (4) и прогревается (повышается надежность последующего соединения с полимерной смесью). В процессе обкладки практически отсутствует фрикцион между валками (3, 4). При промазке же коэффициент трения может достигать значений вплоть до 1,4. Разная скорость вращения валков способствует более глубокому проникновению композита в поры ткани. Выходя из зазора, готовая ткань наматывается на среднюю приводную шпулю (2).

На рисунке 2 (в) представлена схема машины, которая используется при необходимости обкладки второй стороны ткани. В данном случае рулон снимается со средней шпули (2) и заново устанавливается на нижнюю шпулю (3), а на верхней шпule (1) устанавливается рулон прокладочной ткани. Обкладка будет осуществляться так же, как было показано на рисунке 2 (б). На шпулю (2) вместе с тканью, которая с двух сторон покрыта смесью, наматывается также прокладочная ткань, предотвращающая слипание готового продукта в рулоне.

На рисунке 2 (г) представлена схема одновременной двухсторонней промазки. В данном случае ткань сматывается с рулона (1) и с помощью валка (2) прижимается к горячей смеси на валке (3), а затем попадает в зазор между валками (3, 4), где уже встречается со вторым слоем смеси. Приводным и прижимным роликами (5, 6) прорезиненная ткань подается на последующую обработку или же на намотку в рулон с прослойкой тканью.

На рисунке 2 (д) представлена схема процесса дублирования. Оно выполняется при необходимости наложения дополнительного слоя полимерной смеси. Ткань сматывается с рулона (1), одновременно с этим, прокладочная ткань наматывается на шпулю (2). Далее ткань проходит через направляющие валики, с помощью прижимного валика

(3) прикатывается к слою резиновой смеси на валке (4), после чего подается на приемный транспортер (5).

На рисунке 2 (е) представлена схема процесса листования смеси. Изначально полимерная смесь подается в зазор между валками (2, 3) для проведения предварительной калибровки. Далее – двухкратное пребывание в межвалковых зазорах, что обеспечивает высокую точность окончательной калибровки. На последней стадии производится отведение готового листа с помощью транспортера [5].

Таким образом, с помощью многовалкового каландра можно выполнить сразу несколько производственных задач. Именно поэтому данное оборудование является частью многих технологических процессов при изготовлении и переработке полимерных изделий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чемеричко Г.И., Сотникова Т.Ю. Переработка реакторных отходов в производстве пентафталевых лаков // в межвуз. сб. статей «Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов». – Белгород, 2019. С. 557-560.
2. Принцип действия валковых машин -каландры. Технологические операции, выполняемые на валковых машинах – каландрах // StudFiles URL: https://studfile.net/preview/7760496/page:18/4.https://studwood.net/1623575/tovarovedenie/kalandr_osnovnye_harakteristiki
3. Никишин И. В. Производство линолеума вальцово-каландровым способом/ И.В. Никишин, О.В. Никишина. - М.: Изд-во Профессия, 2015. – 47 с
4. Чемеричко, Г.И., Бражник, Ю.В., Ченцов, А.Е. Механическое оборудование по производству полимеров: учебное пособие – Белгород: Белгородский государственный технологический университет, 2020. – 175 с.
5. Получение листов и пленок каландровым методом // Studme URL: https://studme.org/320573/tehnika/poluchenie_listov_plenok_kalandrovym_metodom

УДК 621.85

Коркач И.С.

Научный руководитель: Корнеев А.С., ст. преп.

**Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

ЭВОЛЮЦИЯ РАЗВИТИЯ АКПП, ВИДЫ АКПП

Автоматизировать процесс переключения передач человек начал давно. Существует множество конструкций полностью автоматических или частично автоматизированных коробок передач. В этих системах используются различные принципы преобразования работы автомобильного двигателя в тяговое усилие на колесах автомобиля. В качестве механизмов реализации такового преобразования используются фрикционные вариаторы, муфты свободного хода, цепные устройства и т.д. Первые автоматические коробки передач были двухступенчатыми, однако при повышении требований к динамическим свойствам автомобилей и по мере совершенствования систем автоматизированных коробок передач количество ступеней стало увеличиваться до трех, затем до четырех. На сегодняшний день существуют конструкции с пятью, шестью и более ступенями передач. Автоматизировать процесс переключения передач человек начал давно. Сегодня есть масса конструкций автоматических коробок переключения передач, многообразных по принципу действия, преимуществам и недостаткам, и все они прошли жесткий эволюционный отбор. [1]

Автоматические коробки переключения передач впервые были разработаны в 1928 году немецким профессором Феттингером. В 1903 году он запатентовал самый первый гидротрансформатор, который далее вошёл в основу разработки механизма первой в мире автоматической коробки передач, заменив роль сцепления в ее работе. Их начали использовать впервые на общественном транспорте – автобусах шведского производства. Первой же легковой моделью автомобиля с АКПП стал Бьюик в 1947 году. [2]

Чтобы достичь высокого результата, должна использоваться трансмиссия с достаточным количеством передаточных чисел. В 1980-х годах число передач повысилось с трех до четырех, а в 1990-х с четырех до пяти. Но, чтобы достичь шести передач, надо было разобраться, как добавить необходимое дополнительное пространство. Эпиклинические (или планетарные) передачи — это составные части традиционной автоматической коробки передач и состоят из солнечной

шестерни, которая окружена тремя или более планетарными шестернями внутри зубчатого венца. В 2002 году производитель трансмиссий из Германии ZF был одним из тех, кто добился огромного прорыва в разработке автоматических коробок передач, соединив концепцию коробки передач Лепелльетье с планетарной коробкой. Благодаря этому появилась возможность увеличить количество передач в том же пространстве, что и раньше, или даже в меньшем. Новая коробка передач получила название ZF 6HP, которая, что неудивительно, заменила 5HP и впервые была представлена на автомобиле BMW 7 четвертого поколения. Стало возможно блокировать гидротрансформатор, чтобы предотвратить “проскальзывание” в гидравлической передаче не только на высшей передаче, но и на других скоростях. Также можно было отсоединять двигатель от гидротрансформатора, чтобы экономить топливо. У новой коробки передач была стратегия адаптивного управления переключением (ASIS). Вместо 660 элементов на 5HP, у 6HP было всего 470. К тому же новая модель была короче, весила на 13% меньше, быстрее ускорялась и на 7% меньше расходовала топливо. У нее был свой искусственный интеллект (мехатронный модульный агрегат), который замечал отделение двигателя и коробки передач и позволял им обмениваться данными, воплощая новую философию «комплексного силового агрегата». Таким образом, можно было достичь лучшей топливной экономичности и меньших концентраций вредных веществ в отработанных газах. После 6HP была 8HP, в которую добавили еще два передаточных числа.

Следующим шагом была ZF 9HP, которую представили в 2013 году. Коробка была спроектирована специально для двигателя, расположенного поперек. Она поддерживала систему «стоп/старт», которой не было у других. Для экономии места использовался другой вид внутренней муфты под названием «dog engagement». Также благодаря встроенной коробке передач получилось уменьшить данную модель, чего не было достигнуто ранее. [3]

В 2015 году была представлена 8 ступенчатая коробка автомат второго поколения. Агрегат разрабатывали с учётом современных и будущих требований. Такая коробка может использоваться в любых типах и модификациях автомобилей, в гибридных, полно приводных и спортивных автомобилях. При разработке гибридного варианта большое внимание уделили оптимизации автономного хода. В 2017 году ZF в Porsche разработали модульную гибридную трансмиссию на базе 8 ступенчатой коробки передач с двойным сцеплением 8DT. Агрегат отвечает всем сегодняшним и будущим потребностям в области

трансмиссий для спортивных автомобилей. Такой агрегат отличается быстрым переключением передач, высоким уровнем комфорта и гибкостью управления. [4]



Рис. 1 9 ступенчатая коробка автомат (9HP) ZF

Существует три наиболее распространенных типа автоматических коробок передач, которые устанавливаются в автомобили — это так называемая «классическая» она же гидравлическая, роботизированная (робот, типтроник) и вариативная (вариатор, CVT).

Гидравлический «автомат»: классика в чистом виде. Этот тип АКПП является классическим примером автоматической трансмиссии, особенность которой заключается в том, что между колесами и двигателем напрочь отсутствует какая-либо связь. [5] Состоит из гидротрансформатора (ГТ), зубчатых и планетарных передач. Передаточное число меняется изменением давления масла и различного соединения передач между собой. Основные преимущества классической АКПП:

- имеет высокий эксплуатационный ресурс от 130-1 миллиона километров.
- превосходит МКПП в экономичности и скорости переключения.
 - безупречно работает при любых скоростных режимах.
 - без проблем переживает пробуксовки колёс
 - из-за отсутствия связи с двигателем на него не передаются вибрации и удары, что увеличивает общий ресурс.
 - возможно эффективное торможение двигателем.
 - дополнительные режимы расширяют возможности по управлению автомобиля.

Роботизированная АКПП последняя по времени появления разновидность коробки-автомата. По своей сути представляет собой механическую коробку передач под управлением робота, который, в соответствии с заданными алгоритмами, отключает сцепление и переключает передачи. То есть водитель и автомобиль обеспечивают только входящие данные без воздействия на механизм переключения передач. Работы для таких коробок используются либо электрические, либо гидравлические. Гидравлические осуществляют работу с помощью гидроцилиндров управляемых электромагнитными клапанами. Они достаточно быстрые, но более энергозатратные. Это основной вид робота для машин спортивного типа. Основные преимущества роботизированной АКПП:

- лёгкость и дешевизна в производстве.
- весьма быстрое переключение передач.
- экономичность.

Вариатор работает по принципу плавной передачи крутящего момента от двигателя колесам. Как таковые передачи в ней отсутствуют, а передаточное соотношение меняется либо полностью автоматически, в соответствии с заданной программой, либо в ручном режиме. Наиболее распространены коробки с клиновременным строением вариатора. Изменение передаточного числа в них передается между двумя, состоящими из двух конических частей каждый, шкивами с помощью специального ремня. Так же ремень называют цепью из-за того, что его основная составляющая это металлические полосы. Необходимое для движения цилиндров давление нагнетается масляным насосом, который прокачивает специальную ATF жидкость, которая также выступает в качестве смазки. Второй тип вариатора — это торOIDНЫЙ. В этом случае усилие передается через торOIDные ролики, зажатые между валами и расположенные на одной оси. Используется этот тип достаточно редко. Основные преимущества вариаторной трансмиссии:

- максимальный комфорт при езде, без толчков и посторонних звуков.
- простая конструкция.
- всегда поддерживает оптимальный режим работы ДВС.
- самый экономичный вид АКПП.

Каждый вид коробки передач имеет свои достоинства и недостатки. Нельзя сказать какой вид определённо лучше, а какой хуже. Каждый вид КПП имеет свои особенности, поэтому подбирая трансмиссию для своего автомобиля нужно учитывать многие факторы его эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Эволюция автоматических коробок передач [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://atcmgroup.ru/istoriya-akpp>(дата обращения 15.12.2021).
2. История развития коробки передач [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL:<https://avtoinstruktor199.ru/articles/istoriya-razvitiya-korobki-peredach/>(дата обращения 15.12.2021)
3. Эволюция автоматической трансмиссии [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL:<https://infoparts.ru/tehnicheskij-portal/dvigatel-transmissiya/item/3625-evolyutsiya-avtomaticheskoy-transmissii.html>(дата обращения 15.12.2021).
4. Буцкий.Ю.И Новая 8-ступенчатая коробка: спорт, гибрид, экология. // АБС-авто. 2017. №243. С. 14-16.
5. Типы автоматических коробок передач [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL:<https://carprice-info.ru/tipy-korobok-peredach/>(дата обращения 15.12.2021).
6. Загородний Н.А., Конев А.А., Щетинин Н.А., Шатерникова В.С. Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств и их компонентов. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова,2022. 254 с.

УДК 621.85

Коркач И.С.

Научный руководитель: Корнеев А.С., ст. преп.

**Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

ОСНОВНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕДАЧ, ВИДЫ ИХ РЕМОНТА

Автоматические коробки переключения передач (АКПП) являются наиболее важным компонентом в автомобиле и представляют собой механические устройства в комплексе с электронным управлением, позволяющее без участия водителя повышать передачу. Их неисправности могут варьироваться от небольших поломок, если которые не устраниТЬ могут перерасти в серьезные отказы в будущем и привести к полной потери работоспособности АКПП. Наиболее частыми проблемами большинства автомобилей, оснащенных АКПП, при обращении в сервис, являются: шум, вибрации, удары, задержки в

переключении передач, низкий уровень масла, все это может быть связано с низким качеством применяемого масла.

Ремонт автоматической трансмиссии — это восстановление всех характеристик и функций, указанных производителем в технической документации. Ремонт АКПП начинается с диагностики всего узла или отдельных его деталей и компонентов, работа с экспертами, чтобы определить причину сбоя. Исключительно высококвалифицированные специалисты могут качественно диагностировать и устранить неисправности. Обращение к не профессионалам, может привести к некачественному ремонту, внезапному выходу из строя в самый не подходящий момент и дополнительным расходам. [3]

Для того чтобы более качественно выполнить обслуживание клиентов и технологию ремонта автомобиля с неисправной АКПП необходимо пройти следующие этапы:

1. входная диагностика;
2. демонтаж АКПП с автомобиля (при необходимости);
3. разборка АКПП и дефектация ее деталей и узлов;
4. согласование с заказчиком объема ремонтных воздействий и используемых запасных частей;
5. сборка АКПП;
6. обкатка на специализированном стенде;
7. установка на автомобиль;
8. выходная диагностика. [5]

Выбирая место для ремонта автоматической коробки передач, нужно выбирать проверенную и надежную организацию с учетом опыта её работы и отзывов клиентов. Тогда можно быть уверенным что все этапы технического обслуживания и ремонта будут выполнены очень ответственно и эффективно. Тонкости ремонтных работ АКПП напрямую зависят от марки и модели автомобиля. Квалифицированные мастера смогут легко обнаружить причину выхода из строя автоматической коробки передач в любом автомобиле, будь то автомобиль отечественного или зарубежного автопроизводителя имея расширенную базу технической информации и мультитестовое оборудование.

О поломке автоматической коробки передач могут говорить разные факторы. Например, начало протекать масло или снизилась динамика авто. Есть и другие признаки проблем с АКПП:

- появился запах гари;
- при переключении передач возникают посторонние шумы;
- транспортное средство движется не плавно, а рывками;

- масло поменяло свой цвет и стало темным, в нем появилась эмульсия;
- наблюдается пробуксовка передачи, при этом при возрастающих оборотах автомобиль не движется. [2]

Рассмотрим более подробно основные неисправности АКПП и их причины.

Если трансмиссия имеет неисправности, в большинстве случаев проблема заключается в низком уровне трансмиссионной жидкости. Причиной того что АКПП не реагирует на передачу D, может являться неисправность в клапанном механизме, соленоидах, муфте. Передача может сама переключиться рывком, и скорость резко возрастает. Есть риск столкновения с идущей впереди машиной.

Причиной того что автомобиль не разгоняется может служить проблема со сцеплением заключающееся в износе трения дисков или отсутствии магистрального давления, а также неисправности могут быть в масляном насосе или гидроблоке.

Причиной запаха гари чаще всего является проблема с трансмиссионной жидкостью - запах обычно свидетельствует о перегреве трансмиссии. Запах гари говорит о том, что жидкость не имеет необходимого уровня или она содержит посторонние примеси. При этом необходимо обратиться в автосервис, возможно, проблему можно решить, сменив масло.

Причиной нехарактерных внешних звуках нейтральной передачи может свидетельствовать, как о незначительной проблеме, требующей замены трансмиссионной жидкости, так и говорить о возможной существенной поломке. Возможно, придется заменить, шестерню заднего хода из-за поврежденных зубьев или подшипники из-за износа. [4]

Но бывают случаи, когда агрегат выходит из строя повторно. Однако случаи вторичных поломок очень похожи на первичные обращения в мастерские. Это касалось износов деталей насосов, а также выходов из строя элементов гидродинамического трансформатора, и даже деталей двигателя, а точнее мембран. Но суть такой поломки заключается далеко не профессионализме мастеров, а в том, что соосность оси коленвала и корпуса АКПП была нарушена, потому что гидротрансформатор опирается и центрируется по отверстию в заднем фланце коленчатого вала одной стороной и вращается в подшипнике скольжения (втулке) корпуса АКПП, с другой стороны. [1]

После входной диагностики и тестового заезда специалисты делают заключение об неисправности. В зависимости от поломки,

клиенту могут предложить следующие варианты восстановления работоспособности автомобиля:

1. капитальный ремонт АКПП.
2. замена АКПП на новую.
3. замена АКПП на аналогичную, бывшую в употреблении.
4. замена АКПП на аналогичную, восстановленную ранее.
5. частичный ремонт АКПП. [3]

Ремонтировать АКПП сложно по причине входящими в ее состав электронного устройства управления и системы гидравлических приводов.

Однако наличие коробки передач – делает управление автомобилем очень удобным.

Для водителя это удобство прежде всего выражается в более беззаботном управлении автомобилем, при этом АКПП сама выбирает какой крутящий момент передать на колеса при тех или иных условиях эксплуатации автомобиля, и как показывает практика делает это довольно хорошо за счет работы современных электронных устройств управления.

К тому же, автоматическая коробка передач выполняет и другие функции. Но именно большое количество электроники, присущее такому устройству, значительно усложняет ее ремонт. [6]

Причина поломок может быть абсолютно разной, главное своевременно диагностировать неисправность и обратиться к высоко квалифицированным специалистам, иначе это может обернуться в серьёзную проблему и большую потерю времени.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дроздовский.В.Б., Хрулев.А.Э. Иногда причину поломки АКП проще найти в постели? // АБС-авто. 2019. №263. С. 50-55.
2. Анатолий.М. Как происходит ремонт АКПП: основные этапы работ [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://www.cars.ru/articles/news/23724707> (дата обращения: 14.10.2021).
3. Виды и методы ремонта АКПП [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL:<http://xn----7sbvanabaj2anao0a4o.xn--p1ai/kak-proishodit-remont-akpp/> (дата обращения:22.10.2021).
4. Диагностика и ремонт АКПП: 7 признаков скорой смерти коробки [Электронный ресурс]. Систем.требования:

Adobe Acrobat Reader. URL:<https://wilgood.ru/blog/7-priznakov-skoroj-smerti-korobki/>(дата обращения 20.10.2021).

5. Технологии ремонта АКПП [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL:<https://www.akpp03.ru/info/poleznye-stati/tehnologii-remonta-akpp> (дата обращения 20.10.2021)

6. Особенности ремонта автоматической коробки передач [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL:<https://autotopik.ru/remont/632-remont-avtomaticheskoy-korobki-peredach.html> (дата обращения 20.10.2021).

7. Загородний Н.А., Конев А.А., Щетинин Н.А., Шатерникова В.С. Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств и их компонентов. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова,2022.254с.

УДК 621.398

Коркач И.С.

Научный руководитель: Корнеев А.С., ст. преп.

**Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ТЕЛЕМЕТРИИ СОСТОЯНИЯ FORMULA-1

Для мира спорта, в котором результат ставится на первое место, самыми важными технологиями представляются те, которые разрешают неукоснительно точно фиксировать результат: например, без компьютеризированных секундомеров сейчас исключительно представить ни одно крупное соревнование. Во всём мире автоспорта бесконечно важна система учёта кругов, которая функционирует несколько проще, чем спутниковое слежение: на автомобиль ставится электронная метка, посылающая сигналы на короткое расстояние, а на линии старта/финиша находится приёмник, который эти сигналы принимает, и, соответственно, считает, кто сколько кругов проехал.

Чрезвычайно важной является возможность передачи данных о состоянии автомобиля в штаб, где их могут проанализировать и принять решение необходимости того или иного ремонта. Эти технологии хорошо видны болельщикам «Формулы-1», когда множество данных о болиде выводится не только в штаб команды, но даже на экраны в телевидении. На базе этих данных штаб не только выдает рекомендации по ремонту автомобиля, если в этом есть необходимость, но и судит о том, насколько правильно вел себя в ходе соревнования тот или иной пилот, насколько грамотно он распорядился ресурсами автомобиля и

возможностями гонки, а затем устраивает «работу над ошибками», повышая квалификацию как этого конкретного гонщика, так и других членов команды. [1]

Телеметрия и системы анализа данных используются в разных областях. Двигатель, тормоза, контроль крутящего момента, впрыск двигателя и зажигание – все это параметры, которыми можно управлять с помощью этих технологий. Также с использованием систем телеметрии и анализа данных тесно связаны шасси, шины, система ускорения, скорость болида и регулирование аэродинамики с помощью коэффициента проницаемости болида. [3]

До 1950 года все автогонки и ралли хронометрировались по старинке, как скачки или бега: сидел за столиком у финишной ленты судья и нажимал на кнопки обычного секундомера.

Нынешняя телеметрическая система, применяемая в F1, отличается от этой практики, как компьютерный GPS-навигатор от компаса. Время прохождения круга — лишь одна из нескольких десятков функций, которую представляют современные формулинические телеметрические системы. Они в режиме реального времени информируют, как машина проходит каждый метр дистанции, поставляя данные о скорости, интенсивности ускорения и торможения, силе тяготения по трем осям, температуре каждой из шин и давлении воздуха в них, скорости вращения колес, состоянии и смещении подвески и т. д. [2]

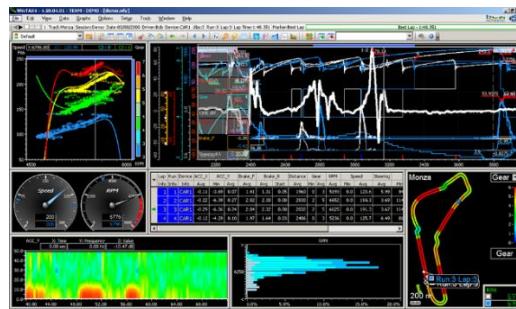


Рис. 1 Программное обеспечение WinTAX4, анализирующее данные телеметрии болида “Формулы-1”

Род Нельсон: «Заранее оценивая возможные проблемы, мы можем увеличить надежность машины. Два инженера наблюдают за работой гидравлики, два – за моторами, ещё двое – за эффективностью и балансом. Отдельные сотрудники контролируют работу электроники и бортовых систем – за работой каждой машины на трассе из

технического моторхуома команды постоянно следят от 12 до 15 человек).[4]

За последние годы гоночные автомобили претерпели значительные изменения. Благодаря телеметрии, гоночные инженеры могут контролировать и улучшать эксплуатационные характеристики автомобиля, анализируя данные более 300 датчиков с различных устройств, расположенных в разных точках автомобиля Формулы-1. Сотни параметров могут быть измерены в режиме реального времени. Все данные собираются логгером и передаются командам по радио с помощью антенны, расположенной в передней части автомобиля.

Каждый автомобиль оснащен несколькими ECU. В центре системы находится стандартный ECU или SECU. По сути, SECU — это небольшой, но очень мощный компьютер, который управляет большими массивами данных, а также обрабатывает и передает их из болидов Формулы-1 командам. SECU позволяет оптимизировать обмен данными с двигателем, коробкой передач и дифференциалом, а также с аэродинамической системой. SECU также является основным устройством для хранения и сбора данных, которое предоставляет телеметрические данные в реальном времени командам и гоночному руководству. Это позволяет командам визуализировать работу своих автомобилей в режиме реального времени, отслеживая состояние двигателя, износ шин и расход топлива.



Рис. 2 ECU

В болидах установлено около 300 датчиков, а SECU контролирует более 4000 параметров. Во время средней гонки автомобиль передает около 3 ГБ телеметрических данных, а также около 4 ГБ логов, и эти данные лишь лежат в основе всех вычислений. При обработке и объединении с данными из других источников (например, при работе с звуковыми данными и видеоматериалами) может оказаться, что за

средний гоночный уикенд команде приходится работать с терабайтом критически важных данных – и к этим данным нужно возвращаться вновь и вновь по ходу соревнований и грядущих сезонов.

Датчики в одноместных болидах используются для отслеживания потенциальных проблем. Инженеры могут мгновенно принимать решения, основываясь на собранных данных. Например, при обнаружении повышения температуры двигателя, можно выяснить, что причиной этому является приближение к машине, идущей впереди. В таком случае инженеры могут сообщить пилоту, что ему нужно выбраться из облака выхлопных газов и избегать его до того момента, пока температура не снизится до приемлемых значений.

Существует 3 категории датчиков: датчики управления, связанные с сервоприводами (например, для отслеживания состояния педали газа), датчики отслеживания состояния автомобиля (например, давления гидравлической системы) и приборные датчики (например, бесконтактные температурные датчики для отслеживания смазочного материала). [3]

Несколько лет назад двухсторонний обмен информацией между машиной и боксами был запрещён, сейчас инженеры не могут дистанционно вмешиваться в работу машины – они лишь обрабатывают информацию и дают рекомендации пилоту, который переключает органы управления на руле, чтобы изменить степень обогащения топливной смеси или изменить режим работы двигателя... [4]

Я бы сказал, что современный автоспорт и компьютерные ИТ-технологии в наше время более чем близки. На замену аналоговым датчикам и стрелочкам приходят цифровые дисплеи, показывающие всё то же самое, только с большей точностью. Компьютерные технологии внедряются в автоспорт точно так же, как и во все другие сферы человеческой жизни. Проведение соревнований высокого уровня и статуса сегодня не возможно без применения современного оборудования. Сначала это были только системы контроля времени SFR и трек-логгеры. Сейчас пришло время для спутникового мониторинга. [1]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 05-09-2011 ИТ-Технологии в автоспорте [Электронный ресурс]. Систем.требования: AdobeAcrobatReader. URL:<https://canamxrace.ru/2011/09/05-09-2011-it-tehnologii-v-avtosporte/>(дата обращения 03.12.2021).

2. Бараев.Т.История хронометражка “Формулы-1” [Электронный ресурс]. Систем.требования: AdobeAcrobatReader.

URL:<https://watchalfavit.ru/articles/istoriya-hronometrazha-formuly-1/> (дата обращения 03.12.2021).

3. Критически важная электроника в болидах Formula 1 [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL:<https://habr.com/ru/company/itelma/blog/520076/> (дата обращения 03.12.2021).

4. Телеметрия – «Большой брат» Формулы 1[Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL:<https://www.flnews.ru/tech/57382.shtml> (дата обращения 03.12.2021).

5. Корнеев А.С. Образовательная методика “Инженерный проект SHUKHOV RACING TEAM“ //Теория и практика проектного образования. 2020. № 1 (13). С. 15-17.

УДК 621.8

Коркач И.С.

Научный руководитель: Корнеев А.С., ст. преп.

**Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

МАСЛА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕМЕНЫ ПЕРЕДАЧ

Для трансмиссий с автоматическими коробками перемены передач (АКПП) разработаны особые типы масел, маркируемые как ATF (Automatic Transmission Fluid – жидкость для автоматических трансмиссий). Жидкости для АКПП сегодня на рынке являются одними из самых сложных смазочных материалов и могут содержать в своем составе до 15 компонентов. ATF состоит из базовой основы, в качестве которой может использоваться нефть-сырец или синтетические вещества и набора присадок. Соответственно, масла разделяют на синтетические, полусинтетические и минеральные. Основа составляет 85-90% объема готового к применению трансмиссионного масла. [1]

Помимо основы используется специально разработанный пакет присадок (10-15% от объема), от которых зависят свойства масла и эффективность его работы. Как правило, в пакет присадок современных масел входят:

- антивспениватели;
- ингибиторы коррозии (защищают металлические детали);
- антиокислители (защищают само масло от преждевременного окисления);

- дисперсанты (препятствуют выпадению твердых частиц в осадок, удерживая их в масле);
- модификаторы трения;
- оптимизаторы вязкости (не дают маслу сильно загустевать при низких температурах);
- вещества, повышающие износостойкость трущихся узлов;
- присадки, повышающие температуру воспламенения масла;
- защитные компоненты, препятствующие воздействию масла на резиновые детали (прокладки и уплотнители). [2]

Жидкости для АКПП, как правило, являются всесезонными, обладают высокой текучестью и морозостойкостью, что позволяет эксплуатировать автомобиль с автоматической трансмиссией в условиях низких температур. В целях быстрого обнаружения протечек в магистралях АКПП жидкости для автоматических трансмиссий окрашивают в красный (изредка зеленый или желтый) цвет. К ATF предъявляются серьезные требования, т.к. она выполняют пять основных функций:

- передача гидродинамической энергии в гидротрансформатор;
- передача гидростатической энергии в гидравлические цепи управления и сервоприводы;
- смазка подшипников валов, упорных подшипников и шестерен;
- передача трения скольжением хомутам и муфтам;
- охлаждение и отвод тепла при умеренных рабочих температурах в автоматических коробках передач, а также защита от коррозии и устойчивость к пенообразованию.[3]

Спецификация General Motors. В 1939 году концерн General Motors предложил покупателям новинку: автоматическую трансмиссию Hydramatic, которая устанавливалась на самые современные автомобили тех лет. Первые годы система работала на моторных маслах, но вскоре стало понятно, что они не подходят для этого механизма. И в 1949 году всё тот же General Motors выпустил на рынок первое масло для АКПП, названное Type A. Это стало началом эволюции трансмиссионных жидкостей, от первых, в состав которых входил китовый жир, до самых современных синтетических новинок.

Порядок принятия спецификаций:

- 1949 – Type A. Первая из специализированных жидкостей для АКПП;
- 1957 – Type A Suffix A (ATF TASA). Пересмотренный и видоизмененный стандарт Type A. В настоящее время, хоть и считается устаревшим, может использоваться в некоторых автомобилях (например, в старых моделях Mercedes);

- 1967 – Dexron B. Следующий этап разработки жидкостей ATF;
- 1973 – Dexron II C. Первая спецификация, в которой был введен официальный запрет на использование сырья животного происхождения;
- 1981 – Dexron II D. Масло на минеральной основе, обладающее вязкостью 45000 мПа при -40°C. Данное масло подходит для регионов, где зимняя температура редко опускается ниже -15°C;
- 1991 – Dexron II E. Полностью синтетическое масло, по характеристикам отличающееся от Dexron II D только низкотемпературной вязкостью: 20000 мПа при -40°C. Показатели трения аналогичны. Больше подходит для холодного климата и может заливаться вместо Dexron II D, но не наоборот;
- 1994 – Dexron III. Синтетическое масло, отличающееся от Dexron II фрикционными характеристиками: в новую спецификацию включены модификаторы, снижающие трение;
- 1999 – Dexron IV. Синтетическая жидкость, обладающая увеличенным сроком службы благодаря высокотехнологичному составу;
- 2006 – Dexron VI. Новый стандарт ATF, предназначенный для 6-скоростных АКПП производства GM, выпускемых с 2006 года. Отличается пониженным коэффициентом трения и уникальными низкотемпературными характеристиками. Из всего ряда стандартов это масло больше всего подходит под определение «арктического».

Спецификация Ford. Концерн Ford ввел собственные стандарты масел на 10 лет позже, чем GM: в 1959 году. Начиная с самой первой фирменной спецификации, компания постоянно повышала уровень стандартов в соответствии с требованиями времени и технического прогресса.

Порядок принятия спецификаций:

- 1959 – M2C33-B;
- 1961 – M2C33-D;
- 1967 – M2C33-F (Type F);
- 1972 – SQM-2C9007A, M2C33-G (Type G);
- 1975 – SQM-2C9010A, M2C33-G (Type CJ);
- 1987 – EAPM-2C166-H (Type H);
- 1987 – Mercon;
- 1998 – Mercon V.

Масло для АКПП может соответствовать всем двум основным стандартам (Dexron, Mercon), а может быть узкоспециализированным, для строго определенного типа трансмиссий. Масло заливать в АКПП

следует только то, которое рекомендовано производителем, который не зря советует масло для АКПП с теми или иными характеристиками, ведь последние учитывают большое количество параметров, от температурных режимов эксплуатации до конкретных свойств материалов, применяемых при изготовлении автоматической трансмиссии. [4]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жидкость для АКПП эксплуатация и технические характеристики. [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://tikamis.ru/poleznaya-informatsiya/zhidkosti-dlya-akpp> (дата обращения 20.10.2021)
2. Масло для АКПП: функции, виды, замена. [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: https://dok.ua/stati-i-obzory/smazki_i_zhidkosti/226/maslo-dlya-akpp-funkcii-vidy-zamena (дата обращения 10.20.2021)
3. Жидкости для автоматических коробок передач. [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://ldmcompany.ru/zhidkosti-dlya-avtomaticheskikh-korobok-predach> (дата обращения 20.10.21)
4. Основные классификации ATF. [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: https://mirsmazok.ru/transmissionnye-masla/osnovnye_klassifikatsii_atf/ (дата обращения 20.10.21)
5. Загородний Н.А., Конев А.А., Щетинин Н.А., Шатерникова В.С. Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств и их компонентов. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2022. 254 с.

УДК 629.1

Кругликов И.А.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОТВАЛА БУЛЬДОЗЕРА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРИ РЕЗАНИИ ГРУНТА

Машины и оборудование для земляных работ используются в различных областях, включая строительство дорог, гидротехнических

сооружений, грунтовых работ, а также в крупномасштабных проектах, таких как подготовка земли под застройку больших городских районов.

Бульдозер - это тяжелая машина для земляных работ, которая используется для перемещения и формирования грунта. Она оснащена большим лезвием, которое может с легкостью захватывать и перемещать грунт и другие материалы. Обычно бульдозеры используются для выравнивания поверхности земли, подготовки участка под строительство или ремонта дорог. Их основными преимуществами считается повышенная производительность, возможность использования в разных условиях и простота конструкции.

Бульдозеры получили довольно широкое расширение благодаря тому, что могут использоваться как навесное отвальное оборудование на различных тракторах, тягачах и других базовых машинах.

По назначению данные машины делятся на бульдозеры общего назначения, предназначенные для землеройно-планировочных и строительных задач, а также на специализированные, которые применяются в подземных или подводных разработках.

По типу климатического исполнения различают бульдозеры для работы в условиях низких температур (до -50 градусов) и с адаптацией к тропическому климату (температура до +45 градусов).

По ходовой части современный бульдозер может иметь как гусеничную, довольно эффективную для использования в условиях бездорожья, так и колесную подвижную базу, которая подходит для эксплуатации при частом перемещении по дорогам общего пользования.

Щит, т.е. основной рабочий орган бульдозера, может иметь разную конструкцию и подвижность. Поэтому современные бульдозеры также делятся по типу отвала. В зависимости от модели техника оснащается неповоротным (установлен перпендикулярно и перемещается только вверх или вниз), поворотным (монтируется под углом) или же универсальным (состоит из двух половин и может совершать обороты в различных направлениях) отвалом.

Механизм подъемного привода также может различаться в зависимости от модели. Эта особенность определяет маневренность рабочего органа бульдозера. Подъемный механизм может быть: гидравлическим – состоит из гидроцилиндров; электромеханическим – имеет комбинированную конфигурацию; механическим – включает лебедку и систему канатных блоков.

Области эксплуатации: послойное срезание почвы; перемещение больших масс грунта; выравнивание рабочих площадок; рытье

котлованов для устройства фундамента; формирование каналов и траншей; прокладка и ремонт автомобильных трасс; сооружение насыпей, плотин, дамб; разработка карьеров и горных месторождений; очистка территорий от мусора и снега; разрушение железобетонных конструкций; сельскохозяйственные работы. [4]

Потенциал работы бульдозеров используется далеко не на 100% в связи с невозможностью работ данных машин в различных природно-климатических и производственных условиях. [5]

Применение высокопроизводительных машин, постоянное усложнение их конструкции требует обеспечения экономичности, производительности и низких затрат на эксплуатацию. При этом основные конструктивные параметры машин должны соответствовать условиям эксплуатации.

Поскольку список требований к специальной и инженерной технике постоянно растет, при производстве бульдозеров применяются самые современные технологии. Бульдозеры оснащают большим рядом сменного оборудования – это различного вида рыхлители, уширители, откосники, и другие инструменты. Такой широкий выбор оборудования расширяет возможности применения бульдозера, повышает эффективность его работ, и помогает добиться желаемого результата при эксплуатации.

Основными положительными сторонами модернизации современных бульдозеров являются: усиление мощности базовых машин; механизация и автоматизация управления рабочим органом; создание машин специального назначения; регулирование параметров отвала и режущих ножей;

создание различного дополнительного оборудования, которое расширяет область применения бульдозеров и повышает производительность. [3]

Вопрос о создании такого рабочего органа, который смог бы позволить повысить производительность машины, а также рентабельность взаимодействия с грунтом и снизить стоимость выполненных работ является актуальным и по сей день.

Для повышения производительности отвала бульдозера при резании грунта необходимо произвести его модернизацию с использованием некоторых технологических решений.

Увеличение ширины отвала бульдозера позволит быстрее и эффективнее резать грунт, что увеличит производительность работы. Для этого необходимо установить на бульдозере более широкий отвал или модернизировать уже существующий, увеличив его рабочую ширину.

Использование специальной формы отвала бульдозера позволит повысить его производительность при резании грунта. Например, отвал может иметь наклонные стороны, которые позволят резать грунт более эффективно и быстро.

Усиленная структура отвала бульдозера позволит повысить его прочность и надежность в работе. Для этого необходимо использовать более прочные и толстые материалы, а также выполнить дополнительную усиливающую конструкцию.

Использование дополнительных инструментов, таких как ковш-скребок или грейфер, которые могут значительно увеличить производительность работы бульдозера при резании грунта. Они позволяют увеличить объем загрузки и перемещения грунта в больших количествах за более короткое время.

Конструктивным способом решения проблемы производительности можно считать приданье отвалу и режущим ножам более эффективной формы.

Отвал бульдозера – это основной рабочий орган, который служит для среза слоя почвы и перемещения его на определенное расстояние. Правильная конструкция и эксплуатация отвала бульдозера при резании грунта позволяет обеспечить эффективную работу и высокое качество выполненных работ.

Конструкция отвала бульдозера включает:

Основание – установлено на шасси бульдозера и служит для крепления отвала к машине;

Рамная конструкция – состоит из стрелы и поперечины и служит для крепления лезвия;

Лезвие – основной рабочий элемент отвала, выполнен из высококачественной стали и рассчитан на высокие нагрузки;

Гидравлическая система – служит для управления отвалом и позволяет изменять угол наклона лезвия.

Эксплуатация отвала бульдозера при резании грунта включает следующие действия:

Подготовка машины: проверка уровня масла и топлива, состояния гидравлических и пневматических систем, наличия всех необходимых инструментов и приспособлений.

Установка отвала: отвал устанавливается на основание и закрепляется с помощью штифтов и болтов. При установке необходимо проверить правильность крепления, чтобы избежать возможных поломок и аварий.

Настройка угла наклона: угол наклона лезвия должен быть правильно настроен в соответствии с требованиями задания, это позволит обеспечить качественное и эффективное выполнение работ.

Резка грунта: бульдозер движется вперед, а отвал опускается на землю и начинает резать слой почвы. После резки отвал поднимается, а земля перемещается на нужное расстояние. При работе с отвалом необходимо следить за уровнем земли и не допускать перегрузки машины.

Завершение работы: после выполнения задания, отвал поднимается и закрепляется в верхнем положении, машина выключается, и проводится технический осмотр и обслуживание.

Сварная конструкция отвала изготавливается из высокопрочной стали и имеет коробчатую структуру. Впереди бульдозерного отвала монтируется лист криволинейного профиля перпендикулярно движению машины. Кроме того, обычно для предотвращения износа дополнительно используются дополнительные листы из легированной стали, устойчивые к ударному и абразивному воздействию. Съемные ножи с острой режущей кромкой на болтовом креплении располагаются на лобовом листе снизу.

В зависимости от конструкции лезвия, бульдозеры могут быть различных видов. Например, универсальный отвал - наиболее распространенный вид, который состоит из прямого или изогнутого лезвия, способного выполнять как рыхлительную работу, так и уплотняющую работу. Есть также отвал для кабельной притирки, который обладает специальной конструкцией для притирания кабельной ямы после проведения кабеля внутри нее. И, наконец, есть бульдозер с угловым отвалом, который оснащен лезвием, приспособленным для работы в узких местах, таких как каналы и канализационные трубы.

Основными параметрами отвала бульдозера являются: ширина и высота отвала; угол резания; угол заострения ножа; задний угол; угол захвата (угол поворота отвала в плане); угол зарезания, т.е. угол поперечного перекоса отвала (угол между режущей кромкой ножа и горизонталью). При проектировании отвала необходимо также определить параметры профиля отвала: длину прямолинейного участка в нижней части поверхности отвала; радиус криволинейного участка поверхности отвала; угол опрокидывания отвала; высоту козырька и угол его наклона; угол наклона отвала.

Во время резания грунта прямой отвал бульдозера оставляет за собой выемку, которая имеет в поперечном сечении форму трапеции. Это происходит из-за различия процессов, происходящих при

разрушении перед гранью режущего органа и по бокам выемки. В боковых расширениях выемки возникают деформации отрыва и сдвига, а перед гранью ножа – деформации сжатия и сдвига грунта. Так как сопротивление грунта сжатию в 2–4 раза больше сопротивления грунта отрыву, на уровне поверхности грунта ширина выемки значительно больше ширины ножа, находящегося на дне выемки. Эта разница зависит от пластичности грунта. Боковые поверхности углубления создают с поверхностью массива угол α , который зависит от группы и состояния грунта.

Тут выявляется потребность формирования рабочего органа бульдозера с режущими частями, разрушение грунтов которыми было бы подобно их разрушению в боковых гранях выемки.

Лучшим решением будет придать среднему ножу форму трапеции с боковыми косынками, благодаря чему будут устраниться потери грунта в боковые расширения выемки, таким образом, объем призмы волочения будет увеличиваться, а горизонтальное сопротивление грунта снижаться.

Для дальнейшего улучшения накопительной способности рабочего органа целесообразно придать боковым ножам также форму трапеции. Рабочий орган принимает вид, представленный на рис. 1.

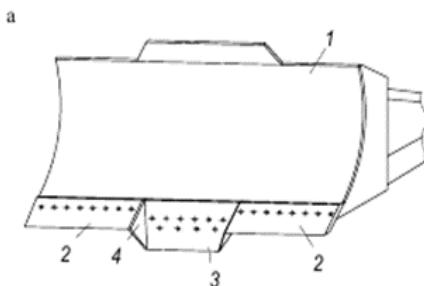


Рис. 1 Рабочий орган бульдозера с ножом трапециевидной формы с зубьями на режущей кромке: 1 – отвальная поверхность; 2 – боковые ножи трапециевидной формы; 3 – средний выступающий нож трапециевидной формы; 4 – боковые косынки [2]

Кроме того, уместно добавить дополнительное оборудование в виде рыхлительных зубьев. После этого рабочий орган будет выглядеть как на рис. 2.

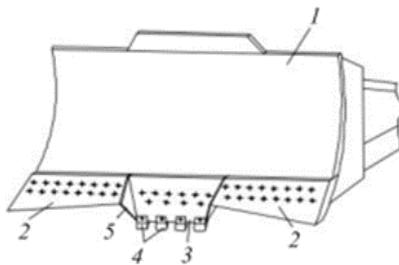


Рис. 2 Рабочий орган бульдозера с ножом трапециевидной формы с зубьями на режущей кромке: 1 – отвальная поверхность; 2 – боковые ножи трапециевидной формы; 3 – средний выступающий нож трапециевидной формы; 4 – зубья; 5 – боковые косынки [2]

Таким образом, предлагаемое изобретение позволяет избежать потери грунта в боковые расширения прорези, увеличить массу призмы волочения, снизить горизонтальное сопротивление грунта. Благодаря выступающему ножу трапециевидной формы уменьшается затрачиваемое усилие на перемещение грунта по отвалу.

На основе всего вышеперечисленного, можно сделать вывод, что при рациональном выборе рабочего органа гарантировано получение высокоэффективного рабочего органа землеройно-транспортной машины, обладающего большим сроком службы. В результате модернизации отвала бульдозера его производительность при резании грунта может быть увеличена в несколько раз, что сократит время работы и снизит затраты на труд и материалы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В.С., Козовой Г.И., Чакветадзе Ф.А., Антонов Ю.А., Корецкий В.Б. Бульдозеры на карьерах. Конструкции, эксплуатация, расчет: Учебное пособие. М.: Изд. «Горная книга», 2011. 396 с.
2. Лебедева П.И., Ефремов А.В., Сычкина Е.Н. К вопросу о повышении производительности бульдозера // Master's journal. 2017. №1. С. 161-169.
3. Конгар-оол В.В. Модернизация бульдозерного оборудования повышенной накопительной способности // Вестник Технические и физико-математические науки. 2018. №3. С. 31-33.
4. Тютюник Р.Ю. Бульдозер как неотъемлемая часть дорожного строительства / Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова // Белгородский

государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,(Белгород, 01–20 мая 2019 г.), Белгород: Изд-во БГТУ, 2019. С. 2082-2085.

5. Пахомов Е. Г., Анненко Д. М. Влияние основных параметров отвала бульдозера на эффективность его работы / Энергоресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях // Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова,(Белгород, 17–19 окт. 2019 г.), Белгород: Изд-во БГТУ, 2019. С. 158-162.

6. Бульдозерные отвалы и их применение [Электронный ресурс].<https://www.zeppelin.ru/okompanii/blog/resheniya/obzor-buldozernyh-otvalov/> (дата обращения: 12.04.2023)

УДК 621.879.34

*Кругликов И.А., Таволжанский М.Р., Пономаренко Л.Н.
Научный руководитель: Орехова Т.Н., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

РАБОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ С ОБРАТНОЙ ЛОПАТОЙ

Современная экскаваторная техника сегодня обширно используется как в строительной, горнодобывающей отрасли, так и в коммунальном хозяйстве. Применяются для разработки различных категорий грунтов, а также погрузки твердых фракций. С помощью экскаваторов роют траншеи и котлованы, перемещают различные сыпучие материалы для их дальнейшей перевозки. Можно с уверенностью сказать, что экскаватор – один из наиболее востребованных и универсальных среди всей спецтехники.

Экскаваторы подразделяются на машины циклического (одноковшовые) и непрерывного (многоковшевые) действия. В общем виде они классифицируются по следующим признакам: назначению и роду выполняемой работы; вместимости ковша (одноковшовые) или теоретической производительности (многоковшовые); видам рабочего, силового и ходового оборудования.

Любой экскаватор состоит из рабочего, транспортирующего, механического, включающего главным образом передаточные механизмы (трансмиссии), ходового и силового оборудования, а также

механизмов управления, металлоконструкций платформы и надстройки, кузова.

Рабочим оборудованием называется комплекс узлов экскаватора (рабочий орган, стрела, система подвески стрелы), который обеспечивает его действие в зоне работы экскаватора.

По типу работы рабочего оборудования экскаваторы разделяются на цепные, роторные и экскаваторы с рабочим органом специального назначения (например, фрезерные).[3]

Основными видами рабочего оборудования экскаваторов, применяемых на открытых горных работах, являются: у одноковшовых - прямая напорная лопата, драглайн, гидравлические прямые и обратные лопаты; у многоковшовых - ротор, черпаковая цепь и фреза (барабан с зубками).[2]

Многоковшовые экскаваторы, а также машины с рабочим органом специального типа, выполняющие непрерывно все операции по резанию и перемещению грунта имеют более высокую производительность, кроме того, удельный расход энергии на 20-40 % ниже, чем у одноковшовых.

Одноковшовые экскаваторы предназначены для выемки связных и сыпучих грунтов из массива, а также скальных грунтов из забоя, разрыхленного взрывом с погрузкой их в транспортные средства или выгрузкой в отвал. По назначению их делят на следующие группы: строительные универсальные, которые применяются для земляных и погрузочно-разгрузочных работ в строительстве; карьерные, вскрышные и шагающие (драглайны), предназначенные для открытых горных работ.

Рабочий цикл одноковшового экскаватора складывается из четырех последовательных операций: наполнения ковша (черпания), перемещения его к месту разгрузки (транспортирования), разгрузки и перемещения порожнего ковша к месту черпания для воспроизведения нового цикла. Поэтому данные экскаваторы являются машинами циклического (прерывного) действия.

Одноковшовые экскаваторы применяются для разработки грунтов до У1 категории включительно. Использование различных видов сменного рабочего оборудования значительно расширяет область применения экскаваторов и делает такие машины универсальными. [3]

Для копания ниже уровня стояния используется оборудование типа обратной лопаты и драглайна. Основной областью их применения является рытье траншей и котлованов. Драглайны применяются, кроме того, для проходки выемок, каналов, в также на вскрышных работах в карьерах.

На рис. 1 представлена конструктивная схема одноковшового экскаватора с обратной лопатой и механическим приводом. В состав основного рабочего оборудования входят ковш, стрела, рукоять и стойка. Ковш жестко крепится на конце рукояти, которая другим концом шарнирно соединена с верхним концом стрелы. Нижним концом стрела шарнирно прикреплена к поворотной платформе экскаватора. Во время работы угол наклона ее постоянно изменяется в зависимости от положения ковша и рукояти.

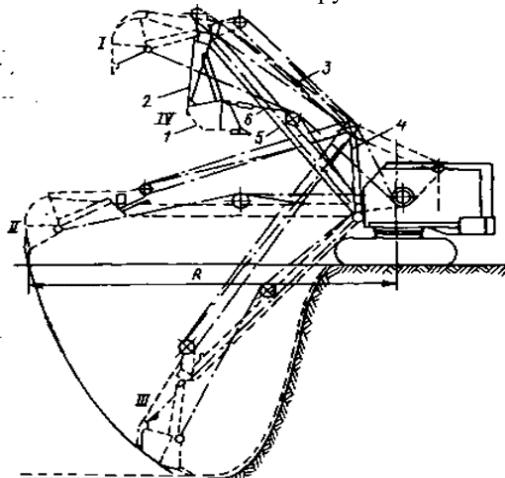


Рис. 1 Конструктивная схема экскаватора с обратной лопатой: I — разгрузка; II — опускание; III — подтягивание; IV — перед разгрузкой; 1 — ковш; 2 — рукоять; 3, б — подъемный и тяговый полиспасты; 4 — стойка [4]

Когда барабан подъемного каната заторможен, а барабан тягового каната от тормоза освобожден, ковш устанавливается в положение I. В таком положении происходит разгрузка ковша. При освобождении от тормоза барабана подъемного каната ковш под действием собственного веса опускается на грунт. При включении барабана тягового каната ковш внедряется в грунт и срезает слой, толщина которого регулируется натяжением подъемного каната. Максимального опускания ковш достигает в положении III. Затем ковш подтягивается к стреле и в наполненном состоянии при заторможенном барабане тягового каната и включенном барабане подъемного каната поднимается в положение IV. Одновременно с подъемом после выхода ковша из забоя осуществляется поворот платформы в направлении места разгрузки. Разгрузка ковша производится приведением его в положение I. [4]

Чтобы увеличить угол между стрелой и подъемным канатом, на экскаваторе устанавливают переднюю стойку, отклоняющую подъемный канат и тем самым позволяющую увеличить угол поворота стрелы.

Стрелы обратных лопат выполняются в большинстве сварными. Формы стрел весьма разнообразны. В универсальных экскаваторах стрела прямой и обратной лопат бывает общей.

Наиболее распространенными сечениями являются трубчатое, коробчатое, из двух балок швеллерного или двутаврового профиля.

Задний конец стрелы обратной лопаты коробчатого сечения выполнен уширенным, в виде вилки с пятой. Посредством пальцев, пропущенных через пяту, стрела шарнирно крепится к поворотной платформе, на переднем конце стрелы шарнирно присоединяются рукоять с ковшом.

В средней части стрелы устанавливаются блоки для тягового каната.

Рукоять обратной лопаты сварной конструкции, коробчатого сечения. На верхнем конце рукояти на оси закрепляются блоки и ковш для крепления конца подъемного каната. Рукоять шарнирно прикрепляется к стреле при помощи проушин.

Рукоять монтируется на стреле в виде неравноплечего рычага, к верхнему концу которого через блок присоединен подъемный канат, который проходит через блок к подъемному барабану главной лебедки. К другому, более длинному концу рукояти прикрепляется ковш.

Для получения возможно большего угла между подъемным канатом и стрелой, в особенности при опускании стрелы с рукоятью на большую глубину, применяется передняя стойка. Нижний конец этой стойки закрепляется пальцами в поворотной платформе, а верхний подвешивается к двуногой стойке при помощи канатного полиспаста или жестких тяг.

Ковш обратной лопаты обычно состоит из сварного корпуса и литого козырька.

На режущей кромке ковша расположены зубья. Кроме этого, ковш имеет боковые зубья, выступающие за боковые стенки. Это исключает заклинивание ковша при разработке траншеи и устраниет потери мощности экскаватора на преодоление трения боковых стенок ковша о грунт. Ковш крепится к рукояти с помощью пальцев и тяг. На рукояти имеются отверстия для изменения установки ковша в зависимости от глубины разрабатываемой траншеи или котлована.

В конструктивном отношении наиболее характерным для новейших ковшей является их закругленное днище. Такая форма

способствует лучшему наполнению и разгрузке ковшей, а также устраниет возможность задевания задней части днища о грунт в забое.

Основными мерами по снижению затрат на строительство являются снижение стоимости строительной техники и более рациональное ее использование. Снижение стоимости техники может выражаться в уменьшении материоемкости машины или применением в конструкции более дешевых материалов. Более рациональное использование может выражаться в экономии горючесмазочных материалов и электроэнергии, а также в улучшении механики отдельных элементов машины. [2]

Таким образом, одноковшовые экскаваторы с обратной лопатой являются очень востребованными не только при строительстве дорог, но и при любых других карьерных и строительных работах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Квагинидзе В.С., Козовой Г.И., Чакветадзе Ф.А., Антонов Ю.А., Корецкий В.Б .Экскаваторы на карьерах. Конструкции, эксплуатация, расчет: Учебное пособие. М.: Изд. «Горная книга», 2011, 409 с.
2. Бурый Г.Г., Потеряев И.К., Скобелев С.Б., Ковалевский В.Ф. Рабочее оборудование одноковшового гидравлического экскаватора с измененной механикойкопания // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. №11. С. 126-131.
3. Уваров В.А., Кайтуков Б.А., Скель В.И. Гидравлические экскаваторы и краны с модульными механизмами привода // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2020. №1. С. 95-100.
4. Использование экскаваторов в строительстве и ремонте дорог [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: https://www.rosfirm.ru/companies_news/analitic/card/751110 (дата обращения: 18.04.2023)
5. Экскаваторы [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://woodroads.ru/ekskavatory.html> (дата обращения: 18.04.2023)
6. Рабочее оборудование одноковшовых экскаваторов с механическим приводом [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://stroy-technics.ru/article/rabochee-oborudovanie-odnokovshovykh-ekskavatorov-s-mekhanicheskim-privodom> (дата обращения: 18.04.2023)

Крутиков А.Н., Колесников А.А., Цыбульников А.С.
Научный руководитель: Четвериков Б.С., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

КОНЕЧНО - ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНУСНОЙ ФРЕЗЫ ПЛУЖНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА

С ростом спроса на энергию разведка нефти постепенно приводит к бурению глубоких и сложных пластов, что предъявляет более высокие требования к буровым долотам. Исследование начинается с профиля зубьев сверла PDC с целью улучшения экономических и технических показателей одного сверла. Режущие зубья PDC относятся к поликристаллическому алмазному композитному листу, изобретенному в 1970-х годах, который состоит из двух частей: матрицы из сплава карбида вольфрама и поликристаллического алмазного слоя [1], обладает характеристиками остроты, высокой износостойкости и самозатачивания. Режущие зубья буровых долот PDC непосредственно действуют как разрушающие элементы, а их плюсы и минусы напрямую определяют МСП бурового долота и стоимость единицы метража.

Лист из поликристаллического алмазного композита в основном используется для скальных зубьев на неподвижном лезвии долота PDC, задних амортизирующих зубьев и калибрующих зубьев на неподвижном лезвии. Поликристаллический алмазный слой поликристаллического алмазного композитного листа имеет правильную плоскую столбчатую форму. С углублением исследований постепенно увеличивается применение неплоских поликристаллических алмазных композитных листов, таких как режущие зубья с двойной фаской, режущие зубья с одним конусом, режущие зубья с тремя пирамидами, режущие зубья плуга [2], но все они имеют недостаточную породоразрушающую способность. В этой статье струговая фреза (как показано на рис. 1) предназначена для использования в плотных аргиллитовых, гипсовых и других прочных пластичных нетрадиционных породах. В процессе бурения площадь контакта между зубьями и породой уменьшается, усилие концентрируется, и в первую очередь выполняется резка. В породе образуются «разгрузочные канавки», чтобы заранее снять напряжение в пласте, а прочность породы значительно ослабляется, так что режущие зубья могут полностью зарезаться в пласт, что значительно повышает

эффективность разрушения породы и достигает цели быстрого бурения и эффективности.



Рис. 1 Зубья режущих конусов плуга

Данная модель может описывать взаимосвязь между напряжением, скоростью напряжения, деформацией и скоростью деформации материала. Его можно разделить на эластичность, пластичность, вязкость и любую комбинацию между ними, а также на большее количество моделей, таких как линейная эластичность, сверхэластичность. Породообразующая модель должна быть установлена при изучении процесса разрушения породы режущими зубьями конуса плуга. Признанные в настоящее время модели строения горных пород в основном включают модель НС, модель К&С, модель Кера-Прагера, модель CSCM и т. д., поскольку процесс разрушения породы композитными буровыми долотами относится к типичной динамической проблеме переходного процесса, а влияние накопления повреждений и деформации необходимо учитывать коэффициент прочности породы. Поэтому для динамического моделирования целесообразно использовать динамическую конститутивную модель НС породы [3].

Учитывая эффективность имитационного расчета, в общем случае необходимо максимально упростить режущее устройство и горно-геометрическую модель моделирования бурения. Что касается режущего устройства, поскольку только скалоразрушающая часть режущего зуба будет оказывать разрушающее воздействие на горную породу, с учетом объема расчетов моделирования, скалоразрушающий зуб и режущая часть в основном сохраняются [4]. В этом имитационном анализе установлены два типа режущих зубов. Соответственно различают режущие зубья плужного конуса и обычные режущие зубья. Скала состоит из двух разных материалов, песчаника и гранита, которые последовательно уложены друг на друга для достижения эффекта контраста мягких и твердых горных пород. На этой основе устанавливаются соответственно сборочные модели дробления горных пород и грунтов [5].

Геометрическая модель имитации скального зуба представляет собой сетку, потому что геометрическая модель режущего зуба более сложный. Он должен принять четырехгранную сетку, а часть зуба для дробления породы должна быть сцеплена и зашифрована, и, наконец, обычный режущий зуб зуба разделен на 63877 вторичных тетраэдрических сеток C3D10M, режущие зубья конуса плуга разделены на 72209 вторичных тетраэдров. Сетки C3D10M, как показано на рис. 2.

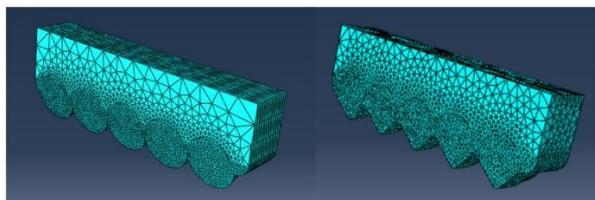
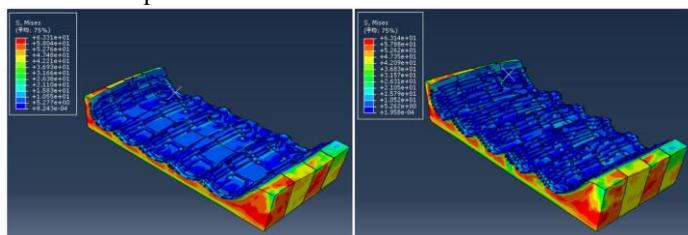


Рис. 2 Два вида режущего зубчатого зацепления

Поскольку геометрическая модель мягкой и твердой прослоевой породы относительно регулярна, можно использовать шестиугранную сетку, режущие зубья должны быть зацеплены и зашифрованы, и, наконец, мягкая и твердая прослойная порода разделена на 161 233 линейных шестиугранных сетки C3D8R.



(а)

(б)

Рис. 3 Диаграмма облака напряжений для обычных конусных режущих зубьев 17°

На рис. 3 (а) и (б) показан процесс дробления породы с помощью обычных режущих зубьев 17° и конусных режущих зубьев плуга 17° при скорости разрушения породы 4 м/ч и расстоянии разрушения породы 8 мм. По результатам моделирования видно, что по сравнению с обычными режущими зубьями, режущие зубья конуса плуга имеют меньшее поле напряжения и поле деформации после разрушения породы, а эффект разрушения породы лучше. Следовательно, режущие

зубья конуса плуга имеют очевидные преимущества в процессе дробления горных пород.

По сравнению с обычными режущими зубьями, режущие зубья конуса плуга имеют меньшее поле напряжения и поле деформации в процессе разрушения породы. При том же угле наклона вперед, по сравнению с обычными режущими зубьями, максимальное тангенциальное направление режущих зубьев конуса плуга равно. Усилие разрушения породы, максимальное осевое усилие разрушения породы, среднее тангенциальное усилие разрушения породы и среднее осевое усилие разрушения породы равны все меньше, а эффект разрушения камня лучше. Таким образом, конусообразный зуб плуга имеет более выраженный эффект дробления породы, чем обычный зуб.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Романович, А.А. Исследование влияния скорости вращения валков на выходные показатели процесса измельчения и разработка рекомендаций по повышению износостойкости их рабочих поверхностей // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. — 2011. — № 4. — С. 71-73.
2. Романович, А.А. Повышение долговечности рабочих органов прессвалковых измельчителей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. — 2015. — № 4. — С. 83-87.
3. Белоусова, А.И. Конструкция рыхлителя плужной подошвы при обработке почвообрабатывающими рабочими органами / А.И. Белоусова, С.В. Белоусов // Молодой ученый. – 2016. – № 8. – С. 182-185.
4. Лискин, И.В. Обоснование геометрических и установочных параметров плужных рабочих органов для тяжелых почв / И.В. Лискин, С.А. Сидоров, Д.А. Миронов // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 12. – С. 14-16.
5. Константинов, М. М. Рабочий орган рыхлителя плужного типа для "гладкой" вспашки / М. М. Константинов, Б. Н. Нуралин, С. В. Олейников // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 11. – С. 5-6.

Крутиков А.Н., Лукьянов А.С., Шкарубо В.А.

Научный руководитель: Четвериков Б.С., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ СКРЕБКОВОГО КОНВЕЙЕРА

В производственной практике ключевые компоненты скребкового конвейера имеют короткий срок службы и высокую частоту отказов, что серьезно ограничивает эффективность производства в угольных шахтах. Для обеспечения высокоэффективной и безопасной добычи угольных ресурсов необходимо срочно изучить надежность тяжелого скребкового конвейера.

При анализе срока службы системы скребкового конвейера в первую очередь необходимо проанализировать его структуру. Система скребкового конвейера состоит из четырех последовательно соединенных подсистем, а именно: головной части, средней части, задней части и вспомогательного устройства. Каждая подсистема также состоит из последовательно связанных частей.

На практике было доказано, что на протяжении всего срока службы системы, причиной, которая вызывает глобальный отказ системы является частичный отказ отдельных компонентов или отказы, подчиняющиеся распределению Вейбулла. В данной работе двухпараметрическое распределение Вейбулла используется в качестве функции распределения срока службы системы скребкового конвейера - t , представленного в виде формул (1) и (2):

$$f(t) = mn^{-m}t^{m-1} \exp(-n^{-m}t^m) \quad t > 0 \quad (1)$$

где m – параметр формы, n – параметр масштаба.

По найденным данным можно сделать вывод, что при использовании системы скребкового конвейера для транспортировки различных видов угля минимальное время, необходимое для замены кольцевой цепи, неодинаково. При транспортировке лигнита, коксующегося угля, антрацита и пустой породы время работы кольцевой цепи составляет примерно 24 месяца, 14 месяцев, 9 месяцев и 4 месяца [3]. Следовательно, при транспортировке этих четырех типов угля параметры шкалы могут быть 24, 14, 9 и 4. Другой параметр в функции плотности распределения Вейбулла, параметр формы, в основном определяется типом скребкового конвейера и рабочей средой. Согласно связанным данным параметр формы принимается равным 3.

После определения соответствующих параметров в функции плотности распределения Вейбулла (рис. 1).

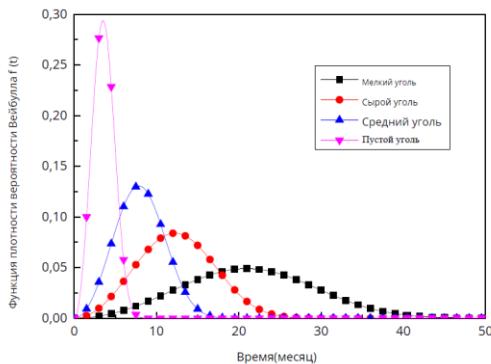


Рис. 1 Кривая функции плотности распределения Вейбулла

Система скребкового конвейера состоит из ряда кольцевых цепей, а распределение срока службы кольцевых цепей напрямую определяет срок службы системы скребкового конвейера [5] [6].

Когда система скребковых цепей транспортирует четыре различных вида угольных материалов, а именно лигнит, коксующийся уголь, антрацит и пустую породу, срок службы кольцевой цепи в системе скребкового конвейера анализируется путем моделирования. Результаты показаны на рис. 2 – рис. 5.

На рис. 2 видно, что, когда скребковая цепная система транспортирует бурый уголь, после 19 месяцев эксплуатации, вовремя выполненное обслуживание системы распределение кольцевой цепи, приводит к стабильной эксплуатации. Возрастное распределение кольцевой цепи в основном сосредоточено в диапазоне 0-19 месяцев. Из рис. 4 видно, что, когда скребковая цепная система транспортирует коксующийся уголь, возрастное распределение кольцевой цепи имеет тенденцию быть стабильным и близким к нулю после того, как система проработала 15 месяцев. Возрастное распределение кольцевой цепи в основном сосредоточено в диапазоне 0-15 месяцев. Из рис. 4 видно, что когда скребковая цепная система транспортирует антрацитовый уголь, возрастное распределение кольцевой цепи имеет тенденцию быть стабильным и близким к нулю, когда система находится в эксплуатации в течение 10 месяцев. Распределение в основном сосредоточено в диапазоне 0-10 месяцев. Из рисунка 5 видно, что, когда скребковая цепная система транспортирует вермикулит, после 5 месяцев эксплуатации системы возрастное распределение кольцевой цепи имеет

тенденцию быть стабильным и близким к нулю. Возрастное распределение цепи сосредоточено в основном в диапазоне 0-5 месяцев; Вышеупомянутое явление возникает из-за того, что когда возраст системы скребковых цепей достигает определенного периода времени, все кольцевые цепи в системе выходят из строя, когда выходит из строя кольцо. После замены цепи возрастное распределение кольцевой цепи будет изменяться, после повторного процесса отказа-замены возрастное распределение кольцевой цепи имеет тенденцию быть стабильным. Чем выше твердость транспортного материала, тем выше скорость выхода из строя кольцевой цепи, тем короче время, необходимое для замены новой цепи, тем более концентрированным будет распределение срока службы и, наоборот, возрастное распределение будет рассредоточено. разные степени твердости имеют разную степень износа кольцевой цепи.

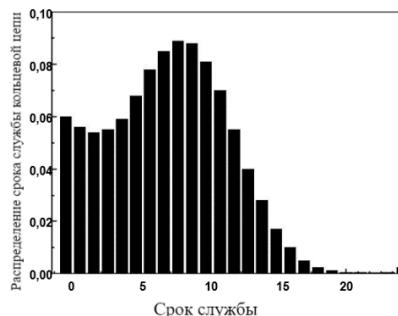


Рис. 2 Распределение срока службы кольцевой цепи при транспортировке мелкого угля

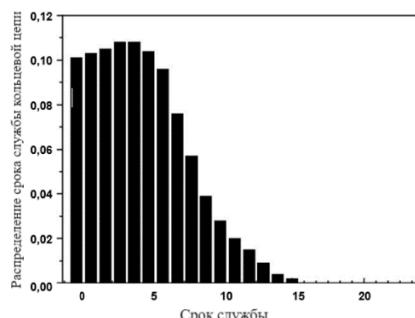


Рис. 3 Распределение срока службы кольцевой цепи при транспортировке рядового угля

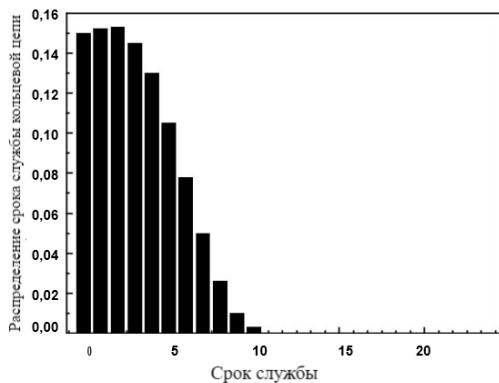


Рис. 4 Распределение срока службы кольцевой цепи при транспортировке среднего угля

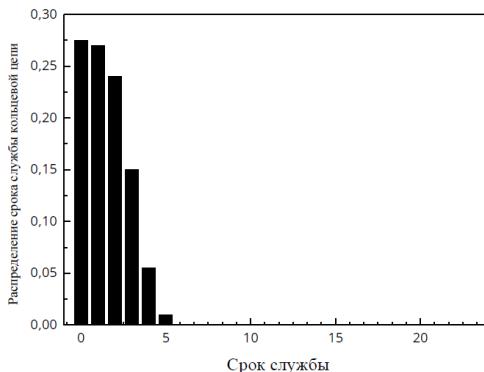


Рис. 5 Распределение срока службы при транспортировке пустой породы

В этой статье анализируется структура системы скребкового цепного конвейера и после анализа делается вывод, что система скребковой цепи является ключевым фактором, влияющим на систему транспортировки руды; затем анализируется срок службы системы скребкового конвейера, моделируются и анализируются возраст и надежность системы скребковых цепей.

На основе анализа срока службы системы скребковых цепей кривая распределения Вейбулла получена функция ресурса системы скребковых цепей при транспортировке различных материалов скребковым цепным приводом. Получены математическая модель возрастной группы кольцевой цепи и математическая модель надежности скребковой цепной системы.

Посредством имитационного анализа срока службы системы скребковых цепей делается вывод, что когда скребковая цепная система перевозит лигнит, коксующийся уголь, антрацит и пустую породу, срок службы кольцевой цепи в основном составляет 0-19 месяцев, 0-15 месяцев, 0-10 месяцев и 0-5 месяцев соответственно. Путем моделирования и анализа надежности системы скребковых цепей получен закон изменения надежности системы при транспортировке различных материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Романович, А.А. Исследование влияния скорости вращения валков на выходные показатели процесса измельчения и разработка рекомендаций по повышению износостойкости их рабочих поверхностей // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. — 2011. — № 4. — С. 71-73.
2. Романович, А.А. Повышение долговечности рабочих органов прессвалковых измельчителей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. — 2015. — № 4. — С. 83-87.
3. Zhang, Q. Dynamic simulation of reliability of scraper chain system and selection of optimal maintenance period / Q. Zhang, Y. Fu. // Mechanical design and research. —2014. — № 30. — С. 148 - 152.
4. Wenhui, Y. Maintenance oriented dynamic simulation and approximate modeling of service age of mine electromechanical system / Y. Wenhui, L. Deshun, H. Liangpei // Journal of coal. —2007. — № 7. — С. 773 - 777.
5. Жетесова, Г.С. Моделирование работы скребкового конвейера в зоне поворота / Г.С. Жетесова, К.М. Бейсембаев, К.К. Мендиленов // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2019. – № 6. – С. 108-117.
6. Шерф, Б. Использование цепи BIG-T в скребковом конвейере - путь к повышению нагрузки на забой / Б. Шерф, А.А. Рогозин // Уголь. – 2019. – № 10. – С. 48-49.

Круткова М.А., Бодяков А.Н.

Научный руководитель: Маркова И.Ю., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ОПЫТ СТАБИЛИЗАЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

В последнее время многие страны, в том числе и Россия, пытаются решить проблему побочных продуктов металлургического производства, и получить из них вторичное сырье. Использование вторсырья металлургического производства строительстве позволит не только сэкономить средства, но и снизить экологическую нагрузку на окружающую среду. За счет безотходной технологии производства можно снизить степень загрязнения. Одним из таких побочных материалов является металлургический шлак. На данный момент он нашел свое применение во многих отраслях, что позволяет говорить о значимости его применения в области строительства.

Для начала стоит отметить, что данный материал образуется во время различных металлургических процессов, таких как плавка, промежуточная обработка, рафинирование и других технологических операций, связанных с производством, стали, и представляет собой силикаты искусственного происхождения, которые не являются металлическими. Сталеплавильное вторсырье меняет свои характеристики в зависимости от вида и от химического состава стали, и несмотря на это позволяет его применять в качестве строительного материала (Рис.1). Рассмотрим несколько исследований направленных на усовершенствование применения шлака в строительной отрасли, которые были проведены.

Итальянские исследователи Д. Момбеллиа, К. Мапеллиа, С. Бареллаа, А. Груттадаурия, У. Ди Ландроб провели испытания по стабилизации шлака электродуговой печи (ЭДП) путем добавления кварца в лабораторной печи. Температуру, время обработки и скорость охлаждения варьировали, чтобы определить наилучшие условия для регулирования образования стабильной микроструктуры, способной препятствовать распаду. В итоге наилучшая химическая стабильность была достигнута при смешивании пылевидных порошков шлака с 20% кремнезема и охлаждении водой [1].

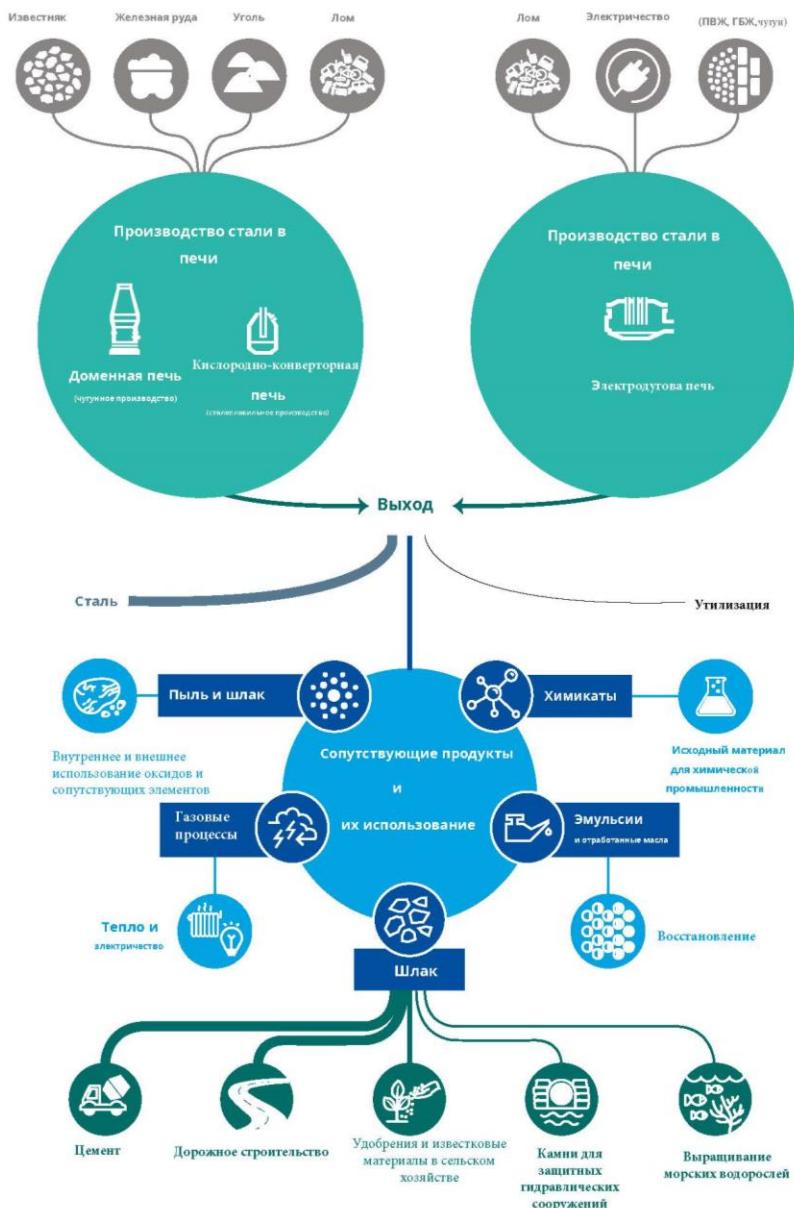


Рис. 1 Рациональные пути использования вторсырья

Зарубежные исследователи Сабрина Сорлини, Алекс Санзени и Лука Ронди провели исследование по оценке механических свойств и экологической пригодности сталеплавильного шлака ЭДП в асфальтобетонных смесях для дорожной одежды. Была проведена серия испытаний на образцах шлака ЭДП для определения физических, геометрических, механических и химических свойств. Были разработаны пять асфальтобетонных смесей для нежестких дорожных покрытий, содержащих до 40% шлака ЭДП. Испытанный шлак показал удовлетворительные физико-механические свойства. Результаты испытаний асфальтобетонных смесей со шлаком ЭДП были сопоставимы с характеристиками смесей, содержащих природные заполнители, а испытания на выщелачивание дали удовлетворительные результаты [2].

Также в Иллинойском университете в Урбана-Шампей в процессе исследований был разработан процесс быстрого отбора заполнителей сталеплавильного шлака на содержание свободных оксидов и потенциал расширения с использованием комплексонометрического титрования, термогравиметрического анализа и теста на расширение в автоклаве. Исследователи Александр С. Бранд и Джеки Р. Рослер. Выбрали сталеплавильный шлак для испытаний в качестве крупного заполнителя в бетоне. Было подтверждено, что заполнители из сталеплавильного шлака в бетоне могут обеспечивать приемлемые прочностные характеристики, высокую степень морозостойкости и высокие прочностные показатели. Однако эти заполнители давали большую усадку при свободном высыхании, чем бетон с доломитовыми заполнителями [3].

В Харьковском национальном автомобильно-дорожном университете Хоботов Э.Б., Игнатенко М.И., Сторчак О.Г., Калюжная Ю.С., Грайворонская И.В. проводили исследование, цель которой заключалась на основе выбранных экспериментальных методов обосновать ресурсную ценность отвального доменного шлака ПАО «Запорожсталь». Они доказали наличие в составе шлака минералов, необходимых для производства минеральных вяжущих, а также высокая концентрация гидравлически активных минералов и аморфной фазы, высокоразвитая поверхность шлаковых частиц, наличие сорбционной поверхностной активности позволили рекомендовать этот шлак для производства портландцемента и шлакопортландцемента по совокупности показателей [4].

Все выше упомянутые исследования были направлены на вовлечение в производство вторичных материальных ресурсов, а именно шлака. Как сказал академик И. П. Бардин: «Отходы одних

технологических переделов или производств должны служить сырьем для других» [5]. Решение этой задачи является актуальным не только для Европы, США, но и для России. В Белгородской области, г. Старый Оскол, находится наиболее крупный электросталеплавильный завод России – Оскольский электрометаллургический комбинат (ОЭМК). Из общего объема производимой в России стали на ОЭМК выплавляется 25-30%. Основная масса отходов сталеплавильного производства образуется в виде шлаков, из них утилизируется менее 50%, остальное попадает в отвалы.

В настоящее время на кафедре АЖД БГТУ им. В.Г. Шухова проводятся испытания по проблеме утилизации таких отходов. Нашиими исследователями Евтушенко Е.И., Рубанов Ю.К., Духовный Г.С., Бондаренко С.Н., Бодяков А.Н., Деев В.В. был проведен опыт, который заключается в следующем: гранулированную пыль газоочистки электродуговых сталеплавильных печей с содержанием оксидов железа Fe₂O₃ (не менее 45%), в количестве 2-5% от массы обрабатываемого шлака, в качестве стабилизирующего компонента, вводят на поверхность шлакового расплава и в струю при скачивании металлургического шлака из ЭДП в шлаковую чашу в несколько приемов в виде гранул или в виде мешков, наполненных гранулами. Это обеспечило стабилизацию высокотемпературных форм двухкальциевого силиката (исключающих силикатный распад) металлургического шлака в процессе и после его охлаждения и исключает негативное воздействие продуктов распада на окружающую среду [6].

Основная проблема, связанная с нестабильностью формирующейся структуры, низкая гидравлическая активность шлаковых минералов и колебание физико-механических свойства шлаковой продукции, не позволяют до настоящего времени в полном объеме решить проблему утилизации отходов. Таким образом, при самых совершенных технологиях предотвратить возникновение отходов невозможно, по крайней мере на данный момент. Однако, необходимо снизить высокий уровень их образования, путем повышения эффективного использования в производственной деятельности имеющихся природных ресурсов. Незэффективное образование отходов может приводить к потере не только материалов и затратам энергии, но также к дополнительным экономическим издержкам. Поэтому решение данной проблемы требует дальнейшего изучения, а поиск новых конструктивных решений направлен на повышение эффективности использования отходов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. D. Mombelli, C. Mapelli, S. Barella, A. Gruttaduria, U. Di Landro, Laboratory investigation of Waelz slag stabilization, Process Safety and Environmental Protection, Volume 94, 2015, Pages 227-238, ISSN 0957-5820, <https://doi.org/10.1016/j.psep.2014.06.015>.
2. Sabrina Sorlini, Alex Sanzeni, Luca Rondi, Reuse of steel slag in bituminous paving mixtures, Journal of Hazardous Materials, Volumes 209–210, 2012, Pages 84-91, ISSN 0304-3894, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.12.066>.
3. Alexander S. Brand, Jeffery R. Roesler, Steel furnace slag aggregate expansion and hardened concrete properties, Cement and Concrete Composites, Volume 60, 2015, Pages 1-9, ISSN 0958-9465, <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2015.04.006>.
4. Mineral composition of dump blast furnace slag / E. B. Khobotova, M. I. Ignatenko, O. G. Storchak [et al.] // Izvestiya. Ferrous Metallurgy. – 2019. – Vol. 62, No. 10. – P. 774-781. – DOI 10.17073/0368-0797-2019-10-774-781.
5. Мужчинин, В. В. Комплексное использование золотосодержащего минерального сырья / В. В. Мужчинин, А. В. Джаняняц // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2002. – № 2. – С. 180-182.
6. Патент № 2752914 С1 Российская Федерация, МПК C04B 5/06. состав и способ стабилизации распадающихся металлургических шлаков: № 2020125236: заявл. 29.07.2020 : опубл. 11.08.2021 / Г. С. Духовный, Е. И. Евтушенко, Ю. К. Рубанов [и др.] ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова».

УДК 625.14

Круткова М.А.

Научный руководитель: Бодяков А.Н., ст. преп.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРИМЕНЕНИЕ БЕЗБАЛЛАСТНОГО ПУТИ НА СЕТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

В настоящие времена для линий магистральных железных дорог все чаще применяется безбалластный путь (на плитном или сплошном

бетонном основании). Такие конструкции используются в качестве базы для верхнего строения пути в новых проектах или реконструкции старых линий. Безбалластный путь целесообразно применять на тех железнодорожных линиях, которые в основном проходят по искусственным сооружениям (эстакадам, мостам или в тоннелях). Путь на сплошном бетонном основании считается более жестким, чем балластный, однако благодаря созданию подрельсовых подкладок из таких упругих материалов, как полиуретан, резина и неопрен, этот недостаток был преодолен. У современных конструкций безбалластного пути жесткость может быть значительно ниже, чем у балластного [1].

Также большое внимание в путевых структурах новых железнодорожных линий, особенно проходящих в черте городов, уделяется уровню шума. Единственным средством, обеспечивающим полное гашение шума и вибраций, является применение пути с плавающими плитами, в котором плиты изолированы от несущей конструкции при помощи упругих резиновых прокладок, а при устройстве самого пути применяются упругие подрельсовые опоры. В качестве примера можно привести конструкции пути LVT (Low Vibration Track) и RHEDA 2000.

Рассмотрим технологию пути пониженной вибрации LVT. Это одна из первых в мире безбалластных конструкций верхнего строения пути, которая состоит из бетонного блока, эластичной прокладки и резинового чехла, замоноличенного в неармированный бетон (рис. 1).

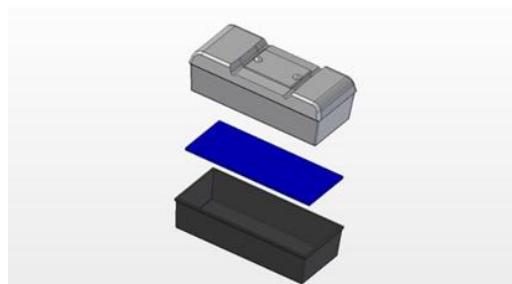


Рис. 1 Конструкция верхнего строения пути с применением технологии LVT

Данную технологию придумали в Швейцарии, а доработали под отечественные нужды на заводе ЖБИ в российском г. Сызрань. Блоки, заменяющие шпалы, сделаны из железобетона. Их укладывают на эластичные прокладки в резиновые чехлы, а затем помещают в бетонное основание пути. И уже затем на эту конструкцию кладут рельсы. В

настоящее время технология LVT рекомендована при строительстве путей в железнодорожных тоннелях. С помощью этой технологии уже были выполнены капитальные ремонты в Гойтхском, Хадыженском, Лысогорском и Большом петлевом тоннелях.

Основные преимущества технологии LVT: эффективная защита от вибрации, мобильность производства бетонных блоков (полушпал), высокая гибкость, низкая стоимость монтажа, высокая точность укладки, долговременное обеспечение требуемой геометрии верха головок рельсов [2].

Подобная конструкция с применением технологии LVT использовалась при капитальном ремонте пути в Среднем и Малом петлевых тоннелях в районе станции Индюк, на участке Армавир – Белореченская – Туапсе, который был начат 13 октября 2021 года в Краснодарском крае (рис. 2). На первом этапе были демонтированы рельсы и железобетонные шпалы, произведена вырезка щебня из тоннеля и выравнивание его основания. Затем была выполнена замена щебеночного основания пути на бетонное, а деревянных шпал на железобетонные блоки. В рамках капремонта новый путь уложили в тоннелях общей протяженностью 525 м, а на открытых участках между Большим и Малым, Малым и Средним петлевыми тоннелями на протяжении 665 м [3]. Капитальный ремонт пути удалось завершить на полмесяца ранее намеченного срока. Конструкция LVT позволила снизить уровень шума, обеспечить плавность хода и повысить уровень комфорта пассажиров.



Рис. 2 Проведение капитального ремонта пути в Среднем и Малом петлевых тоннелях

Следующая технология RHEDA 2000 представляет собой безжелобковую конструкцию бетонной несущей плиты с применением модифицированной двухблочной шпалы с решетчатой балкой. Благодаря монолитной структуре плиты путевого полотна и небольшой высоте конструкции система особенно хорошо подходит для насыпей, стрелочных переходов, тоннелей и мостов со скоростями движения более 300 км/ч. Главным достоинством системы RHEDA 2000

двухблочных шпал до сих пор является их небольшой вес, по сравнению с моноблочной шпалой, который положительно сказывается на транспортировке. Кроме того, возможность применения всех подходящих для безбалластного пути скреплений рельсов подчеркивает универсальность системы. Также система RHEDA 2000 может быть выполнена в комбинации с массо-пружинной системой для гашения низкочастотного шума, вибраций и предотвращения их распространения в окружающую среду.

Впервые эту технологию применили в Германии в 2001 году как пилотный проект на новой магистрали Эрфурт – Халле – Лейпциг общей длиной 1000 м, а впоследствии увеличили до 3000 м. В немецкой конструкции RHEDA 2000 рельсошпальная решетка с двухблочными шпалами и скреплениями Vossloh DFF 300 вывешивается над разложенными плитами и закрепляется в проектном положении (рис. 3). Шпальные ящики и пространство у торцов шпал заполняется бетоном на ширину 280 см с толщиной слоя 24 см. Для предотвращения трещинообразования под шпалами располагается арматурная сетка, которая имеет диаметр продольной арматуры 20 мм, степень армирования составляет 0,8–0,9 % поперечного сечения слоя бетона [4].

В дальнейшем технология RHEDA 2000 была применена: на участке протяженностью 28 км двухпутного тоннеля Гуадаррама на магистрали Мадрид - Валладолид в Испании; 12 км полотна в тоннеле Сан Педро; строительство новой высокоскоростной магистрали Тайбэй-Каошун в Тайвани [5].

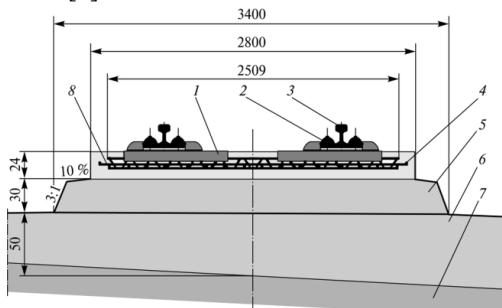


Рис. 3 Безбалластное подрельсовое основание RHEDA 2000: 1 — шпала; 2 — рельсовое скрепление Фоссло DFF 300-1; 3 — рельс 60 Е1; 4 — продольное армирование (18 шт. d= 20 мм); 5 — гидравлически связанный несущий слой; 6 — защитный слой от промерзания; 7 — земляное полотно; 8 — поперечная арматура d= 20 мм

Опыт эксплуатации участков с безбалластным путем в Германии и других странах показал, что его применение целесообразно:

а) в тоннелях длиной около 500 м, если позволяют геологические условия;

б) в кривых, где его можно укладывать с возвышением наружного рельса примерно на 25 % большим, чем в пути на балласте. Благодаря этому при движении поездов в том же диапазоне скорости радиус кривой может быть меньше.

Таким образом, со временем верхнее строение пути, а именно балласт, заменяется бетонной плитой, равномерно распределяющей нагрузку. Это позволяет значительно снизить объем работ и затраты по текущему содержанию пути. С каждым годом на фоне мировых тенденций совершенствуется технология устройства безбалластного пути, внедряются технологические и технические инновационные разработки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бондаренко, С. Н. Инновационные решения в строительстве железных дорог / С. Н. Бондаренко // XII Международный молодежный форум "Образование. Наука. Производство": Материалы форума, Белгород, 01–20 октября 2020 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2020. – С. 1195-1199.
2. Савин, А. В. Испытания безбалластных конструкций пути / А. В. Савин, А. В. Петров, К. И. Третьяков // Вестник Института проблем естественных монополий: Техника железных дорог. – 2016. – № 2(34). – С. 46-56.
3. На участке Белореченская – Туапсе завершен капитальный ремонт пути в Малом и Среднем петлевых тоннелях // ООО Редакция газеты «Огни Кавказа». Сайт общественно-политической газеты Белореченского района Краснодарского края. URL:<https://ognikavkaza.ru/news/ekonomika/na-uchastke-belorechenskaya-tuapse-zavershen-kapitalnyj-remont-puti-v-malom-i-srednem-petlevykh-tonnelyakh> (дата обращения: 09.04.2023).
4. Ашпиз Е.С. Железнодорожный путь: учебник / Е.С.Ашпиз. Москва. 2013г. – с. 108-113.
5. Требования к современным путевым системам в отношении обслуживания и экономичности // «Евразия Вести» 2010г. URL: <http://eav.ru/publ1.php?publid=2010-04a22> (дата обращения: 09.04.2023).

Кудлаев Р.И.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПРЕГРАДЫ ДЛЯ ЗАПУСКА БЕСПИЛОТНЫХ АЭРОТАКСИ

В статье изучены основные проблемы, препятствующие запуску беспилотных воздушных такси. Технологические компетенции, необходимые для развития беспилотного транспорта, уже полностью сформированы. Основная гонка на маршрутах беспилотной трансформации сегодня ведется на уровне разрешительной регуляторики. Необходимо упростить процедуры допуска беспилотных авто на дороги общего пользования, а для летающих беспилотников - порядок получения данных при картографической съемке. Совершенствование законодательной базы для автономного транспорта, как полагают эксперты, станет одной из главных тем мировой повестки в постковидную эпоху.

Современные крупные города и мегаполисы быстро растут. Вместе с этим увеличивается нагрузка на транспортную систему. Перегруженность дорог, постоянные пробки, ухудшение экологии заставляют уделить внимание на поиск новых, более эффективных способов перемещения людей. Беспилотному аэробакси, осуществляющему перевозку небольшого числа людей, вполне по силам стать технологической инновацией в области пассажирских перевозок. Но существует ряд нерешенных вопросов, касающихся организации движения данного вида транспорта.

Разберем основные препятствия для запуска воздушного такси

1. Размещение посадочных площадок.

Сейчас разработаны модели воздушного такси разных форм и размеров — для нескольких пассажиров или одного, с несколькими винтами или с одним. Но в любом случае посадочная площадка наверняка потребуется такая же, как и для небольшого вертолета. Трудно представить, что в городских условиях, в непосредственной близости от электролиний и зданий, можно разместить большое количество таких посадочных площадок.



Рис. 1 Воздушное такси в мегаполисе

Кроме того, земля в мегаполисах очень дорого стоит. Получается, что единственный доступный вариант для посадки аэротакси — это крыши домов. Однако и это решение выглядит сложным и дорогим.

2. Правила приоритета при посадке.

Работу аэротакси будет сложно выстроить еще и потому, что даже при максимально быстрой пятиминутной посадке площадка сможет принять только 12 пассажиров в час. Кто будет решать, какому из такси дать приоритет при посадке? Если его будет получать тот, кто прилетел раньше, то как будут обслуживаться популярные направления?

3. Обеспечение безопасности аэротакси.

Почему надежность беспилотных летающих такси особенно важна? Газета The Washington Post обнаружила, что в течение 12 лет в ходе испытаний по всему миру произошло 418 крупных аварий с участием дронов. Беспилотники нанесли ущерб примерно в половине этих случаев, сумма потерь превысила \$2 млн.

4. Зоны для полета аэротакси.

Сейчас в беспилотники не могут подниматься над землей выше, чем на 150 метров. Кроме того, им запрещено летать вблизи аэропортов. Эти правила нужны, чтобы снизить риски для авиалайнеров, некоторые из которых перевозят более 500 человек.



Рис. 2 Посадочная площадка воздушного такси на крыше небоскреба

Но высота многих зданий в мегаполисах превышает 150 метров. Это означает, что для запуска аэротакси властям придется изменить правила полетов беспилотников. Но кто будет их устанавливать?

5. Регулирование движения в воздухе.

Пилотируемые самолеты используют принцип «видеть и быть видимым» при перемещениях на небольшой высоте. Если беспилотникам разрешат летать на том же уровне, будут ли они следовать принципу «видеть и избегать»? Сейчас многие дроны избегают столкновений с препятствиями, в том числе с воздушным транспортом. Главная задача заключается в разработке правил, которым беспилотники будут последовательно подчиняться. Например, в ситуации, когда аэротакси движутся навстречу друг другу или другому летательному аппарату, кто должен уступить дорогу?

Ради безопасности полеты дронов вблизи аэропорта должны быть запрещены.

6. Климатические условия, ограничивающие работу аэротакси?

Городская среда создает для аэротакси не только физические препятствия, но и климатические. Опасность представляют непредсказуемые порывы ветра, проливные дожди и град.

Воздушное такси необходимо приспособить для полетов в плохих погодных условиях, иначе его использование будет серьезно ограничено.

7. Регулирование аэротакси.

Воздушное такси будет нуждаться в строгом регуляторном надзоре. Вероятно, вокруг этой зарождающейся отрасли возникнет отдельная прослойка бюрократии, деятельность которой вряд ли окупится за счет немногочисленных пользователей сервиса и его разработчиков. Готовы ли налогоплательщики взять часть расходов на себя?

Перед запуском полноценной системы аэротакси нужно получить ответы на эти и многие другие вопросы. Но некоторые эксперты ожидают, что даже при решении указанных проблем подобный сервис будет крайне дорогим, а поэтому его широкое распространение в ближайшие несколько десятилетий выглядит маловероятным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лоуренс Бернс, Кристофер Шулган Автономия. Как появился автомобиль без водителя и что это значит для нашего будущего. Изд. Бомбара. 2018. 267-301стр.
2. И. А. Новиков, Е. А. Новописный, Е. А. Ковалёва Анализ показателей конструктивной безопасности транспортных средств // Международный научный журнал «Инновационная наука». 2016. №12. С. 87-91.
3. Жанказиев С.В., Воробьёв И. А., Морозов Д. Ю. Технические и технологические особенности автономных транспортных средств// Транспорт Российской Федерации. 2019. №3 (82). С. 39-43.
4. Ураков А. Р., Тимеряев И. Р. Актуальные проблемы автоматического управления транспортными средствами// Интеллектуальные технологии в транспорте. 2021. №1. С. 35-45.
5. Запуску беспилотного транспорта в РФ мешает ряд барьеров [Электронный ресурс]. (дата обращения 25.03.2023). URL: <https://nangs.org/news/technologies/zapusku-bespilotnogo-transporta-v-ru-meshaet-ryad-baryerov>
6. Названы 5 проблем, препятствующих запуску беспилотных воздушных такси [Электронный ресурс]. (дата обращения 25.03.2023). URL: <https://world-cam.ru/news/named-5-of-the-problems-preventing-the-launch-of-unmanned-air-taxi/>

УДК 65-2

Кудлаев Р.И.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ТАКСИ

В статье изучены перспективы развития беспилотных аэротакси и их первые испытательные модели. В современном мире крупные города

и мегаполисы стремительно растут и развиваются. Вследствие этого увеличивается количество автотранспорта. Это выливается в перегруженность действующих автомобильных дорог и общественного транспорта, возникновение пробок на дорогах, приводит к ухудшению экологии. Появилась необходимость разработки и принятия инновационных решений для повышения мобильности перемещения людей в городских условиях. И такое решение было найдено. Беспилотные аэротакси для доставки пассажиров в точку назначения. Их внедрение позволит снизить нагрузку на наземную транспортную систему. Развитие данного направления влечет за собой создание соответствующей инфраструктуры, которая будет обеспечивать эффективную работу данного вида транспорта. Парковочные места для взлета и посадки нового транспортного средства предполагают оснастить навигационным и заправочным оборудованием, причем по площади они будут не больше автомобильных.

Современные крупные города и мегаполисы быстро растут. Вместе с этим увеличивается нагрузка на транспортную систему. Перегруженность дорог, постоянные пробки, ухудшение экологии заставляют уделить внимание на поиск новых, более эффективных способов перемещения людей. Беспилотному аэротакси, осуществляющему перевозку небольшого числа людей, вполне по силам стать технологической инновацией в области пассажирских перевозок.

Рассмотрим особенности развития воздушного городского такси.

Развитие индустрии воздушного такси требует создания соответствующей инфраструктуры, которая будет обеспечивать эффективную работу данного сервиса. Успешная экосистема беспилотного аэротакси может быть создана с участием коммерческих производителей транспортных средств, городских властей и пользователей.

Всего в настоящее время существует множество различных проектов летательных аппаратов для использования в сервисе воздушного такси в России и за рубежом. Приведу несколько примеров.

В России разработкой электролётов занимаются участники международного альянса McFly.Aero. В 2017 году на Международном авиакосмическом салоне одна из компаний представила виртуальную модель беспилотника Bartini. Его назвали в честь советского авиаконструктора Роберта Бартини, учителя Сергея Королёва.

Bartini рассчитан на четырёх пассажиров. Среднее время полёта — 30 минут. За это время летательный аппарат может преодолеть 150 км и развить максимальную скорость 300 км/ч.



Рис. 1 Модель беспилотника Bartini

Беспилотник оснащён четырьмя двигателями, которые при разгоне принимают вертикальное положение. Так летательный аппарат может развивать высокую скорость и экономить заряд батареи.

В 2016 году в Лас-Вегасе на выставке CES китайская компания EHang представила прототип аэробакси — EHang 184. Модель стала первым мире пассажирским беспилотником. Летательный аппарат имеет четыре луча с восемью электромоторами — по два на каждом луче. EHang 184 может перевозить одного пассажира на скорости до 160 км/ч. Время полёта — до получаса, за которые можно преодолеть около 16 км.



Рис. 2 Прототип аэробакси EHang 184

Управление аэробакси будет осуществляться из единого центра в автоматическом режиме. Внутри кабины нет никаких элементов управления — только сенсорный экран. Пассажир задаёт пункт прибытия и отправляет команду «старт».

Теперь перейдем к рассмотрению перспектив развития беспилотных аэробакси. Для начала разберем положительные стороны внедрения данного вида транспорта. Они имеют ряд преимуществ, которые заключаются в отсутствии вредных выбросов, что очень актуально в городских условиях, простоте управления, отсутствие необходимости во взлетно-посадочных полосах, возможности улучшения системы безопасности.

Еще одна особенность аэробакси — простота обслуживания. По словам участников проекта, по этому показателю оно будет ближе к автомобильным, а не к сложным авиационным регламентам. Потребуется лишь сеть сервисных станций, а также оборудование специализированных парковочных мест, предназначенных для взлета и посадки беспилотников. Да и стоимость нового транспорта планируют держать на уровне цены авто премиум-класса. И конечно же не стоит забывать о уменьшении затрачиваемого времени на перевозку пассажиров или грузов.

Несмотря на большое количество разработок и успешных испытаний, тестовые запуски аэробакси постоянно переносятся. Главная проблема — законодательная база. Над центром Москвы полёты запрещены. Это требование тормозит развитие вертолётных перевозок, не говоря уже о пассажирских беспилотниках. По этой причине многие сервисы такси до сих пор не включили в свои услуги вызов вертолётов.

В США профильные ведомства обсуждают допустимую высоту построек, максимальный уровень шума днём и ночью. Эти и другие требования будут предъявлены аппаратам при их сертификации. Официально сводку требований ещё не опубликовали.

В Германии полёты над застроенными районами запрещены. По планам разработка законодательных норм для использования беспилотных пассажирских аппаратов в ЕС продлится как минимум до 2025 года.

Ещё одна проблема — инфраструктура городов. Они не приспособлены для полётов аэробакси без пилотов. При запуске такого вида транспорта нужно будет оборудовать места для взлёта и посадки и продумать регулирование движения в воздухе. Необходимо разработать правила движения беспилотных транспортных средств.

Правил в отношении применения беспилотных аэробакси пока ещё нет, потому что нет самого регулирования. Перед запуском полноценной системы аэробакси нужно получить ответы на эти и многие другие вопросы. Но некоторые эксперты ожидают, что даже при решении указанных проблем подобный сервис будет крайне дорогим, а

поэтому его широкое распространение в ближайшие несколько десятилетий выглядит маловероятным.

Современный мир стоит перед угрозой глобальных вызовов, одними из важнейших являются - проблемы мобильного и безопасного перемещения людей в мегаполисах и между различными городами. Очевидно, что миру нужны инновационные решения, связанные с перемещением большого количества людей в крупных городах и между ними. Повышение эффективности использования автомобильных дорог, расширение плошали дорожного полотна, строительство многоуровневых развязок и оптимизация использования общественного транспорта может лишь частично помочь решить транспортные проблемы. Несмотря на все нерешенные проблемы использования беспилотного воздушного транспорта, именно на данный вид транспорта ряд экспертов возлагают большие надежды, связанные с решением проблемы мобильности населения. Потенциально данные аппараты имеют существенные преимущества, поэтому в случае решения важнейших технических проблем их использования, проблем обеспечения безопасности полетов и организации воздушного движения, может возникнуть целая новая подотрасль авиации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лоуренс Бернс, Кристофер Шулган Автономия. Как появился автомобиль без водителя и что это значит для нашего будущего. Изд. Бомбара. 2018. 138-189стр.
2. И. А. Новиков, Е. А. Новописный, Е. А. Ковалёва Анализ показателей конструктивной безопасности транспортных средств // Международный научный журнал «Инновационная наука». 2016. №12. С. 87-91.
3. Брутян М. М. Перспективы развития сервиса аэротакси в условиях инновационной экономики// Вестник Евразийской науки 2021. №1. 1-19.
4. Аэротакси: кто разрабатывает пассажирские коптеры [Электронный ресурс]. (дата обращения 09.03.2023). URL:
<https://vc.ru/future/79608-aerotaksi-kto-razrabatyvaet-passazhirskie-koptery>
5. Детинич Г. В Китае автономное аэротакси EHang начнут использовать для грузоперевозок [Электронный ресурс]. URL:
<https://3dnews.ru/1012042/v-kitae-avtonomnoe-aerotaksi-ehang-nachnut-ispolzovat-dlya-gruzoperevozok> (дата обращения 09.03.2023).

6. Какие есть преграды для запуска беспилотных летающих такси
коптеры [Электронный ресурс]. URL: (дата обращения 10.03.2023).
<https://rb.ru/story/flying-taxis/>

УДК 629.1

Кузнецов В.А.

*Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА ВОДИТЕЛЕЙ АВТОБУСОВ, МАРШРУТНЫХ ТАКСИ И МИНИВЭНОВ

Согласно "Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года", прогнозируется значительное увеличение пассажирских и грузовых перевозок автомобильным транспортом общего пользования, являющимся одним из основных видов транспорта в Российской Федерации. На его долю приходится 35,15% от общего объема пассажирских перевозок и 56% пассажирских перевозок городским общественным транспортом.

В связи с этим вопрос подготовки грамотных водителей приобретает все большее значение, как с точки зрения обеспечения безопасности перевозок, так и с точки зрения предоставления качественных услуг пассажирам [1].

Федеральное дорожное агентство Министерства транспорта Российской Федерации разрабатывает профессиональные стандарты для водителей транспортных средств различных категорий. Профессиональные стандарты описывают требования и качества содержания труда в определенных областях профессиональной деятельности, которые трансформируются в требования к результатам обучения в системе профессионального образования. В то же время способность выполнять любую трудовую деятельность предполагает наличие не только компетенций, связанных с техническими процессами, но и общих (ключевых) компетенций в соответствии с новыми ФГОС. В результате была определена предварительная форма профессиональных стандартов, в которой, в частности, ставится вопрос о том, какими компетенциями должны обладать водители для выполнения требований, предъявляемых к ним, в том числе по обеспечению безопасности дорожного движения. Таким образом,

понятие компетенции отражает конечный результат и указывает на эффективность работника.

Для того чтобы продемонстрировать компетентность, люди должны продемонстрировать свои компетенции (модели поведения для демонстрации компетентности). Как правило, многие авторы делят компетенции на два типа, в частности, вот несколько примеров определений базовых и ключевых компетенций Базовая компетенция - универсальное знание, набор профессионально важных качеств, гарантирующих выполнение основных видов профессиональной деятельности специалиста в конкретной отрасли; Ключевая компетенция (общая) - интегрированная компетенция человека для эффективной профессиональной деятельности и взаимодействия с обществом. Становление профессионалов - это ".... . происходит в постоянно меняющейся внешней среде, поэтому поле деятельности нового поколения лидеров должно быть многомерным". При разработке основных образовательных программ (ООП), основанных на компетенциях, учебные заведения вправе самостоятельно определять содержание рабочих программ, модулей и практик компетентностно-ориентированных моделей выпуска, учебных планов и учебных курсов. Каждое образовательное учреждение должно учитывать потребности местного рынка труда и проектировать профессиональные компетенции. В своем исследовании Ф.Г. Яралов выделяет сущность "многомерных компетенций" как необходимого элемента для успешной работы специалистов во всех профессиональных областях [2].

Компетенции, способствующие увеличению производительности труда, повышению эффективности управления и достижению максимального успеха, называются "многомерными компетенциями". Многомерные компетенции - это, прежде всего, системность и структурность, многофункциональность и многозадачность, мобильность и синергия. Под многомерной компетенцией операторов пассажирского транспорта следует понимать комплексную компетенцию, направленную на повышение эффективности их профессиональной деятельности в условиях, обеспечивающих безопасность этого процесса. Данная компетенция формируется на основе способности водителя общественного транспорта интегрировать различные технологии процесса обслуживания пассажиров, способности выполнять несколько видов деятельности одновременно (управление, администрирование, психология, оператор, контроль и т.д.). "Систематизация - свойство ума, выражющееся в способности рассматривать изучаемое явление целостно...". Для операторов пассажирского транспорта это означает, что им необходимо

рассматривать проблему с разных сторон (односторонне), учитывать необходимость организации и осуществления процесса пассажирских перевозок таким образом, чтобы экономические аспекты ведения бизнеса не ухудшали качество обслуживания и, самое главное, безопасность перевозок, и принимать решения. Обратное также верно. Операторам пассажирского транспорта необходимо структурировать свою деятельность и четко понимать, что для достижения своих целей (успешной профессиональной деятельности, получения прибыли) необходимы следующие качества: а) Знать устройство и правильно использовать приборы управления, современные системы высокотехнологичного оборудования (гидравлического, механического, пневматического, электрического, электронного) транспортного средства [3].

б) знать и умело использовать требования нормативных и правовых документов, необходимых для управления транспортным средством на дороге в одиночку (без законного представителя) в современных условиях, таких как Правила дорожного движения РФ для предупреждения дорожно-транспортных происшествий (с учетом необходимости знания водителем математики и физики), психофизиологические особенности труда водителя, административное право РФ, ГК РФ и гражданское право РФ. уметь ими пользоваться. Это означает, что водитель должен обладать следующими качествами т.е. менеджер для решения неожиданных производственных проблем, так как он является единственным ответственным лицом на линии, представитель автобусной компании за все, что происходит в автобусе, корректное и толерантное отношение и общение к различным социальным (религиозным, общественным, корпоративным и т.д.) группам в современном обществе к различным социальным (религиозным, общественным, корпоративным и т.д.) группам, социолога, а также переводчика для более комфортного обслуживания пассажиров, так как россияне являются представителями регионов страны.

Таким образом, профессиональные стандарты интегрированы с ФГОС в области психологии, менеджмента и конфликтологии. Интегративная связь является структурообразующим элементом многомерных компетенций. Так же как многофункциональность предполагает овладение правовыми знаниями и основами безопасности жизнедеятельности [4].

«Многофункциональность - это способность выполнять несколько обязанностей одновременно на достаточно высоком уровне». Многофункциональность водителя пассажирского транспорта - это

способность совмещать в своей деятельности следующие функции: водитель, исполнитель (выполнение требований и нормативных документов в процессе своей профессиональной деятельности), администратор, менеджер.

Операторы, исполнители (выполнение требований нормативных документов в процессе профессиональной деятельности), менеджмент и психология (принятие решений по фактам нестандартных профессиональных ситуаций, связанных с поведением, состоянием и требованиями пассажиров в различных условиях окружающей среды), надзор (выполнение требований законодательства в области антитеррористической безопасности, пожарной безопасности, безопасности дорожного движения для пассажиров и других участников транспортного процесса). 'Многозадачность - это способность решать несколько независимых задач при выполнении одной административной задачи. Они также способствуют достижению успеха благодаря таким важным качествам, как синергия и командная работа. Водители пассажирского транспорта нуждаются в этих качествах больше, чем кто-либо другой. Самое главное - работать в команде - экипаж, бригада, диспетчер и начальник автоколонны - для решения проблем, внезапно возникающих в связи с поломками автобуса, состоянием здоровья водителя, требованиями клиентов и т.д.

Учитывая вышесказанное, до недавнего времени основным требованием к профессионалам было обладание базовыми и общими (ключевыми) компетенциями, но в современных условиях этого недостаточно для ведения успешного бизнеса. В связи с этим выделяются новые направления в современном образовательном пространстве, исследующие применение многомерных компетенций в обучении и повышении профессиональной квалификации. Таким образом, подготовка водителей пассажирского автомобильного транспорта на основе многомерного компетентностного подхода требует сочетания образовательных и профессиональных стандартов. Подготовка водителей на основе многомерных компетенций интегрирует все необходимые и достаточные элементы компетентности субъекта профессиональной деятельности и выделяет цели и задачи образовательного процесса, направленного на ее формирование [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Спирин В. И. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками. М.: Изд. Академия, 2010. 394 с.

2. Комаров Ю.Я., Кудрин Р.А. Определение профессионально важных качеств водителей, необходимых для эффективного управления пассажирским автотранспортом// Наука и техника транспорта. №2. 2016. С. 14-18.
3. Тестирование уровня профессионального мастерства водителя [Электронный ресурс]. Систем.требования: AdobeAcrobatReader. URL: <https://testirovanie24.ru/163474-2/> (дата обращения: 30.12.2011)
4. Оценка компетенций сотрудника: методы, примеры и этапы [Электронный ресурс]. Систем.требования: AdobeAcrobatReader. URL: <https://gb.ru/blog/otsenka-kompetentsij-sotrudnika/> (дата обращения: 30.12.2011)
5. Новиков И.А., Кравченко А.А., Шевцова А.Г., Васильева В.В. Научно-методологический подход к снижению аварийности на дорогах Российской Федерации // Мир транспорта и технологических машин. 2019. № 3. С. 58-64.

УДК 629.1

Кузнецов В.А.

*Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ВОДИТЕЛЕЙ

Водитель – это профессия, требующая не только умения управлять транспортным средством, но и знание дорожных правил, технических особенностей автомобилей и многих других нюансов. Однако не все водители одинаково квалифицированы и способны безопасно справляться с своей работой. Для оценки профессиональной компетентности водителей используются различные методики, которые позволяют выявлять слабые места и определять области, в которых требуется улучшение.

Профессиональное мастерство водителя может быть определено как совокупность профессионального интеллекта и технических навыков управления автомобилем. Профессиональным интеллектом называется способность водителя предупреждать возникновение опасных ситуаций в дорожном движении, а техническими навыками – умение выходить из опасных и критических ситуаций [1].

В условиях крупного города работа водителя требует высокой квалификации специалиста. Если проверить техническое состояние всех автомобилей, работающих на маршрутах городов, то найдется множество технических неисправностей, при которых эксплуатация отдельных автомобилей должна быть запрещена. Водители, в отдельных случаях превышают допустимый скоростной режим, ведут себя на дороге агрессивно; им не хватает уважения к другим участникам дорожного движения. У водителей маршрутных такси отмечается более активный рост утомляемости.

Одной из наиболее распространенных методик оценки компетентности является тестирование. Водителю предлагаются определенные задания и вопросы, на которые он должен дать правильный ответ. В ходе тестирования можно оценить знание дорожных знаков, правил обгона, допустимой скорости движения и многих других аспектов вождения. Тестирование позволяет выявить недостатки в знаниях водителя и определить, какие правила нужно ему освоить [2].

Еще одним методом оценки компетентности является наблюдение за водителем во время езды. Руководитель или инструктор садится на пассажирское сиденье и следит за тем, как водитель взаимодействует с дорогой и другими участниками движения. Наблюдение позволяет оценить навыки управления машиной, соблюдение дорожных знаков, реакцию на опасные ситуации и многие другие аспекты.

Однако самым полным и объективным методом оценки профессиональной компетентности является использование телематических систем. Телематика включает в себя различные технологии, которые позволяют собирать и анализировать данные о поведении водителя на дороге. Эти данные включают в себя информацию о скорости движения, частоте и длительности торможений, ускорениях и поворотах, а также другие параметры, которые могут повлиять на безопасность движения.

Телематические системы позволяют проанализировать поведение водителя в режиме реального времени и выявить опасные действия, такие как превышение скорости, слишком близкое следование за другим автомобилем, резкий торможение и т.д. По результатам анализа можно выделить области, в которых водитель нуждается в дополнительном обучении и тренировке.

Телематические системы также могут использоваться для автоматического выдачи штрафов водителям, которые нарушают дорожные правила. Это существенно улучшает безопасность движения,

поскольку водители знают, что их действия контролируются и они будут привлечены к ответственности за нарушения [3].

Ошибочные действия водителя транспортного средства могут быть зафиксированы несколько раз в смену из-за сложной обстановки на дороге, неопределенности поступающей к нему информации, т. к. он не может предвидеть поведение других участников движения, изменения дорожной обстановки. Необходимо учитывать и такие факторы как:

- высокая температура летом, в том числе и духота, холод — зимой;
- шум и вибрации;
- состояние дорог, часто несоответствующие безопасному движению ТС;
- возможные такие явления, как туман, снег;
- неработающие дождевые канализации.

Все перечисленные факторы создают предпосылки для совершения ошибок в сложной дорожно-транспортной ситуации.

Предварительные исследования времени затрачиваемого водителями на выполнение отдельных операций в течение рабочего дня (8 часов) показали значительную разницу в напряженности трудового процесса между водителями маршрутных такси и междугородних автобусов. Наиболее важным критерием, по которому можно оценить состояние психофизиологических функций является время реакции водителей [4].

Для оценки изменения времени реакции водителей был проведен эксперименте, в котором принимали участие 6 водителей пассажирского транспорта со стажем вождения 10 лет в возрасте от 35-40 лет.

Время простой реакции водителей пассажирского транспорта измерялось через каждые два часа работы.

Таблица 1 – Результаты замеров времени простой реакции у водителей

Число водителей	Время реакции водителе, сек.				
	Перед началом работы	После 2 часов работы	После 4 часов работы	После 6 часов работы	После 8 часов работы
1	0,8	1,1	1,7	1,5	1,9
2	0,9	1,3	1,5	1,3	1,7
3	0,7	1,4	1,8	1,6	1,8

Таким образом, для водителей время простой реакции увеличивается к концу рабочего дня более чем в два раза.

Из этого следует, что у водителей должен быть полноценный отдых. С целью уменьшения количества ДТП, необходимо со всей ответственностью отнестись к системе управления пассажирскими перевозками и оценке профессиональной компетенции водителей. Обеспечить безопасность дорожного движения необходимо не только мерами, ужесточавшие наказание за нарушение правил дорожного движения, но и использованием механизмов, поощряющих хорошую работу и повышающих престижность профессии «водитель» [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комаров Ю.Я., Кудрин Р.А. Определение профессионально важных качеств водителей, необходимых для эффективного управления пассажирским автотранспортом// Наука и техника транспорта. №2. 2016. С. 14-18.
2. Проблемы надежности водителя. Поддержание и контроль состояния здоровья водителя [Электронный ресурс]. Систем.требования: AdobeAcrobatReader. URL: <https://studfile.net/preview/4313873/> (дата обращения: 21.03.2023)
3. Николаева Е. Н. Оценка напряженности работы водителей по времени простой реакции [Электронный ресурс]. Систем.требования: AdobeAcrobatReader. URL: <https://infourok.ru/statya-na-temu-ocenka-napryazhennosti-raboty-voditelej-po-vremeni-prostoj-reakcii-5536202.html?ysclid=lf28phcqox500030453> (дата обращения: 21.03.2023)
4. Фурцева Н. В., Злобин А. Н., Катышева К. В., Комаров Ю. Я. Оценка профессиональной пригодности водителя с помощью его психофизиологических качеств [Электронный ресурс]. Систем.требования: AdobeAcrobatReader. URL: <https://moluch.ru/archive/133/37377/> (дата обращения: 21.03.2023)
5. Новиков И.А., Кравченко А.А., Шевцова А.Г., Васильева В.В. Научно-методологический подход к снижению аварийности на дорогах Российской Федерации // Мир транспорта и технологических машин. 2019. № 3. С. 58-64.

УДК 624.9:656.1

Курдюкова М.Д.

Научный руководитель: Лежнева Е.И., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

АНАЛИЗ РИСКА ВОЗНИКОВЕНИЯ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ НА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ ЗАЩИТНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Проблема борьбы с городским шумом тесно связана с рациональным преобразованием городской среды, которое должно идти путем ликвидации или сокращения количества источников шума, локализации зоны эмиссии шума, снижения уровня звука источников и защиты от шума мест пребывания человека [1].

Одним из наиболее перспективных направлений защиты селитебной среды является применение защитных инженерных конструкций, а именно акустических экранов. К преимуществам применения акустических экранов по сравнению, например, с зелеными насаждениями, следует отметить постоянную эффективность, независимо от периода года, плотности листвы. Кроме того, эффективность действия акустических экранов наступает с момента их установки, в то время как для достижения определенной шумозащитной эффективности зелеными насаждениями требуется длительное время, пока деревья и кусты приобретут определенную высоту и другие характеристики [2].

Применение защитных инженерных конструкций является оптимальным решением вопроса защиты объектов и территорий с повышенными требованиями к качеству воздушной среды, однако их эксплуатация может привести к созданию аварийной ситуации на автомобильной дороге [3].

Применяя теорию рисков, проведем анализ риска возникновения аварийной ситуации на автомобильной дороге, вдоль которой установлены защитные инженерные конструкции.

Оценка риска осуществляется в следующей последовательности [4]:

- идентификация опасных факторов;
- определение возможных сценариев развития нежелательных событий;
- оценка рисков с учетом частоты возможных аварий и возможных последствий по определенным сценариям;

- сравнение показателей рисков с целью определения приоритетных направлений по обеспечению безопасности эксплуатации участков автомобильных дорог, оборудованных защитными экранами;
- разработка мероприятий по предупреждению возникновения аварийной ситуации на участке автомобильной дороги с защитным экраном.

Идентификация опасных факторов предусматривает выяснение перечня и причин возникновения источников опасности, что является основой для разработки сценариев возникновения и развития аварийной ситуации. По результатам идентификации источников опасности был установлен перечень опасных факторов, влияние которых может привести к дорожно-транспортному происшествию (ДТП) на участке автомобильной дороги, оборудованной защитным инженерным сооружением:

- дефекты конструкционных материалов, которые возникли на этапе изготовления;
- коррозионные дефекты, которые возникли на этапе эксплуатации;
- действие посторонних объектов, что привело к разрушению экрана;
- снеговая и ветровая нагрузка;
- нарушение технологического процесса установки экрана;
- ослабление внимания водителя вследствие монотонности;
- влияние частоты мелькания опорных конструкций на водителя;
- ошибка в оценке дорожных условий водителем вследствие ограниченной видимости.

Проведенный анализ показал, что в качестве источника опасности возникновения аварийной ситуации определены как сам защитный экран, так и действия внешних факторов (погодных условий), а также психофизиологические свойства водителя. Учитывая это, ниже приведены возможные сценарии возникновения и развития аварийной ситуации в системе "автомобильная дорога - автомобиль - защитный экран":

a) столкновение в случае:

- попыток водителя выполнить объезд препятствия, находящегося на проезжей части, когда резко меняется траектория движения, при этом транспортное средство попадает на другую полосу движения и сталкивается с другим движущимся автомобилем;
- потери внимания водителем и несвоевременной реакции на появление других транспортных средств;

б) наезд на препятствие в случае:

- потери водителем управления автомобилем и наезда на защитный экран.
- наезда на элемент защитного экрана, упавший на проезжую часть;

С целью оценки степени влияния причин развития указанных выше сценариев проведена оценка их значимости, частоты возникновения и возможности выявления для получения значения приоритетного числа риска (ПЧР) методом «Анализ вида и последствий события» («Failure Mode and Effects Analysis» (FMEA)) [5]. Данный метод относится к группе детерминированных качественных методов анализа и рисков ДТП.

Оценка значимости осуществлялась по 10-балльной шкале серьезности последствий. Шкалы баллов для этих критериев приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Шкала баллов для проведения экспертной оценки

Балл	Критерий значимости S	Критерий частоты возникновения	Критерий возможности выявления D
10	Повышенная опасность	Очень высокая (I степень)	Почти невозможна
9	Повышенная опасность с возможным предупреждением	Очень высокая (II степень)	Очень отдаленная возможность
8	Очень весомое влияние	Высокая (I степень)	Отдаленная возможность
7	Весомое влияние	Высокая (II степень)	Очень слабая возможность
6	Умеренное влияние	Умеренная (I степень)	Слабая возможность
5	Слабое влияние	Умеренная (II степень)	Умеренная возможность
4	Очень слабое влияние	Умеренная (III степень)	Почти хорошая возможность
3	Незначительное влияние	Низкая (I степень)	Хорошая возможность
2	Очень незначительное влияние	Низкая (II степень)	Высокая возможность
1	Отсутствует влияние	Малая	Полная уверенность

Результаты ранжирования причин, при которых может произойти ДТП с участием автотранспортного средства и шумозащитного экрана, полученные путем проведения экспертной оценки среди специалистов по безопасности дорожного движения, приведены на рис. 1.



Рис. 1 Диаграмма оценки значимости исследуемых факторов

Приоритетное число риска представляет собой комплексный показатель опасности, который сравнивается с предельно допустимым уровнем этого показателя. В случае его превышения можно делать вывод о необходимости применения управляющих действий в направлении предупреждения возникновения аварийной ситуации на данном участке автомобильной дороги.

При предельном уровне ПЧР, равном 200, можно сделать вывод о том, что из восьми рассматриваемых факторов значимыми являются шесть. Данный анализ дает возможность выбора приоритетных решений по обеспечению безопасности эксплуатации участка автомобильной дороги при оборудовании шумозащитными инженерными сооружениями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Lezhneva E., Vakulenko K., Galkin A. Assessing of traffic noise pollution of road transport in urban residential. Romanian Journal of Transport Infrastructure. Article No. 2, Romanian Journal of Transport Infrastructure, Vol. 8, 2019, No.1. P. 34-52
2. James P. Chambers. Noise Pollution / Chambers James P. // Advanced Air and Noise Pollution Control. – 2005. – Volume 2. – pp 441-452.
3. Traffic and Environment / [D. Gruden, W. Berg, K. Bormann et al.]. – Luxenburg, Springer, 2011 y. – 294 p.

4. Кущенко Л.Е. Разработка информационной модели, предупреждающей водителя о движении по опасному участку УДС // Мир транспорта и технологических машин – 2022. – №4-1(79). – С. 94-101

5. ECSS-Q-ST-30-02C Failure modes, effects (and criticality) analysis (FMEA/FMECA) / Space product assurance // ECSS Secretariat ESA-ESTEC Requirements & Standards Division Noordwijk, The Netherlands. – 2009. – Режим доступа:
<http://everyspec.com/ESA/download.php?spec=ECSS-Q-ST-30-02C.048273.pdf> – Название с экрана.

УДК 656

Лапшина Д.И., Гамзатова О.А., Чарымов Б.Р.

*Научный руководитель: Кущенко Л.Е., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АНАЛИЗ МЕТОДОВ «БОРЬБЫ» С ЗАТОРАМИ В ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Большие города нуждаются в постоянном повышении безопасности и качества транспортных сетей. При анализе системы городского транспорта необходимо уделить значительное внимание улицам, велосипедным дорожкам, автомагистралям и маршрутам общественного транспорта. В городе можно столкнуться с проблемой в виде регулярных заторов, связанной с общественным транспортом. Таким образом, все сводится к увеличению времени нахождения в транспорте, износу агрегатов, деталей машин, перерасходу топлива, а также ухудшению экологии [1].

Одна из главных причин возникновения заторов является недостаточное количество объездных дорог для разгрузки центральных улиц, а также высокая интенсивность, связанная с большим количеством собственных легковых автомобилей. По данным Белгородстата, количество собственных легковых автомобилей на 1000 человек населения в Белгородской области составляет 327,9, количество пассажирских автобусов 707 штук. Для решения проблем с заторами, ниже представлено несколько мероприятий для борьбы с заторами [3,4].



Рис. 1 Методы борьбы с заторами

Множество зарубежных ученых предлагают методики для снижения заторов на дорогах, представленные ниже:

1. Джон Форрестер (John Forester) - специалист в области велосипедной инфраструктуры, предлагает создание отдельных велосипедных дорожек и создание условий для безопасного вождения велосипедистов на дорогах.

2. Ян Гудрон (Jan Gehl) - датский ученый в области городской планировки и архитектуры, предлагает создание улиц, ориентированных на пешеходов, с широкими тротуарами и малым количеством автомобилей.

3. Ричард Майлз (Richard Miles) - специалист по городской логистике, предлагает использование более эффективных методов доставки грузов, таких как совместная доставка и использование мультимодальных транспортных систем.

4. Антуан Флек (Antoine Fleck) - профессор в области транспортной планировки и экономики, предлагает использование моделирования транспортного потока для оптимизации управления транспортной инфраструктурой.

5. Сьюзен Шнейдер (Susan Shaheen) - эксперт по электромобилям и новым формам мобильности, предлагает использование совместного использования автомобилей и развитие технологий автоматизации транспорта для снижения заторов на дорогах.

Из приведенного выше списка ученых и методик, которые они предлагают для снижения заторов на дороге, можно сделать вывод, что подход к решению проблемы заторов должен быть комплексным и многоуровневым. Каждый ученый предлагает свой уникальный взгляд

на проблему и свой метод ее решения, и только совместное использование всех этих подходов может дать максимальный эффект в борьбе с заторами. При этом среди методик можно выделить такие направления, как создание безопасных условий для велосипедистов и пешеходов, оптимизация парковки, эффективное использование грузоперевозок, повышение сознательности водителей, оптимизация управления транспортной инфраструктурой и применение новых форм мобильности.

Далее рассмотрим принципы организации и управление транспортными потоками на улично-дорожной сети города. При макромоделировании изучается движение ТС и характеристики потока на УДС, такие как скорость, плотность и интенсивность. Макроскопические модели являются предпочтительными для исследования, так как они проще и нагляднее (в силу аналогий с гидродинамикой). Ниже представлена таблица 1, в которой описаны макроскопические и микроскопические модели, их создатели, а также приведены достоинства и недостатки данных моделей [5].

Таблица – Макроскопические и микроскопические модели.

№	Наименование модели	Математическая формулировка
1	2	3
1.	Модель Уизема, развивала теорию исследования ТП, в которой предпринята попытка учета дальновидности водителя.	$v(t, x) = V(\rho(t, x)) - \frac{D(\rho(t, x)) \partial \rho(t, x)}{\rho(t, x)} \frac{\partial \rho(t, x)}{\partial x}, D(\partial) > 0;$ $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial Q(\rho)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x}(D(\rho) \frac{\partial \rho}{\partial x})$
2.	Микроскопическая модель Ньюэлла.	$S_n(t + \tau) (=v_n(t + \tau)) = V(1/h_n(t)),$
3.	Д. Газис, Р. Херман, Р. Потс предложили микроскопическую модель однополосного ТП (первыми были модели А. Рёшеля (1950) и Л. Пайпса (1953)	$S''_n(t) = \alpha \frac{s'_{n+1}(t) - s'_n(t)}{s_{n+1}(t) - s_n(t)}, \alpha > 0$

4.	В 1961 г. Д. Газис, Р. Херман и Р. Розэри предложили следующую модель Путем интегрирования получаем уравнение состояния ТП	$S_n''(t + \tau) = \beta \frac{(S'_n(t + \tau))^{m_1}}{(S_{n+1}(t) - S_n(t))^{m_2}} (S'_{n+1}(t) - S'_n(t)), \beta > 0$ $V(p) = V^o \cdot (1 - \left(\frac{p}{p_{max}}\right)^{m_2-1})^{\frac{1}{1-m_1}},$
5.	Психофизиологическая модель восприятия Видемана.	$\frac{dv}{dt} = a \left[1 - \left(\frac{v}{v_0}\right)^\delta - \left(\frac{s^*(v, \Delta v)}{s}\right)^2 \right]$ $s^*(v, \Delta v) = v_0 + \max \left[0, (vT + \frac{v \Delta v}{2\sqrt{ab}}) \right]$
6.	Модель Танака	$\rho(v) = 1/d(v),$ $d(v)[m] = 5,7[m] + 0,504[c] * v[m/c] + 0,0285[c^2/m] * v^2 [m^2 c^2];$ $d(v)[m] = 5,7[m] + 0,504[c] * v[m/c] + 0,1650[c^2/m] * v^2 [m^2 c^2]$ с ₁ величина, принятая в расчетах с учетом дифференциации значений времени реакции водителей.

Каждая из рассмотренных моделей имеет свои достоинства и недостатки. Модель Уизема учитывает влияние дальновидности водителя на его реакции, но не учитывает изменения в условиях движения и не является достаточно гибкой для учета различных типов дорожных условий. Микроскопическая модель Ньюэлла позволяет более точно моделировать движение транспортных потоков, но требует большого количества данных и не учитывает некоторые факторы, такие как наличие перекрестков и светофоров.

Модель Д. Газис, Р. Херман, Р. Потс является более простой в использовании, но не учитывает динамических изменений скорости и расстояний между автомобилями. Психофизиологическая модель восприятия Видемана учитывает физиологические аспекты восприятия водителем дорожной обстановки, но не учитывает изменения условий движения и не учитывает психологические аспекты, такие как стресс и усталость водителя.

Модель Танака учитывает различные факторы, такие как изменения скорости, дистанции и дорожные условия, и позволяет более точно прогнозировать транспортные потоки. Однако, она требует большого количества данных и может быть сложной в использовании [5].

Исходя из описанного ранее, нельзя сказать, что какая-либо модель является лучшей, поскольку каждая из них имеет свои преимущества и ограничения. Выбор модели зависит от конкретной ситуации и целей, которые нужно достичь.

Для предотвращения регулярных заторов есть необходимость пересесть с личного автомобиля на общественный транспорт. Белгородская агломерация считается крупнейшей агломерацией в Белгородской области, и большая часть населения приезжает в город на личном автомобиле [2].

Исходя из этого, разумней будет рассмотреть реализацию перехватывающих парковок, представляющих собой стоянку, располагающуюся вблизи автотранспортных путей следования населения из места проживания в места осуществления трудовой деятельности (как правило, такие места находятся в центре города). Другими словами, позволяет оставлять транспортное средство на окраине города и пересаживаться на общественный транспорт. Это поможет разгрузить улично-дорожную сеть, улучшит движение общественного транспорта четко по расписанию, и не будет заторов особенно в часы пик, а также уменьшит выбросы вредных веществ в окружающую среду.

Также стоит рассмотреть вариант с выделенными полосами для общественного транспорта, тем самым в 2 раза увеличится скорость общественного транспорта. Благодаря данному способу повысится безопасность пешеходного движения и на 43% сократится время пассажира в пути [2,4].

Таким образом, для снижения заторовых явлений, а именно, улучшения функционирования общественного транспорта, в Белгородской агломерации закупили 100 новых пассажирских автобусов с кондиционерами. Все автобусы работают на природном газе, тем самым улучшается экология в городе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шутов А.И., Воля П.А., Кущенко С.В., Гай Л.Е. Заторовые явления. Возможности предупреждения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2013. № 3. – С. 166–168.
2. Новиков И.А., Воля П.А., Гай Л.Е. Анализ статистических данных как путь решения проблемы в обеспечении безопасности дорожного движения // Сб. III международной научно-практической конф. Харьков, 2013 - с.21-25.
3. Кущенко, Л.Е. Статистический анализ вероятности возникновения дорожно-транспортных происшествий на основе данных интеллектуальных транспортных систем Белгородской агломерации / Л.Е. Кущенко, Е.А. Новописный, А.Н. Новиков, А.С. Камбур // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 2 (85). – С. 222-232

4. Кущенко, Л.Е. Анализ существующих методов оценки вероятности возникновения ДТП на участках УДС города / Л.Е. Кущенко, С.В. Кущенко, А.Н. Новиков, И.А. Новиков // Вестник гражданских инженеров. 2021. № 2 (85). – С. 222-232

5. Мартынова Е.С., Оценка уровней обслуживания движения транспортных потоков на основе нечетких экспертных систем / Гусев С.А., // Диссертация. 2018 – с.28-29

УДК 621.926.47

Лопухов Н.Р.

Научный руководитель: Бережной О.Л., ст. преп.

**Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

РАБОЧИЙ ОРГАН ДЛЯ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ МАСС ПОВЫШЕННОЙ ПЛОТНОСТИ

При приготовлении композиционных материалов зачастую необходимо перемешивать компоненты с сильно различающимися физико-механическими свойствами. Как правило, в качестве связующего используют расплавы какого-либо полимера. При этом температура воспламенения армирующего или поверхностно активирующего компонентов может быть много меньше температуры плавления связующего. В таких случаях для перемешивания используют высокотемпературные вакуум – смесители.

В процессе получения композиционных материалов часто приходится решать целый ряд технических задач, связанных с перемешиванием компонентов обладающих повышенной плотностью. Необходимо получить максимально однородные смеси при высокой производительности машины и низких энергозатратах при обеспечении долговечности оборудования, обусловленной высокой механической прочностью основных элементов. При этом зачастую приходится получать смеси с очень высокой плотностью (свыше 1600 кг/м³). В таких условиях резко возрастает нагрузка на рабочий орган и стенки корпуса смесителя. Как правило, в таких случаях используются литые шнеки и усиленные корпуса, но даже эти меры не гарантируют достаточных прочности и жесткости конструкции [1, 2, 3, 4, 5].

Предлагается оригинальная конструкция смещающего устройства, выполненного в форме усеченной пирамиды с повернутыми относительно друг друга основаниями A_0 , B_0 , C_0 , D_0 и B'^b , C'^c , D'^d , A'^a вокруг центральной оси OO (рис.1).

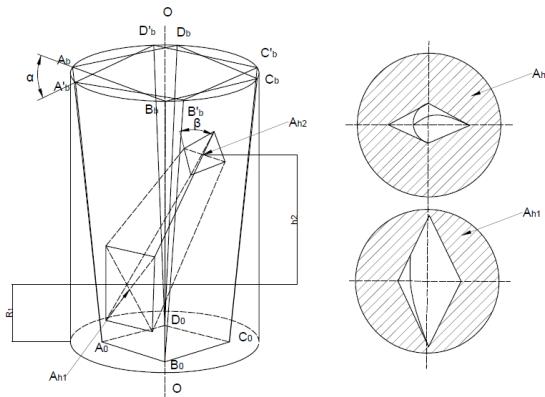


Рис. 1 Смешивающего устройства повышенной прочности

Во внутреннем объеме пирамиды выполнен закручивающийся вокруг собственной спиралеобразной центральной оси прямоугольный канал с переменной площадью сечения. Подаваемые в нижнюю часть цилиндрического корпуса компоненты смеси захватываются углами граней пирамиды, подобно перу шнека с чрезвычайно малым углом подъема винта и параллельно, с подпрессовыванием в сужающемся пристенном канале сложной формы, подаются в верхнюю часть корпуса, а далее устремляются во внутренний канал, где релаксируют и готовятся к следующему циклу перемешивания. При этом в каждом горизонтальном сечении площади зазора между внешними стенками и поперечного сечения канала равны. Сжимаемость смеси оказывает решающее значение на качество работы оборудования.

Следует отметить, что монолит такой сложной формы весьма сложен в изготовлении и на сегодняшний день единственным способом получения подобных изделий является печать на 3D принтерах с использованием оригинальных технологий объемного моделирования.

Автоматизированное проектирование в настоящее время становится неотъемлемой частью процесса создания все большего числа окружающих нас технических объектов. Постоянное совершенствование CAD систем способствует дальнейшему прогрессу в сфере проектирования и разработки. Принципиально новое оборудование теперь может быть создано значительно быстрее, чем когда-либо ранее.

Ниже представлен один из подходов к разработке подобных моделей. В программном обеспечении Autodesk Inventor была создана 3D модель смешивающего устройства (рис. 2) [6-7].

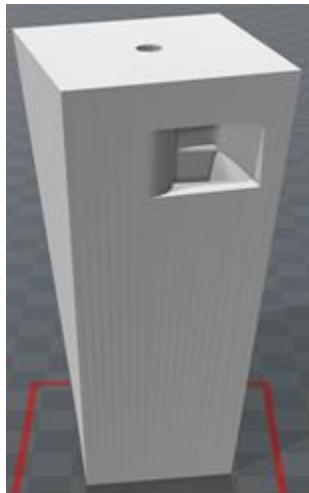


Рис. 2 Объемная модель смещающего устройства

Благодаря этому программному обеспечению можно визуально представить модель и провести все необходимые прочностные и параметрические расчеты.

Процесс моделирования начинается с создания трехмерной модели верхнего и нижнего основания пирамиды. После создания эскизов оснований выполняется выдавливание для создания объемной модели. Следующим этапом трехмерного проектирования является создание спирального канала. Когда готовы обе детали выполняется их соединение в единую сборку. Конечная модель Смещающего устройства представлена на рис. 2.

Такой месильный орган может быть использован для перемешивания любых строительных, пищевых и прочих материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Носов, О. А., Бережной О. Л., Варданян Г. Р., Ткаченко Е. С. Комплексная программа экологической безопасности / Энерго – и ресурсосберегающие экологически чистые химико – технологические процессы защиты окружающей среды Ч. III: сб. докл. Междунар. науч.-технич. конф. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – С 197-201.
2. Носов, О. А., Бережной О. Л., Варданян Г. Р. Композиционные строительные материалы на основе вторичного полиэтилена / Энерго – и ресурсосберегающие экологически чистые химико – технологические

процессы защиты окружающей среды Ч. III: сб. докл. Междунар. науч.-технич. конф. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – С 201 - 205.

3. Романович А.А., Ильина Т.Н., Солопов Н.В., Варданян Г.Р. Технологический комплекс для утилизации техногенных волокнистых материалов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2005. №11. - С. 203-205.

4. Севостьянов В. С., Носов, О. А., Бережной О. Л., Варданян Г. Р. Программа «Белый город - экогород» / Экология: образование, наука, промышленность и здоровье: сб. докл. V Междунар. науч.-практ. конф. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. – С 156-161.

5. Севостьянов В. С., Носов, О. А., Варданян Г. Р., Бережной О. Л., Техника и технология измельчения вторичного полимерного сырья / Энерго – и ресурсосберегающие экологически чистые химико – технологические процессы защиты окружающей среды Ч. III: сб. докл. Междунар. науч.-технич. конф. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – С 247 - 250.

6. Лысенко, Ю.В. САПР РЭС. Часть 2: СИСТЕМЫ MCAD: учебное пособие по лабораторным работам / Ю.В. Лысенко, П.В. Суворов, Д.М. Шарапова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 57 с.

7. Петракова Е.А., Власов А.С., Федоров Д.Ю. Параметрическое моделирование твердотельных конструкций в Autodesk Inventor // Справочник. Инженерный журнал с приложением. 2017. № 2. С.35-42.

УДК 504

Лопухов Н.Р.

Научный руководитель: Бережной О.Л., ст. преп.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПОЛУЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ПЕРЕРАБОТАННЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

На сегодняшний день объемы различной продукции возрастают и в связи с этим увеличивается количество бытовых отходов. Одним из самых востребованных полимеров является полиэтилен (до 38% потребления). Этот полимер применяется во многих отраслях: в строительной – 25%, автомобилестроении – 10%, электротехники – 8%. Данный материал за короткое время использования захороняется на полигонах, что негативно влияет на окружающую среду [1-2].

В настоящее время применение строительных материалов на основе полиэтилена ограничено. Сыре для строительных материалов (гранулы

ПЭТ, кремнезем или армирующие волокнистые и поверхностно-активирующие полидисперсные материалы) достаточно дорогое, а способ получения трудоемкий и энергозатратный. Данные материалы широко используются при транспортном строительстве сооружений (элементов различных ограждений, железнодорожных шпал и т.д.) [3].

Для приготовления композиционных смесей в качестве связующего использовали вторичный полиэтилен (измельчённая использованная полиэтиленовая тара), в качестве армирующей добавки – измельчённые уплотнённые и высушенные пищевые отходы, а в качестве поверхностно-активирующего компонента – переработанные целлюлозно-бумажные отходы (рис.1).



Рис. 1 Вторичное сырье из бытовых отходов: а).- измельченный вторичный полиэтилен; б).- обработанные пищевые отходы; в).- измельченные и гранулированные целлюлозно-бумажные отходы.

Композиционная смесь всех компонентов гомогенизируется, нагреваясь до температуры, превышающей температуру плавления вторичного полиэтилена, и формуется методом свободного литья на воздушную прослойку [4, 5]. Данный метод формования позволяет исключить контакт обладающего высокими адгезионными свойствами полуфабриката с рабочими поверхностями технологического оборудования, а, следовательно, не применять меры борьбы с налипанием, что снижает затраты на производство и приводит к улучшению поверхностных свойств готовых изделий (рис.2).

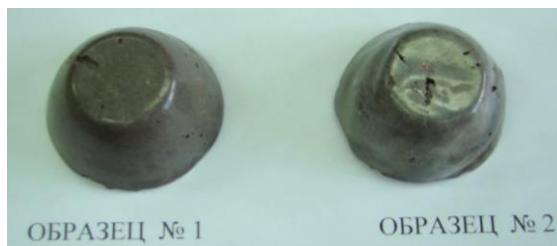


Рис. 2 Образцы композиционных материалов из переработанных бытовых отходов

Выполнив анализ патентозащищённых конструкций для реализации бесконтактного способа отливки, формования композиционного материала была предложена новая конструкция формовочной машины [6,7].

Пневмоячейка изображенная на рис. 3 представляет собой пневматическую камеру, образованную стенками корпуса и рабочей поверхностью, состоящей из двух пористых или перфорированных пластин, одна из которых жестко закреплена в корпусе, а вторая - подвижна в вертикальной плоскости, между ними засыпаны сферические зерна из упругого материала. Давление в камере поддерживается с помощью перепускного клапана, настроенного на давление при максимальном расходе воздуха в питающем в питающем тракте.

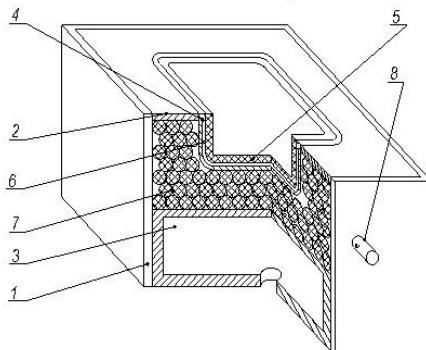


Рис. 3 Пневмоячейка для бесконтактного формования композиционного материала: 1 – корпус; 2 – пластина из сплошного материала; 3 – пневмокамера; 4 – перфорированная перегородка; 5 – пористая ячейка; 6 – зазор; 7 – зерна из упругого материала; 8 – перепускной клапан

Принцип действия агрегата основан на регулировании расхода воздуха при изменении количества пор зернистого слоя за счет перемещения одной из пластин.

Пневмоячейка работает следующим образом. Сжатый воздух, поступает в камеру и проходя через рабочую поверхность, образует прослойку, на которой нужно удержать композиционный материал.

Расход воздуха и интенсивность теплообмена регулируется путём сжатия пластин. Воздух одновременно охлаждает материал до застывания, после чего изделия выгружаются и переходят на другой этап технологического процесса.

Технологическое решение позволит эффективно перерабатывать полимерные отходы. Результатом представленной технологии является производство изделий из композиционных смесей с различными физико-механическими характеристиками и физико-химическими свойствами,

используемые при строительстве дорожных ограждений, парапетов, для гражданского и промышленного строительства, дизайна.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пантиюхов П. В. Композиционные материалы на основе полиэтилена и лигноцеллюлозных наполнителей. Структура и свойства /Монахова Т. В., Попов А. А., Русанова С. Н. // Вестник Казанского технологического университета. 2012. №13. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompozitsionnye-materialy-na-osnove-polietilena-i-lignotsellyuloznyh-napolniteley-struktura-i-svoystva> (дата обращения: 13.05.2022).
2. Технологические комплексы и оборудование для переработки и утилизации техногенных материалов: учебное пособие: в 2 ч./ В.С. Севостьянов, В.И. Уральский, М.В. Севостьянов, О.А. Носов. – Белгород: Изд-во БГТУ, Ч.1., 2015. – 215 с.
3. Ершова О. В. Современные композиционные материалы на основе полимерной матрицы / С. К. Ивановский, Л. В. Чупрова, А. Н. Бахаева // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 4-1. – С. 14-18. – EDN TNZJZD.
4. Константинеску В.Н. Газовая смазка [Текст] / В. Н. Константинеску. - М.: Машиностроение, 1968. - 720 с.
5. Носов О. А. Автоматизированный технологический комплекс для мелкосерийного производства элементов транспортных сооружений из органоминерального полимербетона / О. А. Носов О. Л. Бережной, А. В. Проскурин, Ю. В. Гиммельфарб // Инновационные материалы, технологии и оборудование для строительства современных транспортных сооружений: сб. докладов Междунар. науч. - практ. конф. – Белгород: Изд – во БГТУ, 2013. – Т. II. - С. 154-160.
6. Патент №2248274 Россия, В 28 В 15/00 Устройство для мелкосерийного производства строительного декора/ В. В. Шитов, Д. С. Щербаков, Д. В. Чаплин, О. А. Носов. (Россия) – Заяв. 11.11.2003.; Опубл. 20.03.2005., Бюл. №8.
7. Патент №2268221 Россия, B65G 51/00 /Устройство для удержания и транспортирования легкодеформируемых тел на несущей газовой прослойке/ Чертов Е.Д., Щербаков Д.С., Носов О.А., Климова С.О. (Россия) – Заяв. 26.07.2004.; Опубл. 20.01.2006., Бюл. №02.

Лукьянов А.С., Колесников А.А., Цыбульников А.С.
Научный руководитель: Четвериков Б.С., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ КОВША ЭКСКАВАТОРА С НЕОПРЕДЕЛЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

В эпоху глобализации и жесткой конкуренции все чаще используется техника для землеройных работ, при этом, особое внимание уделяется ее проектированию. Сегодня экскаваторы широко используются в строительстве, горнодобывающей промышленности, земляных работах и лесном хозяйстве. Рабочее оборудование экскаватора состоит из стрелы, рукояти, ковша и гидроцилиндров. Под действием своего механизма экскаватор копает, поднимает, поворачивает и сбрасывает материал.

Ковш экскаватора применяется для рытья траншей, при прокладке труб и различных подземных коммуникаций, рытья подвалов или водоемов, и для других земляных работ. Из-за тяжелых условий работы детали экскаватора подвержены коррозионному воздействию и высоким нагрузкам. Операциякопания ковшом экскаватора представляет собой сложный процесс взаимодействия грунта и ковша, при котором нагрузки, действующие на ковш, неопределенны, а напряжения в материале ковша непостоянны из-за постоянно меняющейся внешней среды.

Основная цель данного исследования состоит в том, чтобы найти подход к учету неопределенностей в нагрузках в процессе земляных работ и в дальнейшем использовать его для управления проектом оптимизации конструкции. Было создано множество моделей взаимодействия грунта и ковша. Все эти модели предоставляют соответствующие функции сосредоточенных параметров для расчета силы сопротивления. К сожалению, трудно реалистично смоделировать взаимодействие грунта и ковша из-за сложности геометрической формы ковша и неопределенности механизма взаимодействия. Неопределенности в параметрах грунта, включенных в модели, все же не могут быть устраниены, даже если для оценки сил сопротивления использовать известные существующие модели. Среди всех предыдущих работ прогнозирование силы сопротивления может идентифицировать и модифицировать модель, но это очень трудоемко и не подходит для оптимизации структуры. Существующая среда

моделирования копания может использоваться только для создания детерминированных профилей нагрузки, анализа и проектирования конструкции. До сих пор не сообщалось о соответствующих исследованиях, объединяющих модель неопределенной силы сопротивления в структуру оптимизации конструкции ковша.

На процесс копания влияет множество переменных факторов, поэтому используются некоторые внешние устройства обнаружения (преобразователи, радар-детекторы и камеры), однако на этапе проектирования вся эта неопределенная информация не может быть получена.

Теоретические силы копания определяются как силы, возникающие на кромке ковша при независимой работе цилиндров ковша или рукояти, как показано на рис. 1. Пластины и режущие пластины можно анализировать и моделировать по отдельности, а затем добавлять к результатирующей силе сопротивления путем решения уравнений предельного равновесия трехмерного клина разрушения грунта. Модель сопротивления, учитывающая влияние формы ковша, может быть использована для определения расчетных нагрузок в процессе проектирования конструкции ковша.

Традиционное усилие копания ковшом и усилие копания рукояти рассчитываются с учетом предела гидравлического давления и пределов устойчивости экскаватора, включая пределы опрокидывания и проскальзывания.

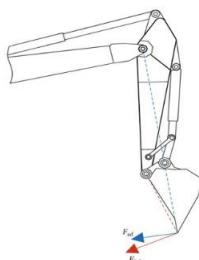


Рис. 1 Теоретические силы копания

Процесс оптимизации ковша включает в себя автоматизацию проектирования, интеграцию нескольких промышленных программных продуктов и обмен данными различных программных продуктов; таким образом, APDL используется для параметрического моделирования геометрии ковша. Поток команд APDL обладает хорошей переносимостью и преимуществами повторного анализа структуры, поэтому он подходит для оптимизации конструкции сложной структуры сегмента. Модель сплошного ковша, полученная с помощью APDL представлена на рис. 2.

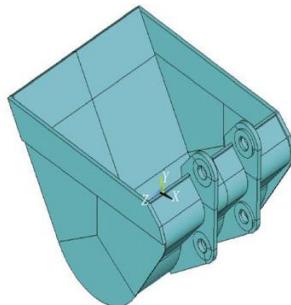


Рис. 2 Цифровая модель ковша

Чтобы исследовать взаимосвязь напряжения конструкции и нагрузок на основе параметрической модели ковша, проводится анализ методом конечных элементов для ряда детерминированных групп нагрузок, как показано на рис. 3. Предполагается, что все составляющие силы, действующие на ковш, распределены равномерно по соответствующим поверхностям контакта между грунтом и ковшом. То есть все силы приложены к соответствующим действующим поверхностям в виде давлений [6].

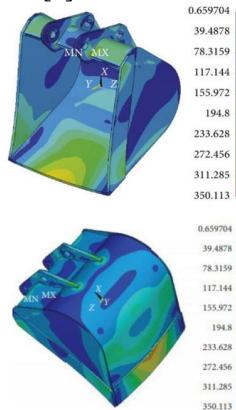


Рис. 3 Результаты конечно-элементного анализа на основе приложенной нагрузки

Получается, что чем больше сопротивление со стороны грунта, тем больше максимальное напряжение конструкции. Можно также резюмировать, что сила сопротивления является основным компонентом, влияющим на величину максимального напряжения конструкции. Максимальное напряжение конструкции ковша

превышает предел текучести по результатам анализа; таким образом, на ковше произойдет пластическая деформация. Улучшенная конструкция ковша может повысить прочность конструкции.

Установленная геометрическая модель с использованием APDL обеспечивает прочную основу для оптимизации конструкции ковша экскаватора. Кроме того, подтверждено, что максимальное напряжение конструкции и нагрузки, действующие на ковш, являются положительной коррекцией. Это дополнительно подтверждает рациональность использования верхних пределов μ_+ Зо нагрузок, действующих на ковш при максимальной глубинекопания и углекопания, как расчетные нагрузки.

FEA и оптимизация — это универсальный инструмент для проектирования навесного оборудования обратной лопаты для легких экскаваторов и экскаваторов HSD. Для проведения моделирования и конечно-элементного анализа экскаватора исследователями используется различное программное обеспечение, такое как ANSYS, MATLAB, ADPL и т. д., в зависимости от их простоты, удобства для пользователя и точности результатов.

В этой статье представлена основа для достижения высокопрочной и легкой оптимизации конструкции ковша при неопределенной нагрузке. Поскольку новый метод учитывает неопределенности, присущие модели взаимодействия грунта и ковша, и использует метод 3-сигма для количественной оценки этих неопределенностей, он может гарантировать, что оптимизированный ковш будет иметь хорошие рабочие характеристики, даже если рабочая среда изменчива и неопределенна.

Результаты приведенного примера также показывают, что оптимизированный ковш имеет более высокую прочность и меньший вес при неопределенной нагрузке.

В дальнейшей работе предложенный фреймворк будет использован для разработки нового ковша. Кроме того, будет разработана структура, которая может быть использована для неопределенной оптимизации конструкции рабочего органа, включая стрелу, рукоять и ковш.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Романович, А.А. Исследование влияния скорости вращения валков на выходные показатели процесса измельчения и разработка рекомендаций по повышению износостойкости их рабочих поверхностей // Вестник Белгородского государственного

технологического университета им. В.Г. Шухова. — 2011. — № 4. — С. 71-73.

2. Романович, А.А. Повышение долговечности рабочих органов прессвалковых измельчителей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. — 2015. — № 4. — С. 83-87.

3. Лайдр, Д. Конечно-элементный анализ для всех. Часть 2 / Д. Лайдр // САПР и графика. — 2011. — № 1. — С. 9-11.

4. Еремеев, И. В. Прочностные расчеты несущей конструкции ковша экскаватора / И. В. Еремеев, И. И. Веденникова // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XXI Бенардосовские чтения) : Материалы международной научно-технической конференции, посвященной 140-летию изобретения электросварки Н.Н. Бенардосом, Иваново, 02–04 июня 2021 года. Том III. — Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2021. — С. 266-269.

5. Абдурахманов, Р. Д. Методика расчета рациональных параметров и режимов работы ковшей экскаваторов с активными зубьями / Р. Д. Абдурахманов, Ю. И. Чеботарев // Авиамашиностроение и транспорт Сибири : сборник статей XII Международной научно-технической конференции, Иркутск, 27 мая – 01 2019 года. — Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2019. — С. 390-394.

6. Касьянов, П. А. Расчет сопротивления внедрению ковша экскаватора / П. А. Касьянов, А. В. Маковеев // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. — 2008. — № 8. — С. 118-120.

УДК 629.464.2

Лукьянин А.С., Крутиков А.Н., Цыбульников А.С.

Научный руководитель: Четвериков Б.С., канд. техн. наук, доц.

**Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО ПАЛЬЦА СНЕГОУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ

Снегоуборочные машины — это транспортные средства, предназначенные для расчистки дорог в случаях сильного снегопада, препятствующего передвижению. На самосвалы устанавливается снегоуборочное оборудование в качестве переднего и бокового отвалов. На самосвал с подходящей грузоподъемностью, можно установить

пескоразбрасыватели и передний отвал. Боковые отвалы также могут быть установлены на грузовых автомобилях большой грузоподъемности [1]. Валы, несущие вращающиеся элементы, такие как зубчатые колеса, шкивы, муфты, обеспечивают непрерывную передачу крутящего момента. Вал вращает прикрепленные к нему элементы. Кроме того, зубчатое зацепление передает крутящий момент, получаемый от шестерни или шкива, на другие элементы [2]. Валы приводятся в действие крутящим моментом при передаче мощности с необходимой частотой вращения. В результате, в валу возникает напряжение кручения. Кроме того, силовые элементы передачи на валах прилагают усилие к валам. Под действием этих сил валы также вынуждены изгибаться. Поскольку нормальные напряжения возникают одновременно в любом сечении передающего вала из-за напряжения кручения и изгиба, эквивалентное напряжение учитывается при определении размеров вала [3]. Конструкция вала – это точное определение диаметра вала для обеспечения достаточной прочности и жесткости при различных условиях эксплуатации и нагрузки [4]. Условие изгиба применимо к осям. Они не передают крутящий момент, и воспринимают нагрузки, соизмеримые с нагрузками, воспринимаемыми балкой. Если ось вращается или на нее действует вибрационная нагрузка, то их необходимо рассчитывать по длительной прочности, как и у валов. По этой причине используемые напряжения безопасности также должны соответствовать с напряжениями, принятыми в соответствии с непрерывной прочностью [5]. Благодаря элементам силовой передачи на валах, на них действуют поперечная сила, изгибающий момент, крутящий момент и осевые нагрузки. Диаметр вала рассчитывается с учетом физических свойств материала вала, положения опорных элементов и элементов передачи мощности на валу. В свете этой информации конструктор может определить диаметры, необходимые для различных участков вала. Снегоуборочное оборудование находится в подвешенном состоянии в воздухе с помощью поршней, когда транспортное средство не движется. Система безопасности используется для предотвращения повреждения поршней подвешенным в воздухе снегоуборочным оборудованием. В этом исследовании поврежденный предохранительный палец был переработана и улучшена авторами. Сравнивались значения обеих пальцев.

Максимальное содержание углерода в сталях Ст 37 составляет около 0,20. Это самая мягкая из горячекатанных сталей. Качественные стали Ст 37 известны своими характеристиками, такими как простота обработки, сварка и резка без проблем. Это один из наиболее

предпочтительных типов стальных строительных конструкций. Стали класса качества Ст 37 (С235) занимают первое место среди товарных марок конструкционных профилей и листов из металлоконструкций. Трехмерный редизайн пальца был выполнен путем реинжиниринга с помощью программы проектирования Solidworks.

После использования снегоуборочного оборудования в течение определенного периода времени наблюдался изгиб предохранительного пальца, как показано на рис. 1. После этого этапа использование пальца не считалось целесообразным.



Рис. 1 Состояние изгиба предохранительного пальца после использования

Как показано на рис. 2, палец был закреплен в процессе анализа. В то время как нагрузки применяются к системе в качестве входных данных, опоры используются для фиксации системы. В трехмерной системе каждый элемент имеет 6 степеней свободы, 3 вращательных и 3 поступательных. Опоры реализуются путем ограничения этих степеней свободы, принадлежащих элементу. Границные условия следует выбирать тщательно. Незначительные ошибки в граничных условиях могут кардинально изменить результат. Две пересекающиеся поверхности пальца и две другие модели, используемые в снегоуборочном оборудовании, использовались как фиксированные на этапе анализа. Все расчеты на изгиб проводились с помощью пакета SolidWorks.



Рис. 2 Поверхности, зафиксированные в расчетах на изгиб

Как видно на рис. 3, на снегоуборочном оборудовании нагрузка действовала в середине предохранительного пальца. Направление силы,

на которую действует нагрузка, было односторонним и действовало на одну поверхность. Сила имела значение примерно 25 кН.

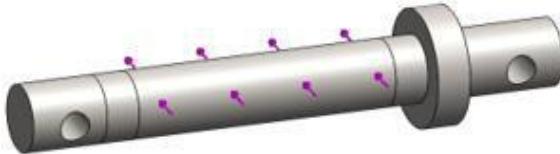


Рис. 3 Силы, приложенные при расчете на изгиб

На палец были созданы тетраэдальные сетки хорошего качества с размером элемента 1 мм. Благодаря тому, что палец не имел довольно сложной геометрии, а используемый компьютер был мощным, время создания сетки составило 53 секунды.

Когда диаметр пальца, был выбран равным 20 мм, значения напряжения фон Мизеса превысили предел текучести материала в анализе. В модели, произошли изменения цвета с синего на красный. Значения растяжения увеличились в сторону красного цвета. Максимальное значение напряжения составило 319,64 МПа. В геометрии были выбраны два разных места опоры (крепления). Нагрузка прикладывалась между двумя опорами. Максимальное значение напряжения возникало в местах, где находились точки опоры. Значения напряжений, образующихся в опорных зонах, превышали предел текучести материала. Максимальное значение напряжения на контактной поверхности силы возросло до 133 МПа. Напряжения на этих поверхностях не превышали предела текучести материала. Минимальные напряжения (близкие к нулю) возникали на поверхностях, где сила не прикладывалась, и вне опорных площадок.

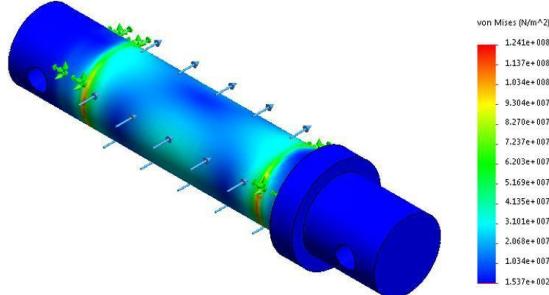


Рис. 4 Диаметр пальца 30 мм - значение напряжения по Мизесу

В анализе, проведенном при диаметре пальца, показанном на рис. 4, равном 30 мм, значения напряжения фон Мизеса не превышали

предела текучести материала. Максимальное значение прогиба, показанное на графике, составило 0,01 мм. Значения прогиба в опорных точках увеличились до 0,04 мм. Максимальное значение прогиба было получено при увеличении значения прогиба до 0,01 мм на поверхности контакта силы. Величина прогиба на поверхностях, где сила не соприкасалась, и на всех поверхностях геометрии в целом была практически равна нулю.

В этом исследовании с помощью программы моделирования Solidworks был проведен анализ методом конечных элементов предохранительного пальца, используемого в снегоочистительном оборудовании, и были изучены значения напряжения и изгиба. На этапе анализа внимание было обращено на граничные условия, значения сетки и свойства материала. Анализ проводился с использованием пальца диаметром 20 мм. Безопасный предел текучести материала Ст37 составил 235 МПа. Максимальное значение напряжения в пальце превысило безопасное значение текучести в материале Ст37. Система оказалась небезопасной в 1,36 раза. Поскольку значение текучести и значение прогиба увеличились после анализа, было счтено нецелесообразным повторное использование штифта после этой стадии.

Диаметр пальца был увеличен с 20 мм до 30 мм и повторно проанализирован. Максимальное значение напряжения составило 124 МПа. Поскольку материал не превышал безопасного предела текучести, система была в 1,89 раза безопаснее. В результате диаметр пальца увеличился до 30 мм, и он стал более прочным. Величина прогиба также улучшилась, достигнув нуля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Романович, А.А. Исследование влияния скорости вращения валков на выходные показатели процесса измельчения и разработка рекомендаций по повышению износостойкости их рабочих поверхностей // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. — 2011. — № 4. — С. 71-73.
2. Романович, А.А. Повышение долговечности рабочих органов прессвалковых измельчителей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. — 2015. — № 4. — С. 83-87.
3. Маврин, И. Ю. Перспективы механизации уборки дворовых территорий / И. Ю. Маврин, Е. К. Чабуткин // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. — 2015. — № 1. — С. 9.

4. Муратова, В. А. Мобильный пневмотранспортер для уборки снега и мусора с крыш и придомовых территорий / В. А. Муратова, В. В. Фунтяева, О. М. Зверев // Construction and Geotechnics. – 2021. – № 2. – С. 42-50.
5. Лайрд, Д. Конечно-элементный анализ для всех. Часть 2 / Д. Лайрд // САПР и графика. – 2011. – № 1. – С. 9-11.

УДК 666.94

Лысенко А.С., Гребенников М.В., Рыжкин П.П.

Научный руководитель: Боровской А.Е., доц.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПАССАЖИРОПОТОК

Пассажиропоток - это количество пассажиров, которые используют транспортное средство (автомобиль, автобус, поезд, самолет и т.д.) за определенный период времени (час, день, неделю, месяц, год и т.д.). Пассажиропоток может быть измерен в разных единицах, таких как количество пассажиров, количество перевезенных пассажиро-километров, количество поездок и т.д.

Пассажиропоток является важным показателем для транспортных компаний и государственных организаций, занимающихся планированием и управлением транспортной инфраструктурой, так как он позволяет оценить эффективность использования транспортных средств и определить потребности пассажиров в транспортном обслуживании.

Примеры использования:

1. Определение популярности маршрутов: Измерение пассажиропотока позволяет оценить популярность различных маршрутов и линий транспорта. Эта информация может быть использована для принятия решений о расширении или сокращении маршрутов, добавлении или убиании остановок и т.д.

2. Планирование транспортных маршрутов: Измерение пассажиропотока позволяет определить потребности пассажиров в транспортном обслуживании и, соответственно, спланировать оптимальные маршруты и графики движения транспортных средств.

3. Управление транспортной инфраструктурой: Измерение пассажиропотока помогает определить загруженность транспортных средств и остановок, что позволяет лучше управлять транспортной

инфраструктурой и улучшить общее качество транспортного обслуживания.

4. Оценка эффективности использования транспортных средств:

Пассажиропоток может быть использован для оценки эффективности использования транспортных средств. Эта информация может быть использована для определения необходимости добавления или убирания транспортных средств, для повышения эффективности использования транспорта и снижения затрат на его обслуживание.

Таким образом пассажиропоток является важным показателем для оптимизации транспортной системы города и улучшения обслуживания пассажиров.

Методы подсчета пассажиропотока:

1. Счетчики пассажиров: Счетчики пассажиров устанавливаются внутри транспортных средств и на остановках. Они позволяют точно определить количество пассажиров, перевозимых на каждом маршруте и на каждой остановке.

2. Анкетирование пассажиров: Анкетирование пассажиров может использоваться для определения пассажиропотока, особенно на небольших маршрутах, где установка счетчиков пассажиров может быть нецелесообразной.

3. Анализ данных продаж билетов: Анализ данных продаж билетов может использоваться для определения пассажиропотока на каждом маршруте, на каждой остановке и в разное время суток.

4. Моделирование пассажиропотока: Моделирование пассажиропотока может быть использовано для прогнозирования количества пассажиров, которые будут использовать транспортную систему в разное время суток и в различные дни недели.

Полученные данные о пассажиропотоке обычно вносятся в базу данных транспортной компании или городской власти, которая занимается управлением транспортной системой. Эти данные могут использоваться для принятия решений о регулировании транспортного потока, изменении маршрутов и графиков движения транспорта, улучшении качества обслуживания пассажиров, оптимизации использования транспортных ресурсов и т.д.

В некоторых случаях, данные о пассажиропотоке могут быть опубликованы в открытом доступе, чтобы заинтересованные стороны могли использовать их для своих нужд. Например, это может быть полезно для разработчиков приложений для мониторинга транспортной системы, исследователей, занимающихся транспортной тематикой, и т.д.

Один из вариантов представление пассажиропотока в наглядном виде делается в программном обеспечении QGIS.

QGIS (Quantum GIS) - это бесплатная и открытая географическая информационная система (ГИС), которая позволяет просматривать, редактировать и анализировать геопространственные данные на основе различных источников. Она является кроссплатформенной программой, которая работает на операционных системах Windows, Linux и Mac OS X.

ПО предоставляет множество инструментов и функций для работы с геоданными, включая возможность создания, редактирования и анализа векторных и растровых данных, работы с базами данных пространственных данных, создания и редактирования карт и макетов, создания и выполнения пространственных запросов и анализа данных, включая пространственный анализ.

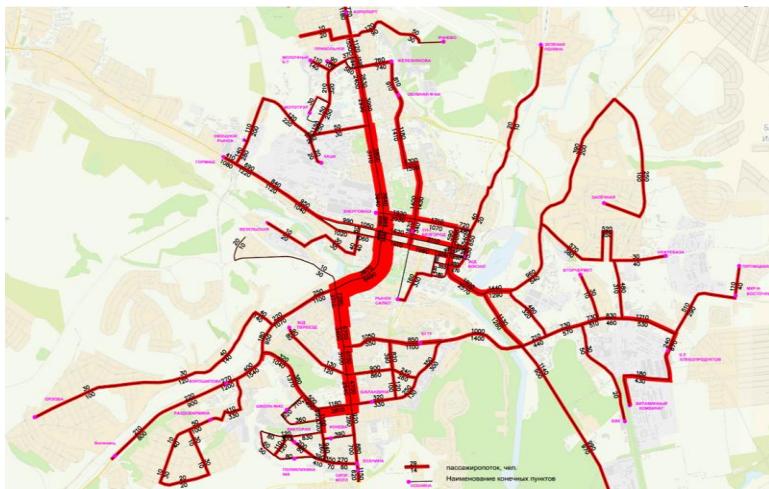


Рис. 1 Пассажиропоток в г. Белгород

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Железнодорожный транспорт: техника, экономика, организация. – 2021. – № 10. – С. 28-34.
2. Айрапетян О.В., Шенкер Ю.М. Моделирование пассажиропотока в метрополитенах на основе анализа его структуры // Вестник метрополитена. - 2015. - № 3. - С. 66-72.

3. Быков В.В., Петров В.С., Потрепалов А.А. Анализ пассажиропотока и оптимизация эксплуатации автобусных маршрутов // Автомобильный транспорт. - 2021. - № 11. - С. 20-25.
4. Ванюшкин С.А., Беленький А.А. Моделирование пассажиропотока в зонах прилегающих к станциям метрополитена // Транспортное строительство. - 2022. - № 2. - С. 44-48.
5. Дорошенко М.Г., Черниговский Л.А. Оценка качества общественного транспорта по пассажиропотоку на примере маршрутов троллейбусов // Материалы XVIII Всероссийской научно-технической конференции «Надежность и качество технических систем и сервиса». - 2021. - С. 167-170.
6. Кулагина И.И., Костров Ю.В. Оценка пассажиропотока при разработке маршрутов общественного транспорта // Транспорт и транспортное обслуживание. - 2021. - № 1. - С. 63-68.
7. Морозов В.Н. Анализ пассажиропотока на транспортных узлах // Вестник транспорта и логистики. - 2022. - № 2. - С. 18-22.
8. Саркисян Ю.А. Моделирование пассажиропотока в автобусных парках // Техника и технологии. - 2021. - № 3. - С. 68-71.

УДК 666.94

Лысенко А.С., Гребенников М.В., Рыжкин П.П.

Научный руководитель: Боровской А.Е., доц.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПОСТРОЕНИЕ МАРШРУТОВ В QGIS

Маршруты общественного транспорта - это пути, которые следуют транспортные средства, такие как автобусы, трамваи, метро или поезда, чтобы доставить пассажиров от одной точки до другой. Они обычно разрабатываются городскими властями или частными компаниями, которые управляют общественным транспортом. Разработка маршрутов включает в себя выбор начальной и конечной точки, определение маршрута, определение расписания движения транспорта, а также выбор типа транспортного средства, которое будет использоваться на маршруте.

Маршруты общественного транспорта играют важную роль в общественной жизни, обеспечивая удобное и доступное транспортное обслуживание для жителей городов и гостей. Они также влияют на экономику и экологию городов, снижая транспортные заторы и улучшая качество воздуха.

При построении маршрутов общественного транспорта существуют некоторые общие правила, которые учитываются при разработке расписания и планировании маршрутов. Вот некоторые из них:

1. Эффективность и доступность: маршруты должны быть эффективными и доступными для большинства пользователей общественного транспорта, а также обеспечивать связи между населенными пунктами.

2. Регулярность: маршруты должны быть регулярными и предсказуемыми, чтобы пользователи могли планировать свои поездки и не опаздывать на транспорт.

3. Безопасность: маршруты должны быть безопасными для пассажиров и персонала общественного транспорта.

4. Скорость: маршруты должны обеспечивать достаточную скорость перемещения пассажиров до пункта назначения.

5. Удобство: маршруты должны обеспечивать удобство для пассажиров, включая комфорtabельность транспортных средств и удобное расположение остановок.

6. Экономическая эффективность: маршруты должны быть экономически эффективными и не приводить к излишним затратам на транспортировку пассажиров.

7. Учет местных условий: при планировании маршрутов необходимо учитывать местные условия, такие как географические особенности, наличие препятствий на дорогах, плотность населения и т.д.

8. Все эти правила помогают обеспечить оптимальный сервис общественного транспорта и удовлетворить потребности пользователей.

При разработке маршрутов общественного транспорта учитываются множество факторов, включая густоту населения, дорожную инфраструктуру, трафик, дистанцию, географические особенности, количество остановок и др. В зависимости от этих факторов, маршруты могут быть различными.

Имея такие вводные данные как скорость и длины на каждом участке графа дорог можно построить маршруты по самому короткому и самому быстрому пути.

Процесс работы выглядит следующим образом:

1. Устанавливаем модуль QNEAT3.
2. Добавляем в QGIS слой графа дорог с вводными данными.
3. Запускаем инструмент Shortest path (point to point).

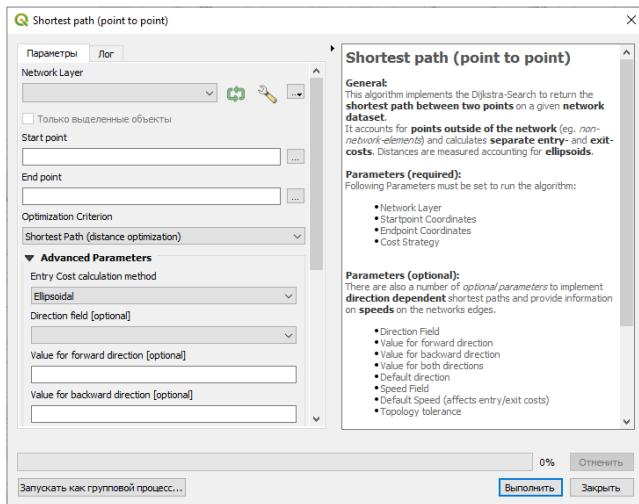


Рис. 1 Окно инструмента Shortest path

4. В окне выбираем точку отправления и точку назначения. Далее выбираем тип необходимого маршрута, по скорости или по длине. А также, если необходимо, указываем в какой колонке указана скорость.

5. Нажимаем «Выполнить».

После окончания рабочих процессов отдельным слоем будут добавлены маршруты для общественного транспорта в следующем виде:

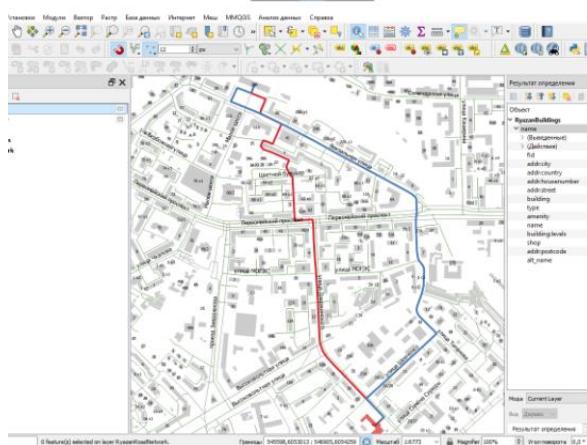


Рис. 2 Готовые маршруты общественного транспорта

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. "QGIS 3.0 Cookbook" by Marco Bernasocchi, Luigi Pirelli, and Alex Mandel (Packt Publishing, 2018)
2. "Geospatial Analysis with Python" by Chris Holden (Packt Publishing, 2020)
3. "QGIS Python Programming Cookbook" by Joel Lawhead (Packt Publishing, 2015)
4. "GIS for Public Transportation: A Practical Guide for Beginning and Advanced Professionals" by Drew Dara-Abrams, Steve Callas, and Tom Spies (Esri Press, 2019)
5. "Public Transportation Planning and Operations: Theory, Practice, and Applications" by Vukan R. Vuchic (John Wiley & Sons, 2017)
6. "GIS and Public Transport: A Comprehensive Guide for Transport Planners and GIS Practitioners" by Yupo Chan and Ansgar Bernardi (Esri Press, 2011)
7. "Public Transit Planning and Operation: Theory, Modeling and Practice" by Avishai Ceder (Elsevier, 2007)
8. "Transit GIS: Applying GIS to the Transportation Planning and Management Process" by Susan L. Handy and John L. Meehan (Redlands Institute, 2004)
9. "Transportation Planning Handbook" by ITE (Institute of Transportation Engineers, 2010)

УДК 666.97.031.33

Матвеев М.А., Антоненко Н.А.

Научный руководитель: Шкарпеткин Е.А., канд. техн. наук, доц.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

РАСЧЕТ МОЩНОСТИ СМЕСИТЕЛЯ С У-ОБРАЗНЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ

Смесительное оборудование является одним из самых распространенных видов техники, востребованных практически во всех отраслях промышленности, от которого во многом зависит качество производимого продукта.

Смесители применяют для производства смесей из порошков, приготовления вязко-текущих растворов, растворения сухих реагентов в жидких растворителях и реализации аналогичных технологических

задач с использованием разнородных по физико-химическим свойствам и агрегатному состоянию компонентов, например, при выпуске строительных смесей, противогололедных материалов и др. [1-3].

Процесс получения таких смесей происходит в смесителях различного принципа действия (вibrationных, гравитационных, принудительного или комбинированного действия) и разнообразных конструкций.

Выбор того или иного типа смесительного оборудования для применения в конкретном производстве осуществляется с учетом свойств исходных материалов, эффективности работы смесителя и технологической целесообразности.

Одним из критериев эффективности работы смесителей является их энергопотребление, т.е. критерий процесса потребления энергии или энергоносителей при производстве продукции (Р 50-605-89-94 «Рекомендации по стандартизации. Энергосбережение. Порядок установления показателей энергопотребления и энергосбережения в документации на продукцию и процессы»). На практике для различного механического оборудования, в т.ч. смесительного, этот процесс выражается в кВт/т или кВт·ч/т (где под кВт·ч понимается внесистемная единица измерения количества произведенной или потреблённой энергии, а также выполненной работы) и определяется с учетом его мощности двигателя и производительности [3-5].

Все это определяет необходимость исследований данных параметров при проектировании нового смесительного оборудования.

С целью повышения качества смеси был разработан смеситель, рабочий орган которого размещен внутри смесительной камеры и выполнен в виде четырех патрубков с цилиндрической винтовой поверхностью, образующих два U-образно изогнутых контура (рис. 1).

Рабочий орган в верхней части кинематически связан с приводом, через вертикальные валы планетарной зубчатой передачи, размещенной внутри ротора. Благодаря этому два U-образных контура совершают круговое движение по периметру смесительной камеры и врачающее движение вокруг своей оси. При этом они чаще контактируют с компонентами смеси, заставляя их более интенсивно перемещаться по круговой траектории и перемешиваться у стенок и в центре смесительной камеры, а также по высоте сверху вниз и снизу вверх. Перемещение компонентов смеси по круговой траектории в горизонтальной плоскости происходит в результате планетарного движения рабочего органа, а в вертикальной плоскости - в результате их захвата канавками патрубков, что обеспечивает дополнительное взаимное проникновение слоев смешиваемых материалов [6].

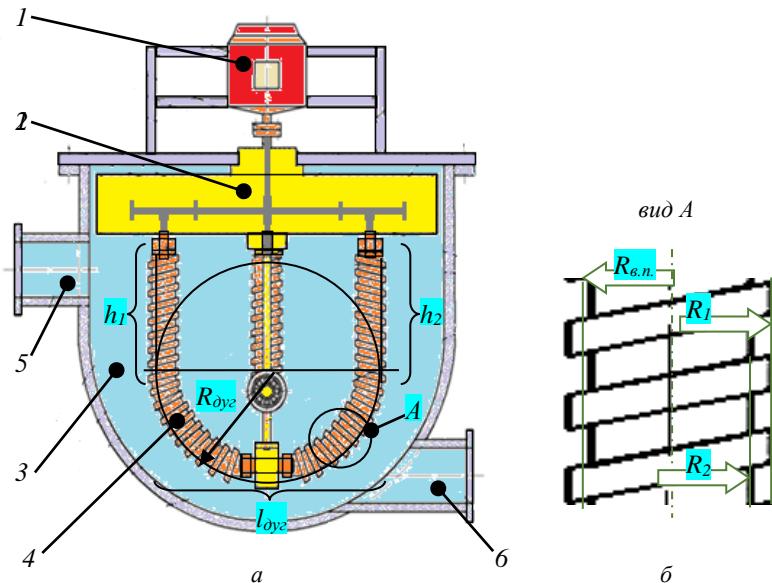


Рис. 1 Смеситель с U-образным рабочим органом:

a - общий вид смесителя; *б* - цилиндрическая винтовая поверхность (ЦВП);
 1 - электродвигатель; 2 - ротор (планетарный механизм); 3 - смесительная камера; 4 - рабочий орган; 5 - загрузочное отверстие; 6 - выгрузочное отверстие

Расчет мощности привода (электродвигателя) разработанного смесителя произведем, основываясь на известной методике расчета [7], но с учетом особенностей его конструкции для случая с одним (внешним) U-образным контуром.

Мощность электродвигателя привода смесителя ($N_{\text{об}}$, кВт):

$$N_{\text{об}} = N \cdot K_{\text{зап}}, \quad (1)$$

$$N = p F R_{\text{cp}} \omega_p / \eta, \quad (2)$$

где $K_{\text{зап}}$ - коэффициент запаса; N - мощность, требуемая на преодоление сопротивления смеси при вращении рабочего органа, кВт; p - удельное сопротивление смеси вращению рабочего органа, кН/м²; η - КПД привода; F - общая (суммарная) площадь рабочего органа, м²; R_{cp} - средний радиус вращения рабочего органа, м; ω_p - частота вращения рабочего органа, с⁻¹.

Общая (суммарная) площадь рабочего органа (F , м²), выполненного в виде цилиндрической винтовой поверхности (ЦВП):

$$F = F_u + F_c, \quad (3)$$

где F_u - площадь ЦВП рабочего органа, м²; F_c - площадь сечения ЦВП рабочего органа, м².

Определение каждого из слагаемых формулы (3) может быть произведено из следующих соображений:

- площадь ЦВП целесообразно определить на среднем радиусе сечения с учетом ее суммарной высоты (длины) в выпрямленном состоянии:

$$F_u = 2\pi R_{\text{с.н.}} H_{\text{с.н.}}, \quad (4)$$

$$R_{\text{с.н.}} = (R_1 + R_2)/2, \quad (5)$$

$$H_{\text{с.н.}} = h_1 + h_2 + l_{\partialyz}, \quad (6)$$

$$l_{\partialyz} = \pi R_{\partialyz} \alpha / 180^\circ, \quad (7)$$

- площадь сечения ЦВП также целесообразно определить на среднем радиусе сечения и удвоить это значение, т.к. верхняя и нижняя часть витка ВП взаимодействует с материалом:

$$F_c = (\pi R_{\text{с.н.}}^2) \cdot 2, \quad (8)$$

где $R_{\text{с.н.}}$ - радиус сечения на средней линии ЦВП, м; $H_{\text{с.н.}}$ - суммарная длина (высота) ЦВП, м; R_1 - наибольший внешний радиус ЦВП, м; R_2 - наименьший внешний радиус ЦВП, м; h_1 и h_2 - длина (высота) вертикальных участков ЦВП, м; l_{\partialyz} - длина дуги скругленного участка ЦВП, м; R_{\partialyz} - радиус скругленного участка ЦВП, м; α - угол, ограничивающий длину дуги скругленного участка ЦВП ($\alpha \approx 180^\circ$), град.

В случае равномерного перемещения поперечно-обтекаемого цилиндра отрыв потока материала от его поверхности для ламинарного пограничного слоя происходит при $\beta = 82^\circ$, а для турбулентного – при $\beta = 120^\circ$ [8].

Тогда площадь активной части цилиндрической винтовой поверхности, взаимодействующей с материалом, будет определяться с учетом угла β , а уравнения (4) и (8) примут вид:

$$F_u = (2\pi R_{\text{с.н.}} \beta / 360^\circ) \cdot H_{\text{с.н.}}, \quad (9)$$

$$F_c = (\pi (R_1^2 - R_2^2) \beta / 360^\circ) \cdot 2, \quad (10)$$

Окончательно уравнение (1) для определения мощности электродвигателя привода смесителя ($N_{\text{дв}}$, кВт) примет вид:

$$N_{\text{дв}} = \frac{\left(\frac{\pi(R_1+R_2)\beta}{360^\circ} \cdot (h_1 + h_2 + \pi R_{\text{дуг}}) + \frac{2\pi(R_1^2 - R_2^2)\beta}{360^\circ} \right) \cdot p R_{\text{cp}} \omega_p}{\eta} \cdot K_{\text{зап}}. \quad (11)$$

Для случаев, когда $\beta \approx 82^\circ$ и $\beta \approx 120^\circ$ запись уравнения (11) может быть упрощена:

$$N_{\text{дв}} = \frac{(0,715 \cdot (R_1 + R_2) \cdot (h_1 + h_2 + \pi R_{\text{дуг}}) + 1,43 \cdot (R_1^2 - R_2^2)) \cdot p R_{\text{cp}} \omega_p}{\eta} \cdot K_{\text{зап}}. \quad (12)$$

$$N_{\text{дв}} = \frac{\left(1,05 \cdot (R_1 + R_2) \cdot (h_1 + h_2 + \pi R_{\text{дыр}}) + 2,1 \cdot (R_1^2 - R_2^2)\right) \cdot p R_{\text{ср}} \omega_p}{\eta} \cdot K_{\text{зап}} . \quad (13)$$

Для примера выполним расчет мощности электродвигателя привода малогабаритной лабораторной установки проектируемого смесителя ($N_{\text{об}}$, кВт) с учетом необходимых исходных данных ($R_1 = 0,025\text{м}$; $R_2 = 0,02\text{м}$; $h_1 = h_2 = 0,12\text{м}$; $R_{\text{дыр}} = 0,04\text{м}$; $R_{\text{ср}} = 0,04\text{м}$; $\omega_p = 5\text{с}^{-1}$). Также учтем, что для расчетов аналогичных смесителей рекомендуется принимать $K_{\text{зап}} = 1,1\dots1,2$, $p = 20\dots50 \text{ кН/м}^2$, $\eta = 0,75\dots0,9$ [7].

По уравнению (12) при $K_{\text{зап}} = 1,2$, $p = 20 \text{ кН/м}^2$, $\eta = 0,75$ $N_{\text{об}} = 78 \text{ Вт}$, а по уравнению (13) $N_{\text{об}} = 114 \text{ Вт}$. Из расчета видно, что мощность электродвигателя привода при изменении угла β от меньшего к большему увеличится приблизительно в 1,5 раза.

Таким образом, полученное уравнение может быть использовано для расчета мощности электродвигателя привода разработанного смесителя с U-образным рабочим органом и оценки энергоэффективности его работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Механическое оборудование для производства керамических и огнеупорных изделий: учебник в 2 частях / В.С. Севостьянов, Н.Н. Дубинин, В.И. Уральский, М.Т. Макридина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. Ч. 2. – 2011. – 253 с.
2. Пирожков А.В. Анализ конструкций смесителей для производства противогололедных смесей / А.В. Пирожков А.В. // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Материалы конференции. Белгород, 2021. – С. 2228-2233.
3. Производство сухих строительных смесей: критерии выбора смесителя. – Текст: электронный // Vselug. Designed by wsmoscow: [сайт]. – 2023. – URL: <https://vselug.ru/publications/proizvodstvo-sukhikh-strоiteльnykh-smesej-kriterii-vybora-smesitelya> (дата обращения: 19.04.2023)
4. Энергопотребление при классификации тонкодисперсных материалов. – Текст: электронный // Агентство прикладной механики: [сайт]. – 2023. – URL: <https://apmech.ru/article/jenergopotreblenie-pr-klassifikacii-tonkodispersnyh-materialov/> (дата обращения: 19.04.2023)
5. Ханин С.И. Исследование изменения концентрации ключевого компонента сухой смеси в горизонтальном лопастном смесителе с цилиндрическими стержнями / С.И. Ханин, В.П. Воронов, Н.О. Кикин, О.С. Мордовская // Вестник Белгородского государственного

технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2022. – № 2. – С. 94–101.

6. Патент №210441 Российская Федерация, МПК B28C 5/00 (2006.01). Смеситель с гибким рабочим органом: №2021137980: заявл 21.12.2021: опубл. 15.04.2022 / Шкарпеткин Е.А., Орехова Т.Н., Пирожков А.В.; заявитель ФГБОУ ВО БГТУ им. В.Г. Шухова. – 8 с.

7. Назаров В.И. Переработка и утилизация дисперсных материалов и твердых отходов: учебное пособие / Н.М. Рагозина, Д.А. Макаренков, В.Г. Четвертаков; под общей редакцией В.И. Назарова. – Москва: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 464 с.

8. Процессы и аппараты химической технологии: учебник в 5 частях / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент; под редакцией Ю.А. Комиссарова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2023. Ч. 3. – 2023. – 246 с.

УДК 669

Махан Х.М.¹, Коновалов С.В.^{1,2}, Панченко И.А.²

¹*Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, г. Самара, Россия*

²*Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия*

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ИЗНОСА АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ, АРМИРОВАННЫХ ЧАСТИЦАМИ TiO₂

Сплавы алюминия и металломатричные композиты на его основе привлекают внимание исследователей и инженеров-материаловедов благодаря широкому применению в аэрокосмической и автомобильной промышленности [1]. В частности, сплавы Al серии 2xxx и композиты на их основе были широко изучены благодаря их легкой формируемости и высокому соотношению прочности к весу. Композиты на основе Al могут быть получены различными способами. В большинстве случаев используется жидкое литье, также известное как литье с перемешиванием. Данный метод дешевле других методов и может использоваться для крупносерийного производства [2].

Алюминий широко используется в качестве базового сплава для металломатричных композитов (ММК). Он широко востребован благодаря широкому спектру свойств, включая низкую плотность, хорошую коррозионную стойкость, высокую электро- и теплопроводность, и широко используется в автомобильной,

аэрокосмической и электронной промышленности и др. [3]. Свойства ММК могут быть изменены путем варирования составляющих компонентов и их объемных долей. Наиболее часто используемые армирующие элементы - SiC, Al₂O₃, B₄C, SiN и др. Металломатричные алюминиевые композиты (АМК) предлагают отличное сочетание свойств, выигрывая монолитным материалам. За прошедшие годы АМК были испытаны и использованы в широком спектре структурных и неструктурных инженерных приложений. Алюмометаллические нанокомпозиты (АМНК) используются во многих отраслях промышленности, поскольку они хорошо работают и полезны для экономики и окружающей среды.

Целью данного исследования является приготовление металломатричных нанокомпозитов (ММНК) методом литья с перемешиванием и оценка механических свойств сплава Al и различных термообработанных ММНК Al марки 2024 с TiO₂. Исследованы трибологические свойства, такие как скорость износа и коэффициент трения (COF) MMNCs. Поведение материала определяется с помощью анализа сканирующего электронного микроскопа (СЭМ).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материал, используемый для эксперимента в данном исследовании, - алюминиевый сплав AA2024, химический состав которого приведен в таблице 1. В качестве армирующего материала в данном исследовании использовались наночастицы TiO₂ (производитель Changsha Santech Co. КНР).

Таблица 1 – Химический состав алюминиевого сплава 2024

Cu	Mg	Mn	Si	Fe	Zn	Pb	Al
5,3	1,04	0,76	0,12	0,21	0,11	0,013	92,5

В качестве армирующего материала использовались наночастицы TiO₂; образцы алюминиевого композита были разработаны с использованием наночастиц TiO₂ 0, 2,5, 5 и 7,5 масс. %. Для обеспечения полного расплавления содержимого образцы матричного материала помещали в графитовый тигель и нагревали в электропечи при температуре 700 °C. Для создания однородной смеси частиц армирующего агента в матрице, различные процентные содержания TiO₂ перемешивали при 200 об/мин в течение приблизительно 4 минут. Затем расплавленный металл заливался в металлическую форму. Далее образцы были помещены в печь с циркулирующим воздухом и нагреты

до 500 °С в течение 3 часов, закалены водой при температуре окружающей среды и затем выдержаны при 175 °С в течение 3 часов.

В соответствии с рекомендациями ASTM G99-95 скорость износа литейного сплава, армированного наночастицами (AA2024), была протестирована с использованием штифта на измерителе износа диска. Размер образца составлял 30 x 10 мм.

Потенциальная скорость диска из нержавеющей стали составляла 277,4 об/мин, скорость скольжения составляла 6 см/с, приложенная нагрузка 20 Н применялась в течение 10 минут; твердость диска 385 HV.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Влияние расстояния скольжения и нагрузки на потерю веса

Изменение потери веса в зависимости от расстояния скольжения, содержания TiO₂ и нагрузки показано на рисунке 1. Наибольший вес имели образцы, полученные в исходном состоянии (рисунок 1-а). Более низкая твердость образца может объяснить этот результат. Подобные явления наблюдались и в предыдущих исследованиях [6-9]. Хорошо видно, что содержание арматуры влияет на поведение алюминиевого композита при износе. Потеря веса уменьшается с увеличением содержания TiO₂ (2,5%, 5% и 7,5%) [4]

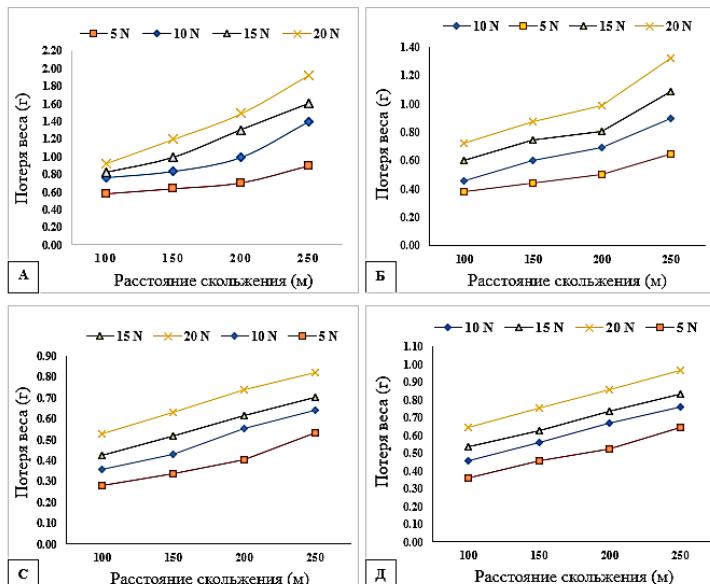


Рис. 1 Изменение потери веса в зависимости от расстояния скольжения для полученных материалов: а) 0 % TiO_2 ; б) 2,5 % TiO_2 ; в) 5 % TiO_2 ; г) 7,5 % TiO_2 .

Из результатов следует, что образцы обладают хорошей смачиваемостью при любом содержании. Образец с 5% TiO₂ имеет самое высокое значение твердости. Поэтому меньшая потеря веса была получена для образцов, армированных TiO₂ в количестве 5 масс. как показано на рис. 1с. Более высокая твердость может объяснять превосходную износостойкость. Расстояние скольжения и нагрузка оказывают значительное влияние на потерю веса. Потеря веса увеличивается с увеличением расстояния скольжения и нагрузки. Нагрузка и расстояние определяют механизмы износа [5]. Время контакта между изнашивающимися поверхностями увеличивается по мере увеличения расстояния скольжения. Поэтому при увеличении расстояния скольжения потеря веса была больше.

Скорость износа

Изменение скорости изнашивания сплава Al2024 и нанокомпозитов с различной объемной долей армирующих частиц показано на рисунке 2. Как видно из него, при усилии 5, 10, 15 и 20 Н скорость износа для образца с 5% содержанием наночастиц TiO₂ уменьшилась до $0,48 \times 10^{-7}$ мг. Согласно результатам, представленным на рисунке 2, добавка наночастиц TiO₂ оказывает существенное влияние на повышение износостойкости образцов. Износостойкость образцов увеличивается с увеличением содержания наночастиц, как показано на рисунке 2 [6].

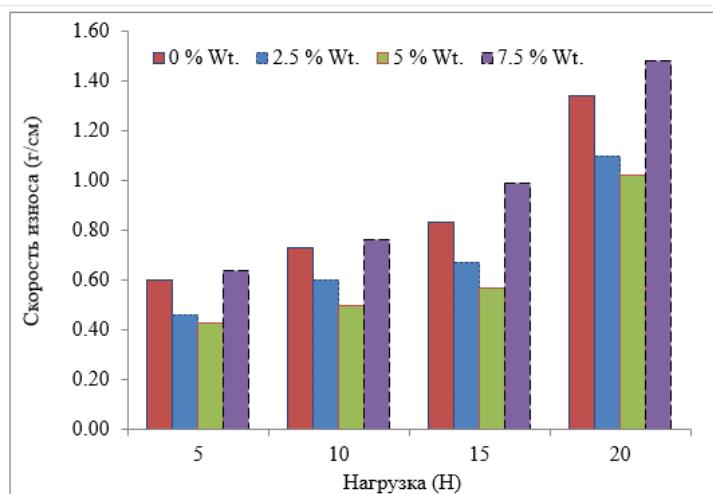


Рис. 2 Значения скорости износа сплава AA 2024 и при различных нагрузках с наночастицами

2024 алюминиевые матричные композитные компоненты, армированные наночастицами TiO₂, были успешно подвергнуты реформированию. Износостойкость реоформированных композитных компонентов увеличилась по сравнению с износостойкостью матричного компонента. Более того, износостойкость реоформированных композитных компонентов увеличивалась с увеличением содержания наночастиц TiO₂ с 1% до 5%. Небольшое снижение скорости износа реоформированных композитных компонентов произошло при использовании наночастиц TiO₂ в количестве 7,5% из-за снижения эффективной дисперсии наночастиц TiO₂ вследствие большей агломерации.

Работа выполнена в рамках государственного задания: 0809-2021-0013.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Махан, М. Х. М., Коновалов, С. В., Панченко, И. А., & Пашкова, Д. Д. Исследование свойств и структуры алюмоматричных композитов, армированных частицами TiO₂. Ползуновский вестник, 2022, 2(4).
2. Wang, D. Z., Peng, H. X., Liu, J., & Yao, C. K., Wear behavior and microstructural changes of SiCw-Al composite under unlubricated sliding friction." *Wear* 184.2 (1995): 187-192.
3. Ovali, I., Karakoç, H., & Çinici, H. Optimization of the wear resistance of AA2024 matrix composites fabricated with hot pressing. *J. Achiev. Mater. Manuf. Eng.*, 2016, 79(1), 19-23.
4. A.K. Jha, S.V. Prasad, G.S. Upadhyaya, Dry sliding wear of sintered 6061 aluminium alloy/graphite particle composite, *Tribology International* (1989) 321-327.
5. Baradeswaran, A. E. P. A., and A. Elaya Perumal. "Influence of B4C on the tribological and mechanical properties of Al 7075-B4C composites." *Composites Part B: Engineering* 54 (2013): 146-152.
6. Yazdani, A., & Salahinejad, E. (2011). Evolution of reinforcement distribution in Al-B4C composites during accumulative roll bonding. *Materials & Design*, 32(6), 3137-3142.

Махан Х.М.¹, Панченко И.А.²

Научный руководитель: Коновалов С.В.^{1,2}, д-р техн. наук, проф.

¹Самарский национальный исследовательский университет имени академика

С.П. Королева, г. Самара, Россия

**²Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк,
Россия**

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА НЕКОТОРЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА

АА2024

Алюминиевые сплавы широко используются в автомобилях и других повседневных товарах. Эта группа металлов получила широкое распространение благодаря выдающемуся сочетанию легкости и высокой прочности, а также хорошей коррозионной стойкости и низкой стоимости [1]. Хотя замена тяжелых металлов более легкими была обычной практикой в важных аэрокосмических конструкциях на протяжении десятилетий, в настоящее время она является ключевым направлением в других отраслях, в том числе в тех, которые производят автомобили, грузовики и военные транспортные средства [2]. В приложениях, где требуется меньший вес и более низкие затраты на техническое обслуживание, алюминиевые сплавы заменяют сталь. Кроме того, алюминий легкий и имеет хорошее соотношение прочности и веса.

Конструкционные материалы должны иметь хорошую усталостную прочность, а некоторые алюминиевые сплавы упрочняются за счет дисперсионного твердения. Этот сплав характеризуется как термообрабатываемый как для деформируемых, так и для литейных сплавов [3]. Механические обжатия используются в широком спектре разноразмерных составов для упрочнения работы. Для улучшения его свойств его часто используют в сочетании с различными методами отжига [4].

С другой стороны, термообрабатываемые сплавы выигрывают от включения легирующих элементов, включая медь, магний, цинк, марганец и кремний. Эти элементы легче растворяются в алюминии при повышении температуры, а значит, могут быть упрочнены нагреванием [5]. Контроль нагрева раствора, гашение тепла и старение тепла — все это примеры дополнительных процедур термической обработки, включенных в множество различных методов термической обработки.

Сочетание термообработки на твердый раствор, закалки и старения приводит к наибольшей прочности и наименьшей пластичности [6].

Мы решили исследовать этот алюминиевый сплав из-за его важности в аэрокосмической отрасли и того факта, что осаждение во время обработки твердым раствором и старения может значительно повысить прочность сплава. Алюминиевый сплав AA2024 был создан с использованием процесса литья с перемешиванием. В нашей работе мы оценили влияние термообработки алюминиевой металлической матрицы AA2024 на микроструктуру и твердость с помощью сканирующей электронной микроскопии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве базового материала выбран алюминиевый сплав AA 2024 (92,2 % Al, 0,73 % Si, 0,20 Fe, 5,2 % Cu, 0,50 % Mn, 1,04 % Mg 0,11 % Zn, 0,01 % Ti, 0,01 % P (масс.%)). Образцы были разделены на две основные группы по термической обработке. Для первого процесса образцы подвергались обработке на твердый раствор при 500°C в течение 3 часов в печи с циркуляцией воздуха и закалке в воде при комнатной температуре с последующим процессом старения при 170°C в течение 3 часов. Для второго процесса тепло не использовалось. Испытание на твердость по Виккерсу проводят с помощью прибора для измерения Виккера. Это испытание было проведено путем полировки каждого испытательного образца различными влажными бумагами из карбида кремния, начиная с (300) до (1500) мм. Образцы подвергались приложенной нагрузке 294 Н и времени выдержки 15 секунд. Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) использовалась для идентификации микроструктуры алюминиевых сплавов. Это испытание было проведено в Самарском техническом университете России. Процедуру травления проводили с использованием подходящего растворителя ($H_2O:HNO_3:HF = 92:6:2$) для уточнения кристаллической границы материала, после чего образец высушивали и использовали просвечивающую электронную микроскопию (JEOL JEM-2100).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Испытание на твердость

На рис. 1 показаны результаты испытаний, согласно которым повышение температуры старения увеличивает твердость образца. Твердость композита была дополнительно улучшена, достигнув 54 HRB после старения. Результаты показали, что после термообработки твердость значительно улучшилась [7]. Кроме того, увеличение твердости связано с вторичными выделениями, связанными с интерметаллическими фазами. При создании промежуточных фаз решетка матрицы будет напрягаться, вызывая увеличение значения

твердости. Низкая температура старения увеличит количество центров зародышеобразования, а высокая твердость может быть связана с созданием хорошо распределенных более мелких растворенных фаз, богатых интерметаллидами.

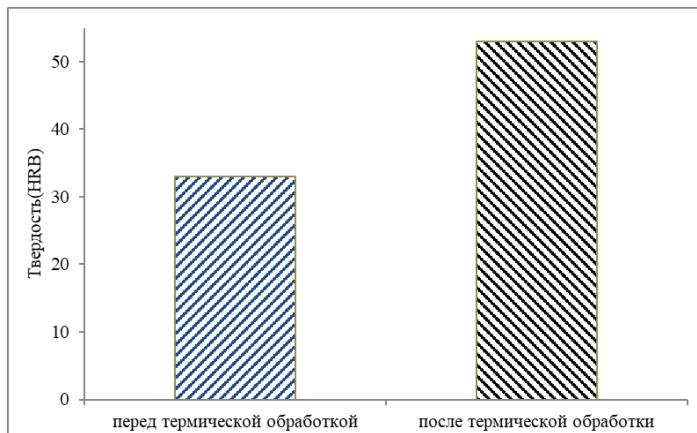


Рис. 1 влияние термической обработки на твердость AA2024.

Микроструктуры

Микроструктура после процесса старения может характеризоваться дисперсионным твердением. Во время старения некоторые комплексы сплава выпадают в осадок и накапливаются на границах зерен, увеличивая прочность материала, препятствуя плоскостям скольжения, как показано на рисунке 2. Исследование микроструктуры в другом месте показало, что во время обработки на твердый раствор при температуре 500°C (в течение двух часов) все легирующие элементы растворялись в алюминиевой матрице. При старении обработанных раствором образцов при различных температурах последовательно начиналось выделение вторичных фаз. В этой работе было обнаружено, что рост и инициирование Mg₂Si зависят от температуры старения. Также было замечено, что при температуре старения 170°C, как показано на рисунке 3, образовались выделения вторичной фазы AlMg₂Cu. Равномерное распределение этих частиц и низкая пористость привели к улучшению механических и усталостных свойств AlMg₂Cu по сравнению с литой матрицей [8].

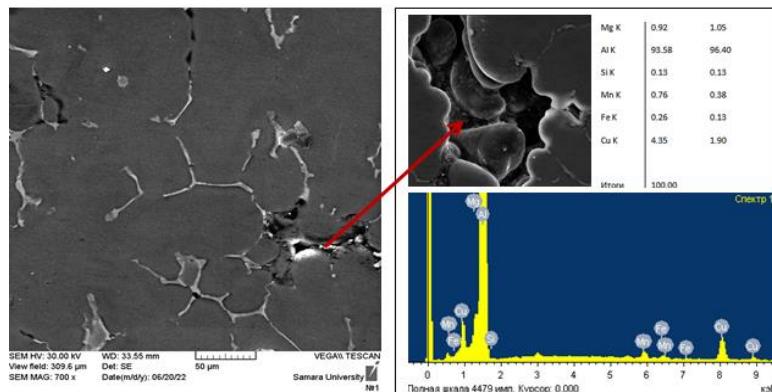


Рис. 2 СЭМ-микрофотография и ЭДС алюминиевого сплава до термообработки.

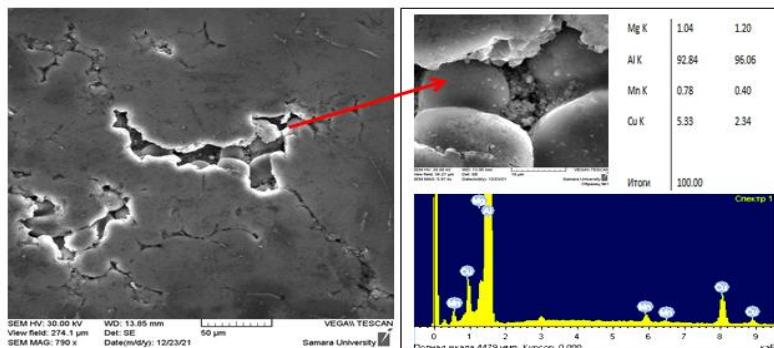


Рис. 3 СЭМ-микрофотография и ЭДС алюминиевого сплава после термообработки

Дифрактограмма оптического микроскопа подтверждает, что образцы были упрочнены путем осаждения в результате закалки, старения и упрочнения, что привело к появлению многих фаз с различным распределением и соотношением, таких как фазы (Al) и (Si), в зависимости от времени и температура старения. Осажденное соединение (AlMg_2Cu) образует мелкие мягкие частицы, и скорость зарождения осадка увеличивается при старении при 170°C . Таким образом, можно сделать вывод, что термическая обработка сплава AA2024 может значительно улучшить его физические свойства, что позволяет широко использовать его в различных промышленных приложениях.

Работа выполнена в рамках государственного задания: 0809-2021-0013.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Махан, М.Х.М., Коновалов, С.В., Панченко, И.А., Пашкова, Д.Д. (2022). Исследование свойств и структуры алюмоматричных композитов, армированных частицами tio2: edn: hbkntw. *ползуновский вестник*, 2(4).
2. Abbas, N. M., Abdulwahid, Z. T., Hussien, A. A., Konovalov, S. V., & Mahan, H. M. (2023). Formability, Mechanical and Chemical Properties Assessment for High Strength AA7075 Subjected to Annealing Heat Treatment. *Journal of Techniques*, 5(1), 16-21..
3. Ovalı, I., Karakoç, H., & Çinici, H. Optimization of the wear resistance of AA2024 matrix composites fabricated with hot pressing. *J. Achiev. Mater. Manuf. Eng.*, 2016, 79(1), 19-23.
4. Mahan, Hamid M. "Effect of heat treatments on the mechanical properties of welded joints of alloy steel by arc welding." *Diyala journal of engineering sciences* 12.2 (2019): 44-53.
5. Baradeswaran, A. E. P. A., and A. Elaya Perumal. "Influence of B4C on the tribological and mechanical properties of Al 7075–B4C composites." *Composites Part B: Engineering* 54 (2013): 146-152.
6. H. M. Mahan, S. Konovalov, I. Panchenko, "Effect of heat treatment on the mechanical properties of the aluminium alloys AA2024 with nanoparticles", International Journal of Applied Science and Engineering, 20, 2, 2023.
7. S.P. Dwivedi, M.V. Ashok, R. Mishra, Effect of MgO addition on physicochemical, mechanical and thermal behavior of Al/Si₃N₄ composite material developed via hybrid casting technique. *J Ceram Process Res.* 2019;20(6):632–642.
8. S. Kumar, S. P. Dwivedi, Synthesis and characterization of ball-milled eggshell and Al₂O₃ reinforced hybrid green composite material. *J Met Mater Miner.* 30 (2), (2020), 67–75.

Мирошников Е.В., Локтионова А.Г.

Научный руководитель: Новиков И.А., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Интеллектуальная транспортная система (ИТС) – это совокупность технических комплексов и подсистем позволяющая управлять, обеспечивать и контролировать дорожное движение с целью повышения безопасности и снижения числа дорожно-транспортных происшествий на дорогах, а так же предоставления необходимой информации для участников дорожного движения. По сравнению с традиционными транспортными системами, в век информатизации и цифровизации ИТС на дорогах является неотъемлемой частью современного города. Благодаря новейшим интеллектуальным системам (ИТС) статус транспортных средств и участников движения становится прогнозируемым и предсказуемым в информационно-транспортном пространстве [1].

В Российской Федерации внедрение и разработка концепции ИТС начались относительно недавно, а именно с 2000г. И только в последние 10 лет и по настоящее время идет активное и массовое их внедрение в различных регионах страны. Внедрение ИТС в субъектах РФ реализуется в рамках проектов - федерального проекта «Общественные меры развития дорожного хозяйства» и нацпроекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги». Белгородская область входит в число субъектов РФ, в которых планируется повсеместное использование интеллектуальных систем в дорожной отрасли.

В Белгородской области утверждена «Концепция создания интеллектуальных транспортных систем в Белгородской области на 2020 - 2024 годы» [2] включающая в себя 5 этапов реализации ИТС (таблица 1).

Таблица 1 - Этапы внедрения ИТС в Белгородской области в период 2020-2024 гг

Этап и год внедрения	Планируемые мероприятия
)создание и внедрение единой платформы диспетчерской службы,

1 этап (2020г.)	<ul style="list-style-type: none">)интеграция существующих систем, создание модулей АСУДД,)создание новых светофорных объектов и подключение их к модулям АСУДД.
2 этап (2021г.)	<ul style="list-style-type: none">)создание диспетчерского центра управления дорожным движением,)объединение ресурсов существующих автоматизированных систем и подсистем ИТС в рамках единой интеграционной платформы ИТС)увеличение зоны покрытия средствами контроля нарушений для снижения числа ДТП,)развитие системы мониторинга для обеспечения максимального покрытия территории.
3 этап (2022г.)	<ul style="list-style-type: none">)создание и интеграция новых систем и модулей,)масштабирование систем мониторинга и фиксации нарушений ПДД,)интеграция информационных табло и знаков переменной информации в систему, обеспечение централизованного управления ими.
4 -5 этапы (2023-2024гг.)	<ul style="list-style-type: none">)масштабирование и обеспечение максимального покрытия территорий городов источниками данных для дальнейшего включения их в состав ИТС,)модернизация и доработка пользовательских сервисов и развития транспортной инфраструктуры.

В рамках реализации проекта ИТС для агломераций свыше 300 тыс. человек были реализованы следующие мероприятия (рис.1):

1. Разработана и утверждена Программа комплексного развития транспортной инфраструктуры (ПКРТИ);
2. Разработана и утверждена Комплексная схема организации дорожного движения (КСОДД);
3. Создан Центр управления дорожным движением;
4. Создан Центр мониторинга и управления общественным транспортом;
5. Внедрена подсистема светофорного управления, в которой доля светофорных объектов, подключенных к центру управления дорожным движением, обеспечивающих адаптивное светофорное регулирование в 2022г. составляет 47,5%, доля светофорных объектов, установленных в городской агломерации, подключенных к центру управления дорожным движением и обеспеченных техническими средствами сбора данных о параметрах дорожного движения, в общем количестве светофорных объектов и обеспечивающих адаптивное светофорное регулирование, установленных в городской агломерации, подключенных к центру управления дорожным движением в 2022г. составляет 100% [3,4];

6. Внедрена подсистема мониторинга параметров транспортного потока. В 2022г. охват магистральных городских дорог в городской агломерации техническими средствами сбора данных о параметрах дорожного движения составляет 62,5%, охват магистральных улиц общегородского значения в городской агломерации техническими средствами сбора данных о параметрах дорожного движения составляет 59,67%; охват магистральных улиц районного значения в городской агломерации техническими средствами сбора данных о параметрах дорожного движения составляет 37,04%;

7. Внедрена подсистема метео-мониторинга;

8. Внедрена подсистема видеонаблюдения, детектирования ДТП и ЧС. Доля пересечений магистральных городских дорог с любыми иными дорогами в городской агломерации, на которых установлены дорожные видеокамеры, в общем количестве пересечений на магистральных городских дорогах в городской агломерации составляет 25%, доля пересечений магистральных улиц общегородского значения с любыми иными дорогами в городской агломерации, на которых установлены дорожные видеокамеры, в общем количестве пересечений на магистральных улицах общегородского значения в городской агломерации составляет 48,78%, доля пересечений магистральных улиц районного значения с любыми иными дорогами в городской агломерации, на которых установлены дорожные видеокамеры, в общем количестве пересечений на магистральных улицах районного значения в городской агломерации составляет 47,44%;

9. Создание витрины данных, получаемых с элементов ИТС;

10. Внедрена интеграционная платформа ИТС городской агломерации.

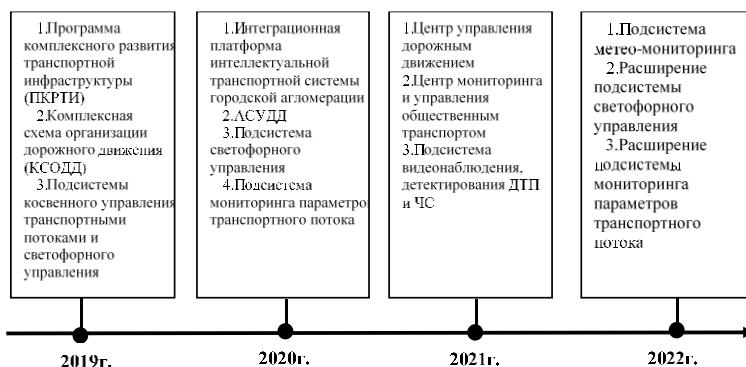


Рис. 1 Мероприятия, внедренные в Белгородской области с 2019 по 2022гг.

Данные мероприятия (рис.1) позволили реализовать первый уровень зрелости согласно методическим рекомендациям Министерства Транспорта Российской Федерации и приступить к реализации второго уровня зрелости.

В рамках развития ИТС в Белгородской области реализуется практический проект, в рамках которого в области апробированы и осуществляют работу следующие системы:

1. Система весогабаритного контроля транспорта (АСВГК).

С 2017 года в Белгородской области началось создание автоматизированной системы весогабаритного контроля. На сегодняшний день АСВГК в Белгородской области представлена шестью автоматическими пунктами весогабаритного контроля: Корочанский район, а.д. «Белгород-Новый Оскол-Советское», 33+000; Алексеевский район, а.д. «Белгород-Новый Оскол-Советское», 214+000; Губкинский городской округ, «Короча-Губкин-граница Курской области», 34+800; Старооскольский городской округ, «Короча-Губкин-граница Курской области», 98+600; Шебекинский городской округ, «Белгород-Шебекино-Волоконовка», 18+400; Вейделевский район, «Новый Оскол-Валуйки-Ровеньки», 87+000.

2. Автоматизированная система управления и контроля городских платных парковок (АИС парковочного пространства) - проект «Городские парковки».

В настоящее время платные парковки на территории города Белгорода администрируют 102 стационарных и 1 мобильный комплекс фотофиксации. Для администрирования платных парковок используются стационарные программно-аппаратные комплексы фото-видео фиксации «SOVA-М» в количестве 102 шт. и один автомобильный комплекс фото-видео фиксации «Дозор-М».

3. Система диспетчеризации пассажирского транспорта (СДПТ).

СДПТ представляет собой программно-аппаратный комплекс для осуществления организации и контроля перевозок. СДПТ самостоятельно осуществляет контроль за выполнением маршрутов назначенный транспортом на основании статистической информации и информации, получаемой от спутниковой системы мониторинга транспорта, и выводит в схематическом и картографическом виде на экран диспетчера.

Существование и использование ИТС является важной составляющей в управлении современным городом, благодаря которой снижается нагрузка на улично-дорожную сеть и транспортную инфраструктуру в целом, повышается пропускная способность, затраты на эксплуатацию реконструкцию и строительство дорог снижаются.

Интеллектуальные системы делают жизнь всех участников дорожного движения удобнее и безопаснее. Развитие ИТС в Белгородской области активно продолжает развиваться по настоящее время. Анализируя положительную динамику использования ИТС на примере Белгородской области и г. Белгород можно сделать следующий вывод – внедрение данных систем в других регионах является неотъемлемой частью для развития современных, безопасных и комфортных агломераций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванова, Н. Цифровизация транспортного комплекса как важнейшее условие формирования современной транспортной инфраструктуры / Н. Иванова // Транспортное дело России. – 2020. – № 1. – С. 71-75.
2. «Концепция создания интеллектуальных транспортных систем в Белгородской области на 2020 - 2024 годы»: постановление Правительства Белгородской обл. от 12 мая 2020 года №181-пп.
3. Разработка методики адаптации модели регулируемого пересечения / И. А. Новиков, А. Г. Шевцова, А. А. Кравченко, А. Г. Бурлуцкая // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2020. – Т. 17. – № 6(76). – С. 726-735. – DOI 10.26518/2071-7296-2020-17-6-726-735.
4. Ерохина, О. В. Технологии "умного города": инфраструктура будущего / О. В. Ерохина // Инфокоммуникационные технологии. – 2021. – Т. 19. – № 3. – С. 271-276.

УДК 691.168

Михайлова О.А., Колесников Р.С.

*Научный руководитель: Ядыкина В.В., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОСКОВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ

В настоящее время самым распространенным материалом для строительства дорог в России является асфальтобетонная смесь. Производство асфальтобетонных смесей по традиционным

технологиям требует значительных энергозатрат и приводит к негативному влиянию на окружающую среду. Так, в результате производственной деятельности АБЗ в окружающую среду в атмосферу поступают такие загрязняющие вещества, как: сажа, углеводороды, оксиды углерода и азота, оксиды серы, фенол, бензопирен, смолистые вещества, формальдегид и др. [1].

Для уменьшения энергозатрат и количества вредных выбросов необходимо снизить температуру производства и укладки асфальтобетонной смеси. Снижение температуры приготовления асфальтобетона также положительно скажется на его долговечности, так как меньшая температура смеси способствует минимизации процессов старения битума в процессе приготовления смеси [2].

Но простое понижение температур повлечет ухудшение качества в результате увеличения вязкости асфальтобетона, ухудшения его уплотняемости, увеличения пористости и снижения водостойкости. Для решения данных проблем применяют специальные температуропонижающие технологии [3].

Одним из способов повышения технологичности приготовления асфальтобетонной смеси является введение в смесь дефлекаторов – добавок улучшающих подвижность смеси [4]. В качестве таких добавок могут применяться природные и синтетические воски. Они используются как при производстве теплых асфальтобетонных смесей, так и для снижения технологических температур литьих асфальтобетонных смесей [5]. Принцип их действия основан на способности понижать вязкость битума при температурах, выше плавления воска. При понижении температуры воск затвердевает и образует в битуме структуру, увеличивающую жесткость вяжущего и повышающую стойкость дорожного покрытия к колеобразованию. При подборе воска важно учесть, что он должен иметь температуру плавления ниже температуры приготовления асфальтобетонной смеси, и выше ожидаемых температур эксплуатации для минимизации риска остаточной деформации [6].

В данной статье представлены результаты исследования влияния на физико-механические свойства асфальтобетона добавки Вискодор ПВ-2 на основе комплекса синтетических восков и ПАВ, разработанной компанией «Селена» в сотрудничестве с кафедрой автомобильных и железных дорог Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова в сравнении с амидным воском Licomont BS-100 («Clariant», Швейцария).

Ранее, в работе [7] было изучено влияние добавки Вискодор ПВ-2 в сравнении с импортными восковыми модификаторами на физико-

химические свойства битума. Согласно результатам, исследуемые добавки значительно увеличили интервал пластичности битума и снизили пенетрацию, что предполагает увеличение прочности и устойчивости к колеесобразованию асфальтобетона. На основании полученных данных были подобраны рациональные концентрации добавок для испытаний в асфальтобетонной смеси: для Вискодор ПВ-2 – 1,5 – 2% на массу битумного вяжущего, для Licomont BS-100 – 2%.

В данной работе для приготовления асфальтобетонной смеси типа Б марки III использовали щебень фракции 5 – 20 мм., производства ООО «Выбор-С», песок производства АО «Лебединский ГОК», минеральный порошок МП-2 производства ООО «ВЗМТ», битум марки БНД 100/130 производства АО «Газпромнефть–Московский НПЗ», характеристики которого приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели битума БНД 100/130

Показатель	Нормативные требования по ГОСТ 33133-2014 для БНД 100/130	Фактические данные	Метод испытания
Глубина проникания иглы при 25°C, 0,1 мм	101-130	103	ГОСТ 33136
Глубина проникания иглы при 0°C, 0,1 мм	Не менее 30	35	ГОСТ 33136
Температура размягчения по кольцу и шару, °C	Не менее 45	45	ГОСТ 33142
Температура хрупкости по Фраасу, °C	Не выше -20	- 20,5	ГОСТ 33143
Растяжимость, при 25°C, см	Не менее 70	Более 150	ГОСТ 33138
Растяжимость, при 0°C, см	Не менее 4	4,5	ГОСТ 33138

Состав исследуемых смесей: щебень (фр. 5-20мм) – 26,83%; песок из отсевов дробления (фр. 0 – 10мм) – 70,6%; минеральный порошок – 2,57%; битум БНД 100/130 (сверху 100%) – 6%

Образцы асфальтобетонов, приготовленных на битуме, модифицированном исследуемыми органическими добавками, испытывали в соответствии с ГОСТ 12801. Результаты испытаний представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-механические характеристики исследуемых образцов асфальтобетонной смеси

Наименование показателя		Требования по ГОСТ 9128-2013 к III/IV ДКЗ	Исходный битум	Вискодор ПВ-2		Licomont BS-100
Температура приготовления смеси, °C			165	135	135	135
Температура уплотнения смеси, °C			135	110	110	110
Количество введенной добавки, на массу битумного вяжущего %			0	1,5	2,0	2,0
Средняя плотность, г/см ³			2,43	2,42	2,4	2,43
Предел прочности при сжатии, МПа	50°C	Не менее 0,9/1,1	1,2	1,4	1,6	1,5
	20°C	Не менее 2,0/2,0	3,5	3,8	4,5	4,3
	0°C	Не более 12,0/13,0	8,6	8,1	8,2	8,6
Водонасыщение, % по объему		1,5 - 4,0	2,5	2,7	2,6	2,4
Сдвигостойчивость	По коэффициенту внутреннего трения	Не менее 0,80/0,81	0,93	0,94	0,94	0,94
	По сцеплению при сдвиге при температуре 50°C	Не менее 0,34/0,36	0,37	0,40	0,42	0,42
Водостойкость		Не менее 0,75/0,70	0,83	0,89	0,90	0,89
Водостойкость при длительном водонасыщении		Не менее 0,65/0,60	0,69	0,83	0,86	0,85

Полученные результаты показали, что все испытанные смеси с применением органических добавок удовлетворяют требованиям ГОСТ 9128-2013 к III/IV ДКЗ. Образцы асфальтобетонных смесей с исследуемыми добавками, приготовленные при температуре 135°C и уплотненные при 110°C не только не уступают по своим физико-механическим свойствам смеси, приготовленной с использованием исходного битума без добавок при температуре 165°C и уплотненной при 135°C, но и превосходят их.

Так, предел прочности при сжатии при 20°C образцов с введением 1,5% Вискодор ПВ-2 возрастает на 8,6%; 2% Вискодор ПВ-2 на 28,6%, 2% Licomont BS- 100 – на 22,9% в сравнении с асфальтобетоном на исходном битуме без добавок. Предел прочности при 50°C образцов с 1,5% Вискодор ПВ-2 возрос на 16,6%; 2% Вискодор ПВ-2 на 33,3%, 2 % Licomont BS- 100 – на 25%.

Водонасыщение образцов с 1,5 и 2% Вискодор ПВ-2 несколько выше, а водонасыщение с добавкой Licomont BS-100 на 4% ниже, чем у образца без добавки. При этом водостойкость образцов с исследуемыми добавками выше, чем у образца исходной смеси без добавок, что положительно отразится на долговечности дорожного покрытия.

Проблема колейности на асфальтобетонные покрытия является актуальной при проектировании дорожного покрытия. Колея может образовываться под действием транспортных нагрузок по нескольким причинам: сдвиговое деформирование верхнего и нижнего слоев покрытия; деформирование нижележащих слоев основания и грунта земляного полотна; неравномерный износ и доуплотнение покрытия. Способность асфальтобетона сопротивляться пластическим деформациям характеризует показатель сдвигустойчивости.

По результатам испытаний, коэффициенты внутреннего трения смесей с исследуемыми добавками не ниже, чем у образца смеси без добавок. Сцепление при сдвиге при температуре 50°C у образцов с добавками выше, по сравнению с исходной смесью. Так, сцепление при сдвиге для смеси с 1,5% добавки Вискодор ПВ-2 на 8,1%, с 2% Вискодор ПВ-2 - на 13,5%, с 2% Licomont BS-100 – на 7,2 % выше, чем для исходной смеси без добавки.

Таким образом, введение добавок Вискодор ПВ-2 и Licomont BS-100 позволяет снизить температуру приготовления и уплотнения асфальтобетона без ухудшения его физико-механических характеристик. Введение исследуемых добавок повышает показатели прочности и водостойкости асфальтобетона, что позволит увеличить срок службы дорожного покрытия. Выявлено, что отечественная добавка Вискодор ПВ-2 по эффективности не уступает импортной добавке Licomont BS-100.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гурова, О.С. Исследование процесса загрязнения атмосферного воздуха выбросами загрязняющих веществ асфальтобетонных заводов / О.С. Гурова, Д.П. Гурт, Д. А. Чмерев // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие", Санкт-

Петербург, 27–31 октября 2018 года. – Санкт-Петербург: ГНИИ «Нацразвитие», 2018. – С. 155–156.

2. Yadykina, V. V. Influence of DAD-TA temperature-reducing additive on physical and mechanical properties of bitumen and compaction of asphalt concrete / V. V. Yadykina, A. E. Akimov, A. I. Trautvain, V. S. Kholopov // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2018. - Vol. 327. – С. 1-5. – DOI: 10.1088/1757-899X/327/3/032006

3. Шеховцова, С. Ю. Особенности технологии теплого асфальтобетона / С. Ю. Шеховцова, М. А. Высоцкая, В. С. Холопов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2017. – № 2. – С. 43–48.

4. Козиков, И. О. Исследование эксплуатационных свойств покрытий из литых асфальтобетонных смесей с добавлением асфальтового гранулята / И. О. Козиков, А. П. Лупанов, В. В. Силкин, А. С. Суханов // Транспортное строительство. – 2021. – № 4. – С. 5–8.

5. Смирнов, Д. С. Анализ опыта применения теплых асфальтобетонных смесей / Д.С. Смирнов, В.Е. Броднева, А.С. Лобанова // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2019. – № 4(50). – С. 455–461.

6. Пугин, К. Г. Повышение эксплуатационных показателей асфальтобетона, используемого для транспортного строительства / К. Г. Пугин, О. В. Яконцева // Химия. Экология. Урбанистика. – 2021. – Т. 3. – С. 141–145.

7. Ядыкина, В. В. Влияние температуропонижающих добавок на основе синтетических восков на свойства битума / В. В. Ядыкина, О. А. Михайлова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2023. – № 3. – С. 8–18. – DOI 10.34031/2071-7318-2022-8-3-8-18.

УДК 691.2

Назаров П.О.

*Научный руководитель: Дубинин Н.Н., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

УТИЛИЗАЦИЯ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД КМА

Регионы с развитой горнодобывающей промышленностью характеризуются наличием острых проблем, связанных с сокращением природных ландшафтов и биоразнообразия.

Добыча полезных ископаемых сопровождается извлечением вскрышных пород не пригодных для сельскохозяйственного использования. Отвальные массы вскрышных пород, занимающие значительные площади, нарушают структуру и целостность экосистем, изменяют рельеф, способствуют пылеобразованию и загрязнению прилегающих территорий. Площадь, выводимых из агрооборота земель может достигать 0,8 га на 1 тысячу тонн извлекаемого сырья, а отчуждаемые земли горных разработок составляют 60-90%.

Нарушенные земли подвергаются эрозии, загрязняют атмосферный воздух, почву, водные ресурсы, растительность и среду обитания человека в целом, и может привести к экологическим катастрофам, возникновению ЧС.

В этой связи для решения проблем восстановления техногенно-нарушенных земель требуется разработка эффективных способов ликвидации отвалов вскрышных пород, являющихся объектами накопленного вреда окружающей среды [1-3].

Наиболее эффективными методами ликвидации объектов накопленного вреда окружающей среде является механическая переработка части скальных пород на промышленный щебень. Скальные породы в отвалах КМА могут достигать 60%, при этом в настоящее время перерабатываются около 3-5%, при этом производство щебня для разных нужд промышленности занимают около 30%.

Однако, вовлечение вскрышных пород в дорожно-строительное производство сдерживается неоднородностью их свойств и составов. Для усреднения этих характеристик следует совместить теоретические разработки и практическое получение щебня, его физико-механические характеристики и гранулометрический состав и конечное применения: в строительстве, дорожном строительстве, железнодорожном строительстве при создании полотна [4-6].

Кроме того, применение более совершенных методов переработки вскрышных пород, сочетающих применение вяжущих веществ и стабилизирующих добавок, позволит получить продукты с оптимальными для дорожного строительства свойствами. При этом большое значение имеет применяемое оборудование для получения различных материалов.

Анализ переработки вскрышных пород рассмотрим на примере дробильно-сортировочной фабрики ОАО «Стойленский ГОК», перерабатывающей вскрышные породы.

Щебень — наиболее широко используемый продукт добычи и переработки нерудных строительных материалов.

Объемы производства щебня в мире превышают 3 млрд, м³ в год. Интересной особенностью щебня как продукта, производимого из природного минерального сырья, является то, что цены на него во всем мире за последние 50 лет выросли в 2,5—3 раза. В то же время цены на большинство продуктов, производимых на базе минерального сырья (например, черные и цветные металлы), за это же время упали в 3-5 раз.

Кажущаяся простота производства щебня — дробление горных пород обманчива, так как современные технологии производства строительных материалов и изделий на их основе предъявляют все более высокие требования к качеству щебня, используемого, в основном, как заполнитель при производстве бетонов, асфальтобетонов и дорожных покрытий [4].

В промышленности нерудных строительных материалов особенности связаны, в частности, с такими положениями, как:

- различия физико-механических свойств полезных ископаемых, например, высокой прочности изверженных пород (250-300 МПа и более) и песков. Этим определяется разнообразие применяемых технологий и оборудования;

- большое количество предприятий, их количество измеряется многими тысячами;

- жесткая связь между работой карьера и дробильно-сортировочного завода;

- стремление сохранить прочность добываемой породы, не допустить ее переизмельчения (поскольку мелкие фракции часто составляют отходы обогащения), а в отдельных случаях сохранить и ее декоративные свойства.

Фабрика производит щебень как крупный заполнитель бетонов, образуя жесткий скелет, увеличивает его прочность и модуль деформации, уменьшает ползучесть, усадку, повышает его долговечность, сокращает расход цемента. Форма зерен крупного заполнителя непосредственно влияет на удобоукладываемость бетонной смеси. Кроме этого, щебень с зернами плоской (лещадной) или игловатой формы имеет значительно большую пустотность, чем щебень с зернами кубовидной формы. По данным ВНИИЖелезобетона, объемный насыпной вес щебня с содержанием зерен плоской и игловатой формы до 15% ниже, чем щебня с зернами кубовидной формы.

Щебень применяется также для балластного слоя на железнодорожных путях, основным назначением которого является обеспечение вертикальной и горизонтальной устойчивости рельсошпальной решетки при динамических нагрузках. Повышение

скорости движения поездов вызвало изменение требований к балласту, особенно по его горизонтальной устойчивости. В результате в отечественные стандарты было внесено требование по обеспечению кубовидности щебня — ограничение содержания лещадных зерен 18%.

Одним из основных производств, где в большом объеме используется щебень, производимый из вскрышных пород, является производство асфальтобетонных смесей для дорожного строительства. Щебень является одним из основных материалов, применяющихся для строительства, ремонта и содержания, автомобильных дорог. От его качества в значительной мере зависят их потребительские свойства (ровность, коэффициент сцепления и т.д.) и долговечность. Особенно это относится к щебню, применяемому для устройства верхних слоев дорожной одежды, непосредственно воспринимающих высокие механические нагрузки от движущегося транспорта, находящихся под воздействием природных факторов и антигололедных химических средств.

Щебень, применяемый в дорожном хозяйстве, условно можно разделить на три группы:

а) щебень для устройства оснований дорожных одежд (любые, но преимущественно осадочные скальные и рыхлые горные породы с крупностью фракций 5 - 20, 20 - 40, 40 - 70, 0 - 40, 0-70 мм);

б) щебень для нижних слоев покрытий (метаморфические и изверженные горные породы с крупностью фракций 5 -20 и 20 - 40 мм);

в) щебень для верхних слоев покрытий из асфальтобетонных смесей типа А и поверхностной обработки (изверженные и частично метаморфические горные породы крупностью щебня от 5 до 20 мм) с содержанием зерен пластиначатой (лещадной) и игловатой формы не более 15% (группа 1 по ГОСТ 8267-93), который принято называть "кубовидным".

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бауман В.А., Клужанцев Б.В., Мартынов В.Д. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. - М.: Машиностроение, 1981. - 324 с.
2. Богомолов А.А., Герасимов М.Д. Дорожно-строительные машины часть 3. Проектирование машин и оборудования асфальто- и цементобетонных заводов. Изд-во БГТУ им. В.Г Шухова 2003-с.
3. Силкин В.В. Технология и организация работ на производственных предприятиях дорожного строительства. Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2005. – 208с.

4. Глаголев С.Н. Технические средства и технологии для комплексной утилизации изотропных и анизотропных техногенных материалов/С.Н.Глаголев, В.С.Севостьянов, С.В.Свергузова, В.И.Уральский, М.В.Севостьянов, Д.Д.Фетисов, Ж.А.Свергузова, Л.И.Шинкарев// Экология и промышленность России. –2012–№ 12.– С.6-10.

5. Бойчук И. П.Общий подход к моделированию распространения вредных веществ в окружающей среде// Экология и рациональное природопользование как фактор устойчивого развития: сб. докл. Междунар. научно-практ. конф., Белгород, 8-9 октября 2014г. - Белгород: Изд. БГТУ, 2014. С. 64-67.

6. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых / С.Е. Андреев, В.А. Перов, В.В. Зверевич и др. - М.: Недра, 1980. - 416 с.

УДК 656.13

Нежсугта С.А.

*Научный руководитель: Котухов А.Н., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Обеспечение безопасности дорожного движения является одной из главных проблем как в России, так и во всем мире, приобретая с каждым годом все более негативный характер. Это связано с активным ростом уровня автомобилизации. Увеличение автопарка страны происходит настолько быстро, что правительство просто не успевает обеспечивать его новыми дорогами, стоянками, парковочными местами и т.п. В городах России возникает проблема в оснащение нужного количества дорог с необходимой шириной проезжей части из-за сложившейся исторически схемы города. Все это приводит к загруженности существующих автодорог, к увеличению задержек при движении, появлению заторов и, что самое страшное, возникновению большого количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Данная проблема в современном мире становится очень актуальной, так как правильная организация дорожного движения позволяет обеспечивать безопасность жизней всех участников движения.

Организация дорожного движения (ОДД) – комплекс инженерно-технических и организационных мероприятий, направленных на максимальное использование транспортными потоками возможностей,

представляемых геометрическими параметрами дороги и её состоянием [1]. Ориентирование водителей о направлении движения, размещение и разделение транспортных потоков по направлениям движения и по ширине проезжей части, обеспечение возможности перехода с одной полосы на другую, разделение траекторий движения на сложных участках и так далее, все это и является организацией дорожного движения.

Основными техническими средствами организации дорожного движения являются разметка, дорожные знаки, светофоры направляющие устройства и указатели [2].

Основные методы организации движения состоят в разделении потоков на однородные группы транспортных средств и распределении их по видам, месту и времени в целях уменьшения вероятности конфликтов между отдельными типами транспортных средств, а также транспортными средствами, движущимися с различными скоростями и в различных направлениях. На рисунке 1 представлены базовые методы организации дорожного движения и способы их реализации [3]. Устройство дополнительных полос на подъёмах, восстановление дорожного полотна, улучшение дорожных условий в процессе ремонта, устройство направляющих островков и т.д.



Рис. 1 Методы организации дорожного движения

Из схемы видно, что существует множество разных видов ОДД, а также способов их реализации. Но это далеко не все методы, а только основные и самые распространенные. Если рассматривать город, то нельзя увидеть однозначного направления решения проблем с

организацией движения. Ведь в городе множество различных перекрестков и перегонов, и на каждом возникают свои проблемы с движением, к решению каждой из которых выбирается свой индивидуальный подход.

Разделение движения во времени охватывает методы, обеспечивающие в основном с помощью Правил дорожного движения, дорожных знаков (в частности с помощью знаков приоритета) или световых сигналов светофоров разделение транспортных и пешеходных потоков во времени. Благодаря этому исключаются (или сводятся к минимуму) конфликты при проезде перекрестков, временно суженных мест на дорогах, железнодорожных переездов. Введение приоритета на пересечениях с помощью ПДД является наиболее универсальным методом, при котором водители, исполняя существующие требования, самостоятельно организуют движение. В городах из-за интенсивного движения со всех сторон пересечения более эффективнее устраивать светофорное регулирования. Это дает возможность выезжать автомобилям на пересечение на свой зеленый сигнал светофора, а не выжидать окна между автомобилями, движущихся по главной дороге непрерывным потоком, или полагаться на благосклонность со стороны водителей, обладающих преимуществом.

В 2011 году в Белгороде реконструировали пересечение улиц Волчанская, Костюкова и Михайловского шоссе из-за часовых задержек, возникающих в пиковые часы. На месте кольца появился х-образный перекресток со светофорным регулированием. Разделение транспортных потоков по времени с помощью светофора, помогло значительно увеличить пропускную способность узла. Однако данное пересечение при современном темпе роста автомобильного парка города уже не справляется и требует нового обновления для решения вновь возникающих заторов и высокого уровня аварийности (узел входит в список самых опасных участков Белгорода на 2021 г. по данным ГИБДД) [5].

Для разделения потоков в пространстве устраивают пересечения с автомобильными и железными дорогами в разных уровнях; надземные и подземные пешеходные переходы; выделение для каждого направления движения специальных полос, осуществляется оно путём устройства самостоятельных проезжих частей для движения в разных направлениях с разделительной полосой между ними или нанесением сплошных линий разметки; устройством разделительных островков на кривых малых радиусов; устройством канализированных пересечений в одном уровне.

В Белгороде на перекрестке ул. Студенческая – ул. Калинина возникали огромные проблемы: длинные очереди из автомобилей и часто происходящие дорожно-транспортные происшествия. Но строительство в 2020 году двухуровневой развязки значительно снизило процент возникновения дорожных происшествий, а также избавило от автомобильных заторов. За счет подъема прямых потоков по улице Калинина уменьшилось количество конфликтных точек пересечения, т.е. возможные контакты автомобилей, двигающихся с разных направлений. На рисунке 2 изображен способ организации дорожного движения в разных уровнях на примере пересечения города Белгород.



Рис. 2 Разделение движения в пространстве: двухуровневая развязка

Разделение движения в пространстве с помощью канализированного движения было организовано на пересечение улиц Волчанская и Костюкова г. Белгорода после его реконструкции в 2011 году (рисунок 3). Движение автомобилей направо отделено от основных потоков с помощью островков безопасности, возвышающихся над проезжей частью (при совершении маневра с Михайловского шоссе и с Волчанской улицы), и с помощью разметки (с улицы Костюкова). Данный метод организовывает безопасное и свободное движение правоповоротных потоков на перекрестке.



Рис. 3 Разделение движения в пространстве: канализированное движение

Формирование однородных потоков является эффективным путем уменьшения числа ДТП и транспортных задержек, а также создает возможность более рационального использования дорожной сети различными ТС и пешеходами. Разделение потоков по видам производят путём установки знаков запрещения движения велосипедистов, тракторов, тяжёлых грузовых автомобилей, сельскохозяйственной и другой техники по дорогам общего пользования; устройством для пешеходного движения подземных и надземных переходов, пешеходных дорожек и тротуаров или установкой светофоров; выделение улиц для транзитного, грузового транспорта; специализация полос на проезжей части и т.д.

Пример создания однородных потоков можно рассмотреть на пересечении улиц Волчанская и Костюкова в г. Белгороде. Здесь наблюдается метод организации движения – специализация полос (на каждой полосе формируются отдельные потоки прямого, право- и левопоротного движения (рисунок 4). Регулируется такое движение с помощью дорожных знаков 5.15.2 «Направления движения по полосам» и дорожной разметки 1.18. Данный способ устраняет маневрирование в пределах перекрестка при его проезде, что снижает риск возникновения ДТП и исключает торможение транспортного потока.



Рис. 4 Формирование однородного транспортного потока: специализация полос на проезжей части

Для повышения удобства и безопасности движения имеет также большое значение разделение транспортных потоков по скоростям, что приводит к уменьшению числа обгонов. В этих целях, например, для медленно движущихся автомобилей на подъемах устраивают дополнительные полосы; на пересечениях и примыканиях дорог уширяют проезжую часть и выделяют полосы разгона и торможения, а также у автобусных остановок.

Регулирование скоростного режима на сегодняшней день наиболее распространённый способ организации движения, обеспечивающий повышение экономичности перевозок, безопасности и пропускной способности дороги. Скорость движения является самой важной характеристикой дороги. Например, если расположить дорожный знак 3.24 «Ограничение максимальной скорости» на участке дороге, то это поможет снизить скорость транспортного потока для привлечения внимания водителей к возможным опасностям, что снизит вероятность возникновения ДТП и их последствий.

Решение задач ОДД, особенно в крупных городах, требует обязательного применения автоматизированных систем управления дорожным движением (АСУДД) [6]. Управление движением в условиях предельного насыщения улиц и дорог транспортными и пешеходными потоками должно основываться на гибкой технологии, способной в реальном масштабе времени находить и реализовывать оптимальные управляющие воздействия. Эта задача решается применением АСУДД [3]. Данная система с помощью программного и аппаратного обеспечения способна собирать и анализировать информацию о дорожном движении (об его трафике, скорости, плотности транспортного потока, о состоянии дорог, погодных условиях и т.д.), а после по проработанным алгоритмам производить оптимизацию работы

светофора. Таким образом, АСУДД реализует обеспечение безопасности, улучшает параметры УДС, снижает транспортные задержки, и, соответственно, улучшает экологическую обстановку [7].

Таким образом, для обеспечения безопасности дорожного движения не существует универсального или уникального метода, даже в разных странах используют далеко не одинаковые способы. В Российской Федерации инженеры на сегодняшний день ориентируются в основном на создании в городах непрерывного движения и городских скоростных дорог, которые выводят в пригородную зону, создания улиц-дублеров для наиболее загруженных дорог, для транзитного автомобильного движения строительство обходных автомагистралей или путепроводов и мостов. Поэтому для решения применения необходимых методов организации дорожного движения, нужно основываться на всех проблемных местах выбранного узла, а для этого следует произвести его анализ, изучив геометрические и транспортные характеристики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пугачёв, И.Н., Горев А.Э., Олещенко Е.М. Организация и безопасность дорожного движения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений. М.: Академия, 2009. 272 с.
2. Кущенко Л.Е., Кущенко С.В., Новиков И.А. Организация дорожного движения: учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ им В.Г.Шухова, 2018. – 203 с.
3. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения: учебник. - 5-е изд. М.: Транспорт, 2001. 247 с.
4. ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. М.: Стандартинформ, 2005.
5. Шесть аварийно-опасных участков в Белгороде [Электронный ресурс]. – URL: <https://belgorod-news.net/other/2022/02/21/72730.html> (дата обращения 20.03.2023).
6. Гурулев В. М. Системы и средства автоматизированного управления дорожным движением в городах / В.М Гурулев, Я. И. Зайденберг — М.: Транспорт 2006. — 196 с.
7. Касеева, Л. Р. Разработка рекомендаций по формированию автоматизированной системы управления дорожным движением / Л. Р. Касеева, С. В. Колесников. – 2017. С. 29-31 (дата обращения: 20.03.2023).

Нежсугта С.А.

Научный руководитель: Котухов А.Н., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

РАСЧЕТ ЗАДЕРЖЕК ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НАТУРНЫМ СПОСОБОМ И МЕТОДОМ ВЕБСТЕРА

Сложно найти в современном мире человека, который не слышал бы такое понятие как «затор» или «пробка», как любят говорить в народе. Это слово у всех ассоциируется только с негативными эмоциями. Длинные очереди автомобилей, потерянное время, ухудшение психического и физического здоровья водителей и пассажиров, разрушение экологической среды выхлопными газами, шум и т. п. Чаще всего возникают простой транспортных средств на пересечениях в городах. Концентрация объектов массовой инфраструктуры приводит к возникновению огромных потоков транспорта и людей в одном месте и в одно время. Основные заторы и задержки транспорта возникают на пересечениях УДС, которые и ограничивают пропускную способность магистрали [1, 2, 3], т.е. на регулируемых перекрестках чаще и дальше всего задерживаются водители, ожидая своей очереди проезда. В данной статье рассматривается вопрос о реальности расчета задержек ТС на пересечении со светофором с помощью основных методов, принятых в нормативно-технической литературе.

В работе производится анализ задержек на пересечении улиц Волчанская и Костюкова города Белгорода с юго-восточного направления движения. Рассматриваемая дорога имеет 3 полосы, имеющие специализацию по направлениям движения: крайняя правая полоса – прямо, средняя – прямо и налево, крайняя левая – только налево.

Для определения транспортной задержки на регулируемом перекрестке существует различные подходы: Вебстер, Миллер, Пир, Брилон и Ву, Поляков, Монте-Карло, и др. [2, 3]. Формула Вебстера является общепринятым подходом из-за своей простоты и наиболее точных расчетов при коэффициенте загрузки от 0,4 до 0,8:

$$t_{\Delta p} = \frac{T_{\text{q}}(1-\lambda)^2}{2(1-\lambda)x} + \frac{x^2}{2N(1-x)} - 0,65 \left(\frac{T_{\text{q}}}{N^2}\right)^{\frac{1}{3}} x^{(2+5\lambda)} \quad (1)$$

где λ – отношение длительности разрешающего сигнала к циклу; N – интенсивность движения в рассматриваемом направлении, ед/с; x – степень насыщения направления движения.

Первая составляющая формулы описывает время задержки при постоянном прибытии потока транспорта. Вторая составляющая учитывает случайный характер процесса прибытия автомобилей по пуассоновскому закону. Третья часть предназначена для корректировки погрешности по двум первым составляющим в сравнении с экспериментальным значением. Величина последней составляющей представляет от 1 до 10% суммы первых частей.

Степень насыщения направления движения определяется по формуле:

$$x_j = \frac{N_j \cdot T_{\text{ц}}}{M_{\text{нij}} \cdot t_{0j}}, \quad (2)$$

$$\lambda = \frac{t_0}{T_{\text{ц}}}, \quad (3)$$

где j – номер направления.

На рассматриваемом пересечении светофорное регулирование осуществляется с помощью АСУДД, т.е. длительность цикла и фаз меняется в течении дня в зависимости от наполненности направлений транспортными средствами. В утреннее время длительность цикла составила 154 секунды, количество фаз в цикле 4, движение на исследуемых полосах осуществляется в первой фазе с длительностью горения зеленого сигнала 38 секунд и 3 секунды желтого. На рисунке 1 изображена схема движения на перекрестке в первой фазе, где цифрами обозначены последовательность рассматриваемых полос.

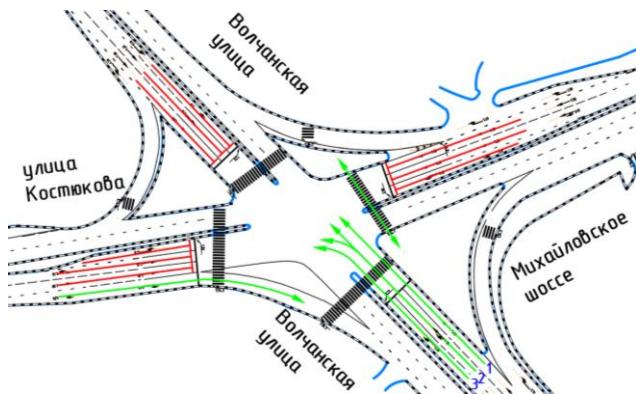


Рис. 1 Схема движения на пересечении: 1фаза

Для определения задержек по формуле Вебстера необходимо для начала произвести расчет потоков насыщения [4,5].

Для полосы с движением только в прямом направлении поток насыщения рассчитывается по формуле:

$$M_{ij\text{прям}} = 525 \cdot B_{\text{пч}}, \quad (4)$$

где $M_{ij\text{прям}}$ – поток насыщения для движения прямого, ед/ч; $B_{\text{пч}}$ – ширина проезжей части в данном направлении данной фазы, м; %; i – номер фазы.

$$M_{h11\text{ прям}} = 525 \cdot B_{\text{пч}} = 525 \cdot 3,5 = 1838 \text{ ед/ч.}$$

Для полосы №2 формула (4) приобретает вид:

$$M_{hij} = M_{hij\text{прям}} \frac{100}{a+1,75b+1,25c}, \quad (5)$$

где a , b и c – интенсивность движения транспортных средств соответственно прямо, налево и направо в процентах от общей интенсивности, %;

$$M_{h12\text{ прям и налево}} = M_{h11\text{прям}} \frac{100}{a+1,75b} = 1838 \frac{100}{73+1,75 \cdot 27} = 1528 \frac{\text{ед}}{\text{ч}}.$$

Для третьей полосы левоповоротного маневра поток насыщения рассчитывается с учетом радиуса поворота R :

$$M_{h13\text{ пов}} = \frac{1800}{1+1,525/R}, \quad (6)$$

$$M_{h13\text{ пов}} = \frac{1800}{1+1,525/R} = \frac{1800}{1+1,525/54} = 1751 \text{ ед/ч.}$$

Расчеты значений интенсивностей движения были произведены с помощью натурных исследований. В итоге приведенная интенсивность на крайней правой полосе равна 288 ед/ч, на средней – 456 ед/ч, на левой – 360 ед/ч.

Применяем формулу (2) определения степени насыщения:

$$x_{11} = \frac{288 \cdot 154}{1838 \cdot 38} = 0,6;$$

$$x_{12} = \frac{456 \cdot 154}{1528 \cdot 38} = 1,21;$$

$$x_{13} = \frac{360 \cdot 154}{1751 \cdot 38} = 0,83.$$

$$\lambda_1 = \frac{38}{154} = 0,25.$$

Таким образом, используя полученные данные, производим расчет задержек ТС по формуле Вебстера:

$$t_{\Delta p11} = \frac{154(1-0,25)^2}{2(1-0,25 \cdot 0,6)} + \frac{0,6^2}{2 \cdot 288(1-0,6)} - 0,65 \left(\frac{154}{288^2} \right)^{\frac{1}{3}} 0,6^{(2+5 \cdot 0,25)} \approx 51(\text{с});$$

$$t_{\Delta p12} = \frac{154(1-0,25)^2}{2(1-0,25 \cdot 1,21)} + \frac{1,21^2}{2 \cdot 456(1-1,21)} - 0,65 \left(\frac{154}{456^2} \right)^{\frac{1}{3}} 1,21^{(2+5 \cdot 0,25)} \approx 62(\text{с});$$

$$t_{\Delta p13} = \frac{154(1-0,25)^2}{2(1-0,25-0,83)} + \frac{0,83^2}{2 \cdot 360(1-0,83)} - 0,65 \left(\frac{154}{360^2} \right)^{\frac{1}{3}} 0,83^{(2+5 \cdot 0,25)} \approx 55(\text{с}).$$

В результате длительность задержки транспортных средств при движении с юго-востока составляет в среднем 56 секунд. Данное значение достаточно большое для ожидания проезда, но, т.к. цикл составляет 154 секунды и состоит из 4-х фаз, то фактически возможно.

Далее для сравнения определяем задержки автомобилей натурным подходом. Этот метод представляет собой визуальный подсчет всех остановившихся и движущихся без остановки транспортных средств через пересечение за минуту и подсчет по периодам в 15 секунд с фиксацией числа стоящих автомобилей в конце каждого. Все наблюдения заносятся в протокол [6,7,8].

Натурные исследования проводились в облачную погоду, исключая ослепления водителей солнечным светом, без осадков, температура воздуха была положительной. Измерения продолжительности задержек по трем полосам представлены в таблицах 1 – 3.

Таблица 1 – Протокол исследования задержек на полосе №1

Время измерений	Число остановившихся ТС в период				Число ТС	
	0-15	16-30	31-45	46-60	Остановившихся	Проехавших без остановки
7:20	1	2	2	4	4	0
7:21	5	7	7	7	3	1
7:22	0	0	1	2	2	2
7:23	6	8	8	8	6	0
7:24	8	8	0	0	0	1
7:25	2	5	7	7	7	0
7:26	9	9	11	12	5	0
7:27	7	0	1	2	2	1
7:28	2	3	5	5	3	0
7:29	7	8	10	0	5	3
Сумма	47	50	52	47	37	8
	$(47+50+52+47) \cdot 15 = 2940 (\text{с})$				$37+8 = 45$	

Анализируя результаты из таблицы 1, можно установить, что 37 автомобилей, задержанных в течение 10 минут, имели общий простой 196 периода по 15 секунд, т.е. 2940 секунд. Средняя задержка одного

остановившегося автомобиля составила $2940/37=79$ секунд. Условная задержка каждого проехавшего через перекресток автомобиля составляет $2940/45=65$ секунд. Данное значение отличается на 14 секунд от значения, полученного первым путем, что говорит о возможных погрешностях при исследовании транспортного потока только 10 минут, а не полный час.

Таблица 2 – Протокол исследования задержек на полосе №2

Время измерений	Число остановившихся ТС в период				Число ТС	
	0-15	16-30	31-45	46-60	Остановившихся	Проехавших без остановки
7:20	3	3	6	6	6	0
7:21	9	11	11	12	6	1
7:22	0	0	2	5	5	4
7:23	10	12	14	14	9	0
7:24	15	15	7	0	1	3
7:25	4	7	10	10	10	0
7:26	10	13	20	22	12	0
7:27	14	3	1	3	6	2
7:28	3	5	6	6	3	0
7:29	11	15	15	0	12	1
Сумма	79	84	92	78	70	11
	$(79+84+92+78) \cdot 15 = 4995$ (с)				$70+11 = 81$	

Из таблицы 2 получаем следующее: 70 автомобилей имели общий простой 333 периода по 15 секунд, т.е. 4995 секунд. Средняя задержка одного остановившегося автомобиля составила $4995/70=71$ секунда. Условная задержка каждого проехавшего через перекресток автомобиля составляет $4995/81=62$ секунды. В данном случае показатели задержек в двух вариантов совпали, что показывает о более приближенном к реальности значениях при минимальных погрешностях в исследовании.

Таблица 3 – Протокол исследования задержек на полосе №3

Время измерений	Число остановившихся ТС в период				Число ТС	
	0-15	16-30	31-45	46-60	Остановившихся	Проехавших без остановки
7:20	2	2	3	3	3	0
7:21	4	5	9	14	11	0

7:22	0	0	0	1	1	1
7:23	4	5	7	8	7	0
7:24	9	11	2	0	3	0
7:25	1	2	3	5	5	0
7:26	5	6	9	16	11	0
7:27	13	0	1	3	4	2
7:28	3	4	6	6	3	0
7:29	9	11	10	2	6	1
Сумма	50	46	50	58	54	4
	$(50+46+50+58) \cdot 15 = 3060 \text{ (с)}$			$54+4 = 58$		

В результате из таблицы 3, можно установить, что 54 автомобилей, задержанных в течение 10 минут, имели общий простой 204 периода по 15 секунд, т.е. 3060 секунд. Средняя задержка одного остановившегося автомобиля составила $3060/54=57$ секунд. Условная задержка каждого проехавшего через перекресток автомобиля составляет $3060/58=53$ секунды. Разница между значениями рассчитанных задержек составила в 2 секунды.

Таким образом, значения задержек, полученные при использовании формулы Вебстера и натурным способом, являются приблизительно похожими. Возникшие отклонения показывают, что и первый, и второй метод обладают рядом недостатков. При натурном исследовании задержек возможны погрешности подсчета автомобилей из-за человеческого фактора. Также сложностью использования метода является видимость всех остановившихся автомобилей при возникновении больших очередей. В случаях расчета задержек по Вебстеру погрешности объясняются тем, что при выводе формулы была использована теория массового обслуживания с равномерно распределенным входящим потоком. Однако, как видно при другом методе, даже за 10 минут поток прибывает к узлу с разной частотой. Кроме того, формула Вебстера получена в те годы, когда уровень автомобилизации еще не позволял создать транспортный поток с загрузкой более 0,8. Итак, произведя расчет задержек транспортных средств, можно сделать вывод, что на данном пересечении города затрудненное движение в пиковые часы. Средняя задержка в рассматриваемых направлениях составляет около 1 минуты, что объясняется достаточно длительным циклом. Этот недостаток на пересечение г. Белгорода следует устранить, т. е. необходимо произвести мероприятия по улучшению дорожного движения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Петров В.Ю. Анализ режимов работы улично-дорожной сети крупных городов на примере города Перми / В.Ю. Петров, М.Ю. Петухов, М.Р. Якимов. - Пермь: Пермский государственный технический университет, 2004. - 275 с.
2. Левашев А.Г. К вопросу о применении методик расчета пропускной способности нерегулируемых пересечений в России / А.Г. Левашев. - Иркутск: ИрГТУ, 2004.
3. Михалева Л.В. Влияние динамики транспортных средств на безопасность дорожного движения: монография / Л.В. Михалева, Б.Н. Карев, Б.А. Сидоров. - Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2008. - 209 с.
4. Пугачёв И.Н., Горев А.Э., Олещенко Е.М. Организация и безопасность дорожного движения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений. М.: Академия, 2009. 272 с.
5. И.А. Новиков, А. Г. Шевцова, Д. В. Кудинов. Технические средства организации дорожного движения: метод. указания к выполнению лаб. работ. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. – 20 с.
6. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения: учебник. - 5-е изд. М.: Транспорт, 2001. 247 с.
7. С.В. Кущенко, Л.Е. Кущенко. Организация дорожного движения: методические указания к выполнению практических заданий. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 19 с.
8. И.Н. Ефимов. Организация движения: методические указания к лабораторным работам. – Оренбург: ГОУОГУ. – 2008. – 36 с.

УДК 656.11

Нежсұта С.А.

*Научный руководитель: Котухов А.Н., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АНАЛИЗ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ УЛИЦ ВОЛЧАНСКАЯ, КОСТЮКОВА И МИХАЙЛОВСКОЕ ШОССЕ Г. БЕЛГОРОДА С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ AIMSUN

Каждый год уровень автомобилизации растет на 5-7% в городе Белгород. Из-за этого возникают все больше проблем для свободного

движения на дорогах города. Так и на пересечении улиц Волчанская, Костюкова и Михайловского шоссе постоянно в пиковые часы собирается огромные очереди автомобилей, приводя к огромным задержкам времени и ухудшая соответственно экологическую обстановку, а также из-за снижения внимательности и повышения раздражительности водителей, стоящих в заторах, все чаще происходят дорожно-транспортные происшествия. В Белгороде на 2019 год по статистике с официального сайта ГИБДД было зафиксировано 313 ДТП, с 12 погибшими и 399 ранеными людьми [1]. При этом данный узел входит в список самых опасных участков города, на котором произошло 6 ДТП с 9 пострадавшими [2]. Для решения возникающих проблем необходимо улучшить схему организации дорожного движения, поэтому необходимо провести анализ существующего пересечения, а имитационное моделирование позволит, не затрачивая различные ресурсы и финансы, более наглядно выявить препятствия свободного и безопасного движения. Различные системы имитационного моделирования представлены на официальном сайте Национального общества имитационного моделирования [3]. В нашей работе будет производиться построение участка УДС в программном комплексе Aimsun.

Для построения модели соответствующей реальности были изучены геометрические и транспортные характеристики пересечения с помощью проведения натурных исследований [4,5]. Данный объект исследования имеет множество конфликтных точек (места слияния, отклонения и пересечения транспортных и пешеходных потоков), обладает большой интенсивность движения и разнообразием видов транспортных средств. Перекресток оснащен большим количеством дорожных знаков и светофоров. Есть направления, не регулируемые светофорным объектом, это выделенные за пределы пересечения полосы канализированного правоповоротного движения. Суммарная интенсивность движения через перекресток в утренний час-пик превышает 6000 ед/ч., самые загруженные направления при прямом проезде (свыше 1000 ед/ч). Разношерстный состав транспортного потока, а особенно преобладание большегрузного транспорта, значительно усложняет свободное движение. А также масса факторов, таких как состояние покрытия проезжей части дороги, траектория, по которой совершается маневр, условия видимости для водителей и тому подобное, все это ведет к транспортной проблеме.

Создание имитационной модели. В программе был построен перекресток в виде секций полос на основе геометрической схемы (рис.1). Нанесены пешеходные переходы, указаны направления

движения по каждой полосе. Для создания модели были необходимы следующие исходные данные: геометрическая схема данного пересечения, интенсивность движения автомобилей и пешеходов по каждому направлению и существующий план работы светофорного объекта.

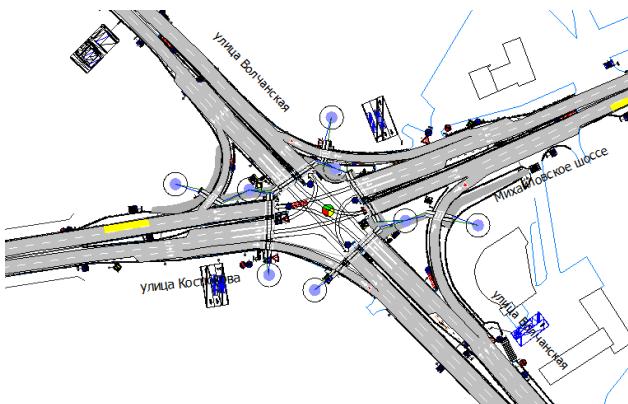


Рис. 1 Геометрия модели построенного перекрестка

После создания полос движения для автомобилей и пешеходов необходимо указать направления движения по полосам. После этого данные направления объединяем в сигнальные группы, по которым в последующем будет работать светофорный объект. Необходимо создать четыре матрицы, в которых указываем интенсивность движения легковых и грузовых автомобилей, автобусов и пешеходов. Значения интенсивности будем вводить не фактическую, а с учетом длины очереди и перспективы на будущее ее увеличение. Это необходимо для того, чтобы модель была более приближенной к реальной ситуации на пересечении. И в завершении создаем план управления дорожным движения, в который заносим существующий светофорный цикл по тактам. В каждый такт добавляем соответствующие сигнальные группы, то есть направления, которым будет разрешено движение с учетом движения пешеходов.

После вышеприведенных операций создаем динамический сценарий, по которому будет осуществляться моделирования транспортного потока. По созданной модели пересечения можно увидеть визуально проблемные направления на данном перекрестке, на которых собирается очередь из автомобилей и в дальнейшем предпринимать какие-то действия по совершенствованию организации

дорожного движения для улучшения обстановки. Наглядный пример проблем пересечения на созданной модели показан на рисунке 2.

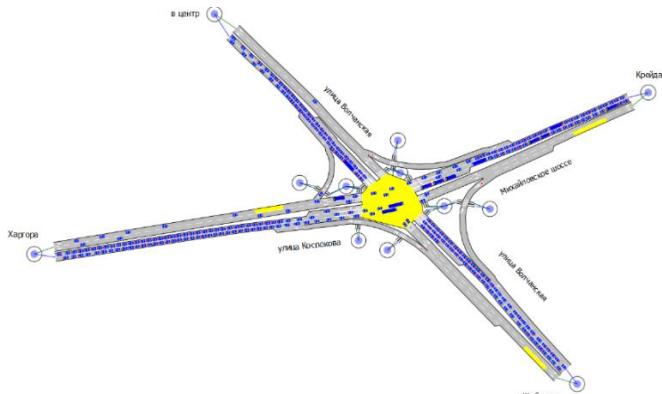


Рис. 2 Запущенная модель пересечения

Анализ параметров имитационной модели. Aimsun позволяет после воспроизведения моделирования движения выводить необходимые данные о задержках транспортных средств, длине очереди, плотности потока, скорости потока и так далее. Это необходимо для оценки существующей ситуации на данном пересечении и в дальнейшем для принятия каких-либо решений по совершенствованию организации дорожного движения.

Для того, чтобы вывести необходимые данные нужно провести симуляцию движения, а затем нажать на «Репликация» в папке «Сценарий». В открытом окне найти и нажать на вкладку «Временной ряд», далее – на «Переменные» и выбрать необходимый показатель [6]. Теперь можно просмотреть значения в виде графика, массива или таблицы. Также программа позволяет извлекать полученные данные (например, в Excel) для дальнейшего использования. По результатам моделирования были получены и выгружены следующие данные: время задержки, плотность, поток (интенсивность), скорость потока и максимальная длина виртуальной очереди (таблица 1)

Таблица 1 – Показатели модели пересечения

Характеристики	Время моделирования (1 час)	Значения вывода
Время задержки, сек/км	7:40	163,52
	7:50	382,74
	8:00	554,01

	8:10	817,81
	8:20	1 017,80
	8:30	1 192,44
	Среднее	688,05
Плотность, ТС/км	7:40	40,07
	7:50	57,21
	8:00	61,22
	8:10	60,77
	8:20	62,24
	8:30	62,72
	Среднее	57,37
	7:40	5 574,00
Поток, ТС/ч	7:50	6 450,00
	8:00	5 916,00
	8:10	5 958,00
	8:20	6 078,00
	8:30	6 408,00
	Среднее	6 064,00
	7:40	64
	7:50	221
Максимальная длина виртуальной очереди, vehs	8:00	460
	8:10	602
	8:20	803
	8:30	938
	Среднее	515
	7:40	20,30
	7:50	9,93
	8:00	8,03
Скорость, км/ч	8:10	6,11
	8:20	5,53
	8:30	5,01
	Среднее	9,15

Из таблицы 1 видно, что все показатели имитационной модели перекрестка намного ухудшили свои значения за 1 час движения. Время задержки каждые 10 минут увеличивалась почти на 200 секунд, в итоге, на конец часа составила почти 20 минут. Плотность потока изменилась в худшую сторону на 20 единиц. Поток движения стал больше на 500 автомобилей. Максимальная длина виртуальной очереди выросла почти в 7 раз, образуя дорожные заторы со всех направлений движений. А скорость, имея на начало моделирования и так низкое значение – 20 км/ч, снизилась до 5 км/ч. Наблюдая за итогом моделирования, можно сделать вывод, что данное пересечение не справляется с нынешней

оснащённостью автомобилями жителей города. Для наглядного изменения характера показателей в течении 1 часа моделирования далее они представлены в виде графиков (рисунки 3-7).

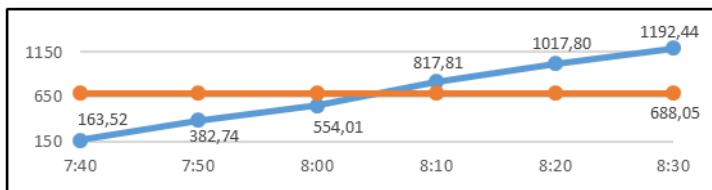


Рис. 3 График показателя – время задержки, сек/км

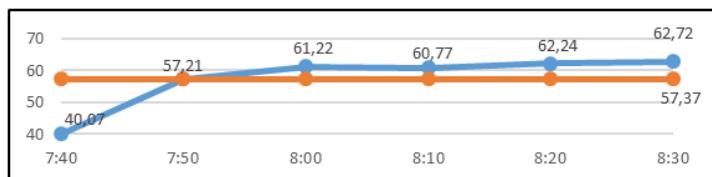


Рис. 4 График показателя – плотность, ТС/км

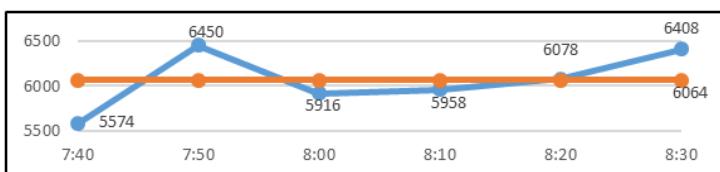


Рис. 5 График показателя – поток, ТС/ч

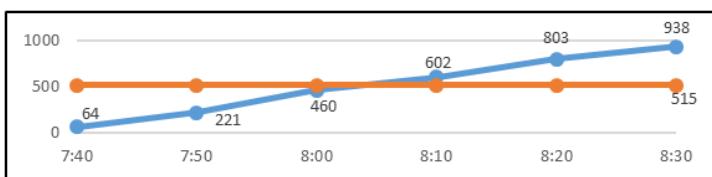


Рис. 6 График показателя – максимальная длина виртуальной очереди, vehs

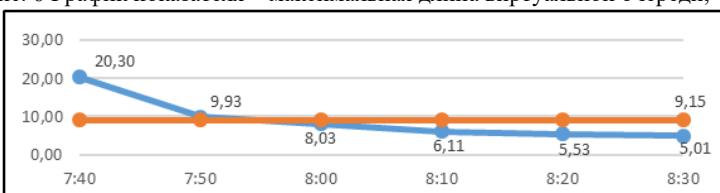


Рис. 7 График показателя – скорость, км/ч

На рисунках 3 – 7 по горизонтали указывается время моделирования в интервалах по 10 минут, а по вертикали – числовые значения выбранных характеристик. Синей линией обозначается поведение показателя в течение часа, а красной – среднее значение. Проведя анализ графиков, видно, что изменения характеристик проходит по линейному характеру, только показатель потока имеет и падение, и рост. Плотность потока, время задержки и длина очереди транспортных средств с каждой минутой увеличиваются, а, соответственно, скорость движения снижается на пересечении.

Программы моделирования дорожного движения разработаны и предназначены для анализа дорожного движения при проектировании новых и оценки существующих участков улично-дорожной сети. Таким образом, с помощью программы Aimsun был проведен анализ транспортной ситуации на пересечение улиц Волчанская, Костюкова и Михайловского шоссе города Белгород. Благодаря моделированию было выявлены очаги проблемных направлений движения, визуализируя их. Изучив значения, полученных характеристик, можно сделать вывод, что данный узел не способен пропускать транспортные потоки в полном объёме, соответствующему современному уровню автомобилизации. Собираются длинные очереди автомобилей, которые ожидают огромное количество времени, средняя скорость движения через перекресток составляет всего лишь 10 км/ч. В связи с этим не обойтись без изменений схемы организации дорожного движения данного пересечения. А для проверки уровня эффективности разработанных мероприятий необходимо также их смоделировать и изучить полученные результаты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Официальный сайт ГИБДД [Электронный ресурс]. – URL: stat.gibdd.ru.
2. Аварийно-опасные участки в Белгороде [Электронный ресурс]. – URL: <https://bel.ru/news/city/05-02-2021/gde-v-belgorode-dtp-proishodyat-chasche-vsego-i-pochemu> (дата обращения 28.03.2023).
3. Национальное общество имитационного моделирования [Электронный ресурс]. – URL: <http://simulation.su/static/tu-soft.html> (дата обращения 28.03.2023).
4. П.А. Воля. Организация движения: учебное пособие. 2010 г. – 200 с.
5. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения: учебник. - 5-е изд. М.: Транспорт, 2001. 247 с.

6. Шестакова Е.В., Осипова Н.А., Дерябина Е.Р., Захаров Д.А. Методика проведения моделирования дорожного движения в программном комплексе Aimsun // Международной научно-практической конференции. 2013. С. 356-365.

УДК 629.1

Некрасов Е.В.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОСНОВНЫЕ ДАТЧИКИ АВТОМОБИЛЯ

Современный автомобиль сложно представить без датчиков. Их десятки, и перед каждым стоят свои задачи. Они обеспечивают работу двигателя и оповещение водителя о неисправности, а также способствуют приятной езде, облегчая управление автомобиля, кроме того отдельная группа датчиков обеспечивает безопасность как водителя ТС, так и пассажиров.

Датчик это – сенсор, преобразовывающий физическую или химическую величину в выходной сигнал, удобный для дальнейшей передачи по цепи. Этот сигнал передаётся па контрольно-измерительный прибор и с его помощью водитель может следить за состояние тех или иных систем и контролировать их работу. Кроме того все это способствует быстрому выявлению неисправностей и быстрому ремонту системы или агрегата вышедших из строя. По структуре датчики состоят из одного или нескольких элементарных преобразователей, соединенных в единую систему. Важнейшим из них является первый преобразователь, воспринимающий контролируемую величину. В датчиках различают входную величину, действующую на датчик, и выходную величину, которая является информацией для всех следующих за датчиком элементов системы. Для термометра сопротивления входной величиной будет температура, а выходной — сопротивление. Для манометрической пружины входной величиной будет давление, а выходной — деформация. [5]

Сложно представить, но еще 50 лет назад в большинстве автомобилей в основном было три датчика: датчик давления масла, уровня топлива и температуры охлаждающей жидкости. Но время шло, и прогресс не стоял на месте. Автопроизводители стали бороться за

снижение выброса отработавших газов и безопасность транспортных средств. Отсюда вызвано появление новых видов датчиков.[5]

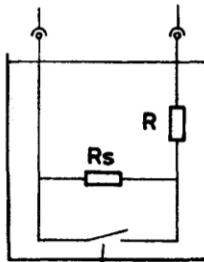
Стоит отметить что, не смотря на то, что датчики могут выполнять разные задачи, будь то сигнализация перегрева охлаждающей жидкости или включения вентилятора охлаждения, их строение и принцип действия может быть абсолютно идентичным. Именно поэтому нужно изучить их строение. Это позволит намного быстрее выявлять неисправности и качественнее осуществлять ремонт транспортных средств, их агрегатов, а возможно и самих датчиков. Современные автомобильные датчики можно разделить на следующие группы: В зависимости от измеряемой величины: 1-датчики механических перемещений, 2-пневматические, 3-электрические, 4-расходомеры, 5-датчики скорости, 6-ускорения, 7-усилия, 8-температуры, 9-давления. По типу: Первый класс – аналоговые датчики, Второй класс - цифровые датчики, Третий класс - бинарные датчики. По принципу действия: 1-Генераторные, 2-Параметрические.[3]

Самые популярные автомобильные датчики это параметрические контактные. Их принцип работы основан на замыкании или размыкании контактов. В свою очередь они делятся на две группы: механические и магнитные, их называют герконы (герметизированный контакт). [1]

Механические датчики срабатывают вследствие действия физических сил. Например: датчик перегрева охлаждающей жидкости. Его принцип работы основан на движении термобиметаллической пластины. При нагреве до предельно допустимой температуры она изгибается и замыкает контакты, соответственно на приборной панели водитель видит лампочку индикатор о перегреве. Точно также работает и датчик включения вентилятора, стой лишь разницей, что вне может быть несколько контактов. И термобиметаллическая пластина может принимать несколько положений в зависимости от температуры нагрева. Это сделано с той целью, чтобы вентилятор охлаждения включался с разной скоростью вращения крыльчатки, для более эффективного охлаждения жидкости в критических ситуациях.[2]

Стоит рассмотреть и строения датчика давления масла. Это важный датчик и выход его из строя может привести к критической поломке двигателя. Внутри датчика также есть контакты, один из которых закреплен на эластичной мемbrane. Она прогибается только при определённом давлении, тем самым размыкая контакты. Если давление масла недостаточное, соответственно мембрана не будет деформироваться и цепь будет замкнута, отсюда и горит лампочка индикации на панели приборов, сообщая водителю о неисправности.[3]

К электронной
системе управления



Контакты датчика

Рис. 1 Схема контактного датчика работающего по принципу большого-малого сопротивления

Вместо физического размыкания и замыкания, в автомобилях принято использовать принцип большого и малого сопротивления. В этом случае цепь замкнута всегда, разомкнутые контакты соответствуют большому сопротивлению, а сомкнутые малому (Рис.1,2,3). Тогда исключается, что разомкнутая цепь может быть воспринята как обрыв в ней. Это облегчает диагностику и ремонт электрической цепи автомобиля. [1]

Высокий уровень жидкости – контакты замкнуты

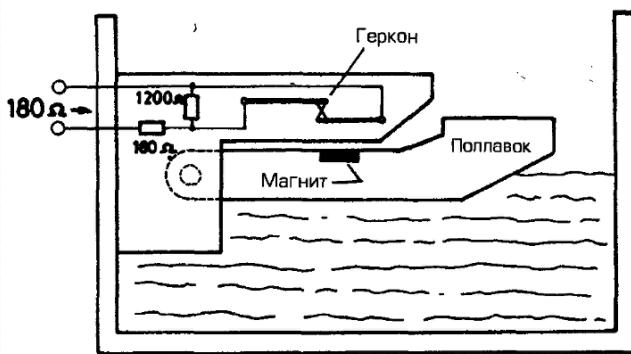


Рис. 2 Схема электронной цепи с датчиком уровня жидкости при замкнутых контактах

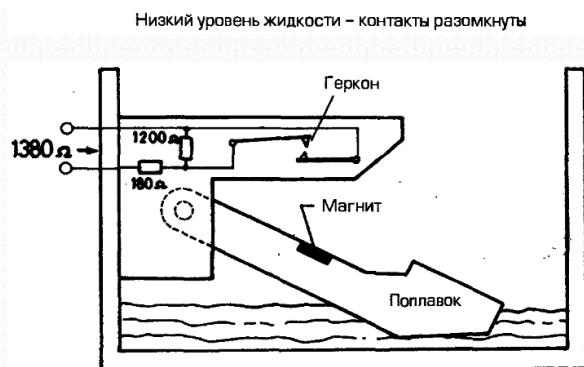


Рис. 3 Схема электронной цепи с датчиком уровня жидкости при разомкнутых контактах

Магнитный геркон работает за счет замыкания контактов, магнитной силой. Обычно для этого используют электромагнитную катушку, но можно и встретить и просто магнит. Такой геркон уже считается реле. И область его применения обширная. Он представляет собой герметичную колбу, из которой откачен воздух, с контактами из магнитного металла и выводами этих контактов. Они замыкаются вследствие воздействия магнита или электромагнитного поля электрической цепи. На схемах (Рис.4) представлен принцип действия некоторых цепей. [4]

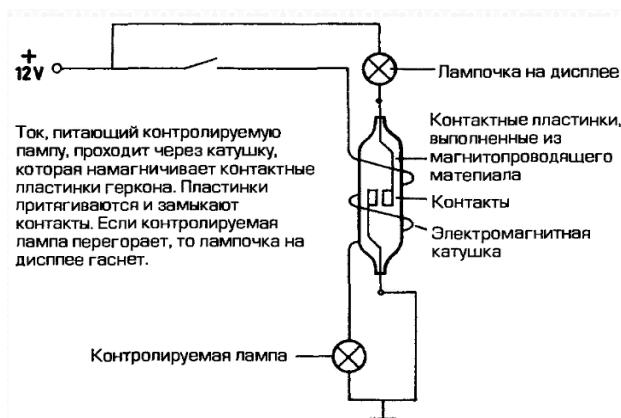


Рис. 4 Схема электронной цепи с герконом управляемым электромагнитной катушкой

Контактные датчики самые распространенные в автомобильной среде. Это обусловлено их простотой в производстве и многофункциональностью. Кроме того эти датчики способны без значительных изменений функционировать в различных температурных средах (от -60 до +120). Но и у них есть минусы, такие как сложность осуществления постоянного контроля и их точность.[3]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Яковлев В.Ф. Исмагулов М.К. Кузькин К.В. Датчики автомобильных электронных систем // Альманах современной науки и образования. 2009. С.98-99.
2. Датчики автомобиля. Устройство, принцип работы, назначение и диагностика неисправности. Часть 1. [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://dzen.ru/a/YEeQnlgoVzbdpNgy> (дата обращения 09.03.2023)
3. Классификация датчиков в автомобиле [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://shamrin.ru/klassifikatsiya-datchikov-v-avtomobile/> (дата обращения 09.03.2023)
4. Сысоева С. Интеллектуальные автомобильные ассистенты и датчики. Функций — больше, «железа» — меньше. [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://kite.ru/sensor/intellektualnye-avtomobilnye-assistenty-i-datchiki-funkcij-bolshe-zheleza-menshe/> (дата обращения 09.03.2023)
5. Семыкина А.В. Загородний Н.А. Диагностирование контрольно-измерительных приборов, как метод выявления неисправностей // Юность и знания — гаранты успеха. Сборник научных трудов Международной научно-технической. 2014. С.388-391

УДК 62-822

Обрезанов А.С., Пономаренко Л.Н.

*Научный руководитель: Орехова Т.Н., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

КЛАССИФИКАЦИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Гидравлические жидкости являются ключевыми компонентами во многих механизмах, и их широкое применение в различных системах

привело к потребности в понимании и изучении их технических характеристик.

Гидравлические жидкости являются одной из форм передачи энергии и используются для приведения в действие различных механических систем. Гидравлические жидкости обычно состоят из комбинации минерального масла и воды с различными присадками, которые улучшают эксплуатационные характеристики жидкости.

Основными характеристиками гидравлической жидкости являются значения плотности, вязкости, теплоемкости и прочность к коррозии. Эти параметры имеют большое значение для проектирования и эффективного использования оборудования [1, с. 26].

Плотность гидравлической жидкости определяет ее массу на определенный объем. Она играет важную роль в создании давления и потока гидравлической жидкости в оборудовании.

Вязкость гидравлической жидкости определяет ее способность к протеканию и помогает определить скорость вращения и движения деталей. [2]

Теплоемкость гидравлической жидкости определяет ее способность к передаче тепла, а прочность к коррозии говорит о ее способности противостоять коррозии, возникающей во время использования в окружении с высокой концентрацией воды или иных растворителей. Исследования показывают, что правильно подобранная гидравлическая жидкость может улучшить работу и надежность оборудования. Поэтому понимание их видов и свойств является необходимым для проектирования машин и оборудования.

Есть несколько видов гидравлических жидкостей пользующиеся спросом в системах летательных аппаратов, наземной, судовой и других видов техники. Основное предназначение – использование в качестве рабочих тел в гидравлических системах, для передачи энергии в системах: источник – место воздействия.

Основное деление происходит на пять групп (Рис.1)

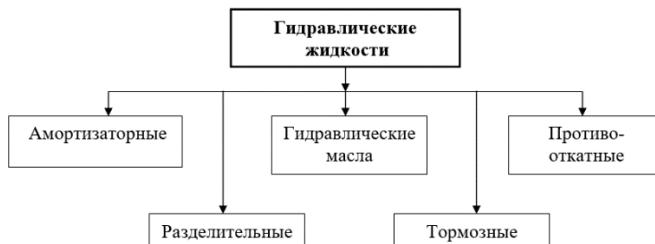


Рис. 1 Классификация гидравлических жидкостей

- Амортизаторные жидкости - специальные жидкости, используемые для смягчения ударов и предотвращения последствий их проявления. Они применяются в амортизаторах автомобилей, мотоциклов и др. видах техники. Они предотвращают образование воздушных пузырей и обеспечивают плавную передачу энергии при у daraх. Так же могут использоваться в гидроприводах. Обычно амортизаторной жидкостью служит маловязкое нефтяное масло или же смесь турбинного и трансформаторного масел [3, с. 713].

- Гидравлические масла – основной вид жидкостей, используемый в гидравлических системах. Существует много видов, различающихся по составу [4, с. 27].

- Противооткатные жидкости – жидкости, используемые в противооткатных системах, распространены в системах артиллерийского вооружения. Представляет собой раствор этиленгликоля с добавлением антикоррозионной и антипенной присадок [1, с. 27].

- Разделительные жидкости – специальные жидкости, задача которых предотвращение контакта тела с агрессивной средой с целью его продолжительной эксплуатации. Чаще всего используются в датчиках [1, с. 27].

- Тормозные жидкости – жидкости, используемые для предотвращения перегрева и противодействия стиранию деталей тормозной системы. Они также предотвращают загрязнение тормозных дисков и барабанов, помогая поддерживать их в хорошем состоянии. Используются различные виды тормозных жидкостей, например, гликолевые и спиртокасторовые [5, с. 136].

Так же в таблице содержатся примеры марок гидравлических жидкостей.

Таблица – Гидравлические жидкости и их марки

Вид гидравлической жидкости:	Марки жидкостей:
Амортизаторные жидкости	АЖ-12т, МГП-10, МГП-12
Гидравлические масла	ЭШ, РМ, РМЦ, АМГ-10, МГЕ-10А, МГЕ-4А, ВМГЗ, ЛЗ-МГ-2
Противооткатные жидкости	7-50С-3, НГЖ-4у, НГЖ-5у, СМ-028, ВРЖ-1-1, ОПЖ-70
Разделительные жидкости	12Ф, 12ФД, 12ФП, 13ФМ
Тормозные жидкости	ГТЖ-22М, БСК, АСК

Гидравлические жидкости являются важным элементом систем гидравлики, позволяющим передавать силу и движение между

элементами. Они доступны в различных видах, обладают разными свойствами и составами, при конструировании и эксплуатации машин необходимо понимать, как влияет выбор масел на гидравлическую или иную систему, необходимо выбирать жидкость в зависимости от конкретных задач и потребностей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черкасова Т.Г., Ахремкова Ю.С. Метрологическое обеспечение измерений и контроля качества гидравлических жидкостей // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2019. № 2. С. 25-30.
2. Константиневская Л.В., Косухин М.М. К вопросу о гидравлической совместимости ремонтных материалов в безнапорных трубопроводах при бестраншейной реновации // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 37-40.
3. Алимова З.Х., Авлиёкулов З.Х. Факторы, влияющие на изменения свойств жидкостей в процессе работы автомобильных амортизаторов // Экономика и социум. 2021. № 11. С. 711-715.
4. Жураев А.Ш., Хайтов Ф.З. Анализ металлических стружек гидравлического масла Tellus 68 путем проведения через него электрического тока // European science. 2020. № 7. С. 26-28.
5. Балаба С.В., Крудышев В.В. Проблемы эксплуатации тормозной жидкости в системах колесной техники // Научно-технический вестник: технические системы в АПК. 2019. С. 135-139.

УДК 622.271.451

Обрезанов А.С., Пономаренко Л.Н.

*Научный руководитель: Орехова Т.Н., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

КЛАССИФИКАЦИЯ БУЛЬДОЗЕРНЫХ ОТВАЛОВ

В зависимости от области применения бульдозерные отвалы могут использоваться для различных целей. Он может использоваться для планирования грунта, для создания насыпей, засыпаний и рытья траншей, снятия верхнего слоя почв с перемещением крупногабаритных скальных пород.

Бульдозер имеет преимущества при работе с грунтом – универсальность, простота, маневренность, ремонтопригодность, высокая проходимость. Однако применение этих машин с неправильно подобранным для определенного типа работ бульдозерным отвалом имеет недостатки: повышенный расход топлива, качество производимых работ, увеличение затрат времени на проработку зон отчуждения (зоны не захваченные отвалом), машина воспринимает большие нагрузки на ходовую часть и трансмиссию, что сокращает срок их службы в связи с быстрым износом.

В связи с этим можно поставить цель изучить конструкции и классификации бульдозерных отвалов и определить современное оборудование, обеспечивающее получение улучшенных технико-экономических показателей рабочего процесса.

Бульдозерный отвал – это тяжелая металлическая пластина, прикрепленное к передней части бульдозера.

Бульдозерный отвал используется для перемещения больших объемов грунта, песка, мусора и других материалов во время строительных и других работ. Отвал обычно изготавливается из стали и имеет форму широкого плоского совка. Он крепится к бульдозеру с помощью ряда рычагов и шарниров, которые позволяют поднимать и опускать отвал, а также наклонять его влево и вправо [1, с. 335].

Отвалы бульдозеров спроектированы таким образом, чтобы быть прочными и долговечными. Обычно они изготавливаются из высокопрочной стали и могут быть усилены дополнительными

стальными пластинами. Края отвала также могут быть усилены кромками из стального сплава для дополнительной прочности и износостойкости. Существуют различные типы бульдозерных отвалов и у каждого свое применение [2, с. 49].

Бульдозерные отвалы отличаются по некоторым категориям. Одна из них – это тип привода (Рис. 1).



Рис. 1 Типы привода бульдозерного отвала

Гидравлический. Система управления, основанная на энергии от давления жидкости, самый популярный тип привода, обеспечивает эффективное управление отвалом бульдозера с помощью гидроцилиндров.

Механический. Работает за счет канатов и управляется с помощью рычагов, за счет натяжения лебедки.

Электромеханический. Новая система управления. Преобразует электрическую энергию в механическую, так же функционирует и в обратном порядке.

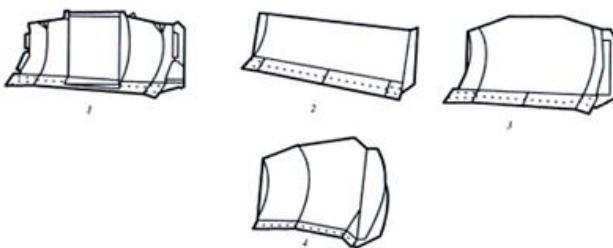


Рис. 2 Классификация по виду конструкции отвалов

1 – с толкающей плитой; 2 – прямой; 3 – полусферический; 4 – сферический

Полусферический «SU» – Включая в себя элементы как S-образного, так и U-образного отвала, он имеет прямое лезвие в основании, с изогнутыми частями по краям. Дополнительная кривизна лезвия позволяет отвалу собирать и переносить больше материала, чем U-образный отвал, и обеспечивать большую пробивную силу, чем S-образный отвал. Это лезвие лучше всего использовать при перемещении мягких и средних материалов на большие расстояния, благодаря его возможностям переноса и лучшей проникающей способности, чем у S-образного лезвия.

Сферический «U» - Отвал имеет изогнутую форму, похожую на ковш, с изгибами на каждой стороне. Отвал крепится к бульдозеру за задние-нижние углы. Благодаря своей форме и большому размеру, полусферический отвал регулярно используется для транспортировки на расстояние материалов средней тяжести.

Прямой «S» – Обычно самый маленький из линейки бульдозерных отвалов, прямой отвал, как и звучит, имеет прямую кромку. Отвал крепится на задне-нижних углах и может быть установлен как под наклоном, так и вровень с землей. Отсутствие изгибов по бокам делает его менее удобным при работе с сыпучими материалами. Благодаря

своей форме, это лезвие лучше всего использовать для зачистки, корчевки и мелкого грейдирования поверхности

Сигма-отвал – Вид отвала с значительно выступающей центральной частью, до 30 градусов, относительно краев, угловая форма отвала и отсутствие изгибов делает его идеальным для смешения материала в сторону от бульдозера, а не просто толкания его вперед.

Специальные отвалы – Так же, иногда, встречаются виды отвалов, которые не относятся к основным категориям и выполняют специальные задачи такие как: торфяные, кусторезные, с толкающей плитой и др.

Классификация по типу конструкции:

- неповоротный;
- поворотный;
- с гидроперекосом;
- шарнирно-сочлененный [3].

Чаще всего используются поворотные отвалы, так как контроль оператором, выполняемых работ, напрямую влияет на эффективность и скорость разработки грунта.

Большинство бульдозерных отвалов бывают четырех- или шестисторонними. Четырехсторонний отвал движется вверх и вниз и наклоняется влево и вправо, что идеально подходит для сдвигания снега и грязи в одну сторону. Он также уменьшает количество материала, который стекает по сторонам, поэтому каждый проход получается более чистым и меньше необходимости возвращаться назад. В некоторых случаях наклон отвала влево или вправо также может обеспечить достаточный зазор для маневрирования по загруженной рабочей площадке между оборудованием или через ворота.

Шестисторонний отвал также перемещается вверх и вниз и наклоняется влево и вправо, но в отличие от четырехстороннего, каждая сторона также наклоняется вверх или вниз. Другими словами, оператор может поднять любую сторону отвала выше, чем другую. Это особенно полезно для работы на сложных грунтах при грейдировании и выравнивании дорог и строительных площадок.

В зависимости от модели, оператор может регулировать угол наклона отвала вручную или гидравлически. При ручной регулировке отвала оператору необходимо спрыгнуть с машины и вручную переместить отвал на нужный угол. Это не только требует времени, но и повышает риск получения травмы. Отвал с гидравлической системой регулировки угла наклона безопаснее, быстрее и проще, поскольку его можно регулировать, не выходя из кабины [4].

Большинство бульдозерных отваловдвигаются вверх и вниз, но то, насколько далеко они достают, может повлиять на возможности. Высота подъема варьируется от 66 до 120 сантиметров. Большая высота подъема позволяет укладывать большие материала, например, почву или снег, в более крутые кучи, что помогает экономить место. Операторы также могут поднимать отвал достаточно высоко, чтобы избежать обратного волочения, которое в противном случае удалит материал, только что добавленный в кучу, и потребует дополнительных усилий [5].

При оснащении бульдозера отвалом, требуется руководствоваться возможностями машины и задачами, требующимися на протяжении эксплуатации техники. Любой строительный объект прежде всего нуждается в экономической выгоде и выбор техники это одно из ключевых правил успешного проекта так как это влияет на затраты и скорость выполняемых работ, это относится и к выбору отвала для бульдозера, поэтому специалисты должны разбираться и понимать, какой из видов навесного оборудования необходим им в данной ситуации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Николаев В.А. Взаимодействие с грунтом ножа и нижней части отвала бульдозера в начале прохода // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2022. № 3. С. 330-341.
2. Ханкелов Т.Н., Аслонов Н.П. Основные положения физического моделирования процесса разравнивания твердых бытовых отходов отвалом бульдозера // Транспорт шелкового пути. 2021. № 2. С. 47-52.
3. Спирина В.С. Новое бульдозерное оборудование // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/novoe-buldozernoe-oborudovanie/viewer> (дата обращения: 22.04.2023 г.).
4. Бульдозерные отвалы и их применение // сайт официального дилера спецтехники мировых производителей. – Режим доступа: <https://www.zeppelin.ru/o-kompanii/blog/resheniya/obzor-buldozernyh-otvalov/> (дата обращения: 23.04.2023 г.).
5. Кочерженко В.В., Погорелова И.А., Сулейманов А.Г., Коломацкий А.С. Разработка и исследование способа уменьшения потерь земельных ресурсов под отвалами вскрышных пород КМА путем армирования их откосов // Вестник Белгородского

государственного технологического университета им. В.Г. Шухова.
2017. № 11. С. 55-59.

УДК 656.01

Полищук А.К.

Научный руководитель: Куликова К.А., ст. преп.

Ярославский государственный технический университет, г. Ярославль, Россия

ВЛИЯНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ НА БЮДЖЕТНУЮ СИСТЕМУ СУБЪЕКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Внедрение и развитие информационно-коммуникационных технологий оказывает прямое воздействие на все сферы жизнедеятельности человека, способствуя повышению конкурентоспособности и безопасному функционированию экономики, обеспечивая осуществление национальных целей.

На сегодняшний день приоритетными направлениями в развитии Российской Федерации являются: стабильный рост экономики, повышение качества жизни граждан, поддержание стратегической прочности и безопасности. Без усиления научно-технологической базы невозможно достижение поставленных задач. Активизировать ускорение социально-экономического развития страны помогает перспективное направление цифровых технологий – интеллектуальные транспортные системы.

Согласно Распоряжению Министерства транспорта Российской Федерации от 30 сентября 2022 года № АК-247-р «Об утверждении Концепции создания и функционирования национальной сети интеллектуальных транспортных систем на автомобильных дорогах общего пользования», интеллектуальные транспортные системы – это системы управления, интегрирующие современные информационные и телематические технологии для автоматизированного поиска и принятия эффективных сценариев управления дорожно-транспортным комплексом, конкретным транспортным средством или группой транспортных средств с целью обеспечения заданной мобильности населения, максимизации показателей использования дорожно-транспортной сети, повышения безопасности и эффективности транспортного процесса, комфорта для водителей и пользователей транспорта. [1]

Для оценки влияния интеллектуальных транспортных систем на бюджетную систему агломераций, где внедрение стартовало раньше всех, проанализируем статистические данные и нормативно-правовую документацию.

Начало развитию ИТС в Москве положено в 2011 году. Согласно отчетам «об исполнении консолидированного бюджета субъекта Российской Федерации и бюджета территориального государственного внебюджетного фонда» [2] департамента финансов города Москвы, со времени введения элементов данной системы на территории города отмечен рост доходной части бюджета (рисунок 1). Анализируя статистику, можно заметить прирост в бюджете города с 2011 по 2023 год на 194 %.

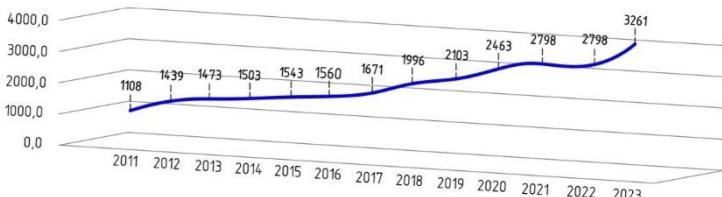


Рис. 1 Доходы бюджета Москвы, млрд руб [2]

В 2010 году проект внедрения ИТС стартовал в Санкт-Петербурге. Рисунок 2 демонстрирует положительные результаты в развитии экономики, прирост денежных средств с 2010 по 2023 год составляет 180 %.

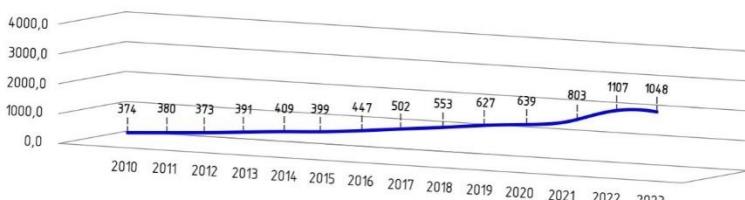


Рис. 2 Доходы бюджета Санкт-Петербурга, млрд руб [3]

Казань занимает третье место среди 15 городов-миллионников России по уровню развития современных технологий управления городом и решения муниципальных задач. Аналогичная ситуация с бюджетной системой города наблюдается и в данном субъекте (рисунок 3). Заметна положительная динамика увеличения доходной части бюджета, с 2015 по 2021 год прирост финансов – 72 %.

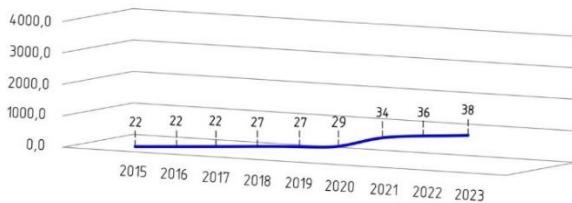


Рис. 3 Доходы бюджета Казани, млрд руб [4]

На каждом графике замечен резкий скачок увеличения доходов, который связан с установлением стабильности в работе ИТС со времени их введения в эксплуатацию.

Наряду с повышением экономического благосостояния городов, наблюдается снижение ДТП, а соответственно и их последствий, что несет позитивное влияние на экономику (рисунок 4).

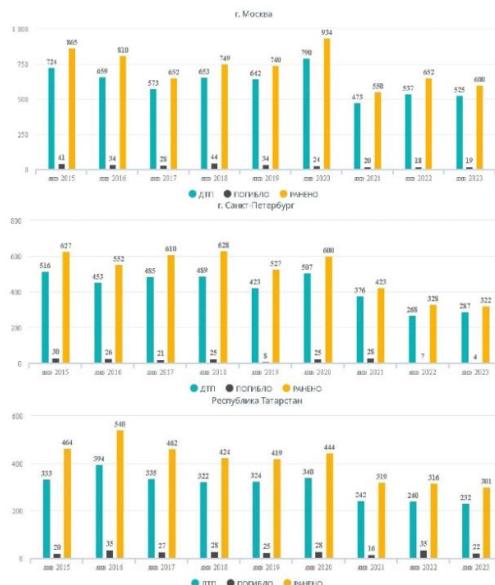


Рис. 4 Графики сравнения ДТП с 2015 года по 2022 год в городах [5]

Исходя из вышесказанного, разработка и развитие подсистем ИТС – это продуктивный вклад в бюджетную систему города. Так, с повышением мобильности населения, увеличивается потенциальный пассажиропоток, с увеличением объемов грузоперевозок и скорости

грузооборота повышается поток товаров и сокращается время их доставки в место назначения. В свою очередь, рост объемов автомобильных перевозок приводит к повышенному спросу на автозапчасти и услуги дорожного сервиса.

К элементам, обеспечивающим поступление финансовых средств, относятся автоматическая фотовидеофиксация и весогабаритный контроль, осуществляющие сбор платы и штрафов за административные правонарушения.

В результате успешного внедрения ИТС, оптимизируется доступность населенных пунктов и производственных зон, а формирование современной, привлекательной инфраструктуры города способствует привлечению частных инвестиций и активизирует предпринимательский потенциал.

Также увеличивается защищенность субъектов, посредством системы наблюдения за дорогами, обеспечивая интеграцию ИТС и системы безопасности, повышая эффективность деятельности правоохранительных органов и реализуя такой аспект национальных интересов, как государственная и общественная безопасность

Влияние ИТС на бюджетную систему города представлено на рисунке 5.



Рис. 5 Влияние ИТС на бюджетную систему города

Таким образом, комплексное внедрение интеллектуальных решений способствует повышению эффективности использования транспортной сети и, как следствие, благотворному влиянию на экономику города, расходованию бюджетных средств на благоустройство, развитие улично-дорожной сети и созданию высокотехнологичного сектора промышленности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Распоряжение Министерства транспорта Российской Федерации от 30 сентября 2022 года № АК-247-р «Об утверждении Концепции создания и функционирования национальной сети интеллектуальных транспортных систем на автомобильных дорогах общего пользования» // Собрание законодательства Российской Федерации, 2022. – 25 с;
 2. Официальный сайт Мэра Москвы [Электронный ресурс]: Отчет об исполнении консолидированного бюджета субъекта Российской Федерации и бюджета территориального государственного внебюджетного фонда URL: <https://www.mos.ru/findep/function/napravleniya-deyatelnosti/itogi-ispolneniya-biudzhetov-goroda-moskvy/godovye-otchety-ob-ispolnenii-biudzhetov-po-gorodu-moskve/> (дата обращения 01.05.2023);
 3. Закон Санкт-Петербурга «О бюджете Санкт-Петербурга» [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов «Кодекс». – Режим доступа: docs.cntd.ru/search?q=Решение%20Казанской%20городской%20Думы%20%22О%20бюджете%20муниципального%20образования%20города%20Казани%22 (дата обращения 01.05.2023);
 4. Решение Казанской городской Думы «О бюджете муниципального образования города Казани» [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов «Кодекс». – Режим доступа: docs.cntd.ru/search?q=Решение%20Казанской%20городской%20Думы%20%22О%20бюджете%20муниципального%20образования%20города%20Казани%22 (дата обращения 01.05.2023);
 5. Госавтоинспекция [Электронный ресурс]: Показатели состояния безопасности дорожного движения URL: <https://xn--90adear.xn--p1ai/> (дата обращения 07.12.2022).

УДК 629.1

Полторыхин В.В., Высочин А.А.

**Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

ПРИНЦИП РАБОТЫ БЕСПИЛОТНОГО АВТОМОБИЛЯ

Беспилотный автомобиль – автотранспортное средство, оборудованное системой автоматического управления, которое может

передвигаться без участия человека. Автопилот – устройство или программно-аппаратный комплекс, ведущий транспортное средство по определённой, данной ему траектории. Наиболее часто автопилоты используются для управления летательными аппаратами (в связи с тем, что полёт чаще всего происходит в пространстве, не включающий большого количества препятствий), а также для управления автотранспортными средствами, передвигающимися по рельсовым путям. Современный автопилот позволяет автоматизировать все этапы полёта или движения и другого транспортного средства [1].

Идея о непилотируемой технике зародилась ещё в начале XX века и тогда же была реализована в виде автомобиля с антенной, который управлялся с пассажирского сидения следовавшей за ним машины. В наши дни антенны тоже широко применяются для контроля беспилотной техники, однако, не для всех типов.

Чтобы приехать в пункт назначения, беспилотный автомобиль должен знать маршрут, понимать окружающую обстановку, соблюдать ПДД и корректно взаимодействовать с пешеходами и другими участниками дорожного движения. Чтобы соответствовать этим требованиям, беспилотник применяют следующие технологии.

Лидар – это лазерный дальномер, который устанавливается на крышу автомобиля. Является сердцем беспилотника, потому что пыляет своими лазерами налево и направо для того, чтобы сформировать 3D-карту в радиусе до 100 метров. Данные синхронизируются с картами (Google, Bing, ГИС) для того, чтобы соблюдать ПДД и знать, куда ехать.

Видеокамера нужна для обнаружения сигналов светофоров, приближающихся на небезопасную дистанцию объектов. Обычно ставят как минимум одну камеру у зеркала заднего вида. В среднем в машинах бывает от 1 до 3 видеокамер.

Искусственный интеллект в автомобиле превращает поездку в нечто большее, чем просто перемещение из пункта отправления в пункт назначения. Современное оборудование делает движение безопасным, выступает в качестве дополнительных органов чувств, помогая водителю управлять транспортом, понижает возможность ДТП и позволяет автомобилисту меньше концентрироваться на дороге без неблагоприятных последствий [2].

Радар нужен для определения дальности объектов, траектории и скорости их движения. Он излучает радиоимпульсы, которые отражаются от препятствий и передаются на принимающую антенну. По сути, радары – глаза автомобиля. Пока что на беспилотники

устанавливают от четырёх радаров как минимум. Они устанавливаются по 2 штуки спереди и сзади.

Что касается системы глобального позиционирования с помощью спутников (GPS), то, вопреки широко распространённому мнению, наличие этих данных не является критически важным узлом беспилотников. Транспорт без водителя обязан уметь ездить в любых условиях. Поэтому основным источником является высокоточные карты. Причём создать и поддерживать их в актуальном состоянии не так трудно, поскольку они обновляются самими беспилотниками. Процесс похож на работу «Яндекс.Пробок»: водители пользуются сервисом и использует передачу данных, которые применяют для актуализации информации.

Упростить создание точных карт для автомобилей может сотрудничество с автопроизводителями: их машины, оснащенные сенсорами и радарами, могут «делиться» получаемой с дорог информацией с разработчиками картографических сервисов. За счет этого карты могли бы обновляться буквально в режиме реального времени.

Эксперты считают, что беспилотники станут в ближайшем будущем основным видом транспорта, так как они способны доставить пассажиров, любой груз по адресу без задержек во времени, а главное, – в полной безопасности. Автомобили:

1. полностью соблюдают правила дорожного движения;
2. выбирают верный режим;
3. снижают скорость, когда это необходимо сделать;
4. держат правильную дистанцию;
5. производят правильный обгон [3].

Есть два подхода к обучению автомобиля: классический и нейросетевой. Первый состоит из четырёх модулей: локализация, распознавание, планирование и восприятие. Локализация позволяет определить местоположение беспилотника с сантиметровой точностью. С помощью распознания беспилотник пытается спрогнозировать движение других участников дорожного движения. Планирование – исходя из трёх предыдущих задач, алгоритмы беспилотника «определяют» собственные действия и отдают команды системам управления. Восприятие идентифицирует окружающие объекты [4].

При работе со вторым подходом автомобиль посыпает данные с камер, отправляет их нейросети, а она уже определяет, куда повернуть и на какой скорости ехать. Реализация нейросетевого подхода требует большое количество входных данных для каждой из возможных ситуаций, чтобы обучить машину вести себя подобно человеку. Это

сделать довольно сложно, поэтому многие непилотируемой автомобили работают на основе классического подхода [5].

Система безопасности движения разделена на два типа: V2V и V2I. Первый тип – обеспечивает безопасное вождение за счет связи между автомобилями на перекрестках с плохой видимостью. V2V-система может предупреждать водителей об опасности лобового столкновения, бокового столкновения, заднего столкновения, уведомлять о неисправности транспортного средства, предоставлять дорожную и нормативную информацию

V2I - обеспечивают передачу информации (сигнал и нормативная информация и т.д.) от придорожного оборудования к автомобилю через средства радиосвязи. Например, придорожные сенсоры на перекрестке обнаружат машины, которые собираются пересечь перекресток или повернуть, и передадут информацию другим приближающимся машинам по средствам V2I-систем.

Развитие беспилотного транспорта только начинается. Прежде чем самоуправляемые автомобили дойдут до широкого круга потребителей, им предстоит пережить много усовершенствований и пройти большое количество тестов.

Беспилотные системы способны изменить жизнь всего общества. Благодаря автоматическому управлению получится сократить время нахождения в пути, а машины станут местом для приятного времяпроживания [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

4. Как устроены беспилотные автомобили и кто их делает [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://auto.ru/mag/article/selfdrivingsetup/> (дата обращения: 02.04.2023).

5. Как работает беспилотный транспорт [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://tproger.ru/articles/self-driving-cars-howto/> (дата обращения: 02.04.2023).

6. Новиков И.А., Кравченко А.А., Шевцова А.Г., Васильева В.В. Научно-методологический подход к снижению аварийности на дорогах Российской Федерации // Мир транспорта и технологических машин. 2019. № 3. С. 58-64.

УДК 629.1

Полторыхин В.В.

*Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Беспилотные технологии в последние годы приобретают все большую популярность в мире. Эти технологии обещает изменить нашу жизнь, увеличивая безопасность дорожного движения, экономя время и уменьшая вредное влияние автомобилей на окружающую среду. В России тоже уже появились первые проекты по разработке беспилотных автомобилей.

Перспективы развития беспилотных автомобилей можно разделить на несколько направлений такие как: развитие технологий, законодательство, экономический аспект, социальный аспект [1].

Для того чтобы беспилотные автомобили могли успешно работать, необходимо создать соответствующую инфраструктуру, а также разработать и внедрить новые технологии. Уже существуют научные центры, которые занимаются исследованием и разработкой беспилотных автомобилей, такие как «Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова» и «Институт систем управления им. В.А. Котельникова РАН». Однако для полноценного развития технологий необходимо вкладывать большие инвестиции и создавать условия для привлечения лучших специалистов в этой области.

Разработка беспилотных автомобилей требует изменений в законодательстве. В России уже были внесены изменения в правила дорожного движения, которые позволяют испытывать беспилотные автомобили на дорогах страны. Однако необходимо продолжать работу в этом направлении, чтобы обеспечить безопасность участников дорожного движения и развитие новой технологии.

Внедрение беспилотных автомобилей может привести к снижению затрат на транспортную логистику и повышению эффективности производства. Это также может улучшить качество жизни горожан, сократив время на дорогах и уменьшив загрязнение окружающей среды. Однако для реализации этого потенциала необходимо провести серьезную работу по экономическому анализу и прогнозированию изменений, которые произойдут в транспортной и других отраслях экономики [2].

Внедрение беспилотных автомобилей может оказать значительное влияние на социальные аспекты жизни людей. Например, это может создать новые возможности для людей с ограниченными возможностями передвижения, сократить количество дорожных аварий и уменьшить вредное воздействие автомобилей на окружающую среду.

Конечно, как и любая технология, беспилотные автомобили также имеют свои проблемы.

Безопасность эта одна из основных проблем, связанных с беспилотными автомобилями, является обеспечение безопасности пассажиров и окружающих. Беспилотные автомобили должны быть способны быстро и точно реагировать на любые опасности на дороге и обеспечивать максимальную безопасность для всех участников дорожного движения [3].

Для того, чтобы беспилотные автомобили могли успешно работать, необходимы соответствующие правовые и регуляторные рамки, которые позволяют им работать на дорогах. В настоящее время законодательство в области беспилотных автомобилей находится на этапе разработки и обсуждения, что может привести к задержкам во внедрении технологии.

В настоящее время беспилотные автомобили стоят значительно больше, чем обычные автомобили. Это ограничивает их доступность для большинства потребителей, что может замедлить процесс их внедрения на рынке.

Технологические ограничения, которые используются для создания беспилотных автомобилей, имеют свои ограничения. Например, они могут столкнуться с трудностями в сильных погодных условиях, например, при снегопадах или ливнях.

Для совершенствования беспилотных автомобилей и преодоления этих проблем используются различные методы.

Разработка более продвинутых технологий, усовершенствование технологий, используемых в беспилотных автомобилях, может помочь преодолеть некоторые из ограничений, связанных с их работой. Например, использование новых материалов и улучшение сенсоров и системы искусственного интеллекта могут сделать беспилотные автомобили более безопасными и надежными.

Разработка более точных карт и датчиков используемых в беспилотных автомобилях, играет ключевую роль в обеспечении безопасности и точности навигации. Разработка более точных карт и датчиков может помочь улучшить производительность беспилотных автомобилей [4].

Регулярное обновление программного обеспечения беспилотных автомобилей может помочь улучшить их безопасность и эффективность. Регулярное обновление ПО позволяет беспилотным автомобилям адаптироваться к изменяющимся условиям дорожного движения и улучшать свою работу [5].

Совершенствование законодательства, создание соответствующих правовых и регуляторных рамок может помочь обеспечить безопасность и эффективность работы беспилотных автомобилей. Регулярное обновление законодательства может помочь улучшить безопасность и стимулировать инновационный прогресс в этой области.

Совместное взаимодействие между различными заинтересованными сторонами, такими как правительственные органы, компании-производители, эксперты и общественность, может помочь ускорить процесс внедрения беспилотных автомобилей и преодоления связанных с ними проблем.

Таким образом, беспилотные автомобили представляют большой потенциал для изменения нашей жизни. Однако для того, чтобы реализовать этот потенциал, необходимо продолжать работу во всех направлениях, начиная от развития технологий и законодательства и заканчивая анализом экономических и социальных последствий. Только тогда мы сможем полностью оценить потенциал беспилотных автомобилей и использовать его для улучшения жизни людей [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Быкова Н. Когда мы поедем на роботакси // Эксперт. 2020. № 40 (1178). С. 58–62.
2. Беспилотные автомобили. Состояние рынка, тренды и перспективы развития [Электронный ресурс]. Систем. требования:

Adobe Acrobat Reader. URL: <https://iot.ru/transportnaya-telematika/bespilotnye-avtomobili-sostoyanie-rynska-trendy-i-perspektivy-razvitiya> (дата обращения: 02.04.2023).

3. На автомата: стал известен план появления беспилотных машин в России [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://iz.ru/1008700/aleksandrvolobuev-ekaterina-vinogradova/na-avtomate-stalizvestenplanpoiaavlenniia-bespilotnykh-mashin-v-rossii> (дата обращения: 02.04.2023).

4. Руденко Н. Конкурируя за будущее: проблематизация инновационной автомобильности в публичном дискурсе «Яндекс. Беспилотников» // Laboratorium. 2022. №2. С. 73–102.

5. Хайченко А. Ю., Смирнова Е. А. О мировом опыте использования беспилотного транспорта в сфере логистики и возможности его внедрения в России // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. №11–3. С. 166–169.

6. Новиков И.А., Кравченко А.А., Шевцова А.Г., Васильева В.В. Научно-методологический подход к снижению аварийности на дорогах Российской Федерации // Мир транспорта и технологических машин. 2019. № 3. С. 58–64.

УДК 621.95

Польшин А.А., Голубева Н.Д., Мальцев А.К., Тихонов А.А.

Научный руководитель: Любимый Н.С., ст. преп.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

РАСЧЁТ СИЛ РЕЗАНИЯ ПРИ РАБОТЕ СВЕРЛАМИ

Распространенным видом механической обработки является сверление. Сверление – это один из широко распространенных технологических способов получения отверстий в сплошном материале. Сверлением получают сквозные и несквозные (глухие) отверстия в деталях машин, а также обрабатывают (рассверливают) предварительно полученные отверстия (литьем, ковкой, штамповкой или другими способами) в целях увеличения их размеров, повышения точности и снижения шероховатости поверхности.

К сверлению также можно отнести развертывание, зенковку и рассверливание, так как развертки и зенкеры отличаются от сверл только количеством зубьев с углом в плане режущих действий. Например, сверло имеет два режущих лезвия, наклоненных под углом φ

$= 60^\circ$, то чистовые развертки имеют уже 4-12 лезвий с углом $\phi = 5\pm15^\circ$ [1].

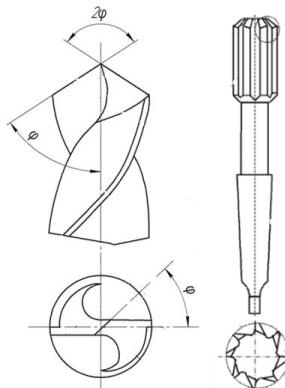


Рис. 1 Схема сверла и развертки: а – сверло, б - развертка

Для того, чтобы приступить к процессу сверления, необходимую заготовку базируют на станке. После процедуры базирования заготовка занимает устойчивое положение, лишаясь трех степеней свободы. Когда деталь неподвижно закреплена, сверлу сообщается два одновременных движения: поступательное (движение подачи) и вращательное (движение резания)[2].

В процессе сверления, когда действует сила резания, происходит отделение частиц металла от детали и образование стружки.

Работа, которая должна затрачиваться на сверление, создается в результате работы сил, действующих на лезвия сверла.

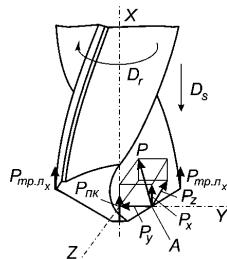
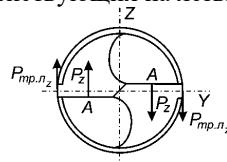


Рис. 2 Силы, действующие на сверло

На каждую режущую кромку сверла действует равнодействующая сил сопротивления P (рис. 2), приложенная к некоторой точке А. На поперечную кромку действует сила P_{nk} , направленная вдоль оси x - против движения подачи D_s . На каждую направляющую ленточку действует сила трения ленточки $P_{тр.л.x}$ об обработанную поверхность.

Сила P может быть разложена на составляющие силы P_x , P_y , P_z по осям x, y, z.

Силы P_y на режущих кромках направлены навстречу друг другу и при симметричной заточке равны по величине, причем действие их уравновешивается и равно нулю. Осевая сила P_0 (1), действующая вдоль оси сверла, равна:

$$P_0 = 2P_x + P_{nk} + 2P_{тр.л.x}, \text{Н} \quad (1)$$

P_x – составляющая силы P по оси x; P_{nk} – сила, действующая на поперечную кромку; $P_{тр.л.x}$ - сила трения ленточки.

Суммарный крутящий момент сопротивления M_{kp} (2), действующий на сверло, складывается из момента M от силы P_z , момента M_{nk} , создаваемого силами, действующими на поперечной кромке, и момента M_l от сил трения на цилиндрических ленточках сверла, т.е.

$$M_{kp} = M + M_{nk} + M_l, \text{Н}\cdot\text{м} \quad (2)$$

M – момент от силы P_z ; M_{nk} – момент, создаваемый силами, действующими на поперечной кромке; M_l – момент от сил трения на цилиндрических ленточках сверла[3].

Значения P_0 и M_{kp} можно определить двумя методами:

1. экспериментально, т.е. при помощи динамометра;
2. с помощью расчетов по эмпирическим формулам.

Осевая сила резания P_0 (3) рассчитывается по формуле:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^{q_p} \cdot S_{ct}^{Y_p} \cdot K_{mp}, \text{Н} \quad (3)$$

C_p – постоянный коэффициент (табл. 1); D – диаметр сверла, мм; S_{ct} – подача по паспортным данным станка, $\frac{\text{мм}}{\text{об}}$; K_{mp} – коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (табл. 2); q_p , Y_p – показатели степени (табл. 1).

Далее нужно сравнить осевую силу резания расчетную P_0 с максимальной осевой силой резания P_{max} , заявленной в паспорте станка. Для корректной работы P_0 должно быть меньше, чем P_{max} .

Крутящий момент M_{kp} (4) от сил сопротивления резанию рассчитывается по формуле:

$$M_{kp} = 10 \cdot C_m \cdot D^{q_m} \cdot S_{ct}^{Y_m} \cdot K_{mp}, \text{Н}\cdot\text{м} \quad (4)$$

C_m – постоянный коэффициент (табл. 10); D – диаметр сверла, мм; S_{ct} – подача по паспортным данным станка, $\frac{\text{мм}}{\text{об}}$; K_{mp} – коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (табл. 2); q_m , Y_p – показатели степени (табл. 3)[4].

Таблица 1 - Значения коэффициента C_p и показателей степени q_p , Y_p в формуле осевой силы P_0 при сверлении

Обрабатываемый материал	Метод обработки	Материал режущей части сверла	C_p	q_p	Y_p
Конструкционная сталь, $\sigma_b = 750$ МПа	сверление	Р6М5	68	0,7	1,0
Серый чугун, HB190	сверление	ВК8	43	0,8	1,0
Ковкий чугун, HB150	сверление	ВК8	33	0,7	1,2

С помощью данных формул можно рассчитать параметры осевой силы резания и крутящего момента от сил сопротивления резанию, которые являются основными при расчете параметров режимов резания заготовок на сверильных станках[5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грановский Г. И., Грановский В. Г. Резание металлов: Учебник для машиностр. и приборостр. спец. вузов. М.: Высш. шк., 1985.— 304 с.
2. Любимый Н. С., Романович М. А., Тихонов А. А., Бабкин М. С. Исследование температуры поверхности металл-металлополимерной детали при механической обработке плоским шлифованием. Белгород: Из-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2020. – 90 с.
3. Малов А. Н. Краткий справочник металлистов. М.: Машиностроение, 1972, - 768 с.
4. Блюмберг В. А., Зазерский Е. И. Справочник фрезеровщика. Л.: Машиностроение, 1984.— 288 с.
5. Смирнов В. К. Токарь-расточник: Учебник для проф.-техн. уч-щ.— 3-е изд., доп. и перераб. М.: Высш. школа, 1978. — 224 с

Польшин А.А., Голубева Н.Д., Мальцев А.К., Тихонов А.А.

Научный руководитель: Любимый Н.С., ст. преп.

**Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОМБИНИРОВАННЫМИ РЕЖУЩИМИ ИНСТРУМЕНТАМИ

Комбинированные режущие инструменты представляют собой сочетание различных лезвийных инструментов, например, таких как: сверла-развертки, комбинированные резцы, круглошпоночные протяжки и т.д. [1]

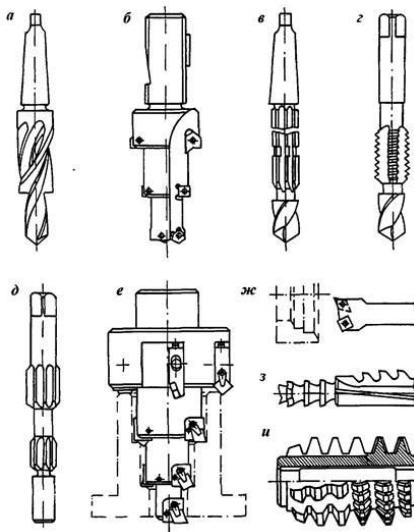


Рис. 1 Комбинированные инструменты: а, б – сверло-зенкер, в – сверло-развертка, г – сверло-метчик, д – сдвоенная развертка, е – расточная головка или комбинированный зенкер, ж – комбинированный резец, з – круглошпоночная протяжка, и – червячная фреза-шевер

Данные инструменты применяются для повышения производительности при обработке отверстий в массовом производстве. При замене ряда инструментов одним комбинированным существенно сокращается время на замену инструмента, повышается точность и

качество механической обработки, сводится к минимуму возможность несовпадения осей инструмента и отверстия[2].

Хотя комбинированные инструменты сводят к минимуму отклонения в обработке деталей, их конструкция нуждается в усовершенствовании[3].

Был проведен патентный поиск, проанализированы варианты по модернизированию комбинированного инструмента. Среди них был выбран более подходящая полезная модель №2424087, которая ставит задачу, заключающуюся в создании высокоточной обработки направляющей втулки клапана и смежного с ней седла клапана[4].

Решением данной задачи является другое исполнение зажимного патрона. Он выполнен в виде гидравлического затягивающегося зажимного патрона, имеющего полость обжатия, реализованный в виде кольцевого зазора с возможностью осуществления зажимного усилия.

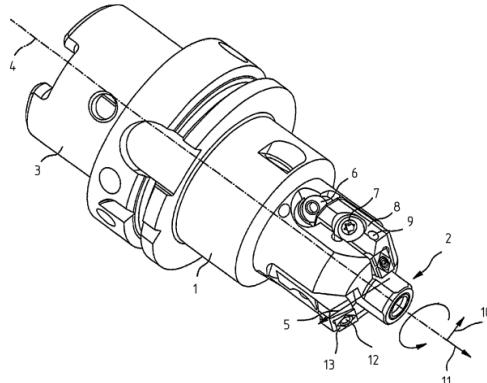


Рис. 2 Вид в перспективе комбинированного режущего инструмента с гидравлическим затягивающимся зажимным патроном и тангенциальными расположеннымами поворотными режущими пластинами: 1 – базовая основа, 2 – зажимной патрон, 3 – присоединительная часть, 4 – продольная ось, 5 – тангенциальное направление, 6 – натяжной клин, 7 – зажимной винт, 8 – кассета, 9 – радиальный юстировочный винт, 10 – радиальное направление, 11 – осевое направление, 12 – зажимной винт, 13 – режущие пластины

Данный патент был выбран за счет своей универсальности, так как у него есть несколько видов исполнения:

- режущие пластины могут быть расположены тангенциальными,
- режущая плата имеет режущий угол, которым режущая плата в процессе обработки находится в контакте с обрабатываемой деталью,

- использование обычных кассет с радиально расположенными режущими пластинами и т.д.

Комбинированные режущие инструменты для подобных обрабатывающих процессов представлен в патенте WO2005097383, показанный на рис. 3.

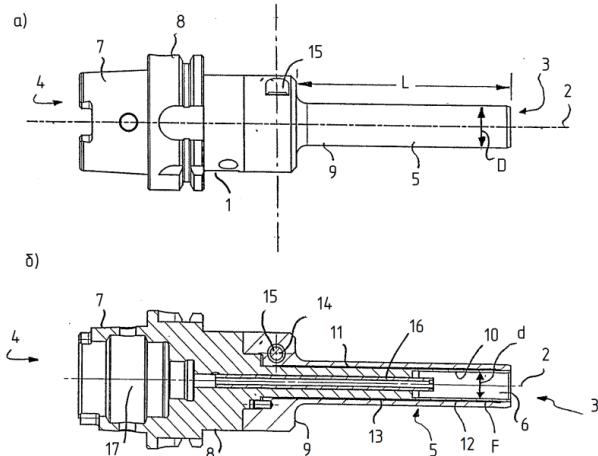


Рис. 3 Гидравлический расширительный патрон: а – вид сбоку, б – продольный разрез, 1 – ударная поверхность, 2 – ось, 3 – конец патрона со стороны инструмента, 4 - конец патрона со стороны станка, 5 – шейка, 6 – приемник для инструмента, 7 – конус крепления, 8 – основной корпус, 9 – зажимная втулка, 10 – расширительная втулка, 11 – кольцевой зазор, 12 – барокамера, 13 – система подачи давления, 14 – блок создания давления, 15 – отверстие, 16 – цапфа, 17 – выходное отверстие , F – кольцевой зазор, D – наружный диаметр, d – внутренний диаметр, L – осевая длина шейки

Данный патрон выполняет функцию соединения токарного инструмента, как сверло или фреза, с ведущим шпинделем станка. Преимущество данного патрона заключается в том, что его конструкция позволяет гасить вибрации и удары, которые могут возникать во время работы станка, что повышает его срок службы. Также преимуществом патрона являются его геометрические параметры: данный гидравлический патрон может быть приведен в исполнение в длинных и узких конструкциях, которые имеют относительно небольшие усилия. И в свою очередь он имеет более выгодные эксплуатационные характеристики[5].

Производства, работающие по усовершенствованным, новаторским технологиям, применяют комбинированные режущие инструменты оригинальной конструкции, которые позволяют

уменьшить вспомогательное время на замену инструмента, как было сказано ранее, и время машинное. Точно продуманная конструкция комбинированного инструмента позволяет увеличить производительность и надежность агрегата.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сахаров Г. Н., Арбузов О. Б., Боровой Ю. Л. Металлорежущие инструменты: Учебник для вузов. М.: Машиностроение, 1989.—328 с.
2. Справочник инструментальщика. / под общ. ред. Ординарцева И. А. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. — 846 с.
3. Любимый Н. С., Романович М. А., Тихонов А. А., Бабкин М. С. Исследование температуры поверхности металл-металлополимерной детали при механической обработке плоским шлифованием. Белгород: Из-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2020. – 90 с.
4. Пат. 2424087 Российская Федерация, МПК B23B 27/14 (2006.01), B23B 29/034 (2006.01), B23D 75/00 (2006.01). Комбинированный режущий инструмент и способ обработки резанием просверленного отверстия и его поверхности, а также режущая пластина для подобного комбинированного режущего инструмента/Автор(ы): Леман Томас Кристиан, Эберт Гюнтер Альфред; заявитель и патентообладатель(и): КЕННАМЕТАЛ ИНК. № 2008135704/02, заявл. 01.02.2007; опубл. 20.07.2011, Бюл. № 20. 2 с.
5. Гидравлический расширительный патрон [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://patents.google.com/patent/WO2005097383A1/en>

УДК 629.1

Пономарев В.Л.

*Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ V2X ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

В настоящее время в мире наблюдается четвертая промышленная революция, главным элементом которой является слияние материального мира и виртуальной среды, что приводит к созданию

новых кибер-физических систем (CPS), объединенных в единую цифровую экосистему. Инновационные проекты, такие как беспилотные технологии, способны существенно повысить уровень жизни людей и улучшить конкурентоспособность на рынке товаров и услуг. Беспилотные технологии представляют относительно новое направление развития транспортной отрасли, которое подразумевает автоматическое или дистанционное управление движением транспортных средств и другими процессами с минимальным участием человека и повышением производительности транспортных систем.

Одной из технологий, используемых в беспилотных транспортных системах, является технология V2X. Эта технология основана на использовании WLAN и позволяет обмениваться информацией между транспортными средствами (V2V) и инфраструктурой (V2I). Кроме того, технология C-V2X, дополненная системой сотовой связи и 5G V2N, позволяет автомобилю находиться онлайн в общей информационной среде. Сочетание различных систем и технологий связи позволяет автомобилю анализировать дорожную обстановку как вблизи, так и на большом расстоянии.[1]

Основными преимуществами технологии V2X являются повышение безопасности дорожного движения, эффективности и экономии энергии. Распространение V2X способно значительно сократить аварийность и смертность на дорогах, улучшить качество дорожного движения, справиться с проблемой перегруженности дорог и стать новым этапом в развитии автопилотируемых транспортных средств.

Благодаря передовому обмену данными V2X возможно использование многочисленных приложений, которые способствуют повышению безопасности дорожного движения, включая:

- предупреждение о возможном столкновении;
- предупреждение о перестроении между полосами и оповещение о слепых зонах;
- предупреждение об аварийном электрическом стоп-сигнале;
- ассистент движения на перекрестке;
- оповещение о находящемся рядом аварийном автомобиле;
- информирование о дорожных работах.[2]

Автомобили, оснащенные чипами C-V2X, способны отправлять около 10 сигналов в секунду, содержащих информацию о скорости, направлении движения и другие параметры работы автомобильных систем.

Важно отметить, что передаваемые в системе данные не содержат никакой идентификационной информации о транспортных средствах

или водителях, что исключает возможности использования технологии правоохранительными органами.

Технология дистанционного управления транспортным средством имеет широкий спектр потенциальных сценариев применения и особенно полезна в опасных и неблагоприятных условиях, например, в шахтах или на свалках. Её использование также эффективно при дорожных работах, например, при уплотнении грунта катком на больших площадях. Благодаря этой технологии один человек может управлять целым парком транспортных средств или проводить спасательные операции в зонах стихийных бедствий.

Радиотехнология C-V2X является технологией сотовой связи, которая проходит проверку для последующего глобального внедрения и использует протоколы верхнего уровня. Эти протоколы были разработаны в автомобильной отрасли в ходе многолетних исследований с целью поддержки передовых технологий со сквозным вариантом использования. Система прямой связи C-V2X отличается увеличенным радиусом действия и высокой надежностью работы, даже при отсутствии сети сотовой связи или зоны покрытия. Для превращения технологии V2X в реальность, необходимо расширить зону охвата 5G-сигнала в двух областях - автомобильной и телекоммуникационной. Но полноценное развертывание систем V2X сталкивается с рядом сложностей, независимо от используемых стандартов. Безопасность дорожного движения тесно связана с этими системами, поэтому необходимо обеспечить соответствие требованиям безопасности при разработке стандартов.[4]

Так как автомобили с системами V2X могут использоваться в разных странах, необходимо обеспечить их соответствие международным и региональным требованиям, а также обеспечить взаимозаменяемость модулей от разных производителей.

Контроль и измерения для систем V2X различных стандартов решают схожие задачи. Но уровень протоколов и структуры сетей между стандартами может существенно отличаться, и тестирование конкретных решений также будет различаться.

Основными измеряемыми параметрами при тестировании систем C-V2X являются задержка, надежность передачи, помехи и совместимость, дальность действия, адаптация к загруженности сети, максимальные относительные скорости транспортных средств, динамические искажения в каналах, пропускная способность, точность определения координат с помощью ГНСС, функциональная совместимость, безопасность канала и характеристики антенн.

В условиях, когда не существует стандарта С-V2X, массовое производство систем, работающих на этой технологии, ограничено, и решения, связанные с контролем и измерениями С-V2X, сосредоточены в основном на исследованиях и разработках.[3]

Несмотря на то, что использование автоматизированных систем транспорта имеет множество преимуществ, есть и некоторые недостатки, которые следует учитывать.

Преимущества включают в себя возможность перевозки грузов в опасных зонах, в условиях природных и техногенных катастроф или военных действий, экономию на зарплате водителей, снижение стоимости транспортировки грузов и людей, более эффективное использование топлива и дорог благодаря централизованному управлению транспортным потоком, экономию времени, уменьшение количества аварий и человеческих жертв, а также возможность для людей с ослабленным зрением перемещаться на автомобиле.

Однако есть и некоторые недостатки, которые стоит учитывать, такие как ответственность за возможные ущербы, потеря возможности управлять автомобилем вручную, надежность программного обеспечения, отсутствие опыта у водителей в критических ситуациях и потеря рабочих мест людьми, связанными с вождением транспортных средств.[5]

Для успешного функционирования автономных автомобилей необходимо подключение к сети, и 5G становится ключевой технологией для быстрого соединения и уменьшения времени задержки, что способствует повышению безопасности на дорогах. Более быстрое соединение позволит собирать и передавать данные с большей скоростью, что позволит автомобилю мгновенно реагировать на изменения дорожной обстановки или погоды. Внедрение 5G также обеспечивает прогресс в развитии цифровых сервисов для пассажиров и водителей, что увеличит удовольствие от поездки и приведет к росту прибыли для поставщиков услуг.

Однако, кроме технологических вызовов, для широкого использования автономных автомобилей необходимо решить множество вопросов на уровне законодательства. Инженеры, экономисты и политики со всего мира говорят о том, что города станут "умными", а автомобили станут беспилотными. Однако, чтобы это стало реальностью, необходимо развитие технологий сбора, анализа, хранения и защиты огромного объема данных.[6]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Егорчев А.А., Чикрин Д.Е., Гуськов В.С. Вопросы построения беспилотной техники // Изд. Казанский федеральный университет. 2022. 120 с.
2. Технология V2X и C-V2X – будущее автомобилей [Электронный ресурс]. URL: <https://v2x.ru/> (дата обращения: 27.02.2023)
3. Как в России внедряется V2X [Электронный ресурс]. URL: <https://vc.ru/transport/508506-menshe-probok-vysshe-bezopasnost-kak-v-rossii-vnedryaetsya-v2x> (дата обращения: 27.02.2023)
4. Общие принципы работы беспилотного автомобиля [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/SN7bk> (дата обращения: 27.02.2023)
5. Развитие технологий беспилотного наземного транспорта [Электронный ресурс]. URL: <https://cognitivepilot.com/autotransport1/razvitiye-tehnologij-bespilotnogo-nazemnogo-transporta/> (дата обращения: 27.02.2023)
6. Однокозов П.С., Дуганова Е.В. Маркетинг инноваций в автомобильном сервисе // Научное обозрение. 2019. № 3. С. 75-78.

УДК 629.1

Постников П.К.

Научный руководитель: Конев А.А., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ

Защита кузова автомобиля от коррозии беспокоит каждого автовладельца. Появление ржавчины приводит к ухудшению эстетических и эксплуатационных свойств автомобиля. Не устранивший вовремя небольшой очаг коррозии может привести к серьезным последствиям.

Коррозия – это химическая реакция окисления (разрушения) железа, которая происходит при наличии двух факторов – воды и кислорода. Некачественное лакокрасочное покрытие, механические повреждения на нем, различныестыки, швы кузова, элементы выхлопной системы и трансмиссии, а также слабо вентилируемые полости автомобиля – самые уязвимые места для ржавчины.

Следует учитывать, что перепады температуры, сильная вибрация и высокая концентрация газов в атмосфере только ускоряют разрушение металла. Губительное действие на хромированные детали оказывает песок, технические соли, в том числе хлорид кальция, содержащийся в современных противогололедных реагентах. В зависимости от расположения того или иного элемента его разрушение может происходить чуть медленнее или, напротив, быстрее. [1]

Стремительное распространение коррозии приводит к тому, что отдельные элементы кузова приходится ремонтировать или даже менять. Снижается качество защиты от внешних факторов, к внутренним частям и механизмам начинает проникать грязь, вода, пыль, что ускоряет процессы изнашивания

При производстве автомобилей используются два вида защиты: барьерная (изоляция металла от физического контакта с внешней средой) и протекторная (электрохимическая). Барьерная защита – это сама краска, а также грунт, лак, мастика и иногда хром. При этом самую мощную защиту от коррозии выполняет именно грунт. На заводе используется так называемое катодное грунтование (катафорез), когда в специальной ванне на кузов подается “минус”, а на грунтовой состав – “плюс”. Такой способ обеспечивает надежное покрытие грунта и очень высокую (в 2-3 раза по сравнению с традиционным нанесением) стойкость к коррозии. Некоторые автопроизводители сверху основного грунта еще наносят слой “филлера”, который заполняет все микропоры, чтобы уменьшить шансы попадания влаги к металлу. Принцип протекторной защиты в том, что окисляться (или повреждаться) должен внешний слой цинка (1-9 мкм), находящийся в контакте с металлом. [2]

Однако также есть и дополнительные способы защиты кузова от коррозии: антикоррозийное покрытие, электрохимическая (катодная) защита, механическая защита кузова, легирование.

Антикоррозийное покрытие.

Для шасси и днища кузова подходит нанесение эластичного покрытия, способного поглощать или отражать незначительные повреждения от гравия/каменной крошки и т. д. Они доступны на основе растворителя или на водной основе и должны наноситься после начальных этапов грунтовки. Большинство из них можно перекрасить, когда они высохнут, поэтому их можно использовать на открытых нижних панелях или других участках, подверженных повреждению каменной крошкой.

Покрытие Bonderite M-PP 937 обеспечивает защиту от коррозии в областях рамы автомобиля и компонентов шасси. Эпоксидно-акриловое уретановое покрытие обеспечивает глянец, сохраняя при этом высокие

характеристики при испытаниях в нейтральном солевом тумане (NSS) и циклических испытаниях на коррозию. Данное покрытие дает ряд преимуществ, в том числе экологическую устойчивость с очень низким содержанием летучих органических соединений, термостойкость, превосходную гибкость и ударопрочность, а также более низкие требования к обслуживанию.

Для защиты наружных поверхностей применяются анткоррозионная битумная мастика и антигравий. Как правило, для защиты днища автомобиля применяют битумную мастику, а для защиты порогов и крыльев – антигравий. Защищать пороги и крылья при помощи битумной мастики неэффективно, так как ее механическая прочность ниже и она быстро сотрется под абразивным воздействием камней и песка, летящих из-под колес автомобиля.

Перед нанесением этих покрытий поверхность следует подготовить: очистить от загрязнений и обезжирить. Если на поверхности появилась ржавчина, ее следует обязательно зачистить до металла, обработать преобразователем ржавчины и лишь затем наносить битумную мастику или антигравий. Если очаг ржавчины не убрать, есть вероятность, что нанесенные поверх него анткоррозионные средства лишь замедлят его распространение, но не остановят полностью.

И битумную мастику, и антигравий можно наносить как на чистый металл, так и на лакокрасочное покрытие. Антигравий, кроме того, можно после полного высыхания окрашивать любыми видами эмалей. [3]

Электрохимическая (катодная) защита.

Этот метод используется, когда от ржавчины нужно защитить труднодоступные места автомобиля. Принцип следующий: к кузову автомобиля подключается минусовый контакт, а плюсовым контактом является цинковая пластина. На образовавшуюся цепь от аккумулятора подается слабый ток и в результате электрохимических процессов кузов машины оказывается защищенным от коррозии (железная пластина является анодом, а кузов - катодом). [4]

Механическая защита кузова.

Уберечь автомобиль от преждевременной коррозии можно и установкой дополнительной механической защиты. К примеру, это пластиковые подкрылки в колесных арках (если их нет), а также защита днища, порогов, стоек, капота и других элементов, которые наиболее подвержены внешним воздействиям.

Для защиты лакокрасочного покрытия от сколов и царапин, применяют такой способ, как ламинирование. Кузов и навесные панели

оклеиваются специальной плотной полимерной пленкой. Она долговечна, устойчива к влаге и химии, а в случае с новым автомобилем к тому же позволяет сохранить ЛКП в заводском состоянии. [5]

Легирование.

Легирование – один из самых эффективных и, одновременно, дорогих способов борьбы со ржавчиной. Этот метод заключается в том, что в состав стали добавляют «легирующие элементы». Таковыми являются некоторые металлы: хром, никель, марганец, ванадий, ниобий, вольфрам, молибден, титан, медь. Данные компоненты придают сплаву пассивность – т.е. при начале коррозии образуются плотные поверхностные продукты реакции, предохраняющие металл от дальнейшего коррозионного разрушения.

Легированные стали, устойчивые к коррозии в атмосфере и агрессивных средах, также называют «нержавеющими сталью». Изготовление кузова автомобиля целиком из нержавеющего сплава возможно, но это нецелесообразно, поскольку цена такой машины будет крайне высокой. Причиной является изначально высокая стоимость коррозионно-стойкой стали. Однако в автомобилестроении она активно используется. Из неё изготавливают детали системы выпуска отработанных газов и термоотражающие экраны.[6]

Исходя из приведенных способов защиты кузова автомобиля можно сделать вывод, что для борьбы с коррозией существует масса различных действенных методов, которые помогают сохранить целостность прочностных и эстетических параметров автомобиля. Именно такой подход позволит продлить работу и долговечность автомобиля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Летовальцев А.О. Химическая технология: металлургия, коррозия металлов и способы защиты от нее, сырьевое и энергетическое обеспечение химических производств, химическое материаловедение. М.: Изд. Южного федерального университета, 2019. – 102 с. (дата обращения 11.04.2023)
2. Дорофеев С.А., Жаров Д.М., Ивановский А.Е. Независимая техническая экспертиза транспортных средств // 2017. – 512с. С. 138-139. (дата обращения 12.04.2023)
3. Седов, А. С. Факторы и способы защиты кузова автомобиля от коррозионного износа / А. С. Седов // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова: Посвящена 165-летию В.Г. Шухова, 01–20 мая 2018 года. –

Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2018. – С. 2602-2606. – EDN VQMLQJ.

4. Защита кузова от коррозии. [Электронный ресурс]. Систем.требования: AdobeAcrobatReader. URL: <https://kerry.ru/zashita-kuzova-ot-korrozii>. (дата обращения 18.04.2023)

5. Рыжая болезнь. Как защитить автомобиль от коррозии [Электронный ресурс]. Систем.требования: AdobeAcrobatReader. URL: https://quto.ru/journal/autorambler/ryzhaya-bolezhn-kak-zaschitit-avtomobil-ot-korrozii.htmlyh_metallov (дата обращения 08.04.2023)

УДК 691.328.5

Проценко А.М., Бабуков В.А., Проценко И.Г.

Научный руководитель: Севостьянов М.В., д-р техн. наук, доц.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СПОСОБЫ СМЕШЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ СМЕСЕЙ С ФИБРАМИ

Проблема получения однородных композиционных смесей является актуальной в связи с расширением предприятий стройиндустрии. Стремительное развитие производств строительных материалов, расширение спектра их выпускаемых смесей с высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами, приводит к необходимости совершенствованию смесительной техники.

Выбор материала и геометрии фибры, а также вяжущего во многом определяют технологический процесс производства. Тип бетона определяет характер рационального для него вида дисперсного армирования и оптимальные значения геометрических параметров дисперсной арматуры. Жёсткость и длина волокна определяют способ введения фибры. Поэтому для различных материалов волокон целесообразно применять разнообразные технологические процессы их смешения и введения.

Наиболее сложным этапом при получении качественного фибробетона является введение волокон в необходимых количествах, обеспечивая при этом перемешивание материала с равномерным распределением армирующих компонентов по объему бетона. Для фибробетонов характерно образование локальных сгустков волокон обычно из-за сцепления их анкерующих составляющих и взаимного трения поверхностей волокон в случае использования стальной фибры.

А также сил статического электричества и сил поверхностного натяжения при использовании замасливателей в случае использования синтетических и минеральных волокон [1-3].

В таблице 1 представлены виды фибр.

Таблица 1

Виды фибр				
Металлическая	Стеклянная	Базальтовая	Полипропиленовая	
<ul style="list-style-type: none"> • Анкерная • Волновая • Фрезерованная 		 <ul style="list-style-type: none"> • Штапельная (микротонкие; ультратонкие; супертонкие; тонкие; утолщенные; толстые; грубые). • Непрерывная. 	 <ul style="list-style-type: none"> • Филаментное; • Моноволокно; • Штапельное; • Текстурированное. 	

В настоящее время имеется широкий спектр конструктивных решений смесителей для приготовления композиционных смесей с фибронаполнителями. Смесители классифицируют по принципу действия, по расположению и количеству рабочих органов, по виду приготавливаемой смеси и типу рабочих органов. По принципу работы различают смесители непрерывного и периодического действия. По расположению рабочего органа смесители бывают вертикальные и горизонтальные. По количеству рабочих органов разделяют на одновальные, двухвальные и барабанные. Смесители подразделяют на следующие категории: для жидких, влажных или сухих смесей. Классификация смесителей по виду рабочих органов представлена на (рис.1.) [4].



Рис. 1 Виды перемешивающих устройств

При приготовлении фибробетонов чаще всего используют смесители принудительного действия. При таком смещивании волокна распределяются согласно пространственно-произвольной модели ориентации по объему бетонной смеси. В случае принудительного смещения компонентов используют различные технологии

приготовления фибробетонных смесей. На качество смеси влияет способ введения фибр и технология перемешивания.

Осуществляются следующие методы раздельного смешения компонентов:

- предварительно смешивают цементно-песчаную смесь, затем вводят фибру, после перемешивания компонентов вводят крупный заполнитель и воду.

- Сначала перемешивают часть цемента, без затворения водой. Затем крупный и мелкий заполнитель. Далее в смесь частично добавляют воду. Отдельно готовится суспензия из оставшейся части цемента, воды и армирующих волокон. После происходит окончательное перемешивание всех компонентов [5].

- Перемешивают волокна с частью воды, параллельно приготавливается смесь цемента с песком и остальной водой, далее добавляются фибры и смешиваются до однородности [6].

Для улучшения распределения волокон в смеси используют предварительное расpusжение или подачу их различными устройствами перед добавлением в смеситель [7-9].

Таким образом, для приготовления качественных смесей с фибрами необходимо учитывать стадийность или параллельность процесса смешения, а также предварительную подготовку фибр перед их введением.

Выполнение всех условий возможно в разработанном технологическом модуле для приготовления гетерогенных композиционных смесей (рис.2) [10].

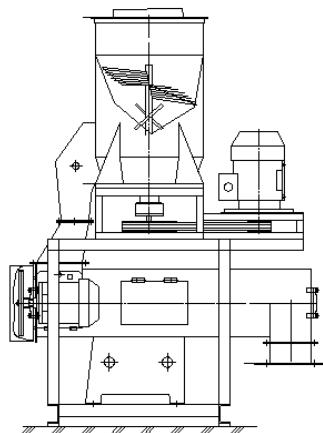


Рис. 2 Технологический модуль для приготовления гетерогенных композиционных смесей

Процесс смешения компонентов происходит двухстадийно. На первой стадии реализуется распушение фибры и макросмешение с мелкозернистым заполнителем - песком и цементом в вертикальном турбулентном смесителе. На второй стадии предварительно смешанный материал из турбулентного смесителя поступает в горизонтальный смеситель, где через дополнительный патрубок подается крупный заполнитель и добавки. Это обеспечивает качественную гомогенизацию всех компонентов смеси.

Проведен всесторонний анализ научно-технических разработок патентозащищенных конструкций смесительных агрегатов и способов совершенствования процессов гомогенизации композиционных смесей с гетерогенными компонентами. Установлено, что для приготовления качественных смесей с фиброй необходимо организовать стадийность или параллельность процесса смешения, а также предварительно подготовить фибры перед их введением.

**Работа выполнена в рамках выполняемого проекта по теме: «Разработка, исследования и опытно-промышленное освоение ресурсоэнергосберегающих инновационных технологий для производства товарной продукции и снижением экологической нагрузки на окружающую среду» (FZWN – 2021 – 0014 в рамках Государственного задания Минобрнауки России).*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клюев С.В., Клюев А.В., Ватин Н.И. Фибробетон для строительной индустрии // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 8(84). С. 41–47.
2. Особенности применения фиброволокна в бетонных конструкциях / В. Г. Соловьев, Е. А. Шувалова, И. В. Морозов, М. Е. Золотарев // Наука России: Цели и задачи: Сборник научных трудов по материалам XIV международной научной конференции, Екатеринбург, 10 апреля 2019 года. Том Часть 4. – Екатеринбург: НИЦ "Л-Журнал", 2019. – С. 78-82.
3. Клещевникова, В. И. Разновидности материалов для дисперсного армирования бетона / В. И. Клещевникова, А. С. Логвинова, С. В. Беляева // AlfaBuild. – 2018. – № 5(7). – С. 59-74.
4. Проценко, А. М. Классификационный анализ фибр и условий приготовления композиционных смесей на их основе / А. М. Проценко, И. Г. Мартаков // XI Международный молодежный форум "Образование. Наука. Производство": Материалы форума, Белгород, 01–20 октября 2019 года. – Белгород: Белгородский государственный

технологический университет им. В.Г. Шухова, 2019. – С. 1138-1142. – EDN NQUJZD.

5. Патент № 2667402 C1 Российская Федерация, МПК C04B 40/00, B28C 5/40, C04B 28/02. способ приготовления базальтофибробетонной смеси: № 2017130102: заявл. 24.08.2017: опубл. 19.09.2018 / А. И. Кудяков, В. С. Плевков, К. Л. Кудяков [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Томский государственный архитектурно-строительный университет" (ТГАСУ). – EDN ZEAZKH.

6. Авторское свидетельство № 1528761 A1 СССР, МПК C04B 28/00. Способ получения фибробетона: № 4342551: заявл. 11.12.1987: опубл. 15.12.1989 / И. А. Лобанов, В. Ф. Малышев, Ю. В. Пухаренко [и др.]; заявитель Ленинградский инженерно-строительный институт. – EDN ZVXOUB.

7. Андронов, С. Ю. Установка для подготовки фиброволокна при производстве композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей / С. Ю. Андронов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2017. – № 10. – С. 135-138.

8. Патент № 2014228 C1 Российская Федерация, МПК B28C 5/40. Способ введения фибр в смеситель принудительного действия с вертикально расположенным валом и установка для его осуществления: № 4925928/33: заявл. 12.04.1991: опубл. 15.06.1994 / О. Н. Наумов, О. В. Коротышевский, Л. И. Захарова; заявитель Фирма "Конфи" О.О.О. – EDN MSERXB.

9. Авторское свидетельство № 1235739 A1 СССР, МПК B28C 5/40. Устройство для подачи фибр в бетоносмеситель: № 3817255: заявл. 22.10.1984: опубл. 07.06.1986 / Ф. Г. Брауде, В. А. Голубенков, В. С. Стерин.

10. Свидетельство о регистрации НОУ-ХАУ №20190045. Технологический модуль для приготовления многокомпонентных смесей/ Севостьянов М.В., Полуэктова В.А., Севостьянов В.С., Мартаков И.Г., Бабуков В.А., Шамгулов Р.Ю., Севостьянова К.И., Проценко А.М; регистр. 11.12.2019 г.

Проценко А.М., Ненарочкина Н.В., Шамгулов Р.Ю.
Научный руководитель: Севостьянов В.С., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АГЛОМЕРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА

Технический углерод (ТУ) – полидисперсный порошкообразный материал, производимый в промышленных масштабах при термическом разложении углеводородов [1].

Мировой выпуск ТУ составляет более 13 млн. тон в год и насчитывает более 120 марок технического углерода. Классифицировать ТУ можно по следующим характеристикам: виду процесса получения (печной, диффузионный, термический), исходному сырью (жидкое или газообразное), дисперсности (высоко-, средне-, низкодисперсный), активности в резине (высоко-, средне-, полу-, малоактивный), структурности (высоко-, средне-, низкоструктурный) и др. В России применяются две классификации технического углерода по ГОСТ 7885 и стандарту американского общества испытания материалов ASTM D1765.

В промышленности технический углерод (около 80%) применяется в производстве шин различного назначения, а также при приготовлении резиновых смесей как наполнитель для усиления структуры. Немаловажное значение техуглерод имеет при производстве щеток электродвигателей постоянного тока, покраски электроизоляционных материалов; при производстве полимерных и абразивных материалов; в полиграфии, а также в качестве адсорбента при очистке сточных вод, в строительной и лакокрасочной промышленности и других отраслях [2-4].

Технический углерод представляет собой порошкообразный материал, с присущими полидисперсным материалам особенностями: пыление; слеживаемость в процессе хранения; комкование; повышенная уплотняемость под действием силовой нагрузки; налипание на стенки тары и оборудования и др. Для улучшения физико-механических характеристик и потребительских свойств техуглерод подвергают агломерации.

Агломерирование полидисперсных материалов можно осуществить различными способами с применением

специализированного оборудования. Так, например, известны способ и устройство для гранулирования в псевдоожженном слое [5-6]. Этот способ агломерации востребован в различных областях промышленности. Его отличительной особенностью является совмещение в одном аппарате различных технологических операций: смешение, гранулирование и сушка. Недостатком указанного выше способа является сложность долговременного поддержания материала в псевдоожженном слое. Не менее востребован в современной промышленности способ гранулирования пылевидных, мелкодисперсных, порошкообразных материалов в увлажненном состоянии с помощью специального оборудования (тарельчатых, барабанных, вибрационных и др. грануляторов) [7-10].

Авторским коллективом БГТУ им. В.Г. Шухова разработана патентозащищенная конструкция барабанно-винтового агрегата для гранулирования полидисперсных техногенных материалов и их постадийной термической обработки [11-12], представленная на рисунке 1.

Расширенные функциональные возможности данного агрегата позволяют осуществлять агломерацию не только различных полидисперсных материалов, но одновременно проводить их теплотехническую обработку. Кроме того, при использовании разработанного агрегата возможно проводить агломерацию тух углерода термолизной переработки органических твердых коммунальных отходов, органических полимерных отходов, резинотехнических изделий и др. [13]

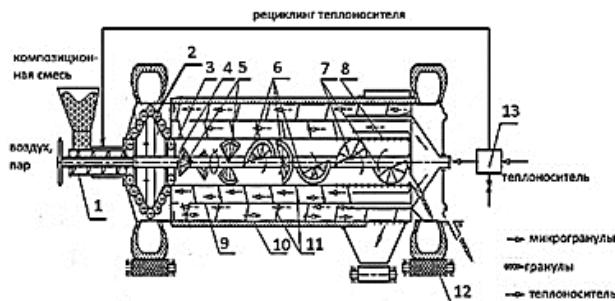


Рис. 1 Барабанно-винтовой агрегат для гранулирования полидисперсных техногенных материалов

1-загрузочное устройство; 2-спиралевидный блок микроподготовки; 3-центральный барабан; 4-транспортирующий орган; 5-двухзаходные геликоидальные лопасти; 6-однонаправленные в сторону выгрузки однозаходные винтовые лопасти; 7-однозаходные разнонаправленные винтовые лопасти; 8-сетчатая поверхность; 9-средний барабан; 10-внешний теплоизолированный барабан; 11-норамные полые

геликоидальные параллелепипеды-геликоиды; 12-опорные ролики; 13-распределительный блок рециркуляции теплоносителя.

Полученный способом низкотемпературного термолиза технический углерод является пылевидным полидисперсным высокоадсорбционным материалом и имеет следующие физико-механические характеристики и физико-химические свойства, представленные в таблице.

Таблица – Физико-механические характеристики и физико-химические свойства ТУ, полученного способом низкотемпературного термолиза органических техногенных отходов

Наименование показателя	Значение параметра
Содержание углерода (C), масс %	60-87
Содержание кальция (Ca), масс %	3-10
Содержание кремния (Si), масс %	3-13
Содержание хлора (Cl), масс %	1-4
Средний размер частиц, мкм	44
Удельная площадь поверхности, см ² /см ³	2900
Удельная поверхность, м ² /г	0,11-0,33
Размер пор, Å	90-165

Проведенные исследования в области существующих технических средств для агломерирования технического углерода позволяют сделать выводы о направлении их дальнейшего конструктивно-технологического совершенствования, заключающегося в объединении в одном аппарате нескольких технологических процессов: увлажнение, микрогранулирование, сушка, классификация.

Работа подготовлена при финансовой поддержке в рамках реализации национального проекта “Наука и университеты” новой лабораторией под руководством молодых исследователей “Ресурсо-энергосберегающие технологии, оборудование и комплексы” (FZWN-2021-0014) с использованием оборудования Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ивановский В.И. Технический углерод. Процессы и аппараты. Издание второе. Переработанное и дополненное. – Омск : «Типография БЛАНКОМ», 2019. – 256 с.

2. Гюльмисорян Т.Г. Технический углерод: морфология, свойства, производство / Т. Г. Гюльмисарян, В. М. Капустин, И. П. Левенберг. - Москва: Каучук и Резина, 2017. - 586 с.
3. Мачулин Л. Золушка углеродного мира: Наука и жизнь №7, 2018 – С. 40-47.
4. Liu M and Horrocks A 2002 Effect of Carbon Black on UV stability of LLDPE films under artificial weathering conditions Polymer Degradation and Stability. Vol.57 Issue 3 pp 485-499
5. Способ и устройство для гранулирования в псевдоожженном слое: Пат. №2528670 Рос. Федерация, МПК B01J 2/16 (2006.01)/ Федерико Зарди; № 2010132281/05; заявл. 19.12.2008; опубл. 20.12.2014, Бюл. №26.
6. Способ гранулирования мелкодисперсных материалов: Пат. №2152247 Рос. Федерация, МПК B01J 2/16 (2000.01)/ В.Г. Островский, С.П. Шеремет, О.Н. Иванов; № 99106728/12; заявл. 31.03.1999; опубл. 10.07.2000, Бюл. №19.
7. Способ гранулирования мелкодисперсных материалов: Пат. №2714473 Рос. Федерация, МПК B01J 2/14 (2006.01)/ А.С. Сахарова, Е.Г. Еремеев, М.В. Шершнева и др.; № 2019121445; заявл. 05.07.2019; опубл. 17.02.2020, Бюл. №5.
8. Устройство для обработки порошкообразного материала: Пат. №2394638 Рос. Федерация, МПК B01J 2/16 (2006.01)/ Хюттлин Бергерт; № 2007113015/15; заявл. 10.09.2004; опубл. 20.07.2010, Бюл. №20.
9. Гранулятор: Пат. №2558893 Рос. Федерация, МПК B01J 2/10 (2006.01)/ И.Ф. Шлегель; № 204119097/05; заявл. 12.05.2014; опубл. 10.08.2015, Бюл. №22.
10. Устройство для гранулирования: Пат. №2643046 Рос. Федерация, МПК B01J 2/00 (2006.01)/ М.Я. Рыскин, Б.А. Яковлев; № 2017110627; заявл. 29.03.2017; опубл. 30.01.2018, Бюл. №4.
11. Пат. 2748629 C1 RU, МПК F26B 11/04 (2006.01) Барабанно-винтовой агрегат для гранулирования техногенных материалов и их обработки / Севостьянов В.С., Шеин Н.Т., Севостьянов М.В., Шамгулов Р.Ю., Перельгин Д.Н., Оболонский В.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» - 2020129204 заявл. 03.09.2020; опубл. 28.05.2021, Бюл. №16.
12. Шамгулов Р.Ю. Разработка барабанно-винтового агрегата для гранулирования технического углерода / Р.Ю. Шамгулов, А.Н. Гончаров // В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, - 2021. - С. 1844-1847.

13. Севостьянов В.С., Апатенко А.С., Шамгулов Р.Ю., Проценко А.М. Разработка технических средств для переработки и гранулирования технического углерода термолизной технологией. СТИН.- 2022. – 3. – С. 37-40.

УДК 629.1

Пшеничных И.Ю.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Со временем количество поддержанных, требующих ремонта, автомобилей увеличивается. Одна из причин – это то, что большинство предпочитает эксплуатировать не новые машины, а поддержанные. Из-за того, что ресурс новых автомобилей сильно уменьшился и некоторые даже не способны проехать и 100000 километров без серьезного ремонта, тема капитального ремонта двигателей внутреннего сгорания будет всегда актуальной. Но чтобы рассмотреть подробнее тему капремонта, необходимо изучить устройство ДВС. [1]

Для удобства будем рассматривать любой поршневой двигатель, разделив его на две части. Верхняя часть включает головку блока цилиндров (ГБЦ), клапаны и систему, которая приводит их в действие. Работа блока цилиндров и КШМ состоит в преобразовании давления, созданного сгоревшим топливом, в механическую работу. Задача ГБЦ и клапанов заключается в подаче топливно-воздушной смеси в двигатель, зажигании её в нужное время и в выпуске отработанных газов. Нижняя часть – блок цилиндров и «вращающийся узел», состоящий из коленчатого вала, шатунов и поршней, который называют кривошипно-шатунным механизмом (КШМ). [2]

Из-за различий в блоках цилиндров, не все двигатели поддаются капитальному ремонту. Хорошо восстанавливаются чугунные блоки цилиндров, которые на нашем рынке сегодня практически невозможно встретить. От чугунных блоков цилиндров ушли к алюминиевым ради снижения массы, ведь алюминиевый блок может весить вдвое меньше, чем его чугунный эквивалент. На практике это отрицательно сказалось на ресурсе моторов.

Чугунный блок ремонтируется путем восстановления, сильно выработанных цилиндров, с помощью применения расточки их под ремонтный размер или установка гильз. Потом по этому размеру подбираются ремонтные поршни и кольца. Такие детали имеют 4-5 ремонтных размеров.

В двигателях с алюминиевым блоком цилиндров дела обстоят несколько иначе. Алюминий имеет намного меньше износостойкости, чем чугун. Не сочетаются друг с другом детали, выполненные из одноименных материалов с недостаточной твердостью (алюминиевый блок и алюминиевые поршни). Такие пары не используются в двигателях, т.к. даже при обильном количестве смазки возможно «схватывание» и заклинивание деталей. Данную проблему исключили путем установки в алюминиевый блок чугунные гильзы, которые в самом блоке омываются охлаждающей жидкостью, для понижения температуры. Такая система имеет достаточную ремонтопригодность. Ремонт производится путем заменой гильз и поршней. [2]

Не так давно появилась возможность обрабатывать поверхности из алюминиевых сплавов химическим способом, с насыщением поверхностного слоя в основном силиконом, который затем частично подвергается травлению. И на поверхности остается пленка с сетью микроскопических каналов для удержания масляной пленки. Сейчас считается нормой в двигателях с алюминиевым блоком устанавливать жесткую литую «постель» под коренными подшипниками, прикрученную болтами непосредственно к блоку. Это увеличивает жесткость всего блока. Но любой двигатель, в конечном счете придется ремонтировать, и его ресурс не бесконечен.

Ресурс выработки мотора различен, от 30000 км (на гоночных авто) до 2000000 км (на грузовиках). Замена двигателя происходит только в отдельных случаях, например, если авто утопили (гидроудар), или мотор сгорел в пожаре. Если проблема возникает по причине износа, то можно сделать капремонт мотора. Капитальный ремонт двигателя представляет собой процесс полного разбора двигателя и замену или восстановления его деталей и последующей сборки с целью достижения полных эксплуатационных характеристик и состояния нового мотора. Для определения необходимости капитального ремонта ДВС есть несколько визуальных признаков, например: появление внешних посторонних шумов, цвета выхлопа, подтекания или расхода рабочих жидкостей, ухудшения основных параметров (мощность, расход топлива) и др.

Рассмотрим последовательность действий при капитальном ремонте двигателей внутреннего сгорания:

- Демонтаж, разборка и чистка узлов ДВС.
- Мойка двигателя.
- Определение степени износа отдельных деталей (КШМ, ГРМ, ЦПГ).
- Измерение геометрии деталей, зазоров.
- Дефектовка коленчатого вала.
- Устранение сколов, задиров, выравнивание привалочной плоскости ГБЦ. Головка блока цилиндров является важной и сильно нагруженной деталью двигателя – на ней устанавливаются детали газораспределительного механизма, системы впуска воздуха и выпуска отработавших газов, полости системы охлаждения, каналы подвода и отвода масла. Наиболее часто встречающимися в эксплуатации неисправностями головок являются деформации вследствие перегрева двигателя, выгорание участков поверхности у камер сгорания (калильное зажигание или детонация из-за нарушения работы систем управления), износ постелей (опор) распределительного вала или даже их перегрев и разрушение из-за недостаточной смазки, износ направляющих втулок клапанов, ослабление посадки или разрушение седел клапанов и крышек форкамер (у дизелей) из-за перегрева, трещины, связанные с разрушением различных деталей, перегревом, "размораживанием" двигателя или неквалифицированным ремонтом. [3]

- Восстановление головки цилиндра. В капремонт ГБЦ входит: мойка, её опрессовка, замена направляющих втулок, сёдел и клапанов, расточка постели распредвала, замена маслосъемных колпачков и последующий монтаж (засухаривание) клапанов.
- Ремонт ниши коленвала. Данная процедура включает в себя: расточку, шлифовку и подбор ремонтных коренных и шатунных вкладышей и замену масляных форсунок.
- Восстановление самого коленчатого вала: шлифовка, рихтовка, чистка каналов.
 - Шлифовка плоскостей блока, головки.
 - Опрессовка и центровка сцепления.
 - Сборка и монтаж. Производится в соответствии с требованиями момента затяжки каждого соединения. Сборка и монтаж осуществляются в следующем порядке: вкладыши, коленчатый вал, поршневая группа, шатуны, бугели, крышки, закрывающие двигатель, насос для масла, помпы, шкив коленвала, головки блока цилиндра, поддон, мелкие узлы, компоненты топливной системы.

После сборки, перед запуском двигателя, необходимо заполнить все системы рабочими жидкостями, после этого следует проверить

визуально отсутствие подтеканий, а также состояние клемм аккумулятора, и затянуть их. Только после этого можно приступать непосредственно к запуску двигателя, но только со штатным стартером. Большие нагрузки и частоты вращения могут вызвать превышение допустимых удельных давлений, перегрев, подплавление и задиры на деталях. По этой причине необходим определенный период приработки деталей – обкатка. Начальный период обкатки – работа двигателя на месте включает все необходимые проверки и регулировки и составляет обычно 2-3 часа и более.

Двигатель обкатывается первые 3000 км. В этот период нельзя перегружать двигатель. При этом владелец должен прогревать ДВС до уровня рабочей температуры, исключить резкие подъемы и езду по бездорожью, желательно двигаться по ровному дорожному полотну. Запрещено резкое торможение, ускорение, скорость езды в этот период не должна превышать 60-70 км/час. Также во время обкатки, испытаний специалисты не рекомендуют передвигаться на постоянных высоких или, напротив, низких оборотах. [4]

Капитальный ремонт двигателя всегда будет актуален не только в нашей стране, но и во всем мире. Это всегда дорогое и долгое удовольствие, но в некоторых случаях, его можно избежать и отдалить на неопределенный срок. В большинстве случаев, автомобили, которые подвергались капитальному ремонту, в прошлом не своевременно обслуживались. Для этого, необходимо соблюдать все регламентные процедуры по уходу и обслуживанию автомобиля, а также менять все технические жидкости в строго рекомендуемые сроки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Однокозов П.С., Прохорова Е.В. Капитальный ремонт двигателей внутреннего сгорания. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017029731> (дата обращения 27.02.2023)
2. Даниэлс Дж. Современные автомобильные технологии. М.: ООО Изд. Астрель, 2003. С. 223
3. Ответы на частые вопросы по ремонту двигателей. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://remotor.net/faq.php> (дата обращения: 26.02.2023)
4. Журавлёв А. Капитальный ремонт двигателя автомобиля – причины и этапы. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://pro-sensys.com/info/articles/obzornye-stati/kapitalnyy-remont-dvigatelya-avtomobilya-prichiny-i-etapy/> (дата обращения: 26.02.2023)

5. Шишлов А. Н., Лебедев С. В. Автомобильные двигатели. М.: ГБПОУ КАТ № 9, 2017. С. 279
6. Иванов В.П., Кастрюк А.П. Влияние качества ремонта двигателей на их долговечность // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого № 3. 2012. С. 30-34
7. «Одноразовые» моторы. Ремонтопригодны ли современные двигатели? Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://svpressa.ru/auto/article/118260/> (дата обращения: 26.02.2023)
8. Основные неисправности, рекомендации по эксплуатации и обслуживанию двигателей. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://myauto.jofo.me/1710614.html> (дата обращения 27.02.2023)
9. Двигатель его обслуживание и ремонт. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://kotelservice.ru/dvigatel-yego-obsluzhivaniye-i-remont/> (дата обращения 27.02.2023)

УДК 629.1

Романенко Е.Д.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ТЕХНОЛОГИЯ VTEC

VTEC (Variable Valve Timing and Lift Electronic Control) — это технология, разработанная компанией Honda для улучшения производительности и экономии топлива в автомобильных двигателях. Она была представлена в конце 1980-х годов и с тех пор стала широко распространенной в автомобильной промышленности [6].

VTEC — это технология переменного клапанного управления, которая позволяет двигателю работать более эффективно и производить больше мощности. VTEC работает путем изменения времени и хода клапанов в соответствии с требованиями текущей работы двигателя [5].

Простейшие двигатели имеют один набор клапанов на каждый цилиндр. Они открываются и закрываются с помощью распределительного вала, который имеет один набор выступов, называемых кулачками. Каждый кулачок управляет одним клапаном, и они открываются и закрываются в одно и то же время [1].

Двигатели с VTEC имеют два набора клапанов на каждый цилиндр — один для обычной работы и один для более высоких скоростей. Они

работают с помощью двух распределительных валов — один для низких скоростей и один для высоких скоростей.

Распределительный вал низких скоростей имеет кулачки для управления клапанами низких скоростей, как в обычном двигателе. Распределительный вал высоких скоростей имеет дополнительные кулачки, которые активируются в более высоких диапазонах оборотов двигателя [2].

Когда двигатель работает на низких оборотах, только распределительный вал низких скоростей управляет клапанами, и они работают как обычные клапаны. Когда двигатель достигает определенных оборотов, VTEC активируется и клапаны высоких скоростей открываются, а кулачки распределительного вала высоких скоростей переключаются на клапаны высоких скоростей. В результате, клапаны высоких скоростей открываются на большее расстояние и на более длительное время, что позволяет впускному и выпускному газам проходить через них с большей скоростью и эффективностью.

В зависимости от конкретной реализации VTEC, управление клапанами может осуществляться различными способами. В некоторых двигателях управление осуществляется механически, в других — с помощью гидравлических элементов, а в некоторых — электронные системы. Но во всех случаях, VTEC позволяет двигателю работать более эффективно и производить больше мощности, особенно в высоких диапазонах оборотов.

Кроме того, VTEC также может улучшить экономию топлива, потому что он позволяет двигателю работать более эффективно и использовать топливо более эффективно. В некоторых двигателях VTEC может даже работать в режиме, при котором один из наборов клапанов отключается для повышения экономичности.

Также стоит отметить, что VTEC является защищенной технологией Honda и может быть реализована только на двигателях марки Honda. Однако, другие автопроизводители также имеют свои аналоги технологии переменного клапанного управления.

В целом, VTEC — это технология, которая позволяет двигателю работать более эффективно и производить больше мощности. Она достигается путем использования двух распределительных валов, которые управляют двумя наборами клапанов на каждый цилиндр. VTEC активируется на более высоких оборотах и позволяет клапанам высоких скоростей открываться на большее расстояние и более длительное время, что увеличивает пропускную способность впускной и выпускной систем и повышает мощность двигателя.

Существует несколько типов VTEC, включая:

1. VTEC-E (Economy) — это система переменного клапанного управления, разработанная компанией Honda для своих двигателей. Эта система используется для улучшения экономичности и мощности двигателя [3].

VTEC-E означает Variable Valve Timing and Lift Electronic Control — Economy. Она работает похожим образом на более известную систему VTEC, но вместо увеличения мощности двигателя, она предназначена для увеличения экономичности.

Основная идея VTEC-E заключается в том, что при низком и среднем режимах оборотов, система использует только один клапан на цилиндр, который имеет меньшее количество натуральных гармоник воздушного заряда. Это приводит к более эффективному сжиганию топлива и уменьшению расхода.

Когда же двигатель требует больше мощности, система VTEC-E активируется и открывает второй клапан на цилиндр, что увеличивает подачу воздуха и топлива и повышает мощность двигателя.

VTEC-E является одной из самых распространенных систем переменного клапанного управления, используемых в современных автомобилях. Она обеспечивает хорошие экономические показатели, сохраняя при этом приемлемую мощность и динамику.

2. VTEC-II (Variable Valve Timing and Lift Electronic Control — Second Generation) — это усовершенствованная версия системы переменного клапанного управления, разработанной компанией Honda. Эта система была впервые представлена в 1991 году на спортивном автомобиле Honda NSX, и впоследствии была использована на других моделях Honda [3].

VTEC-II работает похожим образом на оригинальную систему VTEC, но имеет дополнительные функции, которые обеспечивают более широкий диапазон изменения подъема клапанов и времени открытия клапанов.

Система VTEC-II использует три режима работы клапанов: Low Lift, High Lift и High Lift Long Duration. В режиме Low Lift, система использует меньший подъем клапанов для уменьшения расхода топлива при низких и средних оборотах. В режиме High Lift, система увеличивает подъем клапанов для увеличения мощности при высоких оборотах. В режиме High Lift Long Duration, система увеличивает время открытия клапанов для улучшения заполнения цилиндров и увеличения мощности при высоких оборотах.

Для управления работой системы VTEC-II используется электронный блок управления двигателем (Engine Control Unit, ECU), который получает данные от датчиков и определяет, когда

переключаться между режимами клапанов. В результате, система VTEC-II обеспечивает лучшую мощность и динамику двигателя, сохраняя при этом приемлемый уровень экономичности [7].

3. i-VTEC (Intelligent Variable Valve Timing and Lift Electronic Control) — это усовершенствованная версия системы переменного клапанного управления VTEC, разработанная компанией Honda. Она используется на многих современных автомобилях Honda, включая Civic, Accord, CR-V и другие модели [3].

Основной идеей i-VTEC является комбинация двух систем управления клапанами: VTEC и VTC (Variable Timing Control). VTEC контролирует подъем клапанов, а VTC контролирует их угол открытия. Это обеспечивает более точный контроль над временем и подъемом клапанов, что позволяет увеличить мощность, повысить крутящий момент и уменьшить расход топлива.

Одним из преимуществ i-VTEC является более широкий диапазон изменения подъема и времени открытия клапанов, который обеспечивает более плавный и быстрый переход между режимами работы двигателя. Кроме того, система i-VTEC использует более эффективные датчики и электронные компоненты, что обеспечивает более точный контроль над работой двигателя.

Еще одним преимуществом i-VTEC является то, что система может работать как в экономическом, так и в мощностном режиме. Это достигается благодаря тому, что система контролирует не только подъем клапанов, но и угол их открытия, что позволяет увеличить заполнение цилиндров топливно—воздушной смесью и повысить мощность двигателя.

В целом, система i-VTEC является одной из самых передовых и эффективных систем переменного клапанного управления, которая обеспечивает высокую мощность, экономичность и надежность двигателя.

Использование VTEC имеет несколько преимуществ, включая:

1. Улучшенная производительность: благодаря оптимизации времени и подъема клапанов двигатель VTEC обеспечивает более высокую мощность и крутящий момент при высоких оборотах.

2. Экономия топлива: при низкой скорости и нагрузке VTEC обеспечивает максимальную экономию топлива за счет уменьшения потерь воздуха.

3. Надежность: благодаря тщательному контролю времени и подъема клапанов, VTEC позволяет двигателю работать более эффективно и снижает износ [4].

VTEC используется в различных автомобильных двигателях, разработанных компанией Honda, включая двигатели серии B, D, F, H, K, R, и S. Она также используется другими производителями, такими как Toyota, Nissan, и General Motors, которые создали свои собственные версии технологии под различными названиями.

Ниже приведены несколько примеров автомобилей, использующих VTEC:

1. Honda Civic Type R: этот спортивный автомобиль оснащен 2,0-литровым 4-цилиндровым двигателем VTEC Turbo, который обеспечивает мощность до 320 л.с.

2. Acura NSX: этот суперкар использует 3,5-литровый V6-двигатель с двумя турбонагнетателями и трехмоторной гибридной системой, которая включает VTEC.

3. Honda S2000: этот спортивный родстер оснащен 2,0-литровым 4-цилиндровым двигателем VTEC, который развивает мощность до 240 л.с.

VTEC — это инновационная технология, являющаяся одной из наиболее успешных технологий в автомобильной индустрии, которая позволяет двигателям работать более эффективно и производить большие мощности при необходимости. Она имеет несколько типов, каждый из которых предназначен для определенных условий движения и имеет свои преимущества. VTEC используется в различных автомобильных двигателях марки Honda и продолжает развиваться и усовершенствоваться вместе с автомобильной промышленностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ковалевский В.И. Автомобильные двигатели. Основы теории: учеб. Пособие. М.: Инфра-Инженерия, 2022. 224 с.
2. Шароглазов Б.А., Фарафонтов М.Ф., Клементьев В.В. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчёт процессов. Ч.: Издательство ЮУрГУ, 2005. 404с.
3. R. I. A. Jalal, S. A. R. S. Mustaffa, M. E. Mustaffa, H. Che-Rizmin, A. Syaharani, E. N. Roslin Valve Lift Profile Optimization at Different Engine Speed and Load via Model Based Calibration (MBC) // International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29.2020. №8. С. 4395-4406.
4. VTEC: Изящное решение без потери мощности [Электронный ресурс]. Систем. требования: Веб—браузер. URL: <https://paritet-auto.by/about/articles/vtec-izyashchnoe-reshenie—bez-poteri-moshchnosti/>(дата обращения: 14.04.2023)

5. Что такое VTEC? [Электронный ресурс]. Систем.требования: Веб—браузер. URL:<https://enc.drom.ru/3012/> (дата обращения: 14.04.2023)

6. The VTEC Engine [Электронный ресурс]. Систем.требования: Веб-браузер. URL: <https://global.honda/heritage/episodes/1989vtcecengine.html> (дата обращения: 14.04.2023)

7. Шевченко А.С., Дуганова Е.В. Значение электронных систем управления двигателем автомобиля для экологии / Проблемы функционирования систем транспорта: сб. материалов научно—практической конф. студентов, аспирантов и молодых ученых // Тюменский индустриальный университет. (Тюмень, 2—4 декабря 2020 г.), Тюмень: Изд—во ТИУ, 2020. С. 337-339.

УДК 629.1

Романенко Е.Д.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.

**Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

ТЕХНОЛОГИЯ ECOWOOST

EcoBoost — это одна из самых инновационных технологий в автомобильной индустрии, разработанная компанией Ford. Эта технология улучшает экономичность двигателей и повышает производительность, одновременно сокращая выбросы вредных веществ. В этой статье мы рассмотрим, что такое EcoBoost, как он работает и какие преимущества он имеет [4].

EcoBoost — это семейство бензиновых двигателей с прямым впрыском топлива и турбонаддувом, разработанных компанией Ford. Эти двигатели имеют меньшую массу и объем, чем традиционные двигатели, но при этом они выделяют больше мощности и имеют лучшую экономичность [1].

Основной принцип работы EcoBoost заключается в использовании двух независимых систем наддува — прямого и косвенного впрыска топлива, которые работают вместе для достижения максимальной эффективности. Прямой впрыск топлива происходит непосредственно в цилиндр, что позволяет увеличить мощность и крутящий момент при меньшем объеме двигателя. Косвенный впрыск топлива происходит во впускной коллектор, что повышает эффективность сгорания топлива.

Еще одной особенностью работы EcoBoost является использование турбонаддува, который позволяет увеличить количество воздуха, поступающего в цилиндр, и увеличить мощность двигателя. Турбонаддув позволяет увеличить скорость вращения колеса компрессора, что повышает давление наддува в цилиндре.

Для управления работой двигателя с EcoBoost используется электронный блок управления двигателем (Engine Control Unit, ECU), который получает данные от датчиков и определяет, какое количество топлива и воздуха должно поступать в цилиндр. Это позволяет достичь оптимальной мощности и экономичности при любых условиях эксплуатации [5].

Кроме того, двигатели с EcoBoost имеют высокий коэффициент сжатия, что увеличивает эффективность сгорания топлива и позволяет снизить расход топлива. Также, благодаря технологии EcoBoost, моторы могут иметь меньший объем, что в свою очередь позволяет снизить вес автомобиля и повысить его маневренность и динамичность. Кроме того, двигатели EcoBoost используют систему Variable Valve Timing (VVT), которая позволяет управлять открытием и закрытием клапанов в зависимости от скорости вращения коленчатого вала. Это увеличивает крутящий момент на низких оборотах и увеличивает мощность на высоких оборотах [2].

EcoBoost имеет множество преимуществ по сравнению с традиционными двигателями:

1. Высокая мощность: благодаря технологии прямого впрыска топлива и турбонаддуву, двигатели EcoBoost имеют высокую мощность, при этом потребляя меньше топлива. Например, 1,5-литровый двигатель EcoBoost с турбонаддувом, устанавливаемый на Ford Focus, производит 150 лошадиных сил, что почти в два раза больше, чем у традиционного 1,6-литрового двигателя, но потребляет при этом меньше топлива.

2. Экономичность: двигатели EcoBoost экономичнее по сравнению с традиционными двигателями, что позволяет водителям сокращать расходы на топливо. Например, двигатель EcoBoost объемом 1,0 литра, устанавливаемый на Ford Fiesta, имеет расход топлива всего 5,5 литров на 100 километров, что является одним из лучших показателей в своем классе [3].

3. Уменьшение выбросов вредных веществ: двигатели EcoBoost сокращают выбросы вредных веществ, таких как углеродный оксид, оксиды азота и твердые частицы, благодаря более эффективному сжиганию топлива. Это делает двигатели EcoBoost более экологически

чистыми, что особенно важно в условиях ужесточения экологических норм.

4. Меньшая масса и объем: двигатели EcoBoost имеют меньшую массу и объем, чем традиционные двигатели, благодаря чему они более компактны и легкие. Это позволяет производителям уменьшать вес автомобиля и увеличивать его маневренность и динамичность.

5. Удобство использования: благодаря более эффективному сжиганию топлива, двигатели EcoBoost обеспечивают более плавный и тихий ход автомобиля, что повышает удобство использования.

6. Двигатели с EcoBoost обладают высокими показателями тепловой эффективности, что также способствует уменьшению выбросов вредных веществ. Например, двигатель EcoBoost объемом 1,0 литра имеет показатель тепловой эффективности более 30%, что является одним из лучших показателей в своем классе [4].

Как уже упоминалось, двигатели EcoBoost сокращают выбросы вредных веществ, что делает их более экологически чистыми. Кроме того, в рамках программы Ford в области устойчивого развития, компания активно работает над снижением экологического следа, связанного с производством автомобилей. В частности, Ford планирует увеличить долю переработанных материалов в своих автомобилях до 25% к 2025 году, а также сократить выбросы углекислого газа на 30% к 2025 году по сравнению с 2010 годом.

Также, Ford использует экологически чистые материалы и технологии при производстве двигателей с EcoBoost, что позволяет снизить уровень выбросов вредных веществ при производстве и использовании автомобиля.

Кроме того, Ford работает над развитием электрических и гибридных автомобилей, которые будут еще более экологически чистыми и эффективными в использовании.

Двигатели EcoBoost – это инновационная технология, которая обеспечивает высокую мощность, экономичность, экологическую чистоту и удобство использования. Эта технология позволяет производителям автомобилей создавать более современные, динамичные и экологически чистые автомобили, которые соответствуют современным экологическим требованиям.

Несмотря на многие преимущества, которыми обладают двигатели EcoBoost, они имеют и некоторые недостатки:

1. Высокая цена: двигатели EcoBoost стоят дороже, чем обычные двигатели, что может повысить стоимость автомобиля в целом.

2. Потенциальные проблемы с надежностью: некоторые владельцы автомобилей с двигателями EcoBoost жаловались на проблемы с

надежностью и долговечностью. Эти проблемы могут быть связаны с использованием турбонаддува и других технологий, которые могут повысить нагрузку на двигатель.

3. Требование к высококачественному топливу: двигатели EcoBoost требуют использования топлива с высоким октановым числом, что может повысить затраты на эксплуатацию автомобиля.

4. Ограниченный выбор моделей: на данный момент не все модели автомобилей предлагаются с двигателями EcoBoost, что может ограничить выбор покупателя.

5. Более сложная техническая обслуживание: в сравнении с обычными двигателями, двигатели EcoBoost требуют более сложного технического обслуживания, что может повысить затраты на ремонт и обслуживание автомобиля.

Тем не менее, двигатели EcoBoost являются одним из наиболее перспективных направлений в развитии автомобильной индустрии и в ближайшие годы можно ожидать дальнейшего развития этой технологии и ее использования во все большем количестве автомобилей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ковалевский В.И. Автомобильные двигатели. Основы теории: учеб. Пособие. М.: Инфра-Инженерия, 2022. 224 с.
2. Шароглазов Б.А. Фарафонтов М.Ф. Клементьев В.В. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчёт процессов. Ч.: Издательство ЮУрГУ, 2005. 404 с.
3. I. Hren, Š. Michna, J. Novotný, L. Michnová Comprehensive Analysis of the Coated Component from a FORD Engine // Manufacturing Technology Vol. 21. 2021. №4. С. 464-470.
4. What is EcoBoost? [Электронный ресурс]. Систем.требования: Веб-браузер. URL: <https://www.mainlandford.com/blog/what-is-ecoboost/> (дата обращения: 14.04.2023)
5. Шевченко А.С., Дуганова Е.В. Значение электронных систем управления двигателем автомобиля для экологии / Проблемы функционирования систем транспорта: сб. материалов научно-практической конф. студентов, аспирантов и молодых ученых // Тюменский индустриальный университет. (Тюмень, 2-4 декабря 2020 г.), Тюмень: Изд-во ТИУ, 2020. С. 337-339.

УДК 656.065.2

Скосарев Г.С., Лавров А.С.

Научный руководитель: Прокопенко В.С., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

МОДЕРНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭКСКАВАТОРА CAT 330DL

Всем известно, что уже существующие технологии всегда заменяются новыми, более совершенными вариациями, при разработке которых используются самые последние и самые прогрессивные инновации, позволяющие повысить эффективность, долговечность и производительность своих предшественников. Сегодня при строительстве свайных фундаментов широко применяются железобетонные буровабивные сваи. В основном при строительстве свайных фундаментов используется зарубежное оборудование.

Строительные одноковшовые экскаваторы могут разрабатывать грунт до 4 категории без возможности их рыхления при выкапывании котлов, траншей, каналов, дорожных канав и других выемок, а также разработке карьеров строительных материалов. Ими разрабатывается и более прочные грунты, в том числе мерзлые и каменистые, после их разрыхления. Эти машины широко используются в промышленном, гражданском, дорожном, аэропортовом, трубопроводном, гидротехническом и других видах строительства, а также в промышленности строительных материалов.

Рабочий цикл экскаватора с гидравлической системой состоит из следующих последовательных операций: отделение грунта от массива и заполнение им ковша (копание), перемещение грунта в ковше, собственно выгрузки грунта и возврат рабочего оборудования к началу следующего рабочего цикла. Рабочими являются только первые три операции, последняя, четвертая вспомогательная операция, необходимая для подготовки экскаватора к следующему рабочему циклу. Рабочий процесс экскаватора также называют земляными работами.

Гидравлический экскаватор CAT 330 DL (рис 1) на гусеничном ходу пятой размерной группы наиболее эффективно может быть использован на крупных объектах в условиях городского, сельского, промышленного и транспортного строительства для разработки грунтов I-IV категорий, погрузки сыпучих материалов, разрыхленных скальных пород и мерзлых грунтов с величиной кусков не более 400 мм, а также

для планировочных земляных работ в районах с умеренным климатом при температуре воздуха от -40 до +40 градусов Цельсия.

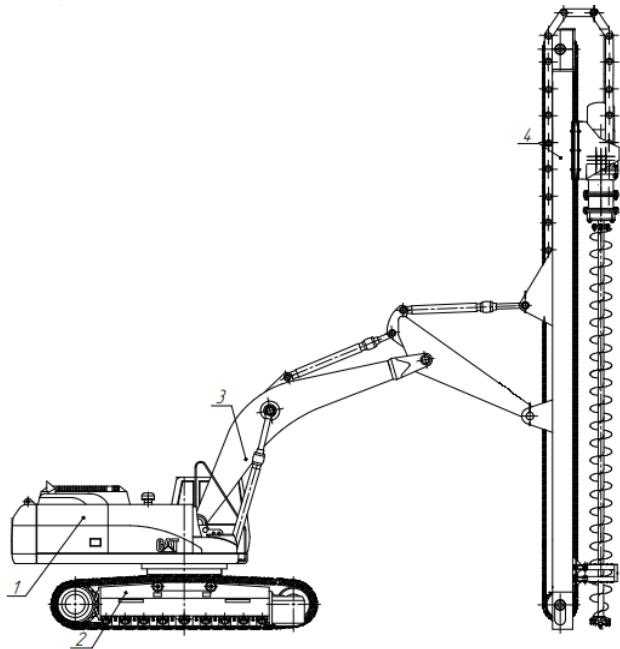


Рис. 1 Общий вид экскаватора CAT 330 DL: 1 – поворотная платформа; 2 – гусеничная тележка; 3 – стрела; 4 – буровое оборудование

Ходовая часть предназначена для восприятия и передачи на опорную платформу силы тяжести экскаватора и взаимодействия рабочего органа с грунтом, остановки машины при забое, маневрирования при забое и перемещения ее между объектами работ. Ходовая часть включает раму, гусеничный двигатель, механизм их привода и блокировки.

Навесное бурильное оборудование к экскаватору CAT 330DL предназначено для бурения вертикальных и круто наклонных скважин диаметром 0,36...0,63 м на глубину до 15 м под свайные фундаменты. Навесное бурильное оборудование унифицировано с бурильным оборудованием бурильно-крановой машины БКМ-1501 и монтируется на кронштейне навески в виде сварной рамной конструкции, прикрепленной к поворотной платформе экскаватора с помощью двух цапф. В состав бурильного оборудования входят двухсекционная бурильная мачта, гидроцилиндры изменения угла наклона мачты,

механизмы вращения и рабочей подачи бура, спускоПодъемный механизм, телескопическая бурильная штанга, сменный бурильный инструмент и гидрооборудование.

Порядок сборки буровой установки дается заводом-изготовителем, поэтому поставка деталей буровой установки должна производиться в порядке их сборки. При установке нужны работники машины и их помощники, которые будут работать на ней. Весь персонал должен быть заранее ознакомлен с конструкцией данного оборудования. При выполнении грузоподъемных работ мастер-монтажник должен следить за неукоснительным соблюдением правил техники безопасности при работе с грузоподъемным оборудованием.

После установки бурового оборудования производится регулировка всех подключаемых узлов, а также разрегулированных при транспортировке. Особое внимание уделяется трущимся поверхностям. После проверки работы механизмов буровой установки на холостом ходу проводят испытания при нормальной нагрузке. После проверки составляется акт приема-передачи данного бурового станка в ожидании.

В данной работе было модернизировано рабочее оборудование экскаватора CAT 330DL. Предлагаемая машина имеет значительные конкурентные преимущества перед аналогичной техникой, что позволяет значительно расширить возможности техники, повысить спрос на нее, увеличить ее занятость и рентабельность и понизить стоимость буровых работ. Существенное преимущество перед зарубежной техникой в доступном и быстром обеспечении запасными частями, расходными, оборотными материалами и другим буровым инструментом.

Качественное выполнение монтажных работ позволяет снизить износ буровой установки, повысить их надежность и вероятность, удлинить капитальный ремонт и снизить эксплуатационные расходы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Носиков А.А. Повышение эффективности эксплуатации парка дорожно-строительных машин // Студенческий вестник. 2020. № 20-11. С. 44-47.
2. Анненкова О.С. Структура земляных работ и условия их выполнения - технологическая основа формирования парка землеройных машин // Ползуновский альманах. 2017. С.58-62.
3. Романович А. А. Эксплуатация подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин / Изд.: Романович А.А., Романович Л.Г. Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009г. 164 с.

4. Паршаков И.А. Анализ системы автоматизации экскаватора и перспективы ее внедрения в России // В сб.: Химия. Экология. Урбанистика. 2019. Т.2. С.153-157
5. Ригель А.А. Модернизация рабочего органа одноковшового экскаватора с целью повышения его функциональных возможностей // В сб.: Образование. Наука. Производство XIII Международный молодежный форум 2021. С. 1195-1198.
6. Романович А. А. Техническая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных и коммунальных машин / Романович А.А., Харламов Е.В. // Изд.: Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. 123с.
7. Гурко А.Г. Структурная модель системы управления рабочим процессом экскаватора // Автомобильный транспорт (Харьков). 2016. С.33-38.

УДК 625.7/.8.05

Славгородский Д.В.

*Научный руководитель: Меренцова Г.С., д-р техн. наук, проф.
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия*

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ДОРОЖНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ И МЕТОДЫ ЭКОНОМИИ МАТЕРИАЛЬНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

В дорожных организациях Алтайского края применяются современные технологии при строительстве, ремонте и реконструкции автомобильных дорог. В частности, технология холодного ресайклинга позволяет добиться повторного максимального использования материалов существующего покрытия при восстановлении автомобильных дорог. Использование метода холодного ресайклинга исключает необходимость транспортировки старого сферезированного материала в отвалы, устраняются дополнительные помехи дорожному движению при транспортировке снятого материала, уменьшается количество применяемых новых материалов по сравнению с обычными способами ремонта автомобильных дорог.

При этом новая смесь приготавливается из старого материала с добавлением при необходимости недостающих фракций материалов и

вяжущего прямо на автомобильной дороге в один рабочий ход ресайклера.

В результате применения этой технологии возрастают прочностные показатели отремонтированных дорожных покрытий. Рационально также использование комплексного вяжущего при приготовлении новой смеси: цемента и битумной эмульсии, а также вспененного битума и извести.

Современные технологии применяются также при устройстве слоев оснований дорожных одежд из щебеноочно-песчаных смесей, укрепленных портландцементом [1]. При этом в качестве ведущей машины целесообразно применять колёсный ресайклер фирмы Caterpillar модель CAT RM500.

Ресайклер фирмы Caterpillar модель CAT ®RM500 применяется для укрепления конструктивного слоя основания автомобильной дороги из щебеноочно-песчаной смеси при помощи портландцемента. Смешение щебеноочно-песчаной смеси с портландцементом осуществляется в смесительной камере ресайклера RM500. Это позволяет повысить прочность при сжатии и уменьшить пластичность слоя основания. Укрепление щебеноочно-песчаной смеси портландцементом значительно повышает надежность конструктивного слоя, обладающего высокими прочностными характеристиками и водостойкостью.

В качестве рабочего органа ресайклера в смесительной камере может устанавливаться комбинированный ротор, который в первую очередь предназначен для укрепления щебеноочно-песчаной смеси портландцементом. Он лучше всего подходит для перемешивания щебеноочно-песчаной смеси с портландцементом по сравнению с универсальным ротором, когда измельчение и гранулометрический состав материала имеют меньшее значение, чем высокая рабочая скорость [1].

Описанные выше технологии устройства оснований и покрытий автомобильных дорог позволяют повысить качество дорожных конструктивных слоев автомобильных дорог.

В дорожных организациях Алтайского края большое внимание уделяется применению методов экономии материалов и энергоресурсов.

На данный момент большая часть автомобильных дорог имеет асфальтобетонное покрытие. При рассмотрении проблем ресурсосбережения следует использовать несколько способов рационального и эффективного использования ресурсов:

- сокращение удельного расхода минеральных ресурсов;

- сокращение энергозатрат при производстве строительных материалов;

- сокращение энергозатрат при транспортировании материалов;

- необходимо предусматривать сокращение удельного расхода минеральных ресурсов.

Сокращение расхода минеральных ресурсов может быть достигнуто двумя способами:

- использование вторичных материальных ресурсов;

- продление службы дорожных конструкций.

Использование технологий холодной и горячей регенерации асфальтобетонных покрытий дает возможность сэкономить 80-100% новых каменных материалов по сравнению с простыми способами ремонта. Также вторичное применение асфальтобетонов позволяет снизить энергозатраты на 30-50 ГДж/км.

Во вторичном применении материальных ресурсов в дорожном строительстве допускается использование продуктов переработки старых автомобильных шин, зол-уноса ТЭС, золошлаковых материалов и остаточных продуктов нефтепереработки и добавки от переработки лесопродуктов.

Увеличение времени службы дорожных конструкций позволяет снизить расход минеральных ресурсов на повторяющиеся ремонтные работы в процессе эксплуатации автомобильных дорог. Для того чтобы дорожные конструкции прослужили как можно дольше необходимо совершенствовать:

- нормативно-технические базы, имеющие отношения к качеству применяемых материалов;

- методы проектирования дорожных конструкций;

- технику для строительства и ремонта автомобильных дорог;

- строительные материалы.

Как пример, можно привести разработки по применению в структуре асфальтобетона серы, дробленой резины, крошки дробленого асфальта и порошкообразных отходов промышленности.

Не менее важным являются разработки по модификации битумов добавками полимеров и адгезионных добавок различных составов.

Использование различных добавок и методов при производстве строительных материалов способствует сокращению энергозатрат технологических процессов.

При снижении температуры изготовления асфальтобетонных смесей появляется возможность экономии энергии в размере 50-60 ГДж/км, что составляет 10-20% от общей энергоемкости технологического процесса.

Применение остаточных битумов дает возможность сократить энергозатраты на окисление 550-600 МДж/т и при этом позволяет снизить температуру приготовления смеси, тем самым уменьшая энергозатраты на нагревание сырья.

Исключив сушку минеральных материалов можно достичь экономию энергоресурсов в размере 200-300 МДж/т асфальтобетонной смеси, составляющей 30-50% общей энергоемкости технологического процесса и 20-25% энергетических ресурсов на строительство асфальтобетонных покрытий.

Достигается также сокращение энергозатрат при транспортировании строительных материалов и работе строительных машин. Использование местных строительных материалов таких как: щебень, песок и природные битумы вместо привозных с отдаленных источников создает экономию энергозатрат в размере 50-150 ГДж/км. Кроме того, рациональное использование горюче-смазочных материалов (ГСМ) при эксплуатации грузовых машин и строительной техники позволяет экономить нефтяные ресурсы.

Ключевые методы сбережения ГСМ при эксплуатации грузовых машин и строительной техники, включают следующее:

- улучшение строения машин и техники;
- повышение качества ГСМ, машин и техники;
- сохранение машин и техники в исправном техническом состоянии.

Отмеченные выше ресурсосберегающие технические решения обеспечивают одновременно экономию материальных и энергетических ресурсов, что позволит рационально и ответственно распоряжаться природными ресурсами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Особенности современной технологии устройства слоев оснований дорожных одежд из щебеночно-песчаных смесей, укрепленных портландцементом / Г. С. Меренцова, И. О. Дорошенко // Ползуновский Альманах. – 2023. – №1. – С. 94-96.

Тарасов А.И., Антоненко Н.А., Цыбульский И.С.

Научный руководитель: Горягин П.Ю., асс.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

МОДЕРНИЗАЦИЯ ФРЕЗЕРНОГО РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

С каждым годом количество и протяженность автомобильных дорог стремительно растут, а следовательно возрастает необходимость поддержания их в эксплуатационном состоянии и увеличиваются объемы текущего (локального) и капитального ремонта.

Для проведения ямочного (локального) ремонта автомобильных дорог (полное или частичное снятие дорожного покрытия) и демаркировки разметки применяется дорожная фреза (рис. 1).



Рис. 1 Дорожная фреза на базе трактора МТЗ-82.1

Дорожная фреза состоит из рабочего органа, на котором в шахматном порядке закреплены била [1]. Привод фрезы и её система управления состоят из гидроходоуменьшителя, устанавливаемого на корпусе КПП трактора; гидроцилиндра подъема и опускания фрезерного оборудования; системы охлаждения фрезы, бак которой устанавливается на раме трактора; двух опорных колес; конического и цилиндрического редукторов.

Дорожная фреза работает следующим образом: разрушение покрытия происходит благодаря вращению рабочего органа – роторного барабана с резцами. Частота вращения барабана составляет $n = 100\text{--}250$ об./мин. Барабан закрыт защитным кожухом для исключения разлета осколков покрытия. При работе вращающийся барабан

опускается, резцы снимают поверхностный слой полотна на заданную глубину. Фрезерование осуществляется в горизонтальной плоскости и под наклоном с возможностью его варьирования.[9]

Существующие конструкции дорожных фрез обладают рядом недостатков: значительные энергозатраты процесса фрезерования, большие динамические нагрузки на рабочий орган, ремонтосложность и низкая надежность.

В связи с усложнением технологий дорожного строительства и увеличением требования к качеству дорожного полотна и проведения его ремонта актуальной задачей является конструктивно-технологического совершенствования дорожных фрез.[10]

В результате анализа патентозащищённых конструкций фрезерного оборудования [2-7] для модернизации дорожной фрезы на базе трактора МТЗ-82.1 предложено конструктивное решение исполнения рабочего органа с карданным подвесом (рис. 2) [7]. Решение основано на реализации принципа ротационного фрезерования дорожного полотна [8].

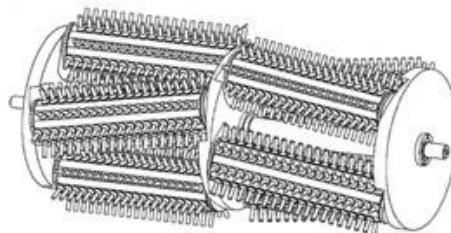


Рис. 2 Общий вид фрезерного агрегата с карданным подвесом – барабан с установленными сабеллитами

Сущность модернизации заключается в следующем: барабан водила совершает угловое движение от приводного двигателя. Самовращение фрезы с режущими лезвиями происходит за счет контакта резца с обрабатываемым материалом. Точка контакта резца с материалом в общем случае определяется случайным образом. Точка контакта является мгновенным центром скоростей для резца. Реакция связи в точке контакта является движущей силой, приводящей фрезу в угловое движение относительно ее оси вращения. После выхода резца из контакта с материалом движение фрезы происходит по инерции. Вследствие сопротивления в опорах фрезы ее вращение происходит с замедлением. При следующем контакте фреза получает очередной импульс и разгоняется до согласованной с вращением барабана угловой

скорости. Резание материала в силу описанной схемы происходит на малой скорости. [8]

В результате модернизации конструкции дорожной фрезы повысится эффективность фрезерного рабочего органа, снизятся энергозатраты на фрезерование дорожного полотна, уменьшатся динамические нагрузки на резцы и опоры фрез и барабана, увеличится срок службы и надежность дорожной фрезы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шмаков А.Т. Бульдозеры, скреперы и грейдеры в дорожном строительстве. Учеб. пособие для подготовки машинистов дорожных машин - Москва, «Транспорт», 1991. –С.149–150.
2. АС СССР № 648678. Дорожная машина для фрезерования для асфальтобетонного покрытия / В.А. Самуйлов, Ю.И. Чурьянов и др.; заявитель и патентообладатель: Всесоюзный научно-исследовательский институт строительного и дорожного машиностроения, опубл: 27.02.1979. Бюл. № 6.
3. Пат. РФ № 2614847. Дорожная фреза с виброприводом / Р.Л. Сахапов, Т.Р. Габдуллин и др.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный архитектурно-строительный университет"; опубл: 29.03.2017. Бюл. № 10.
4. Пат. РФ № 2439241. Дорожная фреза для расшивки трещин в асфальтобетонных покрытиях / Г.П. Иванов и др.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный архитектурно-строительный университет"; опубл: 10.01.2012. Бюл. №1.
5. Пат. РФ № 2036280. Машина для послойной разработки грунтов / А.В. Быков, Е.А. Кушнир и др.; заявитель и патентообладатель: Научно-производственный комплекс "МОСПЭ", Научно-исследовательский и технический центр "Ротор"; опубл: 27.05.1995.
6. Пат. РФ № 19656. Фреза дорожная / Ю.И. Завражин; заявитель и патентообладатель: Сибирский научно-исследовательский институт строительного и дорожного машиностроения; опубл: 20.09.2001.
7. Пат. РФ № 2561443. Фрезерный агрегат с кардановым подвесом (варианты) / Д.А. Кацай; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

профессионального образования "Южно-Уральский государственный университет" (национальный исследовательский университет); опубл: 20.08.2010.

8. Коновалов, Е.Г. Прогрессивные схемы ротационного резания металлов / Е.Г. Коновалов, В.А. Сидоренко, А.В. Соусь. - Минск, «Наука и техника», 1972. -С.17-18.

9. А. В. Уральский, Е. А. Шкарпеткин. Машины и оборудование природообустройства и защиты окружающей среды ; - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. - 91 с.

10. Е. А. Шкарпеткин. Машины и оборудование для природообустройства и водопользования. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. - 81 с.

УДК 66.092.9

Ткаченко Д.С., Проценко А.М., Лопарев А.С.

Научный руководитель: Севостьянов М.В., д-р техн. наук, доц.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРОЦЕССЫ ПЕРЕРАБОТКИ И ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ СПОСОБОМ ЭКСТРУДИРОВАНИЯ

Комплексная переработка сырьевых и техногенных материалов, создание безотходных производств - одно из важнейших направлений развития различных отраслей промышленности [1,2].

Процессы переработки и производства строительных материалов, независимо от условий и способов их реализации, предусматривают основополагающие стадии: диспергирование, смешение и формование. Причем на последнюю стадию существенное значение оказывают две предыдущие.

Формование, в свою очередь, может быть реализовано различными способами: гранулированием, прессованием (брикетированием) или экструдированием. Каждый из указанных способов имеет свои преимущества и недостатки, а его выбор обусловлен технологическими условиями реализации и требованиями, предъявляемыми к конечному продукту [3].

В настоящее время, в связи с интенсивным развитием малотоннажных технологий и комплексов все больше внимание уделяется вопросам рациональной организации технологических процессов переработки различных природных и техногенных

материалов [4, 5]. При этом весьма перспективным направлением является разработка технологических комплексов, использующих агрегаты для получения высокодисперсных материалов с последующим их смешением с добавками и формированием в прессованные гранулы или брикеты (рис.1).

Прессованные гранулы могут быть использованы как в основных технологических процессах производства продукции (при производстве теплоизоляционных материалов: керамзита, пенобетонов и других поликомпонентных прессованных смесей, для последующей их термохимической обработки, для последующего использования прессованных гранул в жидких средах и др.), так и при утилизации различных техногенных материалов (пылеуноса обжиговых и сушильных агрегатов известкового, керамзитового, цементного и др. производств, неиспользуемых полимерных материалов, золо-шлаковых отходов, фосфогипса и др.), а так же при выполнении ряда специальных технологических операций в строительстве (например, использования гранулированного Na-бентонита, в т.ч. с введением полипропиленовых волокон, для гидроизоляции подземных сооружений и др.) [6-8].

Для получения прессованных гранул известно большое многообразие агрегатов, использующих продавливание пластичных материалов (экструдирование) через отверстия - фильтры [3,9,10]. Классификация и принцип действия прессовых агрегатов для экструдирования материалов представлены на рис. 2.

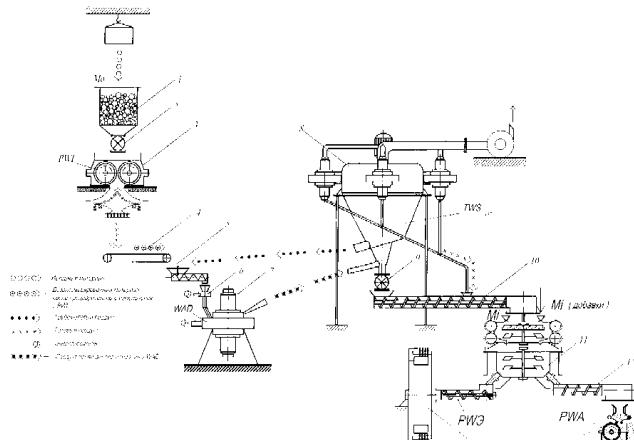


Рис. 1 Технологический комплекс для формования (а-экструдирования, б-брикетирования) высокодисперсных материалов

1 – приемный бункер исходного материала; 2,9-питатели; 3-пресс-валковый измельчитель с устройством для дезагломерации спрессованного материала; 4-

ленточный конвейер; 5,10,12-шнековые питатели; 6-устройство для питания мелкозернистого материала; 7-вибра-акустический диспергатор; 8-сепаратор; 11-гомогенизатор увлажненной смеси; 13-пресс-валковый экструдер ;14-пресс-валковый агрегат для брикетирования шихты.

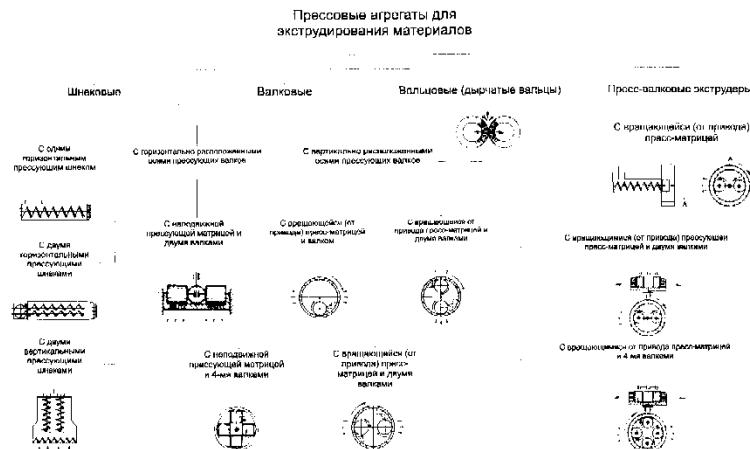


Рис. 2 Классификация и принцип действия прессовых агрегатов для экструдирования материалов

В связи с выполненными разработками к числу перспективных направлений конструктивно-технологического совершенствования пресс-валковых экструдеров следует отнести:

- равномерную подачу прессуемой шихты в шнековый пресс;
- эффективные предварительные уплотнения шихты в шнековом прессе и варьирования плотности материала;
- термоподогрев уплотняемой массы и возможность ввода в нее пластификаторов;
- использование вибровоздействия при обработке прессуемой массы;
- эффективный захват прессуемой массы валками и выдержка ее под давлением;
- равномерное распределение давления прессования по ширине валков;
- повышение эксплуатационной надежности агрегата и долговечности прессующих валков.

Таким образом, проведенный нами анализ способов и технических средств для экструдирования материалов, а также выполненные

разработки, позволили установить преимущества и недостатки известных конструкций прессовых агрегатов, а также приоритетные направления их конструктивно-технологического совершенствования.

Работа выполнена в рамках выполняемого проекта по теме: «Разработка, исследования и опытно-промышленное освоение ресурсоэнергосберегающих инновационных технологий для производства товарной продукции и снижением экологической нагрузки на окружающую среду» (FZWN – 2021 – 0014 в рамках Государственного задания Минобрнауки России).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Севостьянов В.С. Ресурсо-энергосберегающее оборудование и комплексы для переработки природных и техногенных материалов / В.С. Севостьянов, В.И. Уральский, М.В. Севостьянов // Монография. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 315 с.
2. Пашаян А.А. Новые физико-химические способы утилизации промышленных отходов / А.А. Пашаян, А.В. Нестеров, С.В. Лукашов, О.С. Винникова // Монография. – Брянск: ООО «Полиграм-Плюс», 2010. – 240 с.
3. Бабаев Д. Д., Завадько М. Ю. Решения в области утилизации отходов производства базальтовых волокон // Вопросы устойчивого развития общества. – 2020. – № 4-1. – С. 431–436.
4. «Стратегия экологической безопасности РФ на период до 2025 года». Указ Президента РФ В.В. Путина от 19.04.2017 г. - №176.
5. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления», №458 – ФЗ от 29.12.2014 г.
6. Клюев С.В., Клюев А.В., Ватин Н.И. Фибробетон для строительной индустрии // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 8(84). С. 41–47.
7. Козубская Т.Г. «Использование техногенных отходов в производстве строительных материалов»// Строительные материалы, 2002, №2-С.10-11.
8. Клещевникова, В. И. Разновидности материалов для дисперсного армирования бетона / В. И. Клещевникова, А. С. Логвинова, С. В. Беляева // AlfaBuild. – 2018. – № 5(7). – С. 59-74.
9. Технологический комплекс для производства композиционных смесей с техногенными материалами / В. С. Севостьянов, С. В. Клюев, М. В. Севостьянов [и др.] // СТИН. – 2022. – № 12. – С. 11-14. – EDN VRRPWF.

10. Волынкина Е. П. Анализ состояния и проблем переработки техногенных отходов в России // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2017. – № 2(20). – С. 43–49.

УДК 629.1

Топский А.А.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ВИДЫ И УСТРОЙСТВО БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАТОВ

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) – искусственный мобильный объект, не имеющий на борту экипажа и способный самостоятельно целенаправленно перемещаться в воздухе для выполнения различных функций в автономном режиме или посредством дистанционного управления. Современные беспилотные летательные аппараты классифицируют по способу управления и по весовой категории.

Носовая часть дрона – это, как правило, область корпуса, где установлены датчики навигационной системы. Остальная корпусная часть предназначена для размещения механики, электроники, электрооборудования.

Беспилотные летательные аппараты подразделяются:

1. По типу управления: автономные, с дистанционным управлением оператора, комбинированные (способные продолжать запланированный полёт, посадку при потере связи с оператором)

2. По дальности действия: малой, средней, большой дальности действия.

3. По типу конструкции: самолетного типа, вертолетного типа, автожиры, каптеры и другие.

4. По заметности для радаров: обычные, малозаметные(невидимки) [1].

БПЛА по предназначению:

1. Коммерческие или гражданские. Они предназначены для перевозки грузов, строительства, удобрения полей, научных исследований и тому подобное.

2. Потребительские. В большинстве случаев они используются для развлечения, к примеру, для гонок, снятие высотных видео и так далее.

3. Боевые. Они имеют сложную конструкцию, их используют для военных целей.

Таблица 1 – Классификация беспилотных летательных аппаратов

Класс БПЛА	Взлетная масса, кг	Дальность действия, км
Микро- и мини БПЛА ближнего радиуса действия	5	25-40
Легкие БПЛА малого радиуса действия	5-50	10-120
Легкие БПЛА среднегородиуса действия	50-100	70-150(250)
Средние БПЛА	50-100	150-1000
Среднетяжелые БПЛА	100-300	70-300
Тяжелые БПЛА среднего радиуса действия	300-500	70-300
Тяжелые БПЛА большой продолжительности полета	>500	1500
Беспилотные боевые самолеты (ББС)	>500	1500

По принципу полета все БПЛА можно разделить на 5 групп (первые 4 группы относятся к аппаратам аэродинамического типа):

- с жестким крылом (БПЛА самолетного типа);
- с гибким крылом;
- с вращающимся крылом (БПЛА вертолетного типа);
- с машущим крылом;
- аэростатические.

Подъемная сила аппаратов с жестким крылом создается аэродинамическим способом за счет напора воздуха, набегающего на неподвижное крыло. Аппараты такого типа, как правило, отличаются большой длительностью полета, большой максимальной высотой полета и высокой скоростью [2].

БПЛА с гибким крылом – это дешёвые и экономичные летательные аппараты аэродинамического типа, в которых в качестве несущего крыла используется не жёсткая, а гибкая (мягкая) конструкция, выполненная из ткани, эластичного полимерного материала или упругого композитного материала, обладающего свойством обратимой

деформации. В этом классе БПЛА можно выделить беспилотные моторизованные парапланы, дельтапланы и БПЛА с упруго деформируемым крылом.

БПЛА с вращательным крылом. Часто их называют также – БПЛА с вертикальным взлетом и посадкой. Подъемная сила у аппаратов этого типа также создается аэродинамически, но не за счет крыльев, а за счет вращающихся лопастей несущего винта (винтов). Крылья либо отсутствуют вовсе, либо играют вспомогательную роль. Очевидными преимуществами БПЛА вертолетного типа являются способность зависания в точке и высокая маневренность, поэтому их часто используют в качестве воздушных роботов [3].

БПЛА с машущим крылом основаны на бионическом принципе – копировании движений, создаваемых в полете летающими живыми объектами – птицами и насекомыми. Аппараты, основанные на имитации движений птиц, получили название орнитоптеров, а аппараты, в которых копируются движения летающих насекомых – энтомоптерами.

БПЛА аэростатического типа – особый класс БПЛА, в котором подъёмная сила создаётся преимущественно за счёт архимедовой силы, действующей на баллон, заполненный лёгким газом (как правило, гелием). Этот класс представлен, в основном, беспилотными дирижаблями.

Небольшими по величине являются беспилотные летательные аппараты, наделённые фиксированными крыльями. Эти конструкции не требуют длинных взлетно-посадочных полос. Дроны, конструкция которых имеет фиксированные крылья, обычно используются под перелёты на расстояния в несколько километров.

Тип беспилотных аппаратов для полёта – VTOL (Vertical Take-Off and Landing) – конструкции вертикального взлёта и посадки. Обычно имеют небольшие габариты и отличаются наличием четырёх вертикально установленных пропеллеров хода в дополнение к силовой установке.

Следующими по размеру являются так называемые дроны ВВП. Многие из них - квадрокоптеры, но не все. Беспилотники ВВП могут взлетать, летать, зависать в воздухе и приземляться вертикально [4].

Типичный беспилотный летательный аппарат изготовлен из лёгких композитных материалов с целью уменьшения веса и повышения манёвренности. Прочность композитного материала позволяет военным дронам совершать полёты на чрезвычайно больших высотах. Конструкционные материалы, использованные для создания дрона,

представляют собой очень сложные композиты, предназначенные для поглощения вибраций, которые уменьшают производимый шум [5].

На раме закреплен ряд комплектующих изделий:

1. полётный контролёр, включающий высотометр, гироскоп, акселерометр, оперативное запоминающее устройство;
2. двигатели и пропеллеры, обеспечивающие устойчивость в полёте;
3. источники электрической энергии (ДВС, аккумулятор).

Для запуска используют два типа старта: с катапульты и ВВП.

Первый вариант связан с расчётом баллистических характеристик. Баллистические характеристики — это данные, определяющие закономерности развития процесса выстрела и движения снаряда внутри ствола (масса снаряда, калибр оружия, длина ствола, максимальное давление) или на траектории (начальная скорость, углы бросания, вылета и прочее).

Второй тип старта предполагает наличия ВПП из-за размеров БПЛА. Точное значение ВВП - «Вертикальный взлёт и посадка».

Система полёта любого дрона действует благодаря устройству, которое именуется как радар позиционирования и возвращения домой. Большинство современных беспилотников наделяются двумя глобальными навигационными спутниковыми системами (ГНСС).

Тема развития БПЛА очень перспективна в наше время. Ведущие государства мира уже давно и очень активно вводят новые технологии, потому что БПЛА это очень перспективное и выгодное направление развитие авиации. БПЛА могут выполнять разные задачи, уже сейчас с введением современных технологий существует возможность полной замены традиционной авиации на беспилотную [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чучаев А. И. "Беспилотники на дорогах России уголовно-правовые проблемы". М.: Изд. Проспект, 2022. 520 с.
2. Просвирина Н. В. Анализ и перспективы развития беспилотных летательных аппаратов// Московский экономический журнал №10. 2021. С. 560 - 575.
3. Татаринова А. В. Перспективы развития беспилотных летательных аппаратов [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: https://olymp.club.ru/publ/arkhiv_rabot/devyatnadcataja_olimpiada_2021_22_uch_god/perspektivy_bpla/42-1-0-2756 (дата обращения: 03.04.2022)
4. Беспилотные летательные аппараты МЧС России: виды и классификация [Электронный ресурс]. Систем.требования:

Adobe Acrobat Reader. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/bespilotnyie-letatelnyie-apparaty-i-v-mchs-rossii-vidyi-i-klassifikatsiya/> (дата обращения: 03.04.2022)

5. Беспилотники. Виды и устройство. Работа и применение. Особенности [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/oborudovanie/bespilotniki/> (дата обращения: 03.04.2022)

6. Новиков И.А., Кравченко А.А., Шевцова А.Г., Васильева В.В. Научно-методологический подход к снижению аварийности на дорогах Российской Федерации // Мир транспорта и технологических машин. 2019. № 3. С. 58-64.

УДК 629.1

Топский А.А.

*Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Беспилотные летательные аппараты все больше набирают популярность. Изначально беспилотники или, как раньше принято было называть, дроны в связи с необходимостью эффективного решения военных задач – тактической разведки, доставки к месту назначения боевого оружия (бомб, торпед и др.), управления боевыми действиями и пр. Человечество нуждалось в такой машине, которой могли бы управлять на расстоянии. Первый БПЛА многократного действия был создан в 1933 году в Великобритании, получивший название Н.82B Queen Bee. Он управлялся по радио. В последствии этот аппарат использовался в качестве воздушной мишени при создании оружия ПВО с 1934 по 1943 года [1].



Рис. 1 Первый беспилотный летательный аппарат Н.82B Queen Bee

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) – искусственный мобильный объект, не имеющий на борту экипажа и способный самостоятельно целенаправленно перемещаться в воздухе для выполнения различных функций в автономном режиме или посредством дистанционного управления.

БПЛА можно систематизировать следующим образом:

1. Микро- и мини-БПЛА ближнего радиуса действия – взлётная масса до 5 кг, дальность действия до 25-40 км;
2. Лёгкие БПЛА малого радиуса действия – взлётная масса 5-50 кг, дальность действия 10-70 км;
3. Лёгкие БПЛА среднего радиуса действия – взлётная масса 50-100 кг, дальность действия 70-150 (250) км;
4. Средние БПЛА – взлётная масса 100-300 кг, дальность действия 150-1000 км;
5. Средне-тяжёлые БПЛА – взлётная масса 300-500 кг, дальность действия 70-300 км;
6. Тяжёлые БПЛА среднего радиуса действия – взлётная масса более 500 кг, дальность действия 70-300 км;
7. Тяжёлые БПЛА большой продолжительности полёта – взлётная масса более 1500 кг, дальность действия около 1500 км;
8. Беспилотные боевые самолёты – взлётная масса более 500 кг, дальностью около 1500 км [2].

В настоящее время перспективы развития боевой беспилотной авиации (БПЛА военного назначения, так называемых дронов) обусловлены целым рядом факторов. Прежде всего, постоянно возрастающей ценой пилотируемых самолетов и вертолетов, ростом стоимости обучения пилотов для них – в то время как для решения достаточно широкого круга задач наличие человека сегодня не является обязательным. Беспилотный грузовой самолёт - другая потребность, вытекающая из практического опыта, особенно в Афганистане, где гористый ландшафт и мало дорог. У морской пехоты есть неотложная потребность в беспилотном вертолете, чтобы осуществлять поставки между передовыми частями, а у управления НИР ВМС есть программа изучения технологии для более подходящего грузового БПЛС.

С развитием технологий и микроэлектроники беспилотники вызывают огромный интерес не только в военных кругах, но и у промышленных предприятий для решения их задач. На рынке труда появилась новая профессия «оператор по управлению беспилотными летательными аппаратами». Интерес в использовании БПЛА обусловлен экономической эффективностью. Применение беспилотников обходится гораздо дешевле, чем использование

спутниковых технологий для дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) и применение пилотируемой авиации в проведении авиационных работ. Возможность запрограммировать БПЛА на полет по маршруту, а, если надо, зависнуть над местностью дает им огромное преимущество [3].

Беспилотный летательный аппарат предназначен для решения следующих задач: беспилотный дистанционный мониторинг лесных массивов с целью обнаружения лесных пожаров, мониторинг и передача данных по радиоактивному и химическому заражению местности и воздушного пространства в заданном районе, инженерная разведка районов наводнений, землетрясений и других стихийных бедствий, обнаружение и мониторинг ледовых заторов и разлива рек, мониторинг состояния транспортных магистралей, нефтегазопроводов, линий электропередач и других объектов, экологический мониторинг водных акваторий и береговой линии, определение точных координат районов ЧС и пострадавших объектов.

Применение беспилотников целесообразно там, где есть угроза нанесения ущерба жизни персоналу и нужна экономия времени и денег. Так, например, на Западе, беспилотники становятся все более востребованными в горнодобывающей отрасли. Это обусловлено возможностью получения качественных снимков в режиме реального времени. Их можно использовать в самых разных аспектах: при добыче, взрывных работах, при планировании и разведке [4].

Для решения задач охраны лесов и тушения пожаров невозможно обойтись без авиационного патрулирования. С развитием беспилотной авиации авиаレスохраные отряды получили новый эффективный инструмент, позволяющий экономить время, а иногда и сохранить жизни пилотов. Для выполнения работ по патрулированию локальных территорий лесного фонда с целью обнаружения лесных пожаров применяются БПЛА самолетного и вертолетного типов.

Статистика рынка промышленных дронов показывает, что во всем мире беспилотные технологии активнее всего применяются в строительной отрасли, горнодобывающей промышленности, сельском хозяйстве и георазведке. Востребованность услуг по дистанционному зондированию земли (ДЗЗ) в России связана с большими территориями страны, что делает применение беспилотников не только экономически выгодным, но и зачастую безальтернативным. По сравнению со спутниковой съемкой беспилотники выигрывают в детализации и гибкости использования, позволяя получить максимальное приближение к требованиям заказчика [5].

Если несколько десятилетий назад БПЛА использовались только в военной сфере (по причине высокой стоимости, они были штучными), то сейчас их изготавливают промышленными партиями, и они могут оснащаться различным навесным оборудованием для использования различными организациями и службами. С непрерывным развитием технологий беспилотные летательный аппараты могут быть всё более компактными и одновременно более эффективными (имеющие улучшенные характеристики и свойства).

Тема развития БПЛА очень перспективна в наше время. Ведущие государства мира уже давно и очень активно вводят новые технологии, потому что БПЛА это очень перспективное и выгодное направление развитие авиации. БПЛА могут выполнять разные задачи, уже сейчас с введением современных технологий существует возможность полной замены традиционной авиации на беспилотную [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чучаев А. И. "Беспилотники на дорогах России уголовно-правовые проблемы". М.: Изд. Проспект, 2022. 520 с.
2. Просвирина Н. В. Анализ и перспективы развития беспилотных летательных аппаратов// Московский экономический журнал №10. 2021. С. 560 - 575.
3. Ромашкова Е. Перспективы расширения области применений беспилотных летательных аппаратов и развития беспилотной авиации в целом [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://nsportal.ru/ap/nauchno-tehnicheskoe-tvorchestvo/library/2018/10/11/perspektivy-rasshireniya-oblasti-primeneniy> (дата обращения: 03.04.2022)
4. Перспективы развития применения беспилотных летательных аппаратов [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://cluster.innovations-khv.ru/en/news/perspektivy-razvitiya-primeneniya-bespilotnyh-letateleyh-apparatorov> (дата обращения: 03.04.2022)
5. Беспилотники в промышленности: применение, перспективы, проблемы [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://dzen.ru/a/Y67gly7DaCNw1tDg> (дата обращения: 03.04.2022)
6. Новиков И.А., Кравченко А.А., Шевцова А.Г., Васильева В.В. Научно-методологический подход к снижению аварийности на дорогах Российской Федерации // Мир транспорта и технологических машин. 2019. № 3. С. 58-64.

Труфанов А.А.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ЭКСКАВАТОРЫ CATERPILLAR И KOMATSU

Гидравлические экскаваторы Caterpillar и Komatsu являются надежными и эффективными тяжелыми машинами, используемыми в различных отраслях промышленности. Оба производителя предлагают широкий спектр гидравлических экскаваторов, которые могут выполнять различные задачи, от копания каналов и котлованов до добычи полезных ископаемых. В этой статье мы рассмотрим сферы применения и особенности гидравлических экскаваторов Caterpillar и Komatsu [1].

Сфера применения гидравлических экскаваторов Caterpillar и Komatsu:

1. Добыча полезных ископаемых

Гидравлические экскаваторы Caterpillar и Komatsu широко используются в горнодобывающей отрасли для добычи полезных ископаемых. Они могут использоваться для добычи угля, металлов, драгоценных камней и других полезных ископаемых.

2. Строительство и демонтаж зданий

Гидравлические экскаваторы используются в строительстве для копания фундаментов, установки столбов и многих других задач. Они также могут использоваться для демонтажа зданий, сноса стен и разрушения старых зданий.

3. Дорожное строительство

Гидравлические экскаваторы используются в дорожном строительстве для строительства и ремонта дорог и мостов. Они могут использоваться для копания канав, установки дренажных систем и других задач.

4. Муниципальные работы

Гидравлические экскаваторы используются в коммунальном хозяйстве для копания канав, установки водопроводных и канализационных систем, а также для уборки мусора.

5. Строительство дорог и мостов

Гидравлические экскаваторы используются для очистки местности, установки дренажных систем, укладки асфальта и бетона, а также для сноса старых дорог и мостов. Разработка карьеров и шахт

Гидравлические экскаваторы используются для добычи руды и минералов, а также для выемки грунта и камней.

6. Строительство зданий

Гидравлические экскаваторы используются для разрушения старых зданий, подготовки строительных участков, установки фундаментов и для других строительных работ.

7. Утилизация отходов

Гидравлические экскаваторы используются для утилизации мусора, в том числе для переработки отходов и разрушения старых зданий.

8. Сельское хозяйство

Гидравлические экскаваторы используются для создания и ремонта дорожек, для очистки каналов и рек, для установки труб и других сельскохозяйственных работ.

9. Обработка отходов

Гидравлические экскаваторы также могут использоваться для обработки отходов. Они могут помочь в сортировке, переработке и утилизации отходов. Это делает экскаваторы идеальным выбором для компаний, занимающихся утилизацией отходов [2].

10. Промышленность

Гидравлические экскаваторы могут использоваться в различных отраслях промышленности, таких как металлургия, нефтепереработка, производство стройматериалов и многое другое. Они могут помочь в выполнении различных задач, связанных с производством и переработкой различных материалов.

Особенности гидравлических экскаваторов Caterpillar и Komatsu:

1. Caterpillar

Гидравлические экскаваторы Caterpillar характеризуются надежностью и прочностью. Они имеют высокую производительность и могут выполнять задачи в самых тяжелых условиях. Кроме того, машины Caterpillar обычно имеют более простой и удобный дизайн, который облегчает их использование и обслуживание [5].

2. Komatsu

Гидравлические экскаваторы Komatsu известны своей высокой точностью и эффективностью. Они могут выполнять задачи с большой точностью и скоростью, что делает их идеальными для работы в тесных пространствах и городских условиях. Машины Komatsu также обычно имеют более современный дизайн и технологии, такие как системы

управления и мониторинга, что облегчает использование и повышает производительность [6].

3. Размер и вес

Гидравлические экскаваторы Caterpillar и Komatsu могут быть разных размеров и веса, в зависимости от их предназначения и использования. Например, Caterpillar 330DL имеет вес около 35 тонн, в то время как более легкий Caterpillar 308E2 CR SB может иметь вес около 8 тонн. Аналогично, Komatsu PC200-8 имеет вес около 20 тонн, в то время как более легкий Komatsu PC30MR-5 может иметь вес около 3 тонн.

4. Гусеницы и ковш

Гидравлические экскаваторы Caterpillar и Komatsu обычно имеют гусеничную ходовую часть, которая обеспечивает им высокую мобильность и маневренность. Они также оснащены ковшом, который может быть разных размеров в зависимости от задачи, которую нужно выполнить. Ковши могут быть обычными, с крюком, сортирующими, гидромолотами и другими, в зависимости от типа работы.

5. Гидравлическая система

Гидравлические экскаваторы Caterpillar и Komatsu работают на гидравлической системе, которая обеспечивает им мощность и точность движения. Эта система состоит из гидроусилителя, распределительного клапана, цилиндров и других элементов, которые работают вместе для обеспечения оптимальной производительности [3].

Важно отметить, что при работе с гидравлическими экскаваторами необходимо соблюдать правила безопасности, так как неправильное использование может привести к серьезным травмам и повреждениям оборудования. Кроме того, регулярное техническое обслуживание и замена деталей являются важными аспектами эксплуатации гидравлических экскаваторов.

Гидравлические экскаваторы Caterpillar и Komatsu являются одними из самых популярных и надежных моделей оборудования во многих отраслях. Выбор между ними зависит от конкретных потребностей и условий работы, а также от предпочтений и опыта эксплуатации. Кроме того, при использовании гидравлических экскаваторов необходимо соблюдать правила безопасности и проводить регулярное техническое обслуживание, чтобы обеспечить максимальную производительность и долговечность оборудования [4] [7].

В заключение, гидравлические экскаваторы Caterpillar и Komatsu являются незаменимыми машинами в различных отраслях промышленности. Обе марки предлагают высококачественные

машины, которые обеспечивают эффективность и точность при выполнении задач. Выбор между этими марками зависит от требований конкретного проекта, бюджета, а также личных предпочтений и опыта эксплуатации. Поэтому при выборе гидравлического экскаватора необходимо учитывать такие факторы, как размеры и вес, тип и размер ковша, мощность двигателя и гидравлической системы, а также маневренность и точность движения [4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузьмин А.А. Технология эксплуатации тяжелой техники. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 304 с.
2. Аверьянов А.А. Эксплуатация и ремонт гидравлических машин. Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. 108 с.
3. Головин Н.М. Гидравлические системы строительной техники. М.: Недра, 1992. 365 с.
4. YouTube. Тяжелая Техника [Электронный ресурс]. Систем.требования: Веб-браузер. URL: <https://www.youtube.com/channel/UCjN1Q2bD09IQkQjgyDDsI7A> (дата обращения: 14.04.2023)
5. Caterpillar. Hydraulic Excavators./Каталог гидравлических экскаваторов компании Caterpillar [Электронный ресурс]. Систем.требования: Веб-браузер. URL:https://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/excavators/hydraulic-excavators.html (дата обращения: 14.04.2023)
6. Komatsu. Hydraulic Excavators [Электронный ресурс]. Систем.требования: Веб-браузер. URL: <https://www.komatsuamerica.com/equipment/hydraulic-excavators> (дата обращения: 14.04.2023)
7. Шевченко А.С., Дуганова Е.В. Значение электронных систем управления двигателем автомобиля для экологии / Проблемы функционирования систем транспорта: сб. материалов научно—практической конф. студентов, аспирантов и молодых ученых // Тюменский индустриальный университет. (Тюмень, 2—4 декабря 2020 г.), Тюмень: Изд—во ТИУ, 2020. С. 337-339.

УДК 62.9

Труфанов А.А.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

СРАВНЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭКСКАВАТОРОВ CATERPILLAR И KOMATSU

Caterpillar и Komatsu являются двумя ведущими производителями гидравлических экскаваторов в мире. Оба производителя имеют уникальные технологии, которые обеспечивают высокую производительность и надежность в эксплуатации.

Сравнение технологий Caterpillar и Komatsu в гидравлических экскаваторах:

1. Контроль технологии движения гидравлического механизма

Caterpillar использует технологию Advansys, которая позволяет легко заменять зубья, что улучшает производительность экскаватора. В то же время, у Komatsu есть технология PC8000, которая обеспечивает более высокую эффективность, управление и точность в работе [6].

2. Технология гидравлического насоса

Caterpillar использует технологию ACERT, которая обеспечивает высокую производительность и мощность. У Komatsu используется технология Variable Speed Control, которая позволяет экскаватору работать на различных скоростях для более эффективной работы [6].

3. Технология управления нагрузкой

Caterpillar использует технологию E-Fence, которая предотвращает перегрузку машины. У Komatsu есть технология Active Mode, которая управляет нагрузкой машины, оптимизируя производительность и потребление топлива.

4. Технология управления и мониторинга эксплуатации

Caterpillar использует технологию Cat Grade Control, которая обеспечивает более точный контроль углов наклона и глубиныкопания. У Komatsu есть технология Komtrax, которая позволяет операторам мониторить производительность экскаватора в режиме реального времени, а также получать отчеты о его работе.

5. Технология навигации

Caterpillar использует технологию Cat MineStar, которая предоставляет информацию о положении и состоянии машины. У Komatsu есть технология KomVision, которая позволяет оператору

контролировать окружающую обстановку в режиме реального времени с помощью камер и сенсоров [1][2].

В целом, технологии Caterpillar и Komatsu в гидравлических экскаваторах очень разнообразны и предоставляют высокую производительность и эффективность в работе. Некоторые технологии Caterpillar предназначены для оптимизации производительности, такие как Advansys и ACERT, которые увеличивают мощность и позволяют экскаватору работать с большей эффективностью. Технологии управления нагрузкой, такие как E-Fence, помогают предотвратить перегрузку машины, что способствует продлению срока ее службы. Технологии управления и мониторинга эксплуатации, такие как Cat Grade Control и Komtrax, обеспечивают более точную работу и управление машиной, что способствует повышению производительности и безопасности на рабочей площадке [3].

Также стоит отметить, что каждый производитель имеет свои уникальные технологии, которые могут быть более эффективными в различных условиях. Например, технология Variable Speed Control, используемая в экскаваторах Komatsu, может быть более эффективной при работе в условиях, требующих разных скоростей работы, в то время как технология Advansys, используемая в экскаваторах Caterpillar, может быть более эффективной для замены зубьев.

Независимо от того, какой производитель экскаватора выбран, важно выбирать машину, которая соответствует потребностям и условиям работы. Технологии, используемые в гидравлических экскаваторах Caterpillar и Komatsu, являются чрезвычайно важными для обеспечения высокой производительности, надежности и безопасности в работе [5].

Гидравлические экскаваторы являются неотъемлемой частью многих строительных проектов, добывающей промышленности и других видов работ, требующих больших объемов земляных работ. Caterpillar и Komatsu являются двумя крупнейшими производителями гидравлических экскаваторов в мире. Обе компании предлагают широкий ассортимент экскаваторов, включая большие, средние и малые модели.

Одним из главных сравнительных преимуществ между Caterpillar и Komatsu является качество и надежность их гидравлических экскаваторов. Обе компании широко известны своими высокотехнологичными решениями и передовыми инженерными разработками, которые делают их машины максимально надежными и долговечными.

Несмотря на общие характеристики, экскаваторы Caterpillar и Komatsu отличаются некоторыми техническими особенностями. Например, Caterpillar предлагает ряд технологий, которых нет у Komatsu, таких как система Cat Grade Control и технология ACERT, которые позволяют существенно увеличить производительность и эффективность работы машины. В то же время, Komatsu предлагает свои уникальные решения, такие как система Variable Speed Control, которая регулирует скорость движения машины в зависимости от типа работы и условий окружающей среды [7].

Кроме того, экскаваторы Caterpillar и Komatsu имеют различную грузоподъемность и рабочую глубину. Например, Caterpillar 390F имеет максимальную грузоподъемность в 94 тонны, что делает его идеальным для больших проектов, в то время как Komatsu PC300LC-8 имеет максимальную грузоподъемность в 30 тонн, что делает его более подходящим для средних и малых проектов. Рабочая глубина также может варьироваться, в зависимости от модели экскаватора и его конкретных характеристик.

Другим фактором, который следует учитывать при сравнении экскаваторов Caterpillar и Komatsu, является их цена. Обе компании предлагают широкий ассортимент экскаваторов по различным ценовым категориям, в зависимости от модели, технических характеристик и прочих факторов. Обычно, экскаваторы Caterpillar имеют более высокую цену, чем экскаваторы Komatsu. Однако, это может варьироваться в зависимости от страны и региона, где происходит продажа и использование машин.

Несмотря на то, что обе компании предлагают сходные технологии и функциональные возможности, некоторые пользователи отдают предпочтение одному из производителей в зависимости от своих потребностей и предпочтений. Например, некоторые пользователи предпочитают экскаваторы Caterpillar из-за их большой грузоподъемности и высокой производительности, в то время как другие отдают предпочтение экскаваторам Komatsu за их более низкую цену и инновационные решения [4].

Примерами экскаваторов Caterpillar являются модели 390F, 336F, 320F и другие. Каждая из этих моделей имеет свои уникальные характеристики и технологии, которые делают их особенными и подходящими для определенных типов работ.

Модель 390F, например, имеет максимальную грузоподъемность в 94 тонны и максимальную рабочую глубину в 7,9 метра. Это делает его одним из наиболее мощных и эффективных экскаваторов Caterpillar,

который идеально подходит для крупных проектов по добыче полезных ископаемых и земляных работ.

Модель 336F является более компактной и универсальной, имея максимальную грузоподъемность в 40 тонн и максимальную рабочую глубину в 6,8 метра. Этот экскаватор идеально подходит для средних и малых проектов, где требуется мощность и гибкость [5].

Модель 320F, в свою очередь, является одним из наиболее популярных экскаваторов Caterpillar, имея максимальную грузоподъемность в 21 тонн и максимальную рабочую глубину в 6,8 метра. Этот экскаватор идеально подходит для широкого спектра работ, от земляных работ до строительства дорог и железных дорог.

Примерами экскаваторов Komatsu являются модели PC210LC-11, PC360LC-11, PC490LC-11 и другие. Каждая из этих моделей также имеет свои уникальные характеристики и технологии.

Модель PC210LC-11 имеет максимальную грузоподъемность в 22 тонны и максимальную рабочую глубину в 6,59 метра. Этот экскаватор обладает высокой производительностью и эффективностью при работе в условиях ограниченного пространства.

Модель PC360LC-11 имеет максимальную грузоподъемность в 36 тонн и максимальную рабочую глубину в 7,19 метра. Этот экскаватор отличается высокой мощностью и производительностью, что делает его идеальным выбором для средних и крупных проектов.

Модель PC490LC-11 является самой мощной моделью из серии экскаваторов Komatsu, имея максимальную грузоподъемность в 49 тонн и максимальную рабочую глубину в 7,55 метра. Этот экскаватор идеально подходит для крупных проектов, таких как добыча полезных ископаемых и строительство дорог и мостов.

Кроме того, обе компании также предлагают ряд инновационных технологий и функций, которые делают использование гидравлических экскаваторов более удобным и безопасным. Например, Caterpillar предлагает систему Cat Connect, которая позволяет управлять машиной и отслеживать ее работу удаленно. Это позволяет повысить эффективность использования машины и уменьшить риски неисправностей.

Компания Komatsu также предлагает свои технологические решения, включая систему контроля рабочих процессов KOMTRAX, которая предоставляет данные о работе машины в режиме реального времени. Это позволяет улучшить управление машиной и оптимизировать ее производительность.

Таким образом, гидравлические экскаваторы Caterpillar и Komatsu предлагают множество уникальных технологий и функций, которые

делают их эффективными инструментами для различных видов работ. Однако, выбор между этими производителями зависит от потребностей и предпочтений конкретного заказчика. Некоторые могут отдавать предпочтение Caterpillar из-за их репутации как ведущего производителя строительной техники, а другие могут выбирать Komatsu из-за их высокой мощности и технологических решений [4].

Важно отметить, что выбор между этими производителями не должен быть сделан на основе одного параметра, такого как цена или мощность. Вместо этого, следует учитывать множество факторов, включая требования к производительности, надежности и безопасности, а также удобство использования и доступность сервиса и запчастей.

В итоге, какой бы производитель гидравлического экскаватора вы ни выбрали, необходимо тщательно изучить спецификации каждой модели и оценить их соответствие вашим потребностям и бюджету. Только так можно сделать оптимальный выбор и получить максимальную эффективность от использования машины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Komatsu. Hydraulic Excavators [Электронный ресурс]. Систем.требования: Веб-браузер. URL: <https://www.komatsuamerica.com/equipment/hydraulic-excavators> (дата обращения: 14.04.2023)
2. Caterpillar. Hydraulic Excavators./Каталог гидравлических экскаваторов компании Caterpillar [Электронный ресурс]. Систем.требования: Веб-браузер. URL:https://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/excavators/hydraulic-excavators.html (дата обращения: 14.04.2023)
3. Ремонт и Техника./ статьи и обзоры о ремонте и эксплуатации различной техники [Электронный ресурс]. Систем.требования: Веб-браузер. URL: <https://remont-i-tehnika.ru/> (дата обращения: 14.04.2023)
4. Кузьмин А.А. Технология эксплуатации тяжелой техники. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 304 с.
5. Аверьянов А.А. Эксплуатация и ремонт гидравлических машин. Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. 108 с.
6. Головин Н.М. Гидравлические системы строительной техники. М.: Недра, 1992. 365 с.
7. Шевченко А.С., Дуганова Е.В. Значение электронных систем управления двигателем автомобиля для экологии / Проблемы функционирования систем транспорта: сб. материалов научно—практической конф. студентов, аспирантов и молодых ученых //

Тюменский индустриальный университет. (Тюмень, 2—4 декабря 2020 г.), Тюмень: Изд—во ТИУ, 2020. С. 337-339.

УДК 666.97

Тунь В.Ю., Гужев Н.В.

Научный руководитель Синица Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

МАЛОТОННАЖНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Основополагающими технологическими процессами многих отраслей промышленности строительных материалов (цементной, стекольной, керамической, огнеупорной и др.) являются: тонкое и сверхтонкое измельчение материалов с различными физико-механическими свойствами и минералогическим составом, гомогенизация композиционных смесей, полусухое или пластическое формование материалов в компактные тела заданной геометрической формы, размеров и др. Особое значение данные процессы имеют на современном этапе интенсивного развития малотоннажных технологических комплексов (МТК) и научно-технического предпринимательства (производство сухих строительных смесей, высокодисперсных микронаполнителей, механоактивированных композиционных смесей из природных и техногенных материалов, а также высокоэффективных теплоизоляционных материалов и изделий). Применение механоактивационных технологий является перспективным направлением для получения строительных материалов высокого качества с необходимыми эксплуатационными характеристиками.

В настоящее время известны различные эффективные способы физического воздействия на разрушаемый материал, такие как газо- и гидродинамический, электроимпульсный, термодинамический и др. Однако на сегодняшний день основным способом разрушения материала остается способ механического воздействия.

Механоактивация общестроительных и декоративных цементов [1] позволяет увеличить рабочую поверхность цементов и скорость их растворения в 3–4 раза. Кинетика твердения цементного камня позволяет производить строительные работы и выпускать изделия без принудительной тепловлажностной обработки за счет быстрого нарастания прочности (за 1 сутки – 50 %, за 3 суток – 70 %, за 7 суток –

90% от марочной прочности на сжатие). Водопотребность цемента снижается почти вдвое до значения нормальной густоты 17–18%. Увеличивается исходная марочная прочность цемента в 1,75 раза. Упрощается процесс уплотнения и гидратации цементного теста при комнатной температуре. Изучено влияние на гидратацию портландцемента размера частиц доменного шлака и других минеральных добавок. Установлено, что более мелкие частицы минеральных добавок реагируют быстрее и способствуют достижению большей прочности.

Кварцевый песок, как наиболее распространенный природный материал, считающийся инертной добавкой, при тонком измельчении приобретает химическую активность и вяжущие свойства. Механоактивация кварцевого песка [2] позволяет значительно повысить его структурообразующую роль. На месте выхода дислокаций на поверхности кристаллов кварцевого песка идет закрепление зародышей новообразований продуктов гидратации цемента за счет увеличения рабочей поверхности в 2–3 раза. При этом повышается химическая активность песка при нормальных условиях.

Механоактивация функциональных добавок различного назначения [2,3] позволяет увеличить их рабочую поверхность в несколько раз, повысить их химическую активность настолько, что показатели качества сухих строительных смесей улучшаются на 15% по сравнению со смесями на импортных добавках аналогичного назначения. Наибольший экономический и технический эффекты достигаются в случае применения механоактивации в технологии получения полифункциональной комплексной добавки, состоящей из двух и более механоактивированных добавок различных классов.

Механоактивация неорганических и (или) органических цветоносителей и их смесей [4], входящих в состав смеси с прозрачными минералами, открывает новую страницу в технологии получения дешевых пигментов для строительной индустрии и развития производства декоративных материалов, в том числе сухих смесей, с применением механоактивированных пигментов.

Поэтому задача рациональной организации малотоннажного технологического комплекса (МТК) и оборудования является весьма актуальной.

Основными требованиями, предъявляемыми к МТК, являются: высокая эффективность составляющих агрегатов и качество готового продукта, незначительные удельные энергозатраты, компактность и невысокая металлоемкость оборудования.

С учетом выполненных теоретических и экспериментальных

исследований, разработанных патентозащищенных конструкций энергосберегающих помольных агрегатов, а также предлагаемой технологии получения механоактивированных материалов разработан технологический комплекс для постадийного селективного измельчения и механоактивации материалов [5].

На рис. 1 представлена схема малотоннажного технологического комплекса для производства механоактивированных материалов.

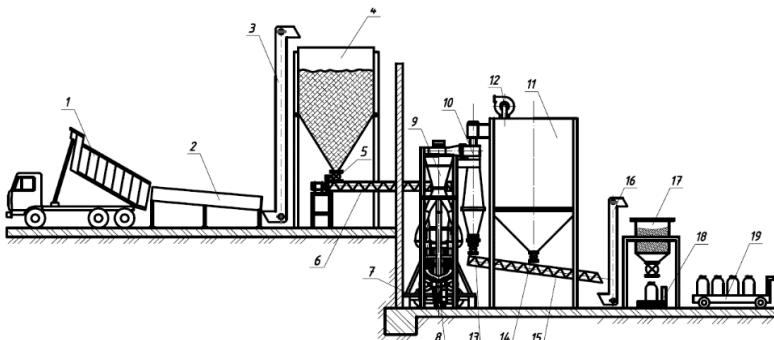


Рис. 1 Схема технологического комплекса для производства

механоактивированных материалов:

1 – автотранспорт; 2 – приемный лоток; 3,16 – элеваторы; 4 – бункер исходного материала; 5,13,14 – ячейковые питатели; 6,15 – шнековые конвейеры; 7 – центробежный помольный агрегат; 8,12 – вентиляторы высокого давления; 9 – сепаратор; 10 – циклон; 11 – бункер фильтр; 17 – бункер накопительный конечного продукта; 18 – весы; 19 – транспортирующее устройство

Технологический комплекс работает следующим образом. Исходный материал доставляется автотранспортом 1 и подается в приемный лоток 2. С помощью элеватора 3 материал перемещается в бункер хранения исходного материала 4. Затем через ячейковый питатель 5 материал с помощью шнекового конвейера 6 подается в центробежный помольный агрегат 7, в котором осуществляется тонкое и сверхтонкое измельчение. Центробежный помольный агрегат работает в замкнутом цикле измельчения. Вентилятор высокого давления 8 через патрубок нагнетает воздух во вторую камеру помола, сдувая измельченный материал, который выносится на поверхность мелящих тел при их циркуляции. Далее, поток воздуха с содержащимся в нем материалом (аэросмесью) по трубопроводу поступает в отбойно-вишревой сепаратор 9, где происходит разделение материала по фракционному составу. Крупные частицы возвращаются

на домол во вторую камеру измельчения, тонкие (готовый продукт) – уносится в циклон 10. В циклоне происходит осаждение готового продукта. Воздух из циклона поступает в фильтр тонкой очистки 11, откуда с помощью вентилятора 12 попадает в атмосферу. Готовый продукт из бункера циклона и бункера фильтра ячейковыми питателями 13 и 14, с помощью шнекового конвейера 15 и элеватора 16 поступает в накопительный бункер конечного продукта 17. Далее тонкодисперсный материал взвешивается на весах 18 и грузится на транспортирующие устройство 19.

Разработанный технологический комплекс может быть использован не только в различных отраслях промышленности строительных материалов (цементной, керамической, огнеупорной и др.), но и в смежных отраслях промышленности (горнодобывающей, химической, энергетической, топливной и др.).

Были проведены исследования по измельчению наиболее используемых сырьевых компонентов при производстве строительных материалов: портландцемента и различных генетических типов кварцевых пород.

С использованием МТК было получено модифицированное вяжущее, которое применялось в составе теплоизоляционного пеногазобетона, образец изделия из которого представлен на рис. 2.



Рис. 2 Образец теплоизоляционного пеногазобетона на основе модифицированного вяжущего

Проведенный анализ показал, что по сравнению с теплоизоляционным пеногазобетоном на портландцементе (ЦЕМ I 42,5 Н) (рис. 3) на образцах с применением модифицированного вяжущего получена оптимальная поровая структура, образцы не подвержены усадочным деформациям. При использовании такого вяжущего значительно сокращаются сроки схватывания, уменьшается водопотребность и повышаются прочностные характеристики.

В таблице приведены сравнительные характеристики полученного модифицированного вяжущего, которые подтверждают сделанные выводы о значительном улучшении технологических свойств изделий.

Представленные результаты показывают эффективность создания малотоннажного технологического комплекса для реализации процессов механоактивации природных и техногенных материалов, получения из них композиционных смесей различного технологического назначения, утилизации техногенных материалов промышленных производств.



Рис. 3 Образец теплоизоляционного пеногазобетона на основе портландцемента (ЦЕМ I 42,5 Н)

Таблица – Сравнительные характеристики вяжущих

Вяжу-щее	Тонкость помола		НГ	Сроки схваты-вания, мин	Прочность						
					на изгиб (сут.)		на сжатие (сут.)		ТВО (1 сут.)		
	Проход через сито 008, м	Удельная поверхнос-ть, м ² /кг		начало	конец	3	28	3	28	ТВО (1 сут.)	
BHB–100 Melflux	97,9	623	21,1	23	76	7,3	8,6	6,5	49,4	63,8	54,9
BHB–100 Melement	97,1	620	21,2	25	80	7,1	7,9	6,1	44,1	63,1	51,4
TMЦ–100	97,3	510	25,8	30	78	6,5	8,3	6,0	38,2	57,4	48,7
ЦЕМ I 42,5 Н	91,1	310	24,7	67	167	5,3	8,3	5,7	34,2	53,5	39,4

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузьмина В. П. Механоактивация цементов / В. П. Кузьмина // Строительные материалы. –2006. – № 5. – С. 7–9.
2. Кузьмина В.П. Механохимическая активация полупродуктов для сухих строительных смесей / В. П. Кузьмина // Современные

технологии строительной химии: Сб. докладов. – Киев, 2005. – С. 84–88.

3. Авакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов / Е.Г. Авакумов .– Новосибирск: Наука, 1986. - С.88-89.
4. Кузьмина В.П. Механоактивация добавок для ССС / В. П. Кузьмина // Популярное бетоноведение. – 2007. – № 2. - С. 18-20.
5. Гридчин, А.М. Энергосберегающие помольные комплексы для получения механоактивированных композиционных смесей / А.М. Гридчин, В.С. Севостьянов, В.С. Лесовик, В.И. Уральский, Е.В. Синица, А.В. Уральский // Изв. Вузов. Строительство. – 2009. – №5. – С. 68–79.

УДК 69.058.2

Ходяков В.А.

*Научный руководитель: Гречухин В.А., канд. техн. наук, доц.
Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь*

КОМПЛЕКСНАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ДЕФОРМАЦИЙ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ НА МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Уже известны проблемы разрушения и образования неровностей асфальтобетонного покрытия в зоне устройства деформационных швов на автодорожных мостах [1]. Вопрос образования локальных деформаций также изучался ранее с применением наземного лазерного сканирования [2]. Были изучены вопросы точности лазерного сканирования [3] – погрешность измерений составляет $\pm 0,65$ мм при доверительной вероятности 95%. В данной же работе представлены первые результаты сканирования большого участка поверхности асфальтобетонного покрытия на путепроводе и подходах к нему, а также результаты более комплексного анализа облака точек.

Исследуемое сооружение включает температурно-неразрезное пролётное строение, схема 3x12. В начале и в конце сооружения устроены деформационные швы закрытого типа шириной 600 мм. Предположительный срок эксплуатации покрытия более 10 лет. Участок сканирования захватывал покрытие на сооружении и на подходах длиной по 30 м.

На рисунке 1 представлено изополе высотных отметок покрытия с корректировкой на поперечный уклон. Данные сканирования обрабатывались с использованием среды визуального

программирования Grasshopper. На рисунке хорошо проявляется колейность, а также локальные выбоины и выпуклости покрытия.

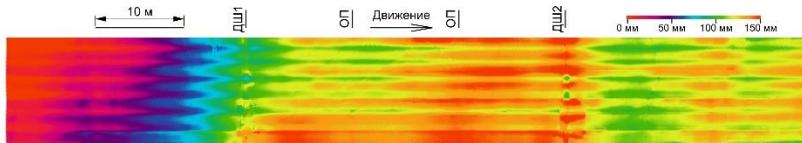


Рис. 1 Изополе высотных отметок покрытия

Обработка облака точек с использованием алгоритмов, написанных в Grasshopper позволяет в динамике наблюдать изменение колейности по траектории движения автомобилей. На рисунке 2 представлены отдельные поперечные профили покрытия.

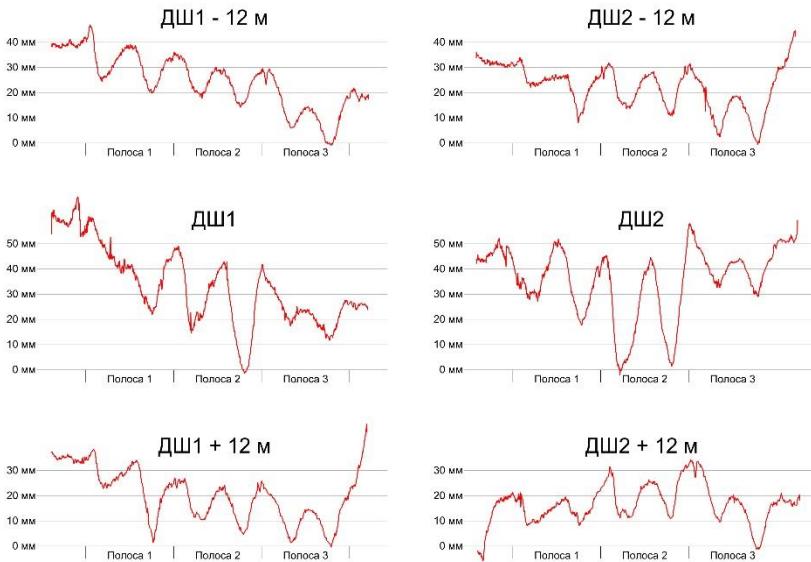


Рис. 2 Поперечные профили покрытия. Видна серьёзная колейность

Аналогичным образом были построены и продольные профили по первой полосе движения (рис. 3), которые представляют наибольший интерес, так как именно по первой полосе обращается самая тяжёлая нагрузка. На профилях удаётся выявить периодичность неровности длиной порядка 15 м на протяжении всей траектории за первым деформационным швом.

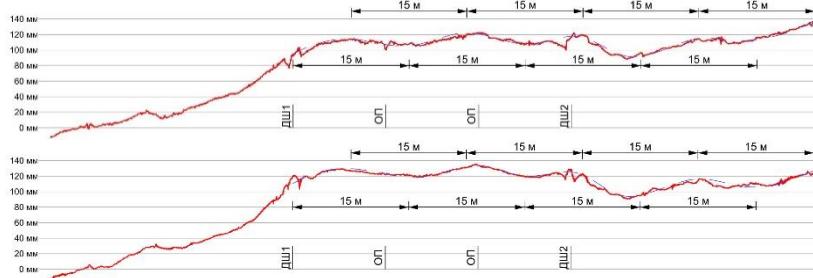


Рис. 3 Продольные профили покрытия первой полосы движения по колсям.
Видна периодичность неровностей длиной около 15 м

Если считать, что преимущественно грузовые автомобили по первой полосе движутся с максимально разрешённой скоростью в 70 км/м или 19,4 м/с, то период неровностей в 15 м свидетельствует о частоте колебания движущейся нагрузки порядка 1,29 Гц. Что предположительно совпадает с усреднённой частотой колебания подрессоренной массы автомобиля на данном участке дороги.

В непосредственной близости от деформационного шва по первой полосе движения имеются ранее отремонтированные участки покрытия, поэтому изучить более мелкие неровности удаётся по продольным профилям второй полосы движения (Рис. 4).

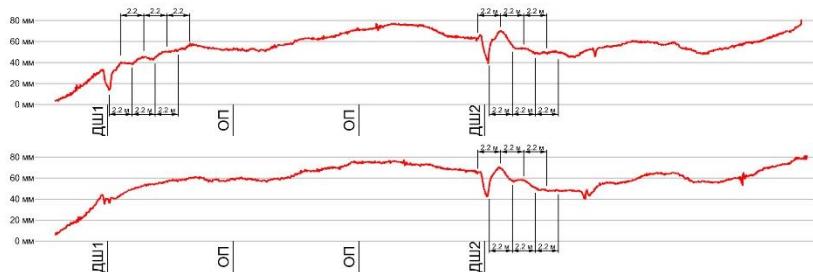


Рис. 4 Продольные профили покрытия второй полосы движения по колсям.
Видна периодичность неровностей длиной около 2,2 м

Если считать, что преимущественно легковые автомобили по второй полосе движутся с максимально разрешённой скоростью в 90 км/м или 25 м/с, то период неровностей в 2,2 м свидетельствует о частоте колебания движущейся нагрузки порядка 11,36 Гц. Что предположительно совпадает с усреднённой частотой колебания неподрессоренной массы автомобиля на данном участке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Овчинников, И. И. Повреждения зон сопряжения дорожных одежд и деформационных швов на мостовых сооружениях: возможные причины и способы их устранения / И. И. Овчинников, И. Г. Овчинников, Ш. Н. Валиев // Науковедение. – 2013. – № 6. – С. 148.

2. Диагностика участков мостового полотна и подходов в зонах устройства деформационных швов на автодорожных мостах / В. А. Ходяков, А. В. Кулан, Е. Н. Савина [и др.] // Наука и техника. – 2021. – Т. 20, № 1. – С. 10-15.

3. Ходяков, В. А. Опыт применения трёхмерного сканирования при испытании путепровода / В. А. Ходяков // Образование. Наука. Производство : Сборник материалов XIV Международного молодежного форума, Белгород, 13-14 октября 2022 г. / Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – Белгород, 2022. – Часть 9, С. 124 – 138.

УДК 656.078

Цуриков И.В.

Научный руководитель: Лежнева Е.И., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ В ПРЕДЕЛАХ ЛОКАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

Главная геохимическая особенность промышленного или транспортного воздействия на среду проявляется в формировании техногенных геохимических аномалий в различных компонентах городского ландшафта. Их контрастность и пространственное расположение зависит от сочетания функциональной структуры города, определяющей характер и уровень воздействия на среду, и ландшафтно-геохимических условий, дифференцирующих это воздействие.

Сегодня на территории крупных городов наблюдается рост выбросов вредных веществ в атмосферу. Причины этого различны: нарушение проектных технологических режимов, моральный износ оборудования, увеличение объемов автотранспортных перевозок. Поэтому, несмотря на заметный спад производства, наблюдаемый в последнее время, экологические проблемы, связанные с техногенным

загрязнением окружающей среды, продолжают оставаться достаточно острыми.

Разработка мероприятий по оздоровлению атмосферного воздуха невозможна без четкого представления о пространственно-временном распространении примесей. Особую значимость этот вопрос имеет для урбанизированных территорий, испытывающих влияние многокомпонентных и изменчивых промышленных и транспортных выбросов, основная часть которых рассеивается в приземном слое атмосферы.

В ландшафте урбанизированных территорий следует разграничивать собственно антропогенные ландшафты (и в значительно меньшей степени природно-антропогенные нарушенные или восстановленные), ландшафтно-техногенные комплексы (примером могут быть территории промышленных предприятий, автомобильные и железнодорожные магистрали с искусственными формами рельефа и т.д.) и техногенные объекты (отдельные здания, сооружения, элементы инженерной инфраструктуры и т.п.). Существенной чертой урбанизированных ландшафтов является то, что популяции организмов, входящих в состав биогеоценозов, активно взаимодействуют не только с природными, но и техногенными элементами таких ландшафтных комплексов.

В ходе проведения исследований по оценке состояния атмосферного воздуха на территории города выделили участки и зоны, способствующие перемещению и перераспределению воздушной массы:

1. Зона основного хода воздуха: к ней мы отнесли главные магистрали города, пересекающие территорию, как в широтном, так и в меридиональном направлении. Воздушная масса выносит вредные вещества за пределы города, способствуя очищению от примесей; создается так называемый циркуляционный тип перемещения.

2. Большую часть территории города занимают ветровые коридоры. К ним отнесены все автодороги при ориентировании на местности в широтном направлении. Такие зоны способствуют свободному перемещению и перераспределению воздушного потока по территории, это так называемый общегородской тип перемещения.

Уличные каньоны – участки с застройкой зданий вдоль уличных магистралей - так называемый внутригородской тип перемещения.

3. По интенсивности движения выделены следующие особенности: максимум загруженности автодорог наблюдается в утренние и вечерние часы.

Накоплению примесей способствуют узкие улицы и переулки. Такие градостроительные особенности характерны для центральных районов, преимущественно с малоэтажной застройкой.

Для оценки влияния автотранспортного комплекса на атмосферный воздух в пределах локальных участков проводили анализ интенсивности и состава транспортных потоков, определяли ширину дорожного полотна и тротуаров, отмечали наличие или отсутствие газонов и деревьев, характер застройки (мало- или многоэтажная), изучали основную территорию внутри микрорайона.

Кроме наблюдений за транспортными потоками, в работе использовались расчетные методы определения концентрации загрязняющих веществ на городских автомагистралях. Оценка уровня загрязнения приземного слоя атмосферы выбросами автотранспортных средств по концентрации оксида углерода (CO) проведена по известным методикам [1, 2].

В ходе проведения исследований также измеряли концентрацию оксида углерода с помощью газоанализатора УГ-2. В целом результаты расчетов концентрации выбросов CO , полученные по разным методикам, сопоставимы между собой. Большее совпадение результатов документируется для точек наблюдения с интенсивностью движения транспорта от 500 до 3000 авт./ч. При расчетах учитывались: относительная влажность воздуха (60 % – для летнего периода и 80 % – для зимнего) и скорость ветра – 3 м/с.

Полученные расчетным и экспериментальным методом результаты для различных расстояний от проезжей части показали, что концентрация оксида углерода с увеличением расстояния от дороги уменьшается. Особенно это уменьшение отмечается в глубине жилой застройки (рис. 1).

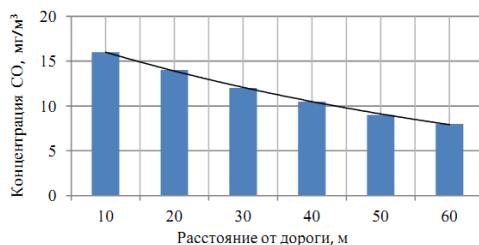


Рис. 1 Концентрация оксида углерода на разных расстояниях от автомобильной дороги

Особенному риску подвергаются жители первых этажей жилых домов, находящихся под влиянием негативных факторов от транспортных потоков [3].

Загрязнение воздуха представляет серьезную угрозу здоровью населения, способствует снижению качества жизни. Воздействие токсичных веществ, загрязняющих воздух, вызывает такие заболевания как: рак; лейкемия; астма; эндокринные заболевания; респираторные заболевания; различные виды аллергии; сердечно-сосудистые заболевания; болезни печени; болезни желчного пузыря; болезни органов чувств.

Чтобы осознать опасность малых концентраций оксида углерода, необходимо ознакомиться с процессом переноса кислорода к тканям тела. Кислород поступает в легкие при дыхании. В альвеолах кислород переходит в кровяное русло. В крови кислород присоединяется к гемоглобину, сложным белковым молекулам, содержащимся в красных кровяных тельцах (эритроцитах). Эритроциты разносят связанный с гемоглобином кислород через сеть артерий и капилляров по всему телу. В капиллярах кислород через их стенки попадает в клетки тканей тела. Гемоглобин, соединившийся с оксидом углерода, называется карбоксигемоглобином. Даже очень малые количества газообразного оксида углерода в воздухе приводят к образованию большого количества карбоксигемоглобина в крови.

У людей с повышенным содержанием карбоксигемоглобина может наблюдаться два важных симптома. Один из них – снижение способности воспринимать сигналы, поступающие из внешней среды. В экспериментальных ситуациях с повышением уровня карбоксигемоглобина до 10 % навыки, необходимые для управления автомобилем, оказывались нарушенными; реакции на появление стоп-сигнала и на скорость едущего впереди автомобиля ослабевали. Возможное влияние такого состояния на безопасность движения очевидно. На скоростных автомагистралях уровень оксида углерода может подниматься до значений, при которых серьезно нарушаются навыки вождения.

При дыхании чистым воздухом карбоксигемоглобин диссоциирует и оксид углерода выводится через легкие. Лишь незначительная его часть окисляется до диоксида углерода.

В результате исследований были разработаны методология и методика изучения медико-биологических проблем на автотранспорте, определены главные направления исследований, получены основные данные, позволяющие наметить эффективные пути повышения безопасности движения и охраны здоровья водителей и пассажиров.

Достижение этих целей должно обеспечиваться системным изучением влияния неблагоприятных факторов внешней среды на организм водителей автомобилей и вероятность дорожно-транспортных происшествий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте / Н.Я. Говорущенко – Москва: Транспорт, 1990 – 135 с.
2. Гаврилов Э.В. Системное проектирование автомобильных дорог: учеб. пособие / Э.В. Гаврилов, А.М. Гридчин, В.Н. Ряпухин – Москва-Белгород: АСВ, 1998 – 138 с.
3. Лежнева Е.И. Результаты исследования загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом на улицах г. Харькова / Е.И. Лежнева // Автомобильный транспорт ХНАДУ – 2013 – №33 – С. 110-114.
4. Нерубленко Д.С., Горенко Ю.В., Лежнева Е.И. Оценка функционального состояния водителя под воздействием загрязняющих веществ отработанных газов ДВС. Материалы V Международной научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов «Отраслевые проблемы экологической безопасности» 18 октября 2019 г., Харьков, С. 166-168.

УДК 625.7/8

Цыбин Д.Ю.

*Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия*

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ ПРИМЕНЯЕМЫХ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Выбор конструкции водопропускной трубы, с учетом многообразия конструктивных решений и материалов является одним из наиболее значимых вопросов при их проектировании. Выбор материала и конструктивного решения водопропускных труб на прямую влияет на долговечность сооружений и, следовательно, должен быть произведен с учетом условий местности и прогнозируемых нагрузок. Анализ существующих конструктивных решений, материалов

для изготовления конструктивных элементов, требований к конструкциям водопропускных труб с последующим определением факторов влияющих на надежность водопропускных труб и возможностей ее повышения.

Водопропускная труба - инженерное сооружение, укладываемое в теле насыпи автомобильной дороги для пропуска водного потока [1]. К конструкциям водопропускных дорожных труб предъявляются эксплуатационные требования [1]: прочность, надежность и безопасность пропуска водного потока, устойчивость к повреждениям, огнестойкость, экологичность и долговечность.

Классификация водопропускных труб (рис. 1), применяемых в дорожном строительстве, включает обширный ряд признаков, определяющие основные конструктивные особенности труб.

Водопропускные трубы		
Материал конструкций	Форма отверстия	Количество отверстий
бетонные	круглые	одноочковые
железобетонные	прямоугольные	двухочковые
металлические	овоидальные	многоочковые
каменные	эллиптические	
композитные	арочные	
		Режим работы
Тип местности	Тип контура	
равнинные	замкнутые	безнапорный
косогорные	разомкнутые	полунапорный
		напорный

Рис. 1 Классификация водопропускных труб в дорожном строительстве

В современной практике строительства наиболее часто применяются железобетонные круглые и прямоугольные трубы, металлические круглые спиральновитые гофрированные трубы различного размера с учетом конструктивных особенностей для равнинных и косогорных труб и композитные трубы. Остальные виды конструкций, такие как каменные водопропускные трубы с различной формой отверстия, не применяются при новом строительстве ввиду высокой трудоемкости, но встречаются в работоспособном состоянии на автомобильных дорогах.

Негативное влияние на долговечность водопропускных труб оказывают временные нагрузки от транспортных средств, напряжения от веса насыпи, агрессивность водной среды и грунтов. Так же недостаточные механические свойства грунтов основания и значения расхода воды, превышающий расчетный, могут являться причиной отказов сооружений.

Водопропускные трубы, как и любые другие сооружения подвержены старению, отдельные элементы изнашиваются, и значит со временем выходят из работоспособного состояния. Одна из главных причин потери работоспособного состояния спиральновитых гофрированных труб – разрушение защитных покрытий и последующая коррозия металла. Наиболее частые причины отказов железобетонных труб – просадка отдельных звеньев трубы с сопутствующими негативными последствиями и также разрушение защитного слоя бетона, обнажение и коррозия арматуры. Общей причиной отказов спиральновитых гофрированных металлических и железобетонных труб является заиление тела трубы, которое может быть устранено различными способами, в том числе своевременным обслуживанием сооружений.

Соответственно, область применения конструкций связана с требованиями к материалам самих конструктивных элементов, которые благодаря своим характеристикам устойчивы к влиянию агрессивной среды, или дополнительным материалам покрытия, обеспечивающих такую защиту. Вместе с тем область применения конструкций связана с требованиями к геометрическим параметрам элементов, обеспечивающих прогнозируемый режим работы трубы и прочность сооружения при проектной высоте насыпи и временных нагрузок, а также к грунтам основания водопропускных труб.

Круглые спиральновитые гофрированные трубы (Рис.2) являются одними из самых применяемых конструкций. Тело трубы состоит из секций длиной до 13,5 м, объединенных бандажным соединением, что ускоряет монтаж конструкций и снижает стоимость строительства.

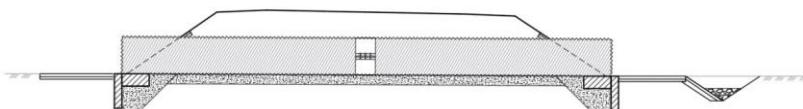


Рис. 2 Круглая гофрированная металлическая водопропускная труба

Применяются спиральновитые гофрированные трубы с отверстием от 0,5м до 3,0 м.

Для защиты от коррозии предусматривается дополнительное защитное покрытие, устраиваемое в один или два слоя. В качестве первого слоя применяется покрытие из цинка, наносимое методом горячего цинкования толщиной не менее 80 мкм или алюминиевое покрытие толщиной не менее 200 мкм [1]. В качестве второго слоя, как правило применяется полимерное покрытие, такое как полиэтилен

высокой плотности (низкого давления) HDPE, не менее 300 мкм [2]. Помимо защитных покрытий в конструкции металлических гофрированных труб применяются бетонные лотки. Такие элементы устанавливаются в трубах с одним защитным покрытием и с двумя слоями для конструкций, работающих в среде с сильным абразивным воздействием. Современные методы коррозионной защиты способны обеспечить высокую прогнозируемую долговечность спиральновитых труб в 50 – 80 лет [2].

Конструкция круглых железобетонных труб включает тело трубы, собранное из элементов длиной в 1м или 2м в секции, которые устанавливаются в зависимости от инженерно-геологических условий на гравийно-песчаную подушку или на фундаменты двух типов (сборный железобетонный, монолитный бетонный) со строительным подъемом, укреплений откосов насыпи и на входе и выходе из трубы, а также оголовков, состоящих из конического или цилиндрического звена, установленных на соответствующий тип фундамента, откосных стенок, лотка из монолитного бетона и блока экрана. Применяются круглые железобетонные трубы с размером отверстия от 1 м до 2 м.

Прямоугольные железобетонные (рис.3) трубы имеют схожую с круглыми конструкцию, тело трубы также состоит из блоков, объединенных в секции, установленные на сборный железобетонный или монолитный бетонный фундамент, укреплений откосов насыпи и на входе и выходе из трубы, оголовков, состоящих из повышенных или нормальных звеньев, установленных на монолитные блоки фундаментов со строительным подъемом, откосных стенок и лотка из монолитного бетона. В случае косогорного исполнения трубы, в состав водопропускного тракта могут входить дополнительные элементы, такие как подводящий быстроток и сопряжение быстротока со входным звеном, приемный колодец и гаситель на выходе из трубы.

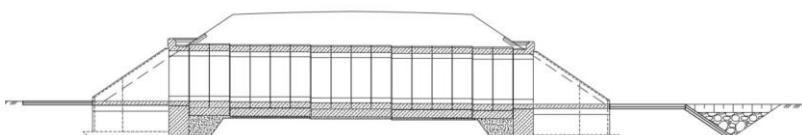


Рис. 3 Прямоугольная водопропускная труба.

Уклон трубы устраивается ступенчатым расположением секций горизонтально со ступенькой, не превышающей половину толщины ригеля звена. Применяются прямоугольные железобетонные трубы с размером отверстия от 2,0x2,0 м до 4,0x2,5 м. В железобетонных трубах поверхности, контактирующие с грунтом, покрываются обмазочной

или оклеечной гидроизоляцией, при этом на внутренние поверхности не допускается наносить покрытия препятствующие испарению влаги из бетона.

Помимо коррозионной стойкости на область применения конструкций оказывают влияние геометрические параметры элементов, от которых зависит пропускная способность, прочность и устойчивость. Унифицированные конструкции железобетонных прямоугольных труб способны обеспечить пропуск гораздо большего расхода, чем круглые железобетонные и спиральновитые гофрированные трубы, так прямоугольные железобетонные трубы отверстием 4,0x2,5 м способны обеспечить пропуск потока с расходом 30 м³/с, с обеспечением безнапорного режима трубы [3], тогда как круглые железобетонные трубы с максимальным размером отверстия 2,0 м и коническим входным звеном – 12,05 м³/с [4], спиральновитые гофрированные трубы с максимальным размером отверстия 3,0 м – 16,88 м³/с [5]. С другой стороны, применение водопропускных труб ограничено высотой насыпи, так спиральновитые гофрированные трубы с гофром 125х26 и отверстием 1,5 м, которые являются наиболее распространенными конструкциями, в зависимости от модуля деформации грунта засыпки и толщины стали допускается применять при насыпях высотой до 13,9 м [5], тогда как прямоугольные железобетонные водопропускные трубы допускается применять при насыпях высотой до 20 м [3], а круглые железобетонные на насыпях до 19,5 м [4].

Таким образом можно сделать вывод, что с одной стороны прямоугольные железобетонные трубы разработанные с использованием унифицированных конструкций имеют больший спектр применения, чем спиральновитые гофрированные трубы, и если пропуск потока может быть обеспечен многоочковыми трубами, то высота насыпи накладывает прямое ограничение к применению, при этом железобетонные трубы имеют меньшую надежность исходя из большего количества возможностей для отказа, вместе с тем спиральновитые гофрированные металлические трубы обладают рядом собственных преимуществ, связанных прежде всего со стоимостью и скоростью строительства, а также высокой надежностью. Следовательно надежность рассматриваемых сооружений определяется прежде всего их конструктивными особенностями.

Соответственно анализ конструктивных решений показывает необходимость повышения надежности водопропускных труб, путем усиления оснований различными методами укрепления грунтов и применения дополнительных конструкций усиления в основании труб. Общей уязвимостью для металлических и железобетонных труб

является превышение расчетного расхода воды, соответственно для обеспечения более высокой долговечности требуется обеспечение высокой степени адаптивности конструкций труб к превышению расходов воды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 32871-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Трубы дорожные водопропускные. Технические требования.
2. ОДМ 218.2.087-2017 Рекомендации по проектированию и строительству водопропускных сооружений из спиральновитых металлических гофрированных труб.
3. Шифр 2175РЧ Выпуск 0-2 «Трубы водопропускные железобетонные круглые с плоским основанием для железных и автомобильных дорог. Трубы для автомобильных дорог в умеренных и суровых климатических условиях. Материалы для проектирования»
4. Шифр 2175РЧ Выпуск 0-2 «Трубы водопропускные железобетонные круглые с плоским основанием для железных и автомобильных дорог. Трубы для автомобильных дорог в умеренных и суровых климатических условиях. Материалы для проектирования»
5. Серия 3.503.3-115с.16 «Трубы спиральновитые гофрированные металлические отверстием от 0,5 м до 3,0 м с параметрами гофрированного листа 68x12, 114x25,125x26 и 150x50 мм на автомобильных дорогах общего пользования с учетом дорожно-климатических зон.

УДК 625.7/8

Цыбин Д.Ю.

*Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия*

ИСТОРИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ РОССИИ

Область применения водопропускных труб в транспортном строительстве имеет насыщенную исследованиями историю с только зафиксированными в исторических источниках более 150 лет, благодаря работе ученых и инженеров-производственников России более совершенные и инновационные конструкции водопропускных

труб множество раз вытесняли устаревающие решения, во многом благодаря усовершенствованию конструкционных материалов.

Сложно оценить, когда впервые стали применяться водопропускные трубы в транспортном строительстве, но, очевидно, что история развития строительства водопропускных труб неразделимо связана с историей развития транспортной инфраструктуры страны.

Знаковыми этапами для России являются периоды строительства масштабных проектов, таких как строительство пути железной дороги Москва-Санкт-Петербург (1842-1851 гг.) длиной в 651 км, на которых были построены 69 водопропускных труб, строительство Транссибирской магистрали, которое велось с 1891 года по 1916 год, Туркестано-Сибирской железной дороги (1927-1931 гг.) и т.д. [1]

В качестве одних из первых конструкционных материалов водопропускных труб применялись различные породы дерева, в особенности хвойные (сосна, лиственница и др.). В середине 20 века были разработаны конструкции деревянных труб треугольного сечения с отверстием 1,5м и 2,0 м по ширине лотка, прямоугольные (0,75 м, 1,0 м, 1,5м) и трапециoidalного сечения (1,5 м, 2,0 м, 3,0 м) [2], помимо данных конструкций в ЦИС НКПС были разработаны конструкции круглых деревянных водопропускных труб, состоящие из отдельных колец, выполненных из обрезков досок и деревянных нагелей [3].

Стоит отметить, что при всей распространенности деревянных водопропускных труб ввиду низкой стоимости строительства, данные конструкции перестали применяться с выходом СНиП 2.05.03-84 «Мосты и трубы» в 1984 году из-за низкой долговечности подобных конструкций, зачастую срок службы таких конструкций не превышал 8 лет [2], при этом подобные конструкции изредка встречаются на автомобильных дорогах и сегодня. Вместе с тем, преимущества водопропускных труб по сравнению с малыми мостами были оценены в первой половине XX века, что привело к тому, что на дорогах, построенных в период 1930-1980 гг. доля водопропускных труб в общем количестве искусственных сооружений составляла 88-93% [4].

Помимо деревянных конструкций распространение получили каменные водопропускные трубы со сводчатым, арочным и овоидальным поперечным сечением (рис. 1).

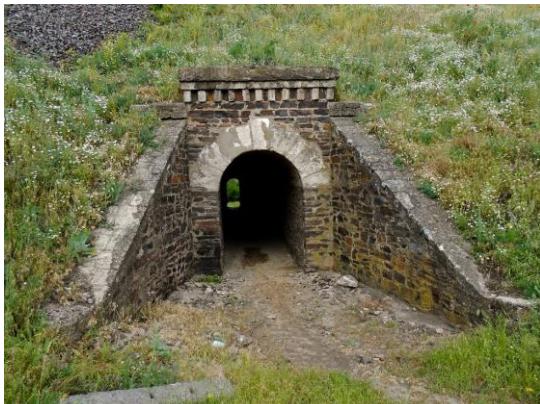


Рис. 1 Каменная арочная водопропускная труба

Каменные водопропускные трубы отличаются высокой долговечностью благодаря природным свойствам материалов, однако, такие конструкции отличаются высокой трудоемкостью и стоимостью строительства, поэтому с развитием строительной отрасли все большее распространение получили различные железобетонные конструкции водопропускных труб. Так к 80-м годам XX века доля железобетонных водопропускных труб на автомобильных дорогах СССР составляла 95%. В данный период были разработаны целый ряд конструктивных решений водопропускных труб из сборного железобетона. Преимущества железобетонных конструкций, такие как возможность заводского изготовления элементов и высокие прочностные характеристики позволили повысить скорость возведения конструкций, обладающих высокой долговечностью, поэтому железобетонные водопропускные трубы применяются в дорожном строительстве и сегодня.

Опыт строительства и развитие исследований работы водопропускных труб привели к постепенному отказу от железобетонных плит с плитным перекрытием в пользу рамных конструкций (рис.2) [3].

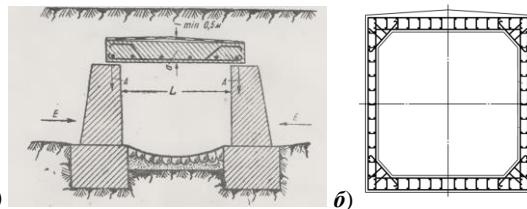


Рис. 2 Сечение железобетонной водопропускной трубы: а – с плитным перекрытием; б – рамная конструкция

Переход к рамным конструкциям снизил материалоемкость и, как следствие, стоимость сооружения.

Помимо железобетонных конструкций широкое распространение получили металлические гофрированные трубы. Первые подобные конструкции применялись при строительстве Закаспийской железной дороги в 1887-1888 гг. Однако, первые указания по проектированию и применению гофрированных труб появились только в 1970 г. и в дальнейшем расширены в ВСН 176-78 [5].

Металлические гофрированные трубы обладают такими преимуществами как: высокая скорость монтажа, низкий вес элементов конструкций, что облегчает их транспортировку к месту строительства, высокую экономическую эффективность.

С 90-х годов XX века в России началось производство спиральновитых гофрированных труб (рис.3), что в свою очередь обеспечило еще большие темпы строительства, так как тело трубы состоит из секций длиной до 13,5 м, объединенных бандажным соединением, при этом обладающие высокой жесткостью, и благодаря защитным покрытиям высокой долговечностью.



Рис. 3 Секции спиральновитых металлических гофрированных труб

На сегодняшний день спиральновитые гофрированные трубы вытесняют железобетонные конструкции водопропускных труб благодаря своим преимуществам, но и имеют свои ограничения по

применению в сравнении с железобетонными трубами, связанные прежде всего с допустимой высотой насыпи автомобильной дороги.

В результате анализа исторической литературы был построен хронологический путь совершенствования конструкций водопропускных труб на автомобильных дорогах, который заключается в двух основных аспектах: повышение скорости монтажа водопропускных труб с обеспечением высокого качества производства работ, надежности и долговечности конструкций и стоимость строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Содержание и реконструкция мостов и водопропускных труб на железных дорогах: учебник / Бокарев С.А., Карапетов Э.С., Чижов С.В., Яшинов А.Н. — М.: ФГБУ ДПО «Учебно- методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2019. — 576 с. ISBN 978-5-907055-82-7.
2. Искусственные сооружения на автомобильных дорогах / И. И. Кропотов. — Москва: Дориздат, 1949. — 269с.
3. Трубы на автомобильных дорогах. Проектирование, расчет и сооружение железобетонных, каменных и деревянных труб / К. Х. Толмачев — М.: Дориздат, 1946. — 251 с.
4. Лисов В.М. Совершенствование водопропускных труб //Автомоб. дороги. - 1982. - №7. - С. 9-10.
5. Обзорная информация Автомобильные дороги. Трубы под насыпями автомобильных дорог. Обзорная информация. — М: ЦБНТИ. Вып. 6. 1988 г. — 20 с.

УДК 656.043.1

Чайкина Д.Г.

Научный руководитель: Лежнева Е.И., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ СТОИМОСТНОЙ ОЦЕНКИ УБЫТКОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДТП

По продолжительности периода негативного влияния транспорта на здоровье населения и природные комплексы различают два вида экологической опасности: постоянно присутствующая и краткосрочная.

Постоянно присутствующая экологическая опасность является следствием обычного функционирования транспортного комплекса и проявляется в повышенном, по сравнению с естественным, уровне загрязнения атмосферного воздуха, водных объектов, почвенного покрова и шума вблизи транспортных магистралей. Краткосрочная экологическая опасность возникает в аварийных ситуациях, при которых наблюдаются загрязнение атмосферы, воды, почвы, гибель биоты и другие последствия. Особенно сильно она проявляется при транспортировке опасных грузов. Экологическая опасность прямо связана с уровнем экологического риска [1].

Транспортные аварии и катастрофы приводят к экономическим потерям для общества, приводя к серьезным непоправимым убыткам. К прямым потерям относятся затраты транспортных предприятий на ликвидацию последствий аварий, в том числе на ремонт и восстановление транспортных средств, расходы органов транспортной инспекции и юридических органов на расследование дел о происшествиях, медицинских учреждений на лечение пострадавших, компенсации пострадавшим из фондов социального страхования и др. Косвенными потерями являются потери общества в связи с потерей трудоспособности (временной или полной) работников, социально-моральные и др.

Проблема обеспечения транспортной безопасности населения и окружающей среды в России особенно остро проявилась с серединой 90-х годов, когда резко увеличилась численность транспортных средств, в первую очередь автомобильного транспорта на фоне недостаточно развитой транспортной инфраструктуры.

Наиболее опасным является автомобильный транспорт, где очень большое количество погибших и раненых. Основными причинами высокой аварийности на автомобильном транспорте являются: превышение скорости движения, нарушение правил обгона, маневрирования и проезда железнодорожных переездов, выезд на полосу встречного движения, несоблюдение очередности проезда перекрестков, нарушение правил перевозки пассажиров, низкое техническое состояние автомобилей, неудовлетворительные дорожные условия [2].

Необходимость решения этой проблемы связана с тем, что на автомобильный транспорт приходится более половины пассажирских и три четверти грузовых перевозок. Современные попытки как-то улучшить ситуацию на дорогах, как правило, локальны, плохо взаимосвязаны и не составляют единую общегородскую (региональную) систему.

Стоимостная оценка последствий ДТП (гибель, ранения, инвалидность и реабилитация, моральные, экономические и другие факторы) используются во всех странах с развитой автомобилизацией как один из основных критериев при принятии решений в процессе государственного управления в сфере безопасности дорожного движения. Данные оценки позволяют сделать соответствующие расчеты при разработке на разных уровнях управления целевых программ, проектов и проведении профилактических мероприятий в этой сфере. В процессе формирования политики Европейского Союза в ходе обсуждения автотранспортных проблем все чаще возникает понятие "внешние издержки" [3].

Внешние издержки, обусловленные функционированием транспорта, имеют место, когда владелец транспортного средства не возмещает потери обществу, связанные с эксплуатацией принадлежащего ему транспортного средства, т.е. некоторые издержки ложатся на плечи других лиц или общества в целом.

Сами расходы (ущерб) могут быть разделены на личный ущерб, относящийся к лицам, осуществляющим транспортную деятельность, и внешние расходы, выпадающие на долю других членов общества. Сумма двух указанных видов издержек является общественными издержками.

Загрязнение атмосферного воздуха, шумовое воздействие, дорожно-транспортные происшествия, дорожные пробки являются типичными факторами, обуславливающими внешние издержки. В этих случаях лица, пользующиеся услугами транспортных средств, а также их владельцы не компенсируют негативные последствия для других людей, наступающие в результате использования транспортных средств. Под негативными последствиями понимаются, например, проблемы со здоровьем, воздействие шума, расходы на медицинское лечение, а также задержки прибытия к месту назначения. Внешние издержки составляют значительную долю от общих расходов, связанных с функционированием транспорта. Такое положение особенно характерно для крупных городов, где негативное влияние транспорта испытывает на себе значительная часть имеющегося в них населения. Кроме того, внешние издержки важно учитывать при разработке транспортной политики города и планировании различных мероприятий. Это обеспечит принятие оптимальных решений в таких случаях, как, например, установление стандартов для транспортных средств, налогообложения и реализации проектов по развитию транспортной инфраструктуры.

Учет внешних издержек имеет большое значение в том случае, если рассматриваются альтернативные политические решения. Например, если предполагается повысить приоритетность проектов для того, чтобы принять решение по одной из имеющихся альтернатив. Часто анализ затрат и результатов используют как инструмент информационной поддержки принятия управленческих решений. При этом для принятия оптимального решения нужно, чтобы все последствия, включая внешние издержки рассматриваемых альтернатив, были прозрачны и понятны.

В связи с отмеченными выше обстоятельствами разработка и совершенствование методов стоимостной оценки убытков (затрат), которые несет общество в связи с химическим и физическим загрязнением воздуха, а также в результате ДТП, является актуальной проблемой настоящего времени.

В качестве примера, может служить проект сооружения новой более безопасной дороги, что обусловит сокращение числа ДТП (по сравнению с количеством, имеющим место по состоянию на день рассмотрения проекта). Стоимостное выражение эффекта от сокращения числа ДТП рассчитывается путем умножения числа предотвращенных ДТП на размер ущерба от одного из них [4].

Проведенный анализ подходов к выполнению стоимостной оценки ущерба, нанесенного человеку в результате среднестатистического ДТП подтверждает приоритетность использования методов, которые позволят оценить "опасность" дорожной сети раньше, чем произойдут ДТП и, следовательно, принять меры по их предотвращению.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Денисов В.Н., Рогалев В.А. Проблемы экологизации автомобильного транспорта. – СПб: МАНЭБ, 2003. – 213 с.
2. Новиков И.А. Использование интеллектуальных транспортных систем для повышения качества организации дорожного движения / Л.Е. Кущенко, Е.А. Новописный, А.С. Камбур // Мир транспорта и технологических машин – 2022. – №3-4(78) – С. 49-54
3. Новописный И.А. Сравнительный анализ программ безопасности дорожного движения в Германии и Российской Федерации / А.Г. Шевцова, А.Е. Макагонов // Техника и технологии строительства – 2015. – №4(4) – С. 11-17
4. Методика оценки и расчета нормативов социально-экономического ущерба от ДТП. Министерство транспорта Российской Федерации. – М., 2000

Чан А.В.

Научный руководитель: Кущенко Л.Е., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

В настоящее время во всем мире наблюдается рост дорожного движения. Из-за существенного увеличения автомобильного парка и ограниченной пропускной способности улично-дорожной сети возникает большое количество конфликтных ситуаций и резко снижается транспортная мобильность. Для эффективной регуляции транспортного потока необходимо внедрение интеллектуальной транспортной системы (ИТС).

Интеллектуальная транспортная система (ИТС) – это система комплексной оптимизации управления транспортными средствами в реальном масштабе времени, которая может адаптироваться к внешним условиям, анализировать сложившуюся ситуацию и планировать дальнейшее развитие событий [1].

Перечислим её предназначение и главные функции:

1. Увеличение пропускной возможности транспортных сетей.
2. Решение проблемы обеспечения общей безопасности: социальной и экономической, уменьшение числа аварий со смертельным исходом, улучшение криминогенной обстановки, забота об экологии, борьба с загрязнением окружающей среды.
3. Оптимальное планирование расходов на реконструкцию и улучшения дорожных сетей [2].

Интеллектуальная транспортная система предназначена для эффективного управления транспортными потоками, увеличения пропускной способности улично-дорожной сети, предотвращения автомобильных заторов, уменьшения задержек в движении транспорта, повышения безопасности дорожного движения, информирования участников движения о складывающейся дорожно-транспортной ситуации и вариантах оптимального маршрута движения, обеспечения бесперебойного движения наземного городского пассажирского транспорта. Важнейшим направлением функционального развития интеллектуальных транспортных систем остается обеспечение безопасности дорожного движения. Как показывают исследования Российского и Европейского опыта применение интеллектуальных транспортных систем позволяет сократить уровень дорожно-

транспортных происшествий на 30% [3].

Дорожно-транспортные ИТС включают широкий перечень функциональных устройств, обеспечивающих сбор информационных данных, управление потоками транспорта и предоставление необходимой информации субъектам дорожного движения. Для того чтобы кардинально изменить ситуацию с безопасностью на дорогах, необходимо обеспечить оснащение интеллектуальных транспортных систем современным оборудованием, включая:

1. Дорожные камеры видеонаблюдения (рис.1).

Камера безопасности дорожного движения — система, включающая камеру и устройство, автоматически определяющее нарушения правил дорожного движения. Например, превышение автомобилем разрешённой на данном участке скорости проезда.

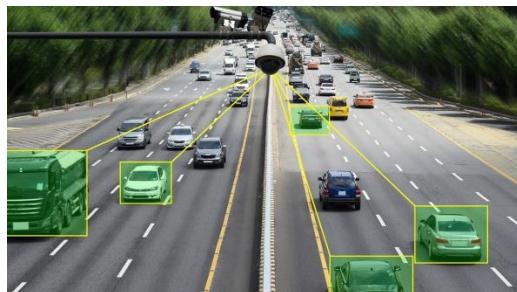


Рис. 1 Дорожные камеры видеонаблюдения

Возможны различные варианты реализации в зависимости от типов фиксируемых нарушений:

- Камеры скорости (англ. Speed camera) используются для фиксации факта превышения скорости. Могут быть переносными (мобильными). Для определения скорости движущегося автомобиля обычно используется радар. Иногда могут применяться пары камер на расстоянии друг от друга, измеряющие среднюю скорость.
- Камеры красного сигнала (англ. Red light camera) снимают автомобили, заехавшие за линию после того, как зажёгся красный сигнал светофора.
- Камеры полосы движения автобусов (англ. Bus lane cameras) определяют автомобили, движущиеся по дорожной полосе, зарезервированной для движения автобусов. В некоторых штатах США по этим полосам также разрешено движение автомобильных пулов (англ. car pooling).

- Камеры контрольных постов (англ. Toll-booth camera) определяют автомобили, проехавшие через контрольный пост без оплаты пошлины.
- Камеры переездов (англ. Level crossing camera) определяют автомобили, пересёкшие железнодорожный переезд со шлагбаумом с нарушением.
- Камеры платы за въезд на перегруженную территорию (англ. Congestion charge camera) используются для фиксации факта бесплатного проезда на перегруженную территорию (плата взимается для ограничения автомобильного потока в больших городах, например в Лондоне).
- Камеры пересечения двойной сплошной (англ. Double white line camera) снимают автомобили, пересекающие двойную сплошную линию.

2. «Умные светофоры».

Система «Умный светофор» предназначена для повышения пропускной способности перекрестков с помощью динамического управления сигналами светофора. Система состоит из контроллеров, камер и удаленных датчиков движения, которые в режиме реального времени оценивают загруженность перекрестков и передают эту информацию на центральный сервер управления. Связь с центральным сервером может осуществляться через радиосреду или по оптическим линиям связи.

«Умные светофоры» работают в трех режимах:

- Локальный. Оборудование работает по установленной программе, которая учитывает изменение трафика в разное время суток (например, пиковая загруженность дорог утром и вечером).
- Координированный. Согласуется работа ряда световых устройств регулировки дорожного движения, расположенных на одном участке. Такой режим, как правило, применяют на скоростных магистралях. В этом случае происходит синхронизированный пропуск некоторого количества транспортных средств и обеспечивается поддержание определенной интенсивности движения в зоне действия светофоров.
- Адаптивный. Световое устройство регулировки дорожного движения работает самостоятельно, принимая решение автоматически, исходя из поступающей информации о ситуации на дороге. Сведения об интенсивности движения проходят через специальные датчики и индукционные петли.

В мегаполисах, где применяются интеллектуальные транспортные системы, в обязательном порядке работает ситуационный центр,

обеспечивающий беспрепятственный проезд автотранспорта экстренных служб.

3. Детекторы трафика.

В эту группу входит измерительное оборудование, оснащенное чувствительными микроэлементами, усилителем, преобразователем и выходным устройством. Детекторы трафика обеспечивают фиксацию проезда или нахождения автомобиля в определенной зоне. Затем они формируют специальный сигнал, усиливают его, обрабатывают и генерируют в том виде, который необходим для регистрации.

Разные типы детекторов трафика отличаются принципом действия чувствительных элементов. Они могут быть контактными; электромагнитными; лучевыми.

4. Электронные устройства оплаты проезда.

Процедура оплаты проезда отдельных участков дороги может приводить к образованию пробок. Чтобы уменьшить такие заторы, используются электронные средства оплаты проезда, или транспондеры. Такое оборудование дает возможность автовладельцам проезжать пункты пропуска без остановки. Специальные приемно-передающие устройства с уникальным лицевым счетом и идентификационным номером монтируются на лобовом стекле машины. Для совершения транзакции автомобиль должен снизить скорость движения до 30 км/ч, и оплата произойдет автоматически.

5. Информационные табло.

Мониторы являются основным оборудованием, предоставляющим автомобилистам сведения о ситуации на автомагистралях. На информационное табло могут выводиться сведения по загруженности участков автодороги; ДТП в определенном направлении; численности общественного транспорта; состоянии автомагистралей; и др.

6. Паркоматы.

В вопросах организации безопасного дорожного движения в городе важное место занимает обустройство парковок. Для этого устанавливают паркоматы, обеспечивающие автоматизацию оплаты за стоянку автомобилей. Такое оборудование позволяет владельцам ТС самостоятельно осуществлять оплату по установленным тарифам.

Паркоматы значительно упрощают процесс парковки для водителей и снижают затраты на организацию парковочного процесса за счет сокращения расходов на оплату труда персонала.

7. Автоматизация освещения дорог.

Для автоматизации освещения городских улиц используются специальные системы интеллектуального управления, которые могут на основании данных о погоде, дорожном трафике, времени суток и других

факторов принимать решение о включении/выключении осветительных приборов.

Алгоритм работы таких систем предполагает сбор данных с разных датчиков, которые фиксируют загруженность и освещенность автодорог в каждой зоне.

8. Оборудование автоматической фиксации нарушений ПДД.

Это один из наиболее важных элементов интеллектуальной транспортной системы. Такое оборудование не только обеспечивает фиксацию, но, что еще более важно, предотвращает нарушение правил дорожного движения.

Средства фиксации могут запечатлеть любое несоблюдение ПДД и обеспечить неотвратимость наказания за создание аварийной ситуации, поэтому после их установки водители становятся аккуратнее и ответственнее.

Эффект от внедрения ИТС можно оценить в количественных показателях:

- Сокращение задержек транспорта на маршрутах на 10%
- Увеличение пропускной способности дорог на 15%
- Сокращение времени в пути (в том числе на маршрутах общественного транспорта) на 20%
- Снижение аварийности на дорогах -25% [4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Информационные технологии на транспорте [Электронный ресурс]. - URL: spravochnick.ru/informacionnye_tehnologii/informacionnye_tehnologii_na_transporte/ (дата обращения 08.03.2023).
2. Евстигнеев, И. А. Основы создания интеллектуальных транспортных систем в городских агломерациях России / И.А. Евстигнеев. - М.: Перо, 2021. – 294 с.
3. Кущенко, Л. Е. Информационные технологии на транспорте / Л.Е. Кущенко, С. В. Кущенко, А. Е. Боровской. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2019. - 258с.
4. Интеллектуальные транспортные системы [Электронный ресурс]. - URL: www.vocord.ru/solutions/intellektualnye-transportnye-sistemy/ (дата обращения 08.03.2023).

Шаров Э.А., Лукьяненко Н.О.

Научный руководитель: Бондаренко С.Н., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ПЕЧАТИ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

На сегодняшний день цифровая трансформация активно не только входит в нашу повседневную жизнь, охватывая бытовые вопросы, но и успешно внедряется в различные отрасли науки и техники. Что касается данной трансформации в железнодорожной сфере, она способна привести к положительным эффектам по всем основным направлениям национальной экономики, заключающийся в росте производительности, сокращения расходов, увеличения продаж и доли на рынке с помощью внедрения разнообразных цифровых технологий.

ОАО «РЖД» представляет собой высокотехнологичную компанию, заинтересованной в инновациях, именно поэтому общество активно сотрудничает с Инновационным Центром «Сколково». В область инвестиций фонда попадают сферы робототехники, аддитивных технологий, а также новых материалов. ОАО «РЖД» вместе с Фондом сосредотачиваются на инвестировании в новые технологии производства альтернативных способов питания подвижных составов и инфраструктуры, а также в технологии наблюдения и прогнозирования использования инфраструктур [1].

Под аддитивным производством принято понимать создание трехмерного объекта на основе моделей САПР или 3D. Объекты могут быть сделаны в различных процессах, в которых материал осаждается, соединяется или затвердевает под управлением компьютера, с добавлением материала обычно слой за слоем [2].

Аддитивные технологии используются в процессе печати на 3D-принтере с такими типами материалов как: термопластами, фотополимерами, полиамида и полиуретанами. Диапазон применяемых материалов непрерывно растет за счет добавления натуральных материалов в искусственные, что позволяет добиться максимального комфорта при использовании готовой продукции [3].

Из анализа различных литературных источников установлено, что на данный момент 3D-печать внедряется и в железнодорожную промышленность (Таблица 1). Из таблицы видно, что наибольшую

популярность набрали технологии по созданию трехмерных моделей для подвижного состава. [4,5]

Таблица 1 – Применение 3D-печати в железнодорожной отрасли

Область использования	Наименование изделия	Способы изготовления и материалы
Подвижной состав	Ящики для подвагонного оборудования, замыкатели (фиксаторы), винты для вентиляторов охлаждения, пыленепроницаемые крышки, балансиры, изделия для замены изношенных деталей в мусороуборочных машинах, используемых для очистки поездов ICE в депо[6].	3D-принтеры по металлу и металлические порошки. Из всех возможных технологических процессов используют технологию SLS, Материалы: металлы и сплавы в порошковом виде, полиамид 12, ТРЕ порошок, а также термопластины PA11 и PEEK.
	Создание качественных деталей для ремонта и производства подвижного состава [7].	DMLS Материалы: Нержавеющая сталь, титан, кобальт-хромовые сплавы и прочие металлы и сплавы в порошковом виде. SLM Материалы: Нержавеющая сталь, титан, кобальт-хромовые сплавы и прочие металлы и сплавы в порошковом виде.
Железнодорожное строительство	Система капсулирования шумового воздействия и аэродинамического удара [8].	Выполняется в форме двух элементов арочной конструкции, напечатанных при помощи 3D-печати и замыкаемых в проектном положении. Материал: Геобетон.

Описанные выше технологии являются лишь частью большой науки о моделировании различных изделий с помощью принтера. Из

приведенной таблицы видно, что разнообразие способов изготовления 3D-моделей из различных материалов очень велико, что позволяет варьировать технологии производства составных частей различного оборудования.

Наиболее используемыми технологиями 3D-печати являются технологии SLM (Selective Laser Melting) и DMLS (Direct Metal Laser Melting), а так же технология SLS (Selective Laser Sintering)

Первый способ даёт возможность изготавливать изделия сложных геометрических форм, которые имеют прочность, приближенную к оригинальным деталям и меньший вес. При этом, такой способ требует больших вложений в материалы и заработную плату персонала, без которого SLM не может существовать. Второй же способ создает детали, которые не требуют механических обработок, но из-за отсутствия монолитности при их создании, изделия не показывают такой прочности, как в первом способе. Третий способ дает возможность печатать изделия сложной геометрии, которые обладают хорошими изотропными свойствами, но имеют зернистую поверхность и внутреннюю пористость, что потребует механического вмешательства, если на выходе нужны гладкие детали [7].

Аддитивные технологии также уместно использовать и в строительстве новых или ремонте и реконструкции уже используемых железных дорог, при этом 3D принтеры могут размещаться на рельсах, либо печатать отдельные элементы на стационарном принтере, монтируемых в проектном положении вдоль существующих трасс.

Что касается сферы текущего содержания железнодорожного пути, то имеет место разработка 3D-печати малогабаритных деталей, например, скреплений. Рассмотрев скрепление АРС, можно сделать вывод о том, что такие комплектующие как прокладка, под克莱мник, изолирующий уголок могут быть напечатаны с помощью принтера, установленного на дистанции пути, без потери требуемой прочности, при этом экономя на транспортировке и материалах для изготовления оригинальных деталей, а также на сроках проведения ремонтов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лунина Т. А., Никонова Я. И. Применение цифровых технологий в железнодорожной отрасли России //Цифровая трансформация в экономике транспортного комплекса. Развитие цифровых экосистем: наука, практика, образование. – 2020. – С. 191-196.

2. Сулейманова, Л. А. Сущность аддитивных технологий в строительстве / Л. А. Сулейманова, И. А. Погорелова, М. В. Марушко // Университетская наука. – 2018. – № 2(6). – С. 70-74.
3. Бондарев Б. А. и др. Подбор составов смесей для 3D печати //Вестник евразийской науки. – 2021. – Т. 13. – №. 3. – С. 25.
4. Носырев Д. Я., Балакин А. Ю., Свечников А. А. Применение аддитивных технологий в структуре сервисного обслуживания локомотивов //Эксплуатационная надежность локомотивного парка и повышение эффективности тяги поездов. – 2016. – С. 11-15.
5. Швецов, Д. С. Применение аддитивных технологий при ремонте электроподвижного состава / Д. С. Швецов, С. А. Маринин // Научные исследования XXI века. – 2020. – № 1(3). – С. 88-91.
6. Мишин, И. М. Аддитивные технологии в железнодорожном машиностроении / И. М. Мишин // – 2018. – № 9. – С. 215-218.
7. Ляшенко, В. В. Аддитивные технологии при ремонте и обслуживании подвижного состава / В. В. Ляшенко, Д. Д. Ляшенко // – 2021. – № 1. – С. 60-62.
8. Экоинновационный концепт 3D-печати шумобезопасности ВСМ / Е. Б. Шестакова, Е. С. Варфоломеева, Е. М. Комарова, П. Д. Шестаков // Путевой навигатор. – 2022. – № 50(76). – С. 54-67.

УДК 629.1

Швецова В.В.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ОСОБЕННОСТИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ФОТО- И ВИДЕОФИКСАЦИИ НАРУШЕНИЙ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

В данной статье рассматривается использование устройств автоматического контроля скорости в качестве меры по предотвращению дорожно-транспортных происшествий. Опыт показывает, что максимальное профилактическое воздействие устройств контроля скорости нарушителей правил дорожного движения достигается в том случае, если они устанавливаются непосредственно в очагах аварийности и остаются там в течение длительного периода времени. Знание о неизбежности наказания может оказать решающее сдерживающее воздействие, обеспечивая

соблюдение нарушителями правил дорожного движения и являясь эффективной мерой профилактики нарушений ПДД.

Доминирующей ориентацией обеспечения безопасности дорожного движения является воздействие на "человеческий фактор", прежде всего на людей, управляющих транспортными средствами. Именно действия водителей в различных погодных и дорожных, техническое состояние транспортного средства, а также их водительский опыт, основанный на личностных характеристиках, создают фон для безопасности дорожного движения [1].

Менталитет российских водителей на данный момент не позволяет надеяться на законопослушное поведение за рулем без постоянного внешнего контроля. В этих условиях более широкое использование дорожных камер особенно важно и эффективно для выявления и фиксации противоправного поведения водителей. На правосознание водителей в момент, когда они собираются превысить скорость на определенном участке дороги, можно повлиять путем установки соответствующих предупреждающих знаков.

Проводилось исследование с использованием опросника «Стратегии преодоления стрессовых ситуаций (SACS)» С. Хобфолла, Многоуровневого личностного опросника “Адаптивность” – 4 (МЛО-АМ) А.Г. Маклакова и анкеты, включающей вопросы по социально-демографическим данным, особенностям ситуации превышения скорости и причинам, повлекшим это нарушение, которое показало, что личность нарушителя скоростного режима не имеет основных индивидуально-психологических характеристик. Низкий уровень законопослушности и высокий уровень асоциальных стратегий преодоления стрессовых ситуаций могут быть исправлены с помощью профилактических мер и обучения водителей [2].

Одним из эффективных средств профилактики могут быть камеры контроля скорости. Использование камер контроля скорости основано на принуждении водителей соблюдать правила дорожного движения и может стать перспективным способом снижения количества ДТП и спасения жизней. Однако однозначно оценить эффективность использования средств видеофиксации в России по-прежнему сложно.

Анализ работы российских стационарных систем дорожных камер слежения показал, что через некоторое время после установки системы у водителей развивается эффект привыкания. Это приводит к тому, что водители, зная о местоположении системы, снижают скорость в зоне ее действия, а затем превышают скоростной режим, объезжая стационарную систему. Для предотвращения этого необходимо

комплексное использование стационарных и мобильных систем фото- и видеофиксации [3].

Как поясняют в Госавтоинспекции МВД России, постоянный анализ работы комплексов показывает снижение общего количества ДТП и тяжести их последствий на участках, где они используются. Ежегодно ликвидируется около 1 500 очагов аварийности.

Удивительно, что статистика 2022 года, вопреки ожиданиям, показывает прирост автомобильных аварий в зонах обзора стационарных дорожных камер в 13 регионах России. Среди таких субъектов — Московская (+19%), Челябинская (+45%), Иркутская (+71,4%), Рязанская область (+2,3%), Камчатка (+41,7%). В Крыму наблюдается более чем трехкратный прирост дорожных происшествий. В ряде субъектов аварийность снизилась, но при этом выросло число погибших под камерами — среди них Москва (+33%) и Татарстан (+66%) [4].

В некоторых случаях именно системы фиксации и провоцируют ДТП: водители, внезапно обнаружив камеру, резко меняют направление движения.

Очевидно, что видеокамеры могут выполнить свою главную задачу - повысить безопасность дорожного движения - только в том случае, если водители будут знать об их присутствии. Президент России Владимир Путин также обратил внимание на эту проблему. На заседании Госсовета, посвященном безопасности дорожного движения, глава государства поручил обозначить все камеры на дорогах, причем не только стационарные, но и передвижные. По словам президента, камеры предназначены для обеспечения соблюдения правил автомобилистами, а не для сбора дополнительных штрафов [5].

Проблема в том, что в некоторых регионах фискальная функция стоит на первом месте, а функция обеспечения безопасности дорожного движения не должна быть второстепенной. Использование комплексов фото- и видеофиксации направлено на реализацию принципа неотвратимости наказания провинившихся водителей и лишение их чувства безнаказанности. Использование этих комплексов позволяет ликвидировать аварийно-опасные участки дорог и заставить водителей соблюдать скоростной режим, тем самым повышая безопасность дорожного движения.

А для того, чтобы система носила воспитательный характер и повышала безопасность дорожного движения, а не была просто инструментом раздувания федерального бюджета, необходимо разработать научно обоснованную методику определения мест размещения технических средств АСУ. В связи с этим необходимо

оптимальное сочетание, позволяющее решить как задачу обеспечения безопасности дорожного движения, так и фискальную функцию в виде сбора платежей за нарушения правил. Для этого необходимо установить системы фото- и видеонаблюдения в местах, где они оказывают положительное влияние на дорожную ситуацию. Данная ситуация может быть решена с введением государственного стандарта, находящегося в разработке. В частности, данный ГОСТ будет содержать рекомендации по местам установки и требования к расположению камер по отношению к дороге, а также правила их монтажа [6].

Анализ развития ситуации на конкретных участках дорог после установки систем видеофиксации показывает, что неизбежное наложение штрафов является эффективным методом борьбы с нарушениями в месте установки. В связи с этим, до вступления в силу вышеупомянутого национального регламента, камеры контроля скорости должны быть установлены на участках дорог, где безопасность дорожного движения явно зависит от частоты превышения скорости, а также на опасных участках дорог, где велико количество ДТП с причинением вреда здоровью и смертельных исходов.

В современных условиях основная функция систем камер контроля скорости заключается в оказании влияния на водителей с целью заставить их соблюдать скоростной режим. Это влияние может быть общим или специфическим и направлено как на всех водителей в целом, так и на тех, кто имеет опыт привлечения к ответственности за превышение скорости. Тот факт, что нарушители неизбежно понесут наказание, окажет сильное сдерживающее действие на соблюдение правил дорожного движения. В то же время проблема аварийности не может быть полностью устранена единичными мерами. Эффективная профилактика превышения скорости возможна только при последовательном применении комбинации профилактических и репрессивных мер.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новиков И.А., Кравченко А.А., Шевцова А.Г., Васильева В.В. Научно-методологический подход к снижению аварийности на дорогах Российской Федерации // Мир транспорта и технологических машин. 2019. № 3. С. 58-64.
2. Баранчикова М.В., Мальцева Т.В. Особенности профилактического воздействия средствами фото- и видеофиксации на

личность дорожно-транспортного нарушителя, допускающего превышение скоростного режима // Психопедагогика в правоохранительных органах. 2016. № 4. С. 49-53.

3. Баранчикова М.В., Мальцева Т.В. Особенности профилактики и обеспечения неотвратимости ответственности в сфере дорожного движения при применении средств автоматической фиксации превышения скорости // Вестник Казанского юридического института МВД России. 2017. №1. С. 70-74.

4. В регионах России дорожные камеры перестали оказывать эффект снижения количества ДТП [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://news.drom.ru/89249.html> (дата обращения: 29.03.2023)

5. Как системы фотовидеофиксации снижают число происшествий на дорогах [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://plus.rbc.ru/pressrelease/5d4074fd7a8aa922dbc11d0f> (дата обращения: 29.03.2023)

6. Керимов М.А., Сафиуллин Р.Н. Средства фотовидеофиксации нарушений ПДД: нормативное регулирование и правила применения. Москва-Берлин: Изд. Директ-Медиа, 2016. 355 с.

УДК 629.1

Шевцова В.В.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ СРЕДСТВ ВИДЕОФИКСАЦИИ ПРИ РАССЛЕДОВАНИИ ДТП

Несколько десятилетий назад видеозапись была не очень распространена, но технологии стремительно развивались: на смену громоздким видеокамерам пришли компактные и дешевые устройства, а каждое мобильное устройство имеет встроенную фото- и видеокамеру. В результате видеозапись стала неотъемлемой частью сегодняшней реальности. Частные лица, коммерческие компании и государственные организации и учреждения могут вести запись даже с помощью своих мобильных телефонов и устанавливать камеры видеонаблюдения. Поэтому неудивительно, что необходимо не только уточнить требования к самой видеозаписи, но и прояснить правовой

статус ее результатов. В настоящее время все чаще возникают дискуссии об эффективности использования технических средств видеозаписи, как при проведении отдельных оперативно-розыскных мероприятий, так и при расследовании происшествий, в том числе дорожно-транспортных.

По мнению профессионалов, аналитиков и общественности, проблемы установления виновного и сбора доказательств при расследовании правонарушений в области дорожного движения более чем актуальны. Согласно официальной статистике, количество ДТП с тяжкими последствиями постоянно увеличивается, в среднем на 10-12%, несмотря на общее снижение количества аварий на дорогах Российской Федерации. Наиболее распространенными видами ДТП являются столкновения транспортных средств и наезды на пешеходов. [1].

Расследование ДТП имеет свои особенности сбора доказательств на первоначальном этапе, что впоследствии позволяет следователю провести объективное и качественное расследование и доказать вину лица, совершившего ДТП. Как показывает практика расследований, осмотр места происшествия и сбор доказательств иногда проводятся некачественно.

В авторском исследовании "Первоначальный этап расследования ДТП с причинением вреда здоровью" опросили 348 специалистов органов внутренних дел Российской Федерации о практике сбора исходных базовых данных при расследовании ДТП с причинением вреда здоровью. Так, 67% опрошенных следователей указали, что принимают к производству уголовные дела, по которым первоначальный осмотр места ДТП проводится сотрудниками ГИБДД и следователями. Таким образом, можно выделить ряд негативных ситуаций, с которыми сталкивается следователь в ходе предварительного следствия по уголовным делам о ДТП: некачественное проведение осмотра места происшествия, неточное составление схемы ДТП, неустановление свидетелей происшествия и других обстоятельств, имеющих значение для дела. В то же время в ряде случаев эти негативные ситуации могут быть минимизированы путем использования дополнительных источников доказательственной информации, полученной техническими средствами [3].

Так, с 2016 года в соответствии с техническим регламентом "О безопасности транспортных средств" все новые и импортируемые транспортные средства оснащаются системой оповещения ЭРА-ГЛОНАСС для обеспечения оперативного получения информации о ДТП и иных происшествиях на дорогах Российской Федерации в

некорректированном виде. Это позволяет определить точное место происшествия и незамедлительно организовать проверку по факту ДТП. Кроме того, с каждым годом все больше транспортных средств оснащаются техническими устройствами, такими как видеорегистраторы. Наблюдается тенденция к установке современных, технически совершенных видеорегистраторов, которые в своей минимальной комплектации уже имеют ряд функций для определения точной траектории движения транспортного средства по координатам GPS/ГЛОНАСС, его скорости и других индивидуальных характеристик, а также видеозаписи, позволяющей получить точную картину развития ситуации ДТП и его последствий.

Помимо вышеперечисленных технических средств, которыми оснащено большое количество транспортных средств, стоит также обратить внимание на камеры наружного наблюдения, такие как система "Безопасный город", видеокамеры ООО "Яндекс", установленные на стационарных объектах вблизи проездов части - на городских фонарных столбах, на зданиях различных организаций, в торговых центрах и т.д. Несмотря на то, что вышеперечисленные средства видеофиксации обстановки имеют различное расположение и технические характеристики, у них есть одна основная функция - фиксация обстановки динамически, то есть они могут записывать событие, а затем воспроизводить его на техническом устройстве. Таким образом, средства видеофиксации сохраняют в своей памяти обстановку и динамику события, и это свойство называют «видеослед», который затем может быть использован в качестве доказательства.

Указанные технические средства позволяют установить ситуацию на дороге и определить механизм аварии.

Это позволяет сделать вывод о том, что видеослед - это изображение объективной реальности в определенное время и в определенном месте, зафиксированное на электронном носителе, которое позволяет воспроизвести развитие дорожной ситуации во время ДТП.

Поэтому при осмотре места происшествия, помимо физических следов (таких как следы заноса, осыпания грунта, механические повреждения транспортного средства, следы контакта, следы волочения на одежде, обуви пешехода и т.д.), следователь должен установить расположение камер видеонаблюдения вблизи места происшествия, зафиксировать это в протоколе осмотра места происшествия и изъять электронный носитель или его копию.

Задачей комплексного автотехнического, фототехнического и видеотехнического исследования являются установление:

- времени, прошедшего между определенными событиями;
- расстояния между участниками движения;
- скорости движения транспортного средства или скорости (темп) движения пешехода;
- траектории движения транспортного средства или пешехода;
- наличия объектов, которые могли бы ограничивать обзорность;
- наличия объектов, которые могли бы создавать препятствие или опасность для движения;
- режима работы световых приборов транспортных средств и светофорных объектов.

Идентификационными задачами данной комплексной экспертизы являются:

- определение марки и модели транспортного средства по видеозаписям и фотоизображениям;
- определение принадлежности следов, оставленных на проезжей части, транспортном средстве и т.п.;
- определение размера (длины) следов и их привязки к стационарным объектам и транспортным средствам;
- определение расположения и траектории транспортного средства на проезжей части во время его движения;
- определение взаимного расположения транспортных средств на определенных отрезках времени, определение места столкновения (наезда).

Однако не все видеозаписи могут быть использованы экспертами для полного и тщательного расследования ДТП. Видеозапись должна иметь достаточное разрешение, т.е. контуры объектов (автомобиль, пешеход) на месте происшествия должны быть хорошо видны. Должно быть достаточно информативных "маркеров" (ширина полосы движения, разметка полосы, столбы и т.д.) [4].

Правовым основанием может служить изъятие видеоматериалов в рамках осмотра места ДТП у владельцев транспортных средств, ставших причиной аварии. В то же время другие "видеоследы", зафиксировавшие ДТП, должны быть изъяты в рамках отдельных следственных действий, регламентированных уголовно-процессуальным законодательством [5].

Обратим внимание на важность своевременного обнаружения и изъятия видеоследов на электронных носителях информации, так как они могут быть стерты их владельцем.

Таким образом, своевременное обнаружение в ходе осмотра места происшествия систем видеонаблюдения, позволяющих оперативно зафиксировать события на исследуемом участке дороги, дает

возможность зафиксировать и извлечь видеослед происшествия для последующего использования видео- и фотоматериалов в качестве доказательств для установления истины по делу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кисляков С.В. Использование информации с камер видеонаблюдения на первоначальном этапе расследования дорожно-транспортного преступления // Академическая мысль. 2018. № 2. С. 72-74.
2. Кустов А.М., Кокорев Р.А. Проблемы применения видеозаписи при расследовании преступлений против личности // Труды Академии управления МВД России. 2018. № 1. С. 73-77.
3. Новописный Е.А., Сараев А.В., Новиков И.А., Дорохин С.В. Современные подходы в исследовании обстоятельств дорожно-транспортных происшествий. Воронеж: Изд. Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2016. 105 с.
4. Комплексный анализ видеозаписи для установления обстоятельств ДТП [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://web.s nauka.ru/issues/2022/11/99081> (дата обращения: 22.04.2023)
5. Как суды оценивают видеозаписи: советы и практика [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://pravo.ru/story/238758/> (дата обращения: 22.04.2023)

УДК 629.1

Шевцова В.В.

*Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ФОТО- И ВИДЕОФИКСАЦИИ НАРУШЕНИЙ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Практика автоматической фото- и видеофиксации нарушений правил дорожного движения в настоящее время получила широкое распространение и особенно актуальна. Это связано, прежде всего, с увеличением количества транспортных средств на дорогах, что

повышает необходимость обеспечения личной безопасности участников дорожного движения и оптимизации человеческих ресурсов для выявления нарушений в этой сфере [1].

Использование сотрудниками ГИБДД специальных технических средств для автоматической фото- и видеофиксации нарушений правил дорожного движения имеет свои особенности:

- Поскольку повторение измерений невозможно и при каждом измерении существует уникальный набор помех, поступающие данные имеют случайный характер, что приводит к различным ошибкам. Другими словами, каждое измерение уникально и не может быть повторено. По одному результату невозможно определить, произошла ошибка или нет, при отсутствии дополнительных (исходных) материалов.

- Результаты работы комплексов используются не только в статистических целях, когда допускаются и стандартизируются индивидуальные погрешности измерений и их интерпретация.

- Основное назначение автоматических фото- и видеокамер контроля нарушений ПДД - выявление нарушений ПДД и собственно средств нарушения, то есть определенных транспортных средств, с целью установления их владельцев и применения в каждом конкретном случае штрафных санкций в соответствии с кодексом об административных правонарушениях.

В настоящее время административное законодательство совершенствуется, система технического обеспечения и контроля в этой сфере развивается быстрыми темпами, но остаются нерешенные проблемы. Их можно разделить на две группы: организационно-технические и правовые

К первой группе относятся инженерные недоработки средств автоматической фиксации правонарушений. К основным ошибкам можно отнести:

1. Ошибки, связанные с считыванием государственного регистрационного номера или марки автомобиля (комплекс автоматической фиксации правонарушений ошибочно «назначает» виновником ТС с похожими регистрационными знаками).

2. Ошибки определения конкретного транспортного средства нарушителя, когда в зоне контроля комплекса находится более одного ТС. При таких неточностях невозможно достоверно установить ТС, водитель которого нарушил правила дорожного движения [2].

3. Ошибки определения местоположения комплексов фиксации нарушения правил дорожного движения. К таким нарушениям относятся случаи, когда место проведения замера скоростного режима

не находится в зоне действия знаков, ограничивающих максимальную скорость [3].

4. Ошибки, связанные с программным сбоем комплекса автоматической фиксации правонарушений.

Ко второй группе относятся материально-правовые и проблемы процессуального оформления показаний дорожных камер, в качестве доказательств.

1. Самой значимой проблемой в применении средств фото- и видеофиксации нарушений правил дорожного движения является установление вины водителя транспортного средства. Данная задача возникла в связи с внесением изменений в КоАП РФ, а именно – введением ст. 2.6.1. «Административная ответственность собственников (владельцев) транспортных средств», устанавливающей, что за правонарушения в сфере дорожного движения будут отвечать владельцы или собственники транспортных средств вне зависимости от того, находились ли они за рулем совершившего правонарушение автомобиля или нет. Также была дополнена ст. 1.5 КоАП РФ «Презумпция невиновности», в примечании к которой указано, что ее положения не распространяются на административные правонарушения, предусмотренные главой 12 КоАП РФ [4].

2. Еще одной проблемой является то, что граждане или юридическое лицо должны самостоятельно доказывать свою невиновность в силу примечания к ст. 1.5. КоАП РФ.

3. Отсутствие регламентировано закрепленного порядка выбора мест размещения стационарных технических средств приводит к их установке в местах более интенсивного движения, на прямых и ровных участках дорог, часто без учета аварийно-опасных участков дорог и систематических нарушений ПДД. Такая практика, ориентированная на максимизацию количества штрафов, дискредитирует саму цель установки комплексов автоматической фиксации правонарушений [5].

Таким образом, автовладельцы продолжают регулярно получать ошибочные штрафы из-за небезупречности дорожных камер и колоссального количества постановлений, которые ежедневно приходится отсматривать инспекторам. Приведу самые неоднозначные ситуации.

Штраф московской автомобилистке за нарушения автомобиля-близнеца. В 2019 году она систематически получала штрафы с камер за нарушения, совершенные автомобилем-близнецом с тем же номерным знаком, что и ее собственный. Несмотря на то, что марка и цвет принципиально отличались, ей приходилось писать отдельную жалобу

на каждое из этих нарушений, совершенных неизвестным водителем [6].

Сотрудник, оформляющий нарушение, действительно может не обратить внимания на цвет автомобиля, но иногда он просто не замечает, что на штрафах за неостановку или парковку водитель меняет пробитые колеса. В таких ситуациях водители обычно съезжают на обочину, выставляют знак аварийной остановки и приступают к работе. Часто такую операцию можно легко увидеть на фотоснимке. Однако и на это у должностных лиц не всегда есть время.

Вот еще один случай: мотоциклист получил штраф за то, что не остановился перед стоп-линией. Мотоциклист ехал на зеленый свет по средней полосе. Однако камера "увидела", что силуэт мотоциклиста находился в крайней левой полосе. Оператор не заметил ошибку и оштрафовал мотоциклиста [6].

Для устранения существующих проблем необходимо дальнейшее совершенствование средств автоматической фото- и видеофиксации, а также разработка и внедрение нормативно-правового акта, определяющего общие условия применения, использования, размещения и установки дорожных камер, фиксирующих нарушения правил дорожного движения. Кроме того, необходимо завершить процесс разработки национального стандарта (ГОСТ), определяющего технические требования к программному и аппаратному обеспечению специальных технических средств, имеющих функции фото- и видеозаписи.

Власти не прекращают развитие данной отрасли. 27 марта в Совете Федерации прошло профильное мероприятие, на котором представили анализ проблем применения комплексов фотовидеофиксации нарушений ПДД в субъектах РФ, в результате чего, было выявлено, что на данный момент большая часть проблем связана с фиксацией норм, установленных региональными законами. В частности, речь идет о запрете стоянки на газоне, на детских площадках, неоплате парковки и т. д. Субъекты жалуются на сложности с получением у МВД персональных данных граждан по госномеру машины: полиция не всегда делится необходимыми для оформления постановлений данными — для этого нужны соглашения по обмену информацией. Порой, в процессе межведомственного взаимодействия возникают задержки, из-за которых истекает срок давности привлечения к ответственности. Сейчас этот срок составляет два месяца для штрафов, выносимых на основании данных с камер. Субъекты федерации предлагают увеличить его до года. Еще одна выявленная проблема — отсутствие права уполномоченных лиц отменять уже вынесенные

штрафы самостоятельно, например, при ошибках камер. Для этого нужна жалоба гражданина или протест прокурора. Субъекты федерации предлагают поправить в связи с этим КоАП. МВД давно продвигает эту инициативу в рамках подготовки нового КоАП. Документ разрабатывается в Минюсте с 2019 года, но до сих пор не внесен в Госдуму. Также было предложено ввести право для регионов устанавливать камеры не только после серии произошедших ДТП, а также превентивно — в тех местах, где высокая аварийность только прогнозируется. Для этого нужно менять методику Минтранса России по установке комплексов.

Средства автоматической фото- и видеофиксации нарушений правил дорожного движения обладают большим потенциалом для профилактики и предупреждения правонарушений, однако рассмотренные проблемы пользования данными устройствами противостоят их становлению действительно эффективными инструментами, которые могли бы улучшить современную ситуацию на дорогах России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шевцова А.Г. Методология управления городскими транспортными потоками на основе обеспечения безопасности дорожного движения: Автореф. дис. д-ра. тех. наук. Орел, 2022. 43 с.
2. Проблемы фотовидеофиксации нарушений ПДД в России [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://www.rd-forum.ru/attachments/problemy-fotovideofiksacii-narushenij-pdd-v-rossii-pdf.8884/> (дата обращения: 9.03.2023).
3. Полякова С.В. Проблемы применения средств автоматической фото - и видеофиксации нарушений правил дорожного движения в России // Символ науки. 2016. №5. С. 163-166.
4. Кузнецов А.А., Сысенко А.Р., Соколов А.Б., Герасименко Н.И., Богданов Р.В., Панков И.М. Использование современных средств фото- и видеофиксации при проведении следственных действий. Омск: Изд. Омская академия МВД России, 2019. 124 с.
5. Майоров В.И., Дымберов А.Д., Молчанов П.В. Правовые проблемы применения специальных технических средств автоматической фотовидеофиксации нарушений правил дорожного движения // Юридическая наука и правоохранительная практика. 2016. №3. С. 69-77.
6. Распопова А. Как ошибаются камеры ГИБДД: разбор неоднозначных ситуаций [Электронный ресурс]. Систем.требования:

Adobe Acrobat Reader.
URL: <https://www.autonews.ru/news/5f4503239a794760c499cac9>
(дата обращения: 9.03.2023).

УДК 629.113

Шеховцов Д.Г.

Научный руководитель: Соловьев Д.Н., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ В ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ

В условиях интенсивного городского движения скорость автомобиля сравнительно невысока, происходят частые остановки, а затем старт с места. Использование двигателя внутреннего сгорания (ДВС) в автомобиле для старта связано с необходимостью иметь режим холостого хода, а движение на низких скоростях на сравнительно мощном двигателе приводит к неэкономичным режимам работы такого двигателя.

Одним из способов экономии энергии на автомобиле выступает система «старт – стоп» с функцией рекуперации. Первоначально она получила достаточно широкое распространение среди таких автомобилей как BMW, Audi, Mercedes, в настоящее время и другие производители, успешно ее применяют в конструкции своих автомобилей. Эта система предназначена для экономии топлива, помимо этого есть возможность преобразования кинетической энергии автомобиля в электрическую путем рекуперации. Как показывают исследования холостой ход может занимать до тридцати процентов времени работы ДВС. Это можно объяснить особенностями движения транспорта в условиях города. При движении по городу автомобиль часто останавливается на пешеходных переходах, светофорах также частые остановки могут быть вызваны пробками. Именно для таких условий подходит режим «старт – стоп». Работа режима заключается в том, что при остановке (на пешеходном переходе и т.д.) ДВС глушится до тех пор, пока не возникнет необходимость возобновить движение. За выполнение этих операций отвечает электроника, анализируя показания датчиков, которые характеризуют режим работы двигателя и выполняемые водителем управляющие действия. Также этот процесс дополняется рекуперативным торможением, дополнительно заряжая

аккумулятор [1].

Чтобы система «старт – стоп» работала корректно, требуется наличие усиленного стартера или стартер-генератора. Система в самом простом своем исполнении позволяет сэкономить до восьми процентов топлива попутно снижая уровень вредных веществ в выхлопных газах. В будущем прогнозируется рост популярности данных систем среди широкого круга производителей. В настоящее время эта технология является обязательной к применению в автотранспорте в некоторых странах и может стать обязательной и в других государствах.

В случае низкого заряда аккумуляторной батареи система старт-стоп отключается с целью сохранения ресурса батареи и корректной работы системы запуска автомобиля. Уровень заряда аккумуляторной батареи должен быть не менее семидесяти пяти процентов. Таким образом исключается возможность ситуации, когда батарея не сможет запустить двигатель. Кроме этого, водитель самостоятельно может отключить систему используя соответствующий выключатель на панели управления.

Помимо этого, для данной системы в обязательном порядке необходим модуль стабилизации бортового напряжения. Это связано с тем, что высокое значение пускового тока создает просадки напряжения из-за чего могут наблюдаться сбои в работе бортового оборудования. Характерными последствиями отсутствия узла стабилизации или его неисправности могут быть перезапуск некоторых устройств, а также появление ошибок, говорящих о понижении бортового напряжения. В итоге назначением стабилизатора является поддержание напряжения бортовой сети на уровне 12 В, при срабатывании системы старт-стоп.

Стабилизатор напряжения является преобразователем постоянного тока. В его состав входят накопитель электрической энергии и встроенный транзисторный преобразователь, который управляет потоком мощности, отдаваемой в бортовую сеть. В режиме ожидания накопитель заряжается и устройство готово обеспечить питание мощностью около 200 Вт, сглаживая тем самым колебания напряжения. При включении стартера стабилизатор напряжения получает сигнал на включение. Этот сигнал замыкает переключатель. Накопленная энергия поступает в цепи питания и предохраняет напряжение от колебаний. После этого переключатель размыкается, и накопитель снова заряжается [3].

Использование систем рекуперации повышает топливную экономичность автомобиля. Для торможения в таких трансмиссиях применяется электродвигатель, работающий в режиме генератора вырабатывая в процессе торможения электрическую энергию.

Полученная в процессе рекуперации энергия сохраняется в аккумуляторной батарее. Энергия, полученная в процессе рекуперации, используется для ускорения автомобиля или для питания внешних и внутренних потребителей. Данный вид торможения наиболее предпочтителен для передней оси автомобиля ввиду того, что до 70% энергии торможения приходится на переднюю ось. Это связано с перераспределением опорных реакций на колеса из-за появления, силы инерции, приложенной к центру масс автомобиля в каком то, смысле смещающей его вперед.

В городских условиях остановки и торможения происходят очень часто. При торможении от 15 до 60% кинетической энергии теряются в виде тепла. Исследованиями было установлено, что используя всего несколько процентов энергии торможения потребление топлива в городских условиях можно снизить почти на треть [3].

Решением проблемы низкой эффективности ДВС на малых оборотах стало использование сочетания ДВС и электродвигателя. Данные транспортные средства имеют преимущества электрического привода, но не обладают таким недостатком как ограниченный запас хода. В этом случае ДВС работает в режиме малых нагрузок, при этом снижаются вредные выбросы в атмосферу, и имеется возможность рекуперации кинетической энергии при торможении, которая в обычных автомобилях переходит в тепловую и рассеивается в окружающую среду. Таким образом, гибридный привод транспортного средства комбинирует электрический двигатель, двигатель внутреннего сгорания, систему управления и системы хранения энергии, также в них активно используется системы рекуперации энергии при торможении [4].

Возможность применения электродвигателя генератора в качестве тягового электродвигателя, генератора и стартера позволила отказаться от использования стартера и генератора, а также необходимого для привода генератора поликлинового ремня.

Электродвигатель-генератор нивелирует медленное увеличение крутящего момента двигателя внутреннего сгорания на малых оборотах. На внешней скоростной характеристике силового агрегата можно наблюдать, что двигатель внутреннего сгорания и электродвигатель-генератор развивают суммарную максимальную мощность, достигающую 279 кВт (рис.1). Значит кривая мощности поднялась вверх на значение величины мощности привода электродвигателя-генератора, которая составляет 34 кВт. Это происходит практически во всем диапазоне частот вращения. Во время работы двигателя внутреннего сгорания существует комбинированный

режим привода. Благодаря этому двигатель внутреннего сгорания может эксплуатироваться в режиме оптимальной эффективности. Это смещение точки нагрузки повышает КПД автомобиля с полным гибридным силовым агрегатом.

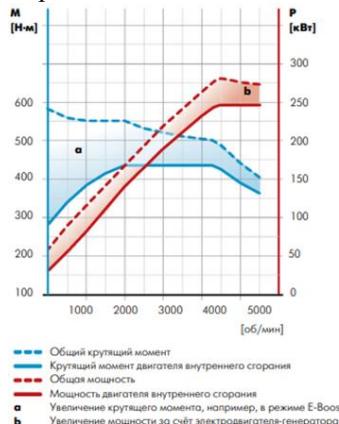


Рис. 1 Внешняя скоростная характеристика

На графике (рис. 2) изображены графические зависимости скорости от времени при использовании только ДВС и при разгоне с совместной работой ДВС и вентильного электродвигателя (ВЭД). Поскольку при разгоне работа ВЭД происходит только до скорости 40 км/ч, расчет произведен тоже до этой скорости. Как видно, кривая для ВЭД + ДВС идет выше кривой для ДВС, скорость 40 км/ч достигается на 0,8 с раньше, и, кроме того, во время переключения передач скорость при движении только на ДВС падает, а при движении с ДВС и ВЭД растет. Это также повышает комфорт при переключении передач не давая автомобиль замедляться как это происходит при езде только на одном ДВС. Следует отметить, что в городском цикле нет необходимости в такой динамике [5].

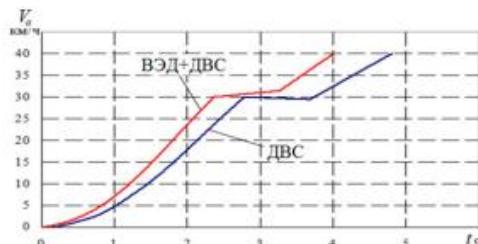


Рис. 2 Зависимости скорости автомобиля от времени

Применение гибридных технологий, рекуперативных систем, сложных систем управления, электронных элементов позволяет повышать экологичность, экономичность транспортных средств и их энергоэффективность. В связи с этим актуальной задачей современных производителей транспортных средств можно назвать разработку систем эффективного использования энергии в процессе движения. Рекуперация позволяет восстановить энергию, которая обычно теряется во время торможения. Эта энергия может использоваться для зарядки электрической батареи, что снижает расход топлива и увеличивает дальность поездки [6].

Таким образом, применение гибридных технологий и рекуперации в автомобильной отрасли может быть очень эффективным, сокращая выбросы вредных веществ в атмосферу и экономя топливо. Также это является шагом в направлении устойчивого развития и охраны окружающей среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Солодовников Д.Н., Градусов М.Д. Оценка влияния системы «стоп-старт» на топливную экономичность автомобиля // В сборнике: Актуальные вопросы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта. Сборник научных трудов по материалам 81-ой научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ. Москва, 2023. С. 86-90.
2. О системах рекуперации энергии в автомобилях BMW и других [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://auto-self.ru/o-sistemah-rekuperacii-energii-v-avtomobilyah-bmw-i-drugih/> (дата обращения: 06.05.2023).
3. Водяха В.В. Альтернативные методы улучшения систем экологической безопасности в ДВС // В сборнике: Транспорт. Экономика. Социальная сфера (Актуальные проблемы и их решения). сборник статей VII Международной научно-практической конференции. 2020. С. 23-27.
4. Абабкова А.А. Способы повышения эффективности использования энергии в транспортных средствах // Вестник Курганского государственного университета 2016. № 1(55). С. 59-62.
5. Тульский П.Ю. Анализ эффективности использования коммерческого транспорта по показателю удельного расхода топлива // В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс сборник докладов X международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 4 т. Белгородский

государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Губкинский филиал. 2017. С. 321-325.

6. Двадченко В.Я., Михалевич Н.Г. Режим совместной работы электродвигателя и ДВС в конверсионном гибридном автомобиле // Автомобильный транспорт. 2016. № 46. С. 80-85.

УДК 621.926

Шумаков А.А.

Научный руководитель: Чемеричко Г.И., канд. техн. наук, доц.
*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОТЛИЧИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ МОЛОТКОВОЙ И РОТОРНОЙ ДРОБИЛОК

В промышленности строительных материалов дробилки ударного действия применяют в основном для измельчения малоабразивных материалов средней прочности, к примеру известняк (CaCO_3), доломитов ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), мергелей, углей, каменной соли и т.п. В некоторых случаях из-за технологических особенностей производства дробилки ударного действия используют и при переработке материалов с повышенной прочностью и абразивностью, примером может послужить: асBESTовые руды, шлаки. Дробилки ударного действия отличаются следующими технико-эксплуатационными преимуществами:

- а) высокой степенью дробления, что позволяет сократить число стадий дроблений;
- б) высокой удельной производительностью;
- в) простотой конструкции и удобством обслуживания;
- г) избирательностью дробления и более высоким качеством готового продукта по форме зёрен.

По конструктивному исполнению основного узла машины – ротора дробилки ударного действия разделяют на молотковые (Рисунок 1) и роторные (Рисунок 2). [1]

Молотковые дробилки применяют для дробления и измельчения материалов низкой и средней прочности, влажность которых не превышает 8 – 10 %. Молотковые дробилки предназначены для крупного, среднего и мелкого дробления материалов, но чаще всего их применяют для среднего и мелкого дробления. В практике наблюдается тенденция применять дробилки ударного действия к материалам

повышенной твердости. В молотковых дробилках материал дробится главным образом ударом молотков, которые подвешены к ротору, вращающемуся в рабочем пространстве дробилки, ограниченном корпусом, футерованным броневыми плитами. Разрушение кусков дробимого материала вызывается ударом молотков, ударом кусков о плиты и раздавливанием и истиранием кусков молотками на колосниковой решетке. Колосниковую решетку применяют в дробилках для мелкого дробления продукта с определенной крупностью максимального куска.

Молотковые дробилки без колосниковых решеток выдают продукт нужной фракции вследствие повышенной частоты вращения ротора. Дробилки для дробления влажных глинистых материалов во избежание забивания дробилки имеют подвижную отбойную плиту, представляющую собой тяжелый пластинчатый конвейер, встроенный в дробилку, который обеспечивает подачу вязкого материала к ротору. Молотковые дробилки изготавливают с вращением ротора в одном направлении и реверсивными. Реверсивные дробилки обладают возможностью изменять направление вращения ротора, что позволяет двустороннее использование молотков без разборки дробилки для их поворота. По числу рабочих валов молотковые дробилки разделяются на одно- и двух роторные. Молотковые дробилки характеризуются высокой производительностью на единицу массы, удельный расход энергии на дробление в них ниже, чем у щековых, конусных или валковых дробилок. Рабочим (дробящим) органом молотковой дробилки являются стальные молотки. Молотки изготавливаются массой от 3,5 до 180 кг. Массу молотков выбирают, исходя из крупности материала. [2]

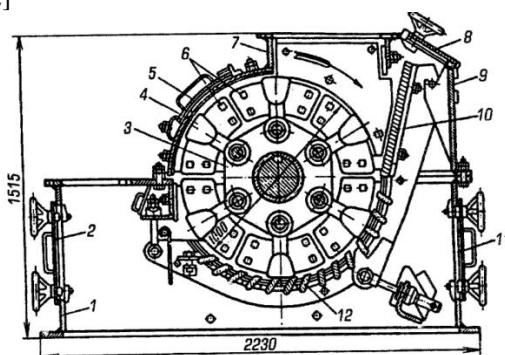


Рис. 1 Молотковая дробилка:

- 1 – нижняя часть станины; 2,11 – двухстворчатые дверцы; 3 – ротор; 4 – молотки; 5,8 – люк; 6 – броневые плиты; 7 – загрузочное отверстие; 9 – верхняя часть станины; 10 – плита; 12 – колосниковая решетка

Роторная дробилка состоит из корпуса, его верхней 3 и нижней 1 частей. Нижняя часть является станиной, т.е. основанием дробилки. Станина крепится к фундаменту и на неё устанавливают ротор 2 и верхнюю часть корпуса, которая выполнена с закрепленными на ней отражательными плитами 5. Внутренняя поверхность корпуса, образующая камеру дробления, футеруется сменными износостойкими плитами 5 из термически обработанных сталей, а нижние части из сменных отражательных плит высокомарганцовистой стали.

При попадании не дробимого материала пружины амортизируют и концы отражательных плит отходят от ротора, пропуская не дробимый предмет. Для регулирования степени дробления, то есть зернового состава готового продукта, нижние концы отражательных плит соединены тягами с механизмами 9,10, расположеннымными на торцевых стенках корпуса дробилки и регулирующими зазор между плитами и окружностью вращения ротора. Эти механизмы одновременно являются предохранительным (буферным) устройством. Важным узлом роторных дробилок, является ротор, представляющий собой массивный вращающийся корпус, к которому жестко прикреплены билы. Роторы с большим числом бил применяют в дробилках среднего и мелкого дробления. Этот ротор может иметь 12 рядов бил, хотя наиболее часто встречается от 2 до 6 рядов. [3]

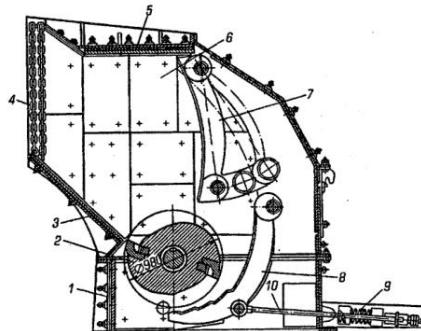


Рис. 2 Роторная дробилка:

1 – нижняя часть станины; 2 – ротор; 3 – верхняя часть станины; 4 – штора; 5 – отбойная плита; 6 – плиты футеровки; 7 – верхняя колосниковая решетка; 8 – нижняя колосниковая решетка; 9 – пружина; 10 - тяга

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чемеричко Г.И. Механическое оборудование (общий курс): учебное пособие/ Г.И. Чемеричко, Ю.В. Бражник, Н.П. Несмиянов – Белгород: изд-во БГТУ, 2015 – 221с.

2. Богданов В.С. Технологические комплексы и оборудование предприятий промышленности строительных материалов. Белгород: «Везелица», 2007 – 446с.

3. Камышев А.А., Пэдурец М.В., Бражник Ю.В., Несмеянов Н.П. Современные тенденции развития и пути решения роторных дробилок «Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова», Сборник докладов. Белгород, 2020. С. 2531-2538.

УДК 621.926

Шумаков А.А.

Научный руководитель: Чемеричко Г.И., канд. техн. наук, доц.

**Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

ОТЛИЧИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ СО СЛОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ЩЕКИ И ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ С ПРОСТЫМ ДВИЖЕНИЕМ ЩЕКИ

В промышленности строительных материалов щековые дробилки в основном применяют для крупного и среднего дробления. Принцип работы щековой дробилки заключается в следующем. В камеру дробления, имеющую форму клина и образованную двумя щеками, из которых одна в большинстве случаев является неподвижной, а другая подвижной, подаётся материал для дробления. Подвижная щека периодически приближается к неподвижной, причем при сближении щек (ход сжатия) куски материала дробятся. При удалении подвижной щеки от неподвижной (холостой ход) куски материала продвигаются вниз под действием силы тяжести или выходят из камеры дробления, если их размеры меньше размера наиболее узкой части камеры, называемой выходной щелью, или занимают новое положение, соответствующее своему новому размеру. [1]

В зависимости от кинематических особенностей щековые дробилки можно разделить на две основные группы:

- дробилки с простым движением подвижной щеки, в которых траектории движения точек подвижной щеки представляют собой части дуги окружности;

- дробилки со сложным движением подвижной щеки, в которых траектории движения точек подвижной щеки представляют собой замкнутые кривые, чаще всего эллипсы. [2]

Дробилка с простым движением щеки.

Устройство и принцип дробилки (Рисунок 1): подвижная щека 1 подвешена на неподвижную ось 3. На эксцентриковой части вала 4 подведен литой шатун 5, в нижней части которого имеются пазы для установки предохранительных сухарей. В них упираются две распорные плиты. При вращении эксцентрикового вала 4 подвижная щека 1 получает качательное движение по дуге окружности, центром которой является центр оси подвеса 3. Регулировочное устройство в этой дробилке изменяется с помощью клинорегулировочного устройства 6. [1]

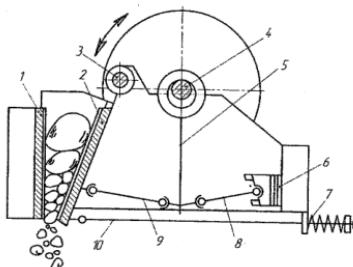


Рис. 1 Щековая дробилка с простым движением щеки:

1 – неподвижная щека; 2 – подвижная щека; 3 – ось подвижной щеки; 4 – эксцентриковый вал; 5 – шатун; 6 – клинорегулировочное устройство; 7 – замыкающая пружина; 8 – задняя распорная плита; 9 – передняя распорная плита; 10 – тяга замыкающего устройства

Большим преимуществом дробилок с простым движением является обеспечение выигрыша в силе в верхней части камеры дробления (рычаг второго рода), что очень важно при дроблении кусков горной массы больших размеров и высокой прочности. Недостатком дробилок с простым движением является малый ход сжатия в верхней части камеры дробления. В верхнюю часть камеры дробления попадают крупные куски материала, для надёжного захвата и дробления которых необходим больший ход, чем в нижней части, где дробятся куски меньших размеров и формируется готовый продукт. Поэтому в нижней части камеры дробления ход сжатия должен быть соответственно меньше. [3]

Дробилка со сложным движением щеки.

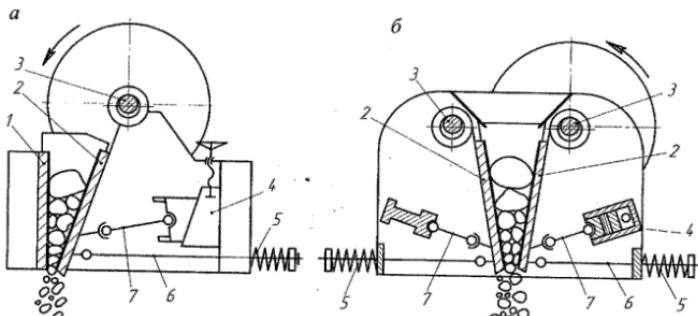


Рис. 2 Щековая дробилка со сложным движением щеки:

а) – с одной подвижной щекой; б) – с двумя подвижными щеками;
 1 – неподвижная щека; 2 – подвижная щека; 3 – эксцентриковый вал; 4 – клинорегулировочное устройство; 5 – замыкающая пружина; 6 – тяга замыкающего устройства; 7 – распорная плита

Устройство и принцип дробилки (Рисунок 2): подвижная щека 2 шарнирно подвешена на эксцентриковой части приводного вала 3. В нижней части подвижной щеки шарнирно установлена распорная плита 7, которая одним концом упирается в регулировочное устройство, а другим – в нижнюю часть подвижной щеки. Пазы, в которые установлена распорная плита, защищены от износа сухарями. Дробилка сама по себе проще по конструкции, компактнее и менее металлоемка, чем с простым движением щеки этой дробилки представляют собой замкнутые кривые. В верхней части камеры дробления эти кривые – эллипсы, приближающиеся к окружности, в нижней части – вытянутые эллипсы, благодаря этому материал измельчается не только раздавливанием, но и истиранием. [1]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чемеричко Г.И. Механическое оборудование (общий курс): учебное пособие/ Г.И. Чемеричко, Ю.В. Бражник, Н.П. Несмеянов – Белгород: изд-во БГТУ, 2015 – 221с.
2. Богданов В.С. Технологические комплексы и оборудование предприятий промышленности строительных материалов. Белгород: «Везелица», 2007 – 446с.
3. Пивоваров В.А., Чемеричко Г.И. Совершенствование конструкций рабочих органов щековой дробилки с простым движением щеки 1200Х1500. «Международная научно-техническая конференция

молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова», Сборник докладов. Белгород, 2019. С. 1724-1729

УДК 662.769.21

Янушевская Я.С.

Научный руководитель: Хамидуллина М.С.

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА – НОВАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СТРАТЕГИЯ

В данной работе предложена информация о водоробусах. Раскрыто определение данного вида транспорта, затронуты его основные характеристики и дальнейшие перспективы развития в общественном пользовании.

По статистическим данным запасов нефти в РФ будет достаточно на 40 лет, это достаточно ощутимый горизонт ощутимый горизонт, так что картина недостачи энергии принуждает государство инвестировать в новые изучения топливного рынка. Одним из преимущественно заманчивых и многообещающих направлений представляется водородная энергетика.

Интерес к водородной энергетике и применение её в автотранспортных средствах (АТС) во многом связан и с проблемой загрязненности окружающей среды. Нельзя так же упускать из виду политику декарбонизации, для которой так же одним из самых удачных решений является водород.

При внедрении водородной энергетики в экономику решится экологический вопрос, но при применении водорода в роли энергоносителя для АТС на данный момент с решением нескольких сложных задач. Одной из проблем является отсутствие инфраструктуры выработки и перераспределения топлива, отечественные показатели инвестиций в развитие водородной энергетики пока не могут сравняться с такими водородными гигантами как США, Япония, ЕС и Китай. Эти страны активно стимулируют водородную экономику(ВЭ), но у России есть потенциал как у страны-экспортера. Как известно, самая дорогостоящая часть в ВЭ – транспортировка, здесь можно обозначить как одно из достоинств РФ – наличие трубопроводов в ЕС, так как это самый удачный способ перемещать водород.

Транспортировка и хранение водорода имеют решающее значение для успешного использования водорода в качестве источника чистой

энергии. Одним из способов транспортировки водорода являются трубопроводы, которые широко используются в нефтяной и газовой промышленности, так же используют баллоны со сжатым газом, пригодные для хранения. Хранение в жидком виде осуществляется в криогенных резервуарах, еще существует способ хранить водород в твердом состоянии, в твердом материале, таком как гидриды металлов или углеродные нанотрубки.

Традиционные способы получения водорода из метанола энергозатратны и связаны с выбросами углекислого газа. Одним из таких способов является паровая конверсия метана. Он включает реакцию природного газа с высокотемпературным паром для получения газообразного водорода. Этот метод обычно используется на крупных заводах по производству водорода и является экономически эффективным. Однако в качестве побочного продукта процесса образуется двуокись углерода, которая может способствовать выбросу парниковых газов. Так же существует метод газификации биомассы, происходит преобразование органических веществ, таких как древесина или сельскохозяйственные отходы, в водородное топливо посредством процесса газификации, более устойчив, чем ПМР, поскольку он использует возобновляемые ресурсы для производства водорода.

Произведение же "зеленого" водорода путем электролиза сильно возвышает стоимость. Исполнение данных проблем обязывает к высоким денежным и временными затратам.[2] Однако Международное энергетическое агентство прогнозирует, что цена водорода к 2030 году упадет минимум на 30%. Это уравновесит цену водорода ценой других видов топлива. Производство водорода растет примерно на 3,5 % ежегодно при объеме потребления более 100 млн тонн.[4]

Одним из интересных решений улучшение экологии стал экологичный транспорт на водородном топливе. Наша страна намерена развивать водородную заправочную инфраструктуру и исходя из концепции развития водородной энергетики до 2060 года Россия намеревается овладеть не меньше чем 20% всемирного рынка водорода и экспортовать 15-50 миллионов тонн данного топлива в год. Водородное топливо обычно используется в транспорте, однако есть и другие применения, такие как: производство электроэнергии с помощью топливных элементов, использование в промышленных процессах переработки нефти или производстве удобрений, а так же водородное топливо можно использовать для хранения переизбытка энергии.

АТС на водородных топливных элементах – активно разрабатываемая идея КАМАЗа. Одним из таких АТС является водоробус.

Водоробусом является пассажирский автобус, использующий водородный топливный элемент в качестве источника энергии для электродвигателя.[3] Водородный топливный элемент генерирует электричество в процессе электрохимической реакции, в которой атомы поступающего под давлением водорода разлагаются на электроны и протоны. Электроны поступают во внешнюю цепь, создается электрический ток. Далее протоны проходят через мембрану где с ними соединяется кислород и электроны.[1]

Таблица 1 – Технические характеристики водоробусов

	H2. City Gold	<u>КамАЗ-6290</u>
Габариты	10,7×2,5×3,4 м	12,4×2,55×3,4 м
Максимальная скорость движения	90 км/ч (запас хода — 400 км)	80 км/ч (запас хода — 250 км)
Места	64 человек, сидячих мест - 33	80 человек, сидячих мест — 33.
Температурный режим	От -45 до +50° С.	От -40 до +40° С.
Топливных элементах	Водородные баки - тип 4 композит: 5x 312л (макс. 37,5кг: 350 бар) Время заправки - <9 мин (расчетная) Номинальная мощность топливных элементов - 60 кВт (Toyota FC Stack)	У водородных топливных элементов КПД—60%[5]. Для сравнения: КПД лучших ДВС 35-40%
Мощность	Автомобиль имеет топливный стек Toyota мощностью 60 кВт, а также выделяется электродвигателем мощностью 180 кВт.	Не менее 45 кВт.
Безопасность	Оснащен датчиками утечки водорода и датчиками столкновения, в случае утечки или аварии подача водорода в резервуарах отключается	Водоробус оснащен шестью баллонами для хранения сжатого водорода. В целях безопасности они установлены на крыше

Развитие водородного транспорта в современном мире является необходимостью, поэтому происходит резкий скачок увеличения количества водоробусов. Правительство и технологическая составляющая полностью готова для популяризации водородного транспорта в России. По прогнозам, уже к 2024 году первые автобусы на водородном топливе начнут исследовать дороги городов. Исходя из данных BloombergNewEnergyFinance, к 2025 году цена АТС на водородном топливе сравняется со средней стоимостью привычных нам автомобилей. [6]

Водородное топливо становится все более популярной альтернативой традиционным ископаемым видам топлива, поскольку оно чистое, эффективное и производит только воду в качестве побочного продукта. Одной из наиболее перспективных областей использования водородного топлива является транспорт, но помимо транспорта водородное топливо также изучается как источник чистой энергии для других применений, таких как производство электроэнергии, в промышленных или химических процессах.

Перспективы водородного топлива многообещающие, многие страны и компании инвестируют в исследования и разработки для улучшения технологий и снижения затрат. Поскольку спрос на чистую энергию продолжает расти, водородное топливо, вероятно, будет играть все более важную роль в переходе к низкоуглеродной экономике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. National Renewable Energy Laboratory// Fuel Cell Electric Bus Evaluations [Электронный ресурс]. <https://www.nrel.gov/hydrogen/fuel-cell-bus-evaluation.html> (дата обращения 6.04.2023)
2. ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ ПАО "КАМАЗ" [Электронный ресурс]. <https://kamaz.ru/> (дата обращения 7.04.2023).
3. Аргументы и факты Казань [Электронный ресурс]. <https://kazan.aif.ru/> (дата обращения 7.11.2021).
4. А. Г. Филимонов, А. А. Филимонова, А. А. Чичиров, Н. Д. Чичирова Глобальное энергетическое объединение: новые возможности водородных технологий// Проблемы энергетики Т. 23, № 2 (2021) С.5
5. А. А. Филимонова, А. А. Чичиров, Н. Д. Чичирова, Р. И. Разакова Электрохимические технологии для автомобилей на водородном топливе // Проблемы энергетики Том 23, № 2 (2021) С. 9
6. RG.RU (российская газета) //Проект автопарк [Электронный ресурс]. <https://rg.ru/2021/04/11/kogda-v-rossii-poaviatsia-vodorodnye-avtomobili.html> (дата обращения 08.04.20223).

УДК 629.1

Яремчук Д.В.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

СНИЖЕНИЕ АВАРИЙНОСТИ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ В ПУТИ СЛЕДОВАНИЯ

Повышение безопасности на дорогах является одним из самых важных приоритетов уровня государства, так как аварийность на дорогах порождает серьезные последствия как для людей, так и для экономической и материальной составляющей. В данном контексте национальные документы, такие как федеральный закон, федеральная целевая программа и государственный план, являются главными инструментами, предназначенными для достижения поставленных целей. В указанной статье используется системный подход, предназначенный для создания оптимального расклада и эффективной деятельности в области обеспечения безопасности на дорогах для автомобильного транспорта. Он направлен на замену индивидуальных действий разных направлений комплексными операциями, что поможет решить задачу снижения аварийности на дорогах и достичь целей, поставленных перед государством [1].

Скоростной режим является одной из основных эксплуатационных характеристик автомобиля, которая оказывает существенное влияние на безопасность дорожного движения. Примером интенсивной безопасности автомобиля является способность водителя адекватно оценивать дорожную ситуацию и выбирать наиболее надежный режим движения, а также способность транспортного средства реализовать желаемый безопасный режим. Анализ причин аварий показывает, что водители часто не являются причиной ДТП из-за беспечности или невнимательности, а из-за медленной реакции на быстро изменяющиеся условия на дороге. Средний водитель не может мгновенно реагировать на неожиданные препятствия и быстро принимать меры для безопасного управления автомобилем.

Также основными видами дорожно-транспортных происшествий в России являются (рис.1):



Рис. 1 Виды дорожно-транспортных происшествий

Свыше трех четвертей всех дорожно-транспортных происшествий связаны с нарушениями Правил дорожного движения Российской Федерации водителями транспортных средств. Около трети всех происшествий связаны с неправильным выбором скорости движения. Вследствие выезда на полосу встречного движения регистрируется около 13% дорожно-транспортных происшествий. Определяющее влияние на аварийность оказывают водители транспортных средств, принадлежащих физическим лицам. Удельный вес этих происшествий превышает 80% всех происшествий, связанных с несоблюдением водителями требований безопасности дорожного движения.

Большинство случаев (более 3/4) связаны с нарушениями правил дорожного движения водителями. Неправильный выбор скорости движения также участвует в около трети всех происшествий. Около 13% происшествий вызваны выездом на полосу встречного движения. Однако, главным фактором аварийности остаются водители транспортных средств, чей удельный вес превышает 80% всех происшествий, связанных с нарушениями требований безопасности дорожного движения.

Высокая аварийность и ухудшение дорожной обстановки могут быть обусловлены несколькими факторами. Одним из них является высокая мобильность населения, уменьшение использования общественного транспорта и увеличение количества личных автомобилей. Еще одной причиной является неравномерное распределение дорожной сети в соответствии с современными транспортными потоками, что приводит к диспропорции между количеством автомобилей и доступной длиной улиц и дорог.

Так, современный уровень обеспечения автомобилями в городах уже превысил 200 штук на 1 тыс. жителей, тогда как дорожно-

транспортная инфраструктура соответствует уровню 60 - 100 штук на 1 тыс. жителей [2].

Результатом такой сложившейся ситуации приводит к ухудшению условий движения на дорогах, нарушению экологической обстановки, увеличению пробок, расходу топлива и увеличению числа ДТП. Более 70% всех ДТП совершаются в городах и населенных пунктах. Количество пострадавших в аварии в населенных пунктах растет быстрее, чем количество самих ДТП. Большинство аварий происходят в столицах и административных центрах регионов России.

В процессе исследования были обнаружены главные факторы аварий, вызванных по вине водителей, которые включают в себя несоблюдение правил дорожного движения, потерю концентрации, ухудшение здоровья, и нехватку опыта. Большинство причин связано с индивидуальными качествами водителя, такими как избыточная уверенность, незнание правил и законов, употребление наркотиков и алкоголя, и отвлечение внимания. В настоящее время медицинские обследования обязательны для водителей. Они включают измерение давления, сердечного ритма, уровня алкоголя в крови, и внешнего осмотра. Квалифицированный медицинский сотрудник оформляет допуск водителя к управлению автотранспортом в путевом листе.

Автомобильный транспорт играет важную роль в экономике государства, поскольку он является связующим звеном для всех отраслей производства. Согласно отчету Росстата за 2020 год, автомобильный транспорт отвечает за 67,9% всех грузовых перевозок и 61,6% всех пассажирских перевозок, что подчеркивает его значимость. Однако автомобильный транспорт также оказывает отрицательное влияние на общество и экономику страны, так как требует капитальных затрат на уменьшение последствий аварий, которые происходят на дорогах. Кроме того, высокая смертность и травматизм населения, которые стали жертвами ДТП, привели к ухудшению экономического роста страны, особенно учитывая, что большинство пострадавших являются трудоспособными гражданами. С начала 2012 года в России наблюдается тенденция к уменьшению числа ДТП, а в 2020 году было отмечено снижение всех главных показателей аварийности. Графическая диаграмма показана на рисунке 2 [3].



Рис. 2 Динамика основных показателей аварийности с 2012 по 2020 год

С целью уменьшения частого количества аварий на автомобильных дорогах были предложены следующие методы: ужесточение правил дорожного движения, уменьшение максимальной скорости и увеличение дистанции между движущимися транспортными средствами, установление камер видеофиксации и повышение штрафов за превышение предельного режима скорости, проведение конференций и семинаров для осведомления водителей и повышения их внимательности на дороге. Для принятия эффективных мер необходимо провести оценку аварий в зависимости от их типов [4].

Сегодня в России пришло понимание того, что без широкой поддержки всего народа невозможно ни эффективно внедрять новое законодательство, ни проводить единую государственную политику, в том числе в области безопасности дорожного движения. Общественное мнение во многом определяет как формирование бюджетной политики страны, так и изменение сознания населения в пользу законопослушного водителя и пешехода. Решение проблемы безопасности на дорогах России зависит от того, насколько серьезно это осознается всем обществом – каждым участником дорожного движения, чиновником, государственным деятелем, работником ГИБДД [5].

Выбирая оптимальную методику по улучшению безопасности движения на участках с повышенным риском для ДТП, можно сделать вывод, что чтобы определить участки с наибольшим риском, следует рассматривать относительные показатели аварийности за определенный период времени и сравнивать их с установленным критическим уровнем. Если показатели превышают этот уровень, тогда такой участок можно отнести к зонам концентрации ДТП.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Куракина Е.В., Склярова А.А. Повышение уровня безопасности дорожного движения в системе «участник дорожного движения – транспортное средство – дорога – внешняя среда» // Вестник СибАДИ. 2020. №4. С. 488-499.
2. Митник В. М. Проблемы аварийности на дорогах и пути ее снижения [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-avariynosti-na-dorogah-i-puti-ee-snizheniya> (дата обращения: 07.03.2023).
3. Снижение аварийности на автомобильном транспорте в пути следования [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://moluch.ru/archive/417/92581/> (дата обращения: 02.03.2023).
4. Аркатова А.Н., Новиков И.А. Анализ мероприятий, направленных на повышение безопасности дорожного движения // Транспортные и логистические системы: проблемы и перспективы развития. 2017. №2. С. 111-114
5. Пути повышения безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]. Системы требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://www.referat911.ru/Bezopasnost-jiznedeyatelnosti/puti-povysheniya-bezopasnosti-dorozhnogo-dvizheniya/327182-2723914-place1.html> (дата обращения: 07.03.2023).

УДК 629.1

Яремчук Д.В., Калашников Л.С.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ОБУЧЕНИЕ ВОДИТЕЛЕЙ И СОЗДАНИЕ ПРОГРАММ ПРОФИЛАКТИКИ АВАРИЙ

Одним из главных проблем на сегодняшний день - высокий уровень аварийности на дорогах в связи с жесткими требованиями к водителям. Для повышения квалификации водителей и уменьшения аварийности необходимо работать над их подготовкой, мастерством и дисциплиной. Анализ причин ДТП показал значительные недостатки многих водителей, представляющих угрозу для дорожного движения. Соответственно, улучшение мастерства водителей в автопредприятиях

является единственным рациональным способом снижения количества аварий.

Согласно статистике ДТП, на автомобильных дорогах водители с высоким уровнем квалификации и большим опытом могут тоже столкнуться с аварийными ситуациями. Однако, если у водителя не хватает навыков для эффективной и быстрой реакции на подобные случаи, это может стать причиной аварии. Поэтому важно заполучить знания о безопасном управлении транспортным средством и действиях в чрезвычайных ситуациях [1].

Первый шаг к обретению мастерства в управлении автомобилем - это осознание водителем своих сильных и слабых сторон, а также особенностей своего автомобиля. Для того, чтобы не останавливаться на достигнутом, владельцу автомобиля необходимо постоянно улучшать свои навыки вождения. Нельзя полагать, что после успешной сдачи экзамена в ГИБДД на управление автомобилем, водитель достиг мастерства. Экстремальные ситуации, с которыми могут столкнуться водители с любым стажем, являются проверкой настоящего мастерства. Если водитель не готов к таким ситуациям, это может привести к фатальным последствиям. Мастерство управления автомобилем, в своей основе, состоит из трех составляющих, представленных на рисунке 1 [2].



Рис. 1 Составляющие водительского мастерства

На текущем этапе обеспечения безопасности на дорогах, роль "человеческого фактора" в ДТП становится все более важным, в то время как технические средства защиты снижают свою значимость. Однако, ожидание резких изменений в поведении участников

дорожного движения под влиянием информации о числе смертельных аварий и пропаганды "добровольного повышения сознательности" оказывает воздействие только на часть водителей и пешеходов, так как личная ответственность имеет свои границы. В России эксперты отмечают, что воздействие государства и общества на водителей для развития транспортной культуры и правосознания недостаточно. В других странах ведется систематическая работа по активизации социального резонанса и неприятия нарушений на дорогах. В США и Японии данная стратегия была результативной и доказала эффективность в развитии правосознания и соблюдении правил ПДД. Таким образом, обучение водителей становится важным элементом влияния на усвоение безопасного автоворождения [3]. Также для улучшения вождения водителя необходимо провести оценку его профессионально важных психологических качеств. В связи с этим возникает вопрос о качестве подготовки водителей в соответствии с современными требованиями. В 2014 году, в связи с ужесточением нормативных актов, психологическая подготовка кандидатов в водители стала обязательной. Физические и психологические характеристики влияют на поведение водителя на дороге, его внимание, реакции и приспособляемость к окружающей среде.

Наиболее сложный психологический процесс – восприятие – формируется на основе ощущений, которые отражают качества предметов и явлений в едином образе в сознании. Например, водитель приобретает "чувство машины" благодаря комплексу ощущений, включающих в себя визуальные, слуховые, вибрационные и мышечно-кожные ощущения, что позволяет ему чувствовать даже небольшие изменения в положении автомобиля и скорости передвижения [4].

В процессе мышления возникает возможность предугадать последствия своих и чужих действий и принять решения в соответствии с ближайшей целью. Водители обладают эксплуатационным мышлением, которое формируется в результате практической работы. Их мышление особенно выделяется в условиях активного движения, так как они должны быстро оценить дорожную ситуацию и принять неотложные решения. Водитель должен оценить элементы дорожной обстановки и их взаимное расположение, а затем сопоставить это с аналогичной ситуацией, которую он видел ранее и запомнил [5].

Вышеизложенные рассуждения позволяют сделать очень важные выводы, касающиеся результативного обучения водителей. Современное развитие общества, экономики и техники приводит к кардинальным изменениям в дорожном движении, поэтому необходимо постоянное улучшение подготовки водителей и их ориентации на

безопасное управление транспортным средством. Для формирования более высокого уровня правосознания, общественно ценных психологических установок и повышения транспортной культуры у водителей необходимо улучшить содержание программы и расставить правильные приоритеты в обучении. Автомобилисты должны научиться лучше знать ПДД, настаивать на безопасном управлении ТС и улучшать свои навыки. Чтобы достичь этой цели, занятия должны быть посвящены только одной теме, такой как, например, способы управления автотранспортным средством в условиях гололеда. Такой подход позволяет максимально сконцентрироваться на изучаемом вопросе и облегчает задачу сотрудникам службы безопасности движения при подготовке водителя к представлению по обмену опытом. Чтобы снизить количество ДТП и их последствий, необходимо разработать современные превентивные технологии и внедрить эффективные программы подготовки водителей [6].

Кроме того, еще важным выводом является то, что водитель-наставник должен обладать высоким мастерством, чтобы эффективно передавать безаварийные приемы вождения другим участникам дорожного движения. В этом случае, при обучении начинающих водителей, обучение на примере наглядных конкретных действий при стажировке на автомобилях позволит более эффективно применить полученные знания на дороге. Поэтому роль водителей-наставников в процессе повышения мастерства начинающих водителей является весьма значительной и должна быть весьма почетной.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Высокие стандарты в обеспечении безаварийности позволяют сделать безопасными наши автотрассы [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://rg.ru/2009/09/23/nurgaliev.html> (дата обращения 05.04.2023)
2. Малий В. И. Подготовленность и надёжность водителя – составляющие безопасности дорожного движения // Молодой ученый. 2019. №16. С. 31-35.
3. Полякова С.В. Подготовка водителей как один из основных элементов в системе обеспечения безопасности участников дорожного движения // Вестник Уральского института экономики, управления и права. 2015. №2. С.110-114
4. Повышение профессионального мастерства водителей [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://studfile.net/preview/4313883/page:2/> (дата обращения 05.04.2023)

5. Исследования в области современной подготовки водителей в автошколе [Электронный ресурс]. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://euroasia-science.ru/tehnicheskie-nauki/исследования-в-области-современной-п/> (дата обращения 05.04.2023)

6. Бобешко А.С., Кущенко Л.Е., Кущенко С.В., Новиков И.А. Анализ подготовки водителей транспортных средств в разных странах // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. 2017. №4. С. 15-20

УДК 623

Яшин С.С.

*Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук. доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

РАЗВИТИЕ КОМПЛЕКСОВ АКТИВНОЙ И ДИНАМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ (КАЗ И ДЗ), ИХ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ

В современных условиях, когда военные конфликты становятся все более разнообразными и сложными, защита бронетехники от различных видов оружия становится одной из наиболее важных задач. В этой связи, разработка и совершенствование комплексов активной и динамической защиты (КАЗ и ДЗ) является актуальной темой для исследований и разработок. КАЗ и ДЗ представляют собой системы, которые позволяют обеспечить бронетехнику защитой от различных видов оружия, включая кумулятивные снаряды, реактивные снаряды и другие виды оружия. [1] В данной научной статье рассмотрим развитие комплексов активной и динамической защиты. Опишем основные принципы работы КАЗ и ДЗ и методы их обслуживания и ремонта. Также будет рассмотрено использование новых технологий и материалов для улучшения эффективности КАЗ и ДЗ. В итоге, данная научная статья будет представлять собой обзор современных тенденций в развитии комплексов активной и динамической защиты, а также методов их обслуживания и ремонта.

Комплексы активной и динамической защиты (КАЗ и ДЗ) представляют собой системы, которые используются для защиты боевых машин от различных видов угроз, таких как противотанковые ракеты, гранаты, минные взрывы и другие. [2]

КАЗ – это система, которая использует радиолокационные датчики для обнаружения и перехвата угрозы. Когда датчик обнаруживает угрозу, КАЗ автоматически запускает контрмеры, такие как дымовые гранаты или лазерные маркеры, чтобы отвлечь угрозу от боевой машины.

Одна из наиболее эффективных технологий активной защиты – это системы на основе управляемых ракет, которые способны обнаруживать и уничтожать летящие в их направлении боеприпасы на расстоянии от нескольких десятков до нескольких сотен метров.

ДЗ – это система, которая использует взрывные заряды для защиты боевой машины. Когда угроза обнаруживается, ДЗ автоматически запускает взрывные заряды, которые создают волну давления, чтобы отклонить угрозу от боевой машины.

Пассивная защита включает в себя использование различных элементов и конструкций, которые предназначены для снижения поражающей силы взрывов, падения снарядов и других угроз на военные объекты и персонал. К таким элементам можно отнести специальные взрывозащитные покрытия, бронированные конструкции и сооружения, резервные системы электроснабжения, ячеистые наполнители, где энергия снаряда используется для ослабления, торможения, или нейтрализации основного поражающего фактора. [3]

Развитие комплексов активной и динамической защиты (КАЗ и ДЗ) началось еще в 60-х годах прошлого века. В то время были созданы первые прототипы КАЗ, которые представляли собой системы, способные обнаруживать и отражать кумулятивные снаряды. В дальнейшем, КАЗ были усовершенствованы и стали способными защищать бронетехнику от других видов оружия, включая реактивные снаряды и прочие угрозы.

Попытка установки на бронемашинах систем динамической защиты в своё время была оценена танкистами резко негативно из-за использования взрывчатого вещества как одного из основных элементов системы защиты. Танкисты опасались, что экипажу и технике будет нанесено дополнительное поражающее действие.

Было проведено большое количество экспериментов, доказывающих минимизацию последствий при попадании снаряда в пакет с взрывчатым веществом т.к. поражающий эффект отводится в сторону. [4].

С появлением новых видов оружия, таких как противотанковые ракеты, была улучшена динамическая защита (ДЗ), которая представляет собой систему, способную уничтожать летящие к бронетехнике снаряды. ДЗ работает по принципу взрыва специальных

зарядов, которые создают волны давления, способные разрушить летящий к бронетехнике снаряд.

Современные КАЗ и ДЗ представляют собой сложные системы, которые используют различные датчики и алгоритмы для обнаружения и отражения угроз. Они также могут быть интегрированы с другими системами бронетехники, такими как системы навигации и управления огнем. Это позволяет активно развивать возможности для повышения координации работы существующих комплексов активной и пассивной защиты, что обеспечивает более эффективное функционирование этих систем в условиях реальных военных конфликтов. [5]

Важным направлением в развитии систем защиты является усовершенствование технологий связи и передачи данных. Военные технологии связи и передачи данных позволяют своевременно получать информацию об угрозах и оперативно принимать меры по ихнейтрализации. Системы связи с высокой скоростью передачи данных, развернутые в местах возможных военных конфликтов, также играют важную роль в координации работы существующих комплексов активной и пассивной защиты. [6]

Обслуживание и ремонт КАЗ и ДЗ являются важными аспектами их эксплуатации. Для обслуживания КАЗ и ДЗ необходимы высококвалифицированные специалисты, которые могут проводить регулярную проверку и настройку систем. Ремонт КАЗ и ДЗ может быть сложным и требует специализированного оборудования и материалов. [7]

Обслуживание и ремонт КАЗ и ДЗ включает в себя регулярную проверку и тестирование системы, замену поврежденных деталей и обновление программного обеспечения. Это необходимо для того, чтобы система всегда была готова к действию и могла эффективно защищать боевую машину.

В последние годы, разработчики КАЗ и ДЗ активно используют новые технологии и материалы для улучшения эффективности систем. Например, некоторые системы используют лазеры для уничтожения летящих к бронетехнике снарядов, а другие используют специальные материалы, которые могут защитить бронетехнику от ударов.

В целом, развитие комплексов активной и динамической защиты является непрерывным процессом, который требует постоянного совершенствования и инноваций. Однако, благодаря этим системам, бронетехника может быть защищена от различных видов оружия, что повышает ее боеспособность и безопасность экипажа.

Комплексы активной и динамической защиты (КАЗ и ДЗ) являются важными системами для защиты боевых машин от различных видов

угроз. КАЗ использует радиолокационные датчики для обнаружения и перехвата угрозы, а ДЗ использует взрывные заряды для уничтожения угрозы.

Обслуживание и ремонт КАЗ и ДЗ включает в себя регулярную проверку и техническое обслуживание системы, чтобы гарантировать ее правильную работу. Это может включать в себя проверку датчиков, замену контрмер и зарядов, а также обновление программного обеспечения системы.

Развитие КАЗ и ДЗ является важным направлением в области защиты боевых машин. Эти системы обеспечивают эффективную защиту от различных видов угроз и способствуют повышению безопасности боевых машин и их экипажей. Регулярное обслуживание и ремонт КАЗ и ДЗ является необходимым для обеспечения их правильной работы и эффективной защиты боевых машин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лепешанский И.Ю., Пепеляев А.В., Брускин Е.В., Герасимов С.Д., Русанов А.А., Погодаев Д.В. Устройство бронетанковой техники. Омск: Изд. ОмГТУ, 2011, Ч.1. 157 с.
2. Активная защита [Электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B7%D0%B0%D1%89%D0%B8%D1%82%D0%B0 (дата обращения: 06.04.2023).
3. Макаров Г.Г., Ракимжанов Н.Е., Алимбаева Б.Ш., Божко И.Ю. Совершенствование пассивной бронезащиты танков / 100 лет Отечественному танкостроению. Состояние и развитие бронетанкового вооружения и техники: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 100-летию Отечественного танкостроения. (Омск 11 сен. 2020 г.), 2020. С. 111-117
4. Сунгурев А.С., Гарманов С.С. Обзор комплексов активной защиты для наземной техники // Современные научные исследования и инновации. 2017. №5. С. 153-161.
5. Авдеев Ю.В. Броня крепка, но хочется и гибкости [Электронный ресурс] URL: https://nvo.ng.ru/armament/2021-07-29/4_1151_tanks.html (дата обращения: 10.03.2023).
6. Система связи и управления в Вооружённых Силах Российской Федерации [Электронный ресурс] URL: https://function.mil.ru/news_page/country/more.htm?id=12200524%40cmsArticle (дата обращения: 06.04.2023).
7. Дуганова Е.В. Особенности подбора оборудования для участка

по ремонту двигателей / сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. молодых учёных БГТУ им. В.Г. Шухова. (Белгород 01–20 мая 2019 г.), 2019 С. 2117-2120

УДК 623

Яшин С.С.

Научный руководитель: Дуганова Е.В., канд. техн. наук. доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

БЕЗОПАСНОСТЬ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ И ЕЁ ЭКИПАЖА

Военная техника и её экипаж являются ключевыми элементами в современных военных операциях, из-за чего безопасность экипажа военной техники является основополагающим вопросом для инженеров-конструкторов. Однако, несмотря на значительные достижения в области технологий и инженерии, безопасность военной техники и её экипажа всё ещё остаётся одной из наиболее актуальных проблем в военной сфере. В данной статье мы рассмотрим основные аспекты безопасности военной техники и её экипажа, а также представим современные методы и технологии, которые используются для обеспечения безопасности военных операций.

Одним из основных аспектов безопасности военной техники и её экипажа является защита от воздействия вражеских средств поражения. Для этого используются различные средства защиты, такие как бронирование, активная и пассивная защита, системы оптической и радиолокационной разведки. Среди последних важную роль играют датчики, работающие в радиометрическом, радиолокационном, лазерном, тепловом и инфракрасном диапазонах. [1]

Наиболее распространённым типом танковых снарядов в вооружённых силах мира стали кумулятивные снаряды. Их применение создаёт эффект Манро, который образуется при попадании кумулятивного снаряда в цель: кумулятивная струя создаёт давление в сотни тонн на сантиметр квадратный, что приводит к обширным повреждениям машины от осколков и расплавленных элементов бронезащиты.

Бронирование является одним из наиболее распространенных средств защиты военной техники и её экипажа. Оно может быть выполнено из различных материалов, таких как сталь, керамика, композитные материалы. Бронирование обеспечивает защиту от

прямых попаданий вражеских снарядов и боеприпасов, а также от осколков. Современная бронезащита выполняется модульной и состоит из нескольких слоёв различных металлов и в некоторых случаях дополняется неметаллическими дополнениями. Ранее применялась комбинация сталь-алюминий-сталь, что сокращало общую массу, но при этом не снижало противокумулятивную стойкость бронирования.

Активная защита представляет собой систему, которая обнаруживает и уничтожает вражеские снаряды и боеприпасы до того, как они достигнут цели. Она может быть выполнена в виде системы ПРО, которая использует ракеты для уничтожения вражеских снарядов, или в виде системы РЭБ, которая использует радиолокационные помехи для нарушения работы вражеских систем управления. [2]

Полуактивная защита представлена пакетами с инертным наполнителем и стальными пластинами, а также бронёй с ячеистым наполнителем из множества ячеек в блоках.

Пассивная защита включает в себя различные меры, направленные на снижение вероятности поражения военной техники и её экипажа. К ним относятся маскировка, использование траншей, установка дымовых завес, противокумулятивных экранов, твёрдых наполнителей броневых преград, динамической защиты, а также композитных видов бронирования, препятствующих выведению машины из строя кумулятивной струёй от столкновения с элементами защиты, отвечающими на повреждение направленной на поражающий элемент силой. [3]

Установка на бронемашинах систем динамической защиты в своё время была оценена танкистами резко негативно из-за наличия взрывчатого вещества как одного из основных элементов системы, нацеленной на спасение людей и техники от прохождения снарядом бронеплит и его разрыва внутри танка с последующим уничтожением как боевой единицы, так и членов экипажа. Было проведено большое количество экспериментов, доказывающих минимизацию последствий при попадании снаряда в пакет с взрывчатым веществом т.к. поражающий эффект отводится в сторону. [4]

Броня с ячеистым наполнителем сделана из блоков ячеек с квазижидким/жидким веществом. Кумулятивная струя при пробитии такой ячейки распространяет ударную волну, которая при столкновении отражается в обратную сторону. Данное действие создаёт помехи кумулятивной струе, замедляя её распространение или полностью разрушая детонационную волну, предотвращая дальнейшее углубление разрушений брони техники. [5]

Сама по себе пассивная защита является более доступным и дешёвым средством защиты, если сравнивать с комплексами активной защиты, но она не всегда эффективна против современных средств поражения, из-за чего они применяются совместно.

Системы оптической и радиолокационной разведки позволяют обнаруживать вражеские средства поражения на больших расстояниях и своевременно принимать меры по их уничтожению или уходу от них.

Станция предупреждения об облучении (СПО) обычно используется на вертолётах и самолётах боевой авиации, но аналогичные системы существуют и для танков, кораблей, иных единиц бронетехники/иных гражданских и военных объектов, способных к передвижению.

В авиации оно обнаруживает излучение РЛС, пеленгует надводные, бортовые и наземные радиолокационные системы (РЛС) и предупреждает экипаж о режиме работы радаров (сопровождение, поиск, наведение), разделяет цели по опасности, измеряет мощность сигнала, направленную на боевую единицу для оценки дальности.

Таким образом, современные методы и технологии обеспечения безопасности военной техники и её экипажа включают в себя широкий спектр средств защиты, которые позволяют снизить вероятность поражения и повысить эффективность военных операций.

Одним из методов нейтрализации и облегчения повреждений конечностей экипажа на данный момент является фальшпол и специализированные подставки для ног, жёстко крепящиеся к сидениям, за счёт чего происходит минимизация сжимающих сил, действующих на ноги членов экипажа. [6]

Кроме того, для обеспечения безопасности военной техники и её экипажа используются системы управления боевыми действиями, которые позволяют эффективно координировать действия военной техники и её экипажа в условиях боевых действий.

Важно отметить, что безопасность военной техники и её экипажа зависит не только от использования средств защиты, но и от квалификации и опыта экипажа, а также от правильной эксплуатации техники, своевременного обслуживания и правильной диагностики. [7] Поэтому обучение и тренировки экипажей являются неотъемлемой частью обеспечения безопасности военной техники и её экипажа. Обеспечение безопасности военной техники и её экипажа является задачей не только для военных специалистов, но и для гражданских инженеров и учёных. Разработка новых материалов и технологий, которые могут быть использованы для защиты военной техники и её экипажа, является важным направлением научных исследований.

В целом, обеспечение безопасности военной техники и её экипажа является сложной и многогранной задачей, которая требует использования различных средств защиты и систем управления. Однако, благодаря постоянному развитию технологий и инженерии, современная военная техника и её экипаж имеют всё больше возможностей для обеспечения своей безопасности и эффективного выполнения боевых задач.

Важно учитывать и изменчивость современных боевых условий, чтобы вовремя адаптироваться к ним. Например, в условиях городской войны, когда враг может находиться в зданиях и на крышах, важно использовать специальные средства защиты, такие как системы защиты от мин и гранат, а также системы ночного видения и термального зрения (тепловизоры).

Также важно учитывать возможность кибератак на военную технику и её системы управления. Для защиты от таких атак используются специальные системы киберзащиты и шифрования данных.

В заключение можно сказать что безопасность военной техники и её экипажа является одной из наиболее важных задач в военной сфере. Для её обеспечения используются различные средства защиты, системы управления и обучения экипажей. Однако, в связи с изменчивостью современных боевых условий, необходимо постоянно совершенствовать методы и технологии обеспечения безопасности военной техники и её экипажа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Петров В.А., Сильников М.В., Сазыкин А.М., Алешин А.С. Актуальные проблемы защиты и безопасности. М.: Изд. ФГБУ «Российской академии ракетных и артиллерийских наук», 2020. 636 с.
2. Гусев Д.А. Комплексы активной защиты // Известия ТулГУ. Технические науки. 2016. №12-4. С. 90-104
3. Сергеев Д. Неубиваемые: что делает броню современных российских танков столь совершенной [Электронный ресурс] URL: <https://tvzvezda.ru/news/201609110827-8192.htm> (дата обращения: 06.04.2023).
4. Защита современной бронетехники [Электронный ресурс] URL: <https://awru.my.games/news/1725.html> (дата обращения: 10.03.2023).
5. Активная защита [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0>

%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B7%D0%B0%D1%89%D0%B8%D1%82%D0%B0 (дата обращения: 06.04.2023).

6. Рябов Д.М., Смирнов А.А., Бутарович Д.О. Оценка влияния размещения нижних конечностей экипажа бронеавтомобиля на травмобезопасность при подрыве // Известия вузов. Машиностроение. 2012. №3.

7. Дуганова Е.В. особенности организации участка по техническому обслуживанию и ремонту бензиновой топливной аппаратуры / сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. молодых учёных БГТУ им. В.Г. Шухова. (Белгород 01–20 мая 2019 г.), 2019 С. 1845-1848