

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»
Всероссийский фестиваль науки
Областной фестиваль науки



Сборник докладов

Часть 9

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

Белгород
13-14 октября 2022 г.

УДК 005.745

ББК 72.5

М 43

М 43

**XIV Международный молодежный форум
«Образование. Наука. Производство»: эл. сборник
докладов [Электронный ресурс]: Белгород:
БГТУ им. В.Г. Шухова, 2022. – Ч. 9. – 164 с.**

ISBN 978-5-361-01063-9

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения XIV Международного молодежного форума «Образование. Наука. Производство»

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 978-5-361-01063-9

©Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2022

Оглавление

Бодяков А.Н., Иванов А.М., Волошкин Д.В. СТАБИЛИЗАЦИЯ РАСПАДАЮЩИХСЯ ШЛАКОВ ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ	7
Бодяков А.Н. УСТОЙЧИВОСТЬ ШЛАКОВЫХ СТРУКТУР.....	10
Бондаренко С.Н., Красавин С.Р., Шаров Э.А. К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ РЕСАЙКЛЕРОВ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ	15
Бондаренко С.Н., Шаров Э.А. ОБЗОР ДОБАВОК ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ УКРЕПЛЕНИИ ГРУНТОВ.....	18
Гридчина В.А. ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕТОНОВ	22
Дмитриева К.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА БЕЛГОРОДА ПО ПОКАЗАТЕЛЮ АКТИВНОСТИ ПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ.....	26
Зезюков А.Е., Лихоманов Д.Д. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ.....	31
Зезюков А.Е., Лихоманов Д.Д. АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ С ЗАДАННЫМИ ТРАЕКТОРИЯМИ ДВИЖЕНИЯ ПОМОЛЬНЫХ КАМЕР	35
Зезюков А.Е., Лихоманов Д.Д. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ В ЦЕНТРОБЕЖНОМ ПОМОЛЬНОМ АГРЕГАТЕ	40
Ишутин В.К., Атаманенко Н.В., Акулов А.А.	

АНАЛИЗ СПОСОБОВ БОРЬБЫ С КОРРОЗИЕЙ НА ТРАНСПОРТЕ	45
Канунников И.А.	
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ В ВОДОСНАБЖЕНИИ	50
Карабашева Ю.А.	
АНАЛИЗ ДТП С УЧАСТИЕМ ПЕШЕХОДОВ	53
Курлыкина А.В., Киндеев О.Н.	
БИТУМЫ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ	58
Лапшина Д.И.	
АНАЛИЗ ДТП С УЧАСТИЕМ ДЕТЕЙ	63
Лопухов Н.Р., Мирошниченко А.В.	
КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДВУХРОТОРНОГО ШРЕДЕРА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ	67
Майер С.С., Денисова В.А.	
КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ СОСТАВОМ РЕЛЬСОВОЙ СМАЗКИ И ТРЕНИЕМ	70
Малышев А.А., Воля А.П.	
СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА В БЕЛГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ	76
Наволокина С.Н.	
ВЛИЯНИЕ СЭВИЛЕНА НА ДИНАМИЧЕСКУЮ ВЯЗКОСТЬ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЯЖУЩЕГО	80
Немихина С.А.	
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕВЕРНОГО ШИРОТНОГО ХОДА В РОССИИ	87
Польшин А.А., Мальцев А.К., Шуринов А.А.	

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ КОМПОЗИТНОГО ИЗДЕЛИЯ ИЗ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРА.....	90
Польшин А.А., Мальцев А.К., Шуринов А.А.	
ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАПОЛНЕНИЯ ОБОЛОЧКОВЫХ ФОРМ КОМПАУНДАМИ.....	94
Потапов Д.Ю.	
ОБЗОР МЕТОДОВ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТА И ОЦЕНКА ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПРИМЕНИМОСТИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	97
Ситников А.О., Акулов А.А., Ерпулёв В.А.	
ПОЛИМЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ.....	103
Скукин А.А. ¹ , Польшин А.А. ² , Мальцев А.К. ²	
МЕТАЛЛ-МЕТАЛЛПОЛИМЕРНАЯ ПРЕСС-ФОРМА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕМОНТНЫХ ДЕТАЛЕЙ ДОРОЖНЫХ МАШИН.....	107
Смирнов К.Л., Перькова А.Ю., Сочнев Р.А.	
ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДИТЕЛЯ	113
Тарасов А.И., Антоненко Н.А.	
МАШИНЫ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ГЛИНЯНЫХ МАСС.....	118
Трифорова А.А.	
МОДЕРНИЗИРОВАННЫЕ ВИДЫ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ..	123
Химич А.В.	
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ В РОССИИ	128
Ходяков В.А.	
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТРЁХМЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ ИСПЫТАНИИ ПУТЕПРОВОДА	134

Чан А.В.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ
ТРАНСПОРТА 138

Шакиров Д.Р.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ
СОБЛЮДЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ДОРОГАХ..... 142

Швецов В.В.

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ЛЕСТНИЧНОГО
ПОДЪЕМНИКА ДЛЯ ПОДЪЕМА ЛИФТОВОГО
ОБОРУДОВАНИЯ И МОНТАЖНЫХ ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ... 146

Шеховцов Д.Г.

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ
СИСТЕМ С ЭЛЕКТРОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ..... 151

Шеховцов Д.Г.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ СИСТЕМ С
ЭЛЕКТРОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ 156

Шеховцов Д.Г.

СИНХРОНИЗАЦИЯ В МОТОР-ТЕСТЕРАХ 160

Бодяков А.Н., Иванов А.М., Волошкин Д.В.

Научный руководитель: Маркова И.Ю., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

СТАБИЛИЗАЦИЯ РАСПАДАЮЩИХСЯ ШЛАКОВ ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ

На современном этапе в металлургической промышленности обострены проблемы увеличения отходов производства [1.2]. Эта тема является актуальной, о чем свидетельствует число научно-технических публикаций на эту тему [3-6]. Для разрешения этой проблемы необходимо рассматривать отходы смежной промышленности с точки зрения других отраслей. Основная причина, по которой сталь часто используется связана с ее уникальным сочетанием прочности, долговечности, обрабатываемости и стоимости. Однако, являясь одной из крупнейших в мире отраслей промышленности, сталеплавильная промышленность, как известно, оказывает значительное влияние на экологическую обстановку.

В транспортном строительстве существует проблема нехватки каменных строительных материалов. Именно поэтому есть необходимость в исследовании возможности увеличения применения неиспользуемых материалов. На сегодняшний день можно выделить перспективное направление – использование отходов металлургического производства. Одним из наиболее распространенных видов таких отходов являются шлаки металлургического производства

Исследования шлаков в целом можно разделить на две категории: повторное использование и воздействие на окружающую среду. Исследования повторного использования шлаков подразделяются на три основных направления: использование шлака в качестве строительного материала, извлечение металлов из шлака и использование шлака для восстановления окружающей среды. Последние исследования показали, что выход первичного шлака на тонну стали, составляет 12–15%, а процент вторичного шлака составляет около 3%. Если не перерабатывать сталеплавильный шлак, то его необходимо утилизировать в отвалах. Таким образом, на отвалах, происходит постоянное увеличение количества вывозимых отходов. Повторное использование сталеплавильного шлака для переработки и повторного использования, можно рассматривать как

способ ограничить количество сбрасываемых в отходы ресурсов, что в свою очередь позволит снизить потребление природных строительных материалов. По этим причинам в последнее время было проведено большое количество экспериментальных исследований по изучению возможности частичной или полной замены природных заполнителей сталеплавильным шлаком в качестве конструкционных материалов. Большинство исследований в этой области охватывало химические, физические и геометрические свойства металлургических шлаков.

Современный сталеплавильный шлак производится либо в кислородной печи (конверторе), где железо превращается в сталь, либо в электродуговой печи (ДСП), где сталь производится путем плавки стального лома. Физико-механические показатели шлаков делают возможным применение их в качестве основных строительных материалов для использования в асфальтовых покрытиях, железнодорожном балласте и в качестве материала для борьбы со снегом и льдом и др. Большинство проблем связаны с его потенциальным расширением, поэтому необходимо проводить испытания по оценке содержания свободных оксидов кальция (CaO) и магния (MgO). Интерес к шлакам неуклонно растет, и из-за большого объема, порядка 400 млн. т. производится по всему миру ежегодно, необходимо понимать потенциальное экологическое влияние этого материала и его роль как ценного ресурса [3-6].

Наиболее полно изучены и описаны результаты стабилизации шлака боратами. Поскольку бор может перейти из шлака в сталь и повлиять на металлургические свойства стали, бораты вводили в шлак после того как он отделялся от металла (при скачивании шлака из ковша перед вакуумированием ковша с металлом и при сливе шлака из ковша после разливки металла). Бораты вводились в струю шлака или в шлаковую чашу с расходом от 8 до 10 кг/т стали. Не боратная стабилизация предполагает введение в состав шлака фосфатов, или же оксидов Cr_2O_3 , V_2O_5 ; P_2O_5 ; MnO ; As_2O_5 . Введение этих оксидов предотвращает полиморфную деформацию кристаллов $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, и предотвращает образование $\gamma\text{-}2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$. Введение в состав шлака оксида фосфора, может негативно сказаться на составе выплавляемой стали, за счет перехода фосфора в ее состав. Содержание фосфора в стали строго регламентируется, так как повышенное содержание фосфора приводит к реологическим изменениям свойств стали. Введение оксида As недопустимо, так как этот химический элемент являет сильнодействующим ядом. Быстрое охлаждение с целью предотвращения полиморфного превращения является стандартной практикой в цементной промышленности. Многочисленные

исследования доказали взаимосвязь между скоростью охлаждения, окончательным минералогическим составом и гидравлическими свойствами клинкера. Применительно к металлургической технологии эффективность метода подтверждена в анализируемых работах. По данным источников для осуществления стабилизации высокотемпературных модификаций белита, скорость охлаждения шлака должна быть не менее 5 град./сек.

Одним из перспективных направлений исследования является использование отходов металлургического производства. Невостребованность таких материалов обуславливается не постоянством их физико-химических свойств и низких эксплуатационных показателей. Одним из наиболее крупнотоннажных отходов металлургического производства являются шлаки. С учетом того, что с каждым годом объем выплавки стали в мире, а также в России, неуклонно растет, то и количество образованных и накопленных отходов не снижается. Переработка и утилизация этих отходов является дорогостоящей, и при этом наносит немалый вред экологии. Проанализировав эти ключевые факторы, была выявлена необходимость разработки эффективной и недорогой технологии, позволяющей избежать, или максимально снизить, возможность образования некондиционных материалов, накапливающихся в отвалах.

Работа выполнена в рамках Программы «Приоритет 2030» на базе БГТУ им. В.Г. Шухова. Работа выполнена с использованием оборудования ЦВТ на базе БГТУ им. В.Г. Шухова

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 5578-2019 «Щебень и песок из шлаков черной и цветной металлургии для бетонов. Технические условия.» Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019 год.

2. ГОСТ 3344-83 «Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства. Технические условия» М: Стандартинформ, 2007 год.

3. Демин Б.Л., Сорокин Ю.В., Щербаков Е.Н., Шарафутдинов Р.Я. Технические решения по переработке самораспадающихся шлаков. Екатеринбург, 2012. С. 236-240.

4. Бодяков, А. Н. Актуальные проблемы металлургических шлаков / А. Н. Бодяков, Д. В. Бугряшов // Образование. Наука. Производство: XIII Международный молодежный форум, Белгород, 08–09 октября 2021 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. – С. 1016-1020. –

EDN RMLLCI.

5. Морозов, Е. Н. Методы стабилизации шлаков сталеплавильного производства / Е. Н. Морозов, Д. Р. Скачко // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова: Материалы конференции, Белгород, 30 апреля – 2021 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. – С. 2191-2193. – EDN HSKADP

6. Bodyakov, A. N. Stabilization of metallurgical slug from arc steel-making furnaces / A. N. Bodyakov, K. V. Meshkova, G. S. Dukhovny // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: BUILDINTECH BIT 2020. INNOVATIONS AND TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION, Belgorod, 08–09 октября 2020 года. Vol. 945. – Belgorod: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012082. – DOI 10.1088/1757-899X/945/1/012082. – EDN TIVNUX.

УДК 691.31

Бодяков А.Н.

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

УСТОЙЧИВОСТЬ ШЛАКОВЫХ СТРУКТУР

Распад шлаков и методы его предотвращения. Распадом шлаков называют способность некоторых разновидностей шлаков при определенных условиях самопроизвольно разрушаться или рассыпаться в порошок. Для доменных шлаков характерны марганцовистый, железистый и силикатный распады. Первые два вида распада встречаются довольно редко и изучены недостаточно. Причина их, по-видимому, связана с гидролизом сульфидов марганца и закиси железа, что подтверждается побурением шлака вдоль участков разрушения или, например, отсутствием распада в шлаках, весьма богатых закисью железа, но с небольшим содержанием серы. Наиболее распространенным видом распада доменных шлаков является силикатный.

Причиной силикатного распада доменных шлаков являются полиморфные превращения двухкальциевого силиката [1-3].

Известно пять полиморфных модификаций двухкальциевого силиката: высокотемпературная α -форма, две промежуточные стабильные α_n , α_L , промежуточная метастабильная β и низкотемпературная γ .

удельного объема примерно на 12%, что является причиной силикатного распада шлаков.

Множество способов и формул для оценки устойчивости шлака против силикатного распада в зависимости от его химического состава свидетельствует об отсутствии универсальной связи между этими понятиями и недостаточной надежности ее в конкретных случаях. Это обусловлено, во-первых, тем, что в формулах расчета используются средние данные процентного содержания оксидов в шлаках. Соответствие их содержанию в реальном шлаке в значительной мере определяется стабильностью шлака по химическому составу в процессе плавки. Во-вторых, невозможно с достаточной точностью прогнозировать процесс кристаллизации шлака, ввиду того что, диаграммы состояния не учитывают многокомпонентное шлака, влияния микропримесей и не моделируют условий охлаждения шлака.

При кристаллизации реальных расплавов могут формироваться структуры шлака, которые можно условно назвать псевдоустойчивыми. Это состояние шлака является основной причиной различных толкований оценки количества двухкальциевого силиката в шлаке, вызывающего распад, и времени, по истечении которого наблюдается распад шлака. Примеси, имеющиеся в шлаке, и некоторые условия охлаждения в производственных условиях могут обладать стабилизирующим эффектом и на неопределенное время или до определенного момента задерживать переход β в γ -форму.

Несмотря на то что полиморфизм двухкальциевого силиката обычно связывают только с его температурным состоянием, многие исследователи наблюдали процесс рассыпания шлаков через различное время (от суток до года) после их выхода из печи.

Нет единого мнения и в оценке количества двухкальциевого силиката, вызывающего распад шлака. Но различным источникам он оценивается от 1 до 25% [1-4]. Отсюда следует, что между нераспадающимися и распадающимися шлаками существует область таких шлаков, где процесс полиморфизма двухкальциевого силиката значительно сложнее классических схем полиморфизма. Прогноз устойчивости таких шлаков не надежен, и до получения убедительных данных их по химическим критериям устойчивости можно рассматривать как распадающиеся.

Одним из рациональных путей получения устойчивых шлаков является печная стабилизация, т.е. получение шлаков с устойчивой структурой в процессе самой плавки. Существует также несколько методов предотвращения силикатного распада. Один из них - термический, при котором кристаллизация тормозится резким

охлаждением (закалкой), — реализован в технологии производства гранулированного шлака.

Выделение двухкальциевого силиката можно предотвратить так называемой направленной кристаллизацией расплава с помощью специально подобранных режимов охлаждения. Внепечная стабилизация распадающихся шлаков пока доступна лишь двумя способами — минералохимическим и кристаллохимическим.

Первый способ основан на регулировании процесса кристаллизации расплава при помощи изменения химического состава шлака вне печи. Он требует миксеризации жидкого шлака и больших количеств стабилизирующих добавок. Последние работы, направленные на то, чтобы исключить миксеризацию жидкого шпача при минералохимическом методе стабилизации. Они основаны на том, что структурные составляющие шлакового расплава при выпуске его из печи находятся еще в активном состоянии, а вторичные реакции, дающие дополнительные количества двухкальциевого силиката, не завершены (например, раскисление ольдгамита в свободный оксид кальция с последующим взаимодействием его с ранкинитом и псевдоволластонитом). В связи с этим, кислые стабилизирующие добавки должны вступать в химическое соединение с имеющимися и возникающими компонентами шлака в момент их выпуска из печи и исключать кристаллизацию двухкальциевого силиката.

Второй способ — кристаллохимический - в значительной степени свободен от недостатков минералохимического способа, поэтому экономически более целесообразен.

Известно, что на полиморфные превращения двухкальциевого силиката значительное влияние оказывают небольшие добавки некоторых соединений [5]. Таким свойством обладают добавки, способные в достаточной мере растворяться в высокотемпературных полиморфных формах двухкальциевого силиката с образованием твердых растворов. При этом в результате изменения сил электростатического взаимодействия между ионами в элементарной ячейке повышается или понижается температура полиморфного превращения. Если при этом температура перехода одной модификации в другую понижается до точки, когда примесь уже не в состоянии выделиться, то более высокотемпературная модификация оказывается стабильной в обычных условиях. Эти свойства твердых растворов явились основой разработки метода кристаллохимической стабилизации двухкальциевого силиката. Механизм замещения в решетке двухкальциевого силиката стабилизирующими добавками довольно сложен и недостаточно изучен. До последнего времени

считалось, что стабилизирующие добавки должны обладать изоморфностью со стабилизируемой формой двухкальциевого силиката, т.е. иметь сходные структуры кристаллических решеток, однотипный химический состав и близкие значения параметров кристаллической решетки (разница в ионных радиусах не должна превышать 15%). При использовании кристаллохимического метода стабилизации всегда необходимо учитывать технологические факторы, влияющие на скорость зародышеобразования и возникновения тех или иных соединений в зависимости от среды и температуры.

Работа выполнена в рамках Программы «Приоритет 2030» на базе БГТУ им. В.Г. Шухова. Работа выполнена с использованием оборудования ЦВТ на базе БГТУ им. В.Г. Шухова

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горшков В.С. Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ: учеб. пособие. //М.: Высшая школа, 1981. – 335 с.

2. Атлас шлаков / Под ред. И.С. Куликова.: Пер. с нем. – М.: Металлургия, 1985. – 208 с

3. Комплексная переработка и использование металлургических шлаков в строительстве / В. С. Горшков, С. Е. Александров, С. И. Иващенко, И. В. Горшкова; Под ред. В. С. Горшкова. - М. : Стройиздат, 1985. - 273 с.

4. Транспортные свойства металлических и шлаковых расплавов: Справочник / Б.М. Лепинских, А.А. Белоусов, С.Г. Бахвалов и др. / Под ред. Н.А. Ватолина. – М.: Металлургия, 1995. – 649 с

5. Bodyakov, A. N. Stabilization of metallurgical slug from arc steel-making furnaces / A. N. Bodyakov, K. V. Meshkova, G. S. Dukhovny // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : BUILDINTECH BIT 2020. INNOVATIONS AND TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION, Belgorod, 08–09 октября 2020 года. Vol. 945. – Belgorod: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012082. – DOI 10.1088/1757-899X/945/1/012082. – EDN TIVNUX.

*Бондаренко С.Н., Красавин С.Р., Шаров Э.А.
Научный руководитель: Маркова И.Ю., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ РЕСАЙКЛЕРОВ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ

Почти для каждого региона Российской Федерации сохранить целостность дорожного покрытия является большой проблемой, которая требует немедленного решения с точки зрения развития строительства дорожной сети в нашей стране как на территории крупных городов, так и в незначительных населенных пунктах, а также на дорожных участках, соединяющих их. Но учитывая географическое положение России, и какие обширные территории с разными климатическими условиями она занимает, возникают трудности решения этой задачи. Эксплуатационная надежность дорожного покрытия зависит не только от качества дорожной одежды и правильной технологии её укладки, но и от состояния земляного полотна под ней.

Повысить качество как дорожной одежды, так и земляного полотна можно применяя технологию укрепления грунтов. Данная технология предназначена для повышения устойчивости дороги под действием больших нагрузок, а также позволяет использовать местный материал, исключая применения привозного каменного материала, удорожающего строительство.

Под технологией укрепления грунтов понимают всю совокупность мероприятий: включающих внесение вяжущих и других веществ, последовательное выполнение всех предусмотренных технологических операций, обеспечивающих в конечном итоге коренное изменение свойств укрепляемых материалов, с приданием им требуемой прочности, водо- и морозостойкости [1].

Одной из ключевых технологических операций по устройству слоя из укрепленного грунта является качественное перемешивание грунта с вяжущими и различными добавками. Как правило перемешивание осуществляют по двум технологиям: 1 - применение смесительных установок в которых перемешивается смесь, а затем доставляется на место укладки; 2 - приготовление непосредственно на площадке строительства с применением ресайклеров или фрез (смешение на дороге) [2].

Особой популярностью пользуются ресайклеры. Ресайклер (холодный регенератор) – специальная самоходная машина на колесном шасси, предназначенная для холодной регенерации старого поврежденного покрытия на большую глубину (от 15 до 50 см) при реконструкции и капитальном ремонте автомобильных дорог [3]. Наиболее популярные модели ресайклеров и их характеристики приведены в (таблице 1).

Таблица 1 – Основные характеристики ресайклеров

Название механизма	Масса	Рабочая глубина	Рабочая ширина	Мощность
Remixer 4500	47900 кг	0-60 мм	3000-4500 мм	240кВт/326 ЛС
W 240 CR	48500 кг	350 мм	2350 мм	708кВт/963 ЛС
WR 250	31700 кг	560 мм	2400 мм	571кВт/777 ЛС

Технологические процессы при технологии смешения на дороге ресайклером следующее: профилирование рабочего слоя земляного полотна автогрейдером, уплотнение рабочего слоя земляного полотна самоходным катком на пневмошинах; размельчение грунта ресайклером; распределение добавки с использованием распределителя сухих смесей (в случае применения порошковой добавки); перемешивание грунта, укрепленного добавкой увлажнение до оптимальной влажности (в случаи применения добавки в виде жидкого концентрата добавляется вместе с водой на данном этапе), ресайклером; разравнивание и профилирование слоя укрепленного грунта автогрейдером; уплотнение слоя укрепленного грунта самоходным катком на пневмошинах; распределение по поверхности укрепленного грунта пленкообразующего материала.

При применении ресайклера контролируют качество размельчения грунта, оно считается достаточным при условии, что во взятой пробе грунта количество частиц размером более 5 мм не превышает 25 % от веса грунта, в том числе содержание частиц более 10 мм не превышает 10 %. При необходимости грунт размельчают повторно.

За качественное перемешивание в ресайклере отвечает главный рабочий орган – фреза [4]. Данный орган отделяет материал от дороги, разрыхляет, измельчает. Схема его работы приведена на (рисунке 1).

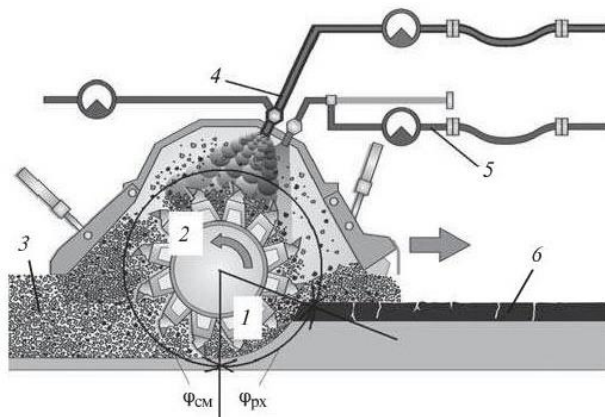


Рис. 1 Схема работы фрезы ресайклера при совмещении операций рыхления и смешивания разрыхленного материала:

1 и 2 – зоны активного соответственно рыхления и смешивания; 3 – новая смесь; 4 – добавка вяжущих веществ; 5 – добавка воды; 6 – повреждённый асфальтобетонный слой или неукрепленный слой основания

Внимание исследователей сосредоточено на модернизации работы данного механизма [5]. Ведутся работы по автоматизированному управлению фрезой для того чтобы уменьшить трудозатраты, увеличить эффективность ее работы, в ходе которой оператор бы мог выбирать скорость её вращения в зависимости от перерабатываемого грунта. Измельчение грунта происходит за счёт большого крутящего момента вала фрезы и малой рабочей скорости. А процесс перемешивания грунта с вяжущим, наоборот, протекает на малых крутящих моментах вала и больших рабочих скоростях. При работе фрезы в более мягком грунте её скорость увеличивается, а значит и увеличивается износ режцов, что отрицательно сказывается на обслуживании. Поэтому вместе с автоматизацией следует учитывать и обеспечивать наиболее оптимальные условия работы ресайклера. Такие условия зависят от толщины срезаемого грунта, которая в свою очередь влияет на скорость вращения фрезерного барабана, а значит и на износ самих режцов. Именно поэтому при переработке грунта следует принимать оптимальную толщину слоя 75-150 мм.

Научные разработки, связанные с модернизацией ресайклера являются достаточно актуальными так как при укреплении грунтов важным моментом является обеспечение качества укладки грунтобетона, для того чтобы заложенные характеристики при проектировании его состава оставались неизменными.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дмитриева, Т. В. К вопросу о терминологии при разработке грунтобетонных оснований автомобильных дорог / Т. В. Дмитриева, Н. П. Куцына, А. А. Безродных // Научно-технические технологии и инновации: Электронный сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 29 апреля 2019 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2019. – С. 21-24.

2. Савченкова О. Н., Чудинов С. А. Технологические требования по укреплению грунтов стабилизирующей добавкой «СЦ» //Материалы XIII Международной научно-технической конференции. – УГЛТУ, 2021. – С. 419-423.

3. Селиверстов, Н. Д. Исследование рабочих процессов фрезерного оборудования для стабилизации грунта / Н. Д. Селиверстов, А. В. Стасюк, Н. К. Тагиева // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2016. – № 2(45). – С. 30-37.

4. Баловнев, В. И. Исследование работы фрезы рыхлительно-смесительного агрегата ресайклера / В. И. Баловнев, Н. Д. Селиверстов, Р. Г. Данилов // Вестник машиностроения. – 2017. – № 10. – С. 46-48.

5. Дуданов, И. В. Система автоматического управления приводом фрезы ресайклера / И. В. Дуданов, А. Э. Марадудин // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии : сборник статей / Под редакцией М.В. Шувалова, А.А. Пищулева, А.К. Стрелкова. – Самара: Самарский государственный технический университет, 2019. – С. 624-628.

УДК 625.02

Бондаренко С.Н., Шаров Э.А.

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

ОБЗОР ДОБАВОК ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ УКРЕПЛЕНИИ ГРУНТОВ

Увеличение количества транспортных средств вместе с увеличением транспортной нагрузки и интенсивности движения ставят

вопрос о расширении транспортной инфраструктуры нашей страны, именно поэтому замечается значительный рост развития технологий, повышающих несущую способность и эксплуатационные характеристики дорожной конструкции.

Согласно Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года остро стоит необходимость создания конкурентоспособных строительных материалов [1]. Одним из таких материалов является укрепленный грунт. Его широко применяют, как в конструкции земляного полотна, так и слоях дорожной одежды. При создании данного материала в грунт, находящийся на площадке строительства вводят вяжущие вещества и различные добавки или стабилизаторы.

Для повышения эффективности грунтов в их состав вводят вяжущие вещества: для создания кристаллизационных структур – минеральные (известь, гипс, цемент); для создания коагуляционных – органические (жидкие и вязкие битумы, дегти и эмульсии).

Следующий не менее важный компонент для получения грунтобетона – это стабилизаторы и добавки. Стабилизаторы – это очень широкий класс разных по составу и происхождению веществ, которые в малых дозах положительно влияют на формирование свойств дорожно-строительных материалов, как за счет активизации физико-химических процессов, так и за счет оптимизации технологических процессов. Согласно ОДМ 218.3.076-2016 стабилизаторы делят на две группы: жидкие и порошкообразные. Далее их классифицируют по химическому составу на: катионные, анионные, универсальные, биологические, наноконструкторные и структурированные.

Сегодня на рынке дорожно-строительных материалов представлен большой выбор торговых марок добавок для укрепления грунтов. Их используют и при строительстве дорог и ведут научные исследования. На основании литературного поиска были выбраны некоторые из них:

1. Дорзин - применяется для стабилизации дорог при строительстве дорожных оснований для всех категорий дорог. Результат прочности и экономическая эффективность использования данного стабилизатора практически не уступает жидкому полимерному стабилизатору Чимстон, зарекомендовавшим себя на многих объектах строительства дорог [2].

2. Полимерный стабилизатор «Чимстон», который отлично работает, как самостоятельно, так и в сочетании с неорганическими связующими. «Чимстон» был разработан специально для

значительного улучшения таких характеристик грунта, как: прилипание, сопротивление истиранию, воздействию изгибающей силы, а также для увеличения долговечности слоя дорожной одежды [3].

3. ПМД Nicoflok – полимерная добавка, работающая совместно с цементом, полученная на основе редиспергируемых полимерных порошков и минеральных наполнителей, обеспечивает возрастание прочностных показателей и модуля упругости по сравнению с обычным цементогрунтом [4].

4. Модификатор «RoadCem» используется совместно с цементом для укрепления грунтов и асфальтовой крошки (асфальтогранулята). Полученные по технологии «RoadCem» конструктивные слои дорожной одежды имеют повышенную распределительную способность, что обеспечивает снижение давления от подвижной нагрузки на грунтовое основание [5].

5. Дорстаб - технология стабилизации грунта с помощью данной модифицированной добавки сильно снижает расходы при строительстве основания дороги за счет уменьшения толщины слоя, увеличивает степень морозостойкости и водонепроницаемости [6].

6. Акропол – кристаллизатор грунтовых оснований на основе соединений щелочноземельных металлов и продуктов гидротермального синтеза кремниевой кислоты и амфотерных металлов. Предназначен для строительства грунто-цементных дорог II-IV категорий и оснований дорог I-IV категорий в различных климатических зонах. После набора прочности укрепленного дорожного полотна давление на подстилающий грунт, оказываемое транспортом, распределяется более равномерно (по сравнению с традиционным методом). Таким образом, возможно снижение общей толщины дорожного полотна. Существенно повышает прочность дорожного основания. В результате применения материала формируется очень прочный и гибкий, связанный на молекулярном уровне, слой дорожного полотна [7].

Добавки различаются по своему функциональному назначению, которое представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики стабилизаторов

Название добавки	Производитель	Функциональное назначение
Дорзин	ООО «ДНЕПРОВСКАЯ АССОЦИАЦИЯ-К»	Позволяет повысить прочность, увеличить морозостойкость и снизить расход материалов
Чимстон	ООО «НПП«ЗИПО»	Способствует улучшению

		уплотняемости грунта и снижает количество воды, требуемое для достижения максимальной плотности.
Nicoflok	ООО «НИКЕЛЬ»	Способствует увеличению предела прочности и уменьшению водонасыщения, а значит и улучшению морозостойкости.
RoadCem	ООО РОАДСЕМС	Повышает прочностные показатели материалов и усиливает износостойкость дорожного полотна
Дорстаб	ООО «Новые Дороги»	Позволяет увеличить модуль упругости и прочностные характеристики грунтов. Укрепленные грунты обладают высокой прочностью, морозостойкостью и водостойкостью.
Акропол	Научно-промышленное объединение «Стрим»	Предназначен для поверхностного укрепления, обеспыливания и придания гидрофобных (водоотталкивающих) свойств старым и новым поверхностям на основе портландцемента, других кальцийсодержащих минеральных оснований.

На сегодняшний день существует много торговых наименований добавок для укрепления грунтов, в открытом доступе от производителей приводится недостаточно информации о их химическом составе, но для понимания влияния конкретной добавки на свойства грунтобетона необходимо выполнять исследования по определению химического состава добавок и взаимного влияния компонентов на свойства конечного материала. Благодаря таким исследованиям появится возможность, в некоторых случаях, определить скрытый потенциал добавок, что позволит значительно повышать эффективность грунтов и обеспечить качественные показатели грунтобетона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р. 285 с.
2. Струков, А. А. Опыт применения стабилизатора дорожного

основания «Дорзин» наобъектах дорожного строительства / А. А. Струков, Д. Л. Хусид // Дороги и мосты. – 2015. – № 1(33). – С. 84-90.

3. Оценка эффективности применения стабилизаторов серии «ЧИМ-СТО» в грунтах, укрепленных неорганическими вяжущими / А. И. Траутвайн, А. Е. Акимов, Е. А. Яковлев [и др.] // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2017. – № 12. – С. 6-13. – DOI 10.12737/article_5a27cb7c733e24.73795944.

4. Меренцова, Г. С. О целесообразности применения полимерно-минеральной композиции «Nisoflok» при устройстве основания из асфальтогранулята методом холодного ресайклинга автомобильных дорогах / Г. С. Меренцова, А. А. Добрынина // Ползуновский альманах. – 2021. – № 1. – С. 104-106.

5. Abbey S. J. et al. Experimental study on the use of RoadCem blended with by-product cementitious materials for stabilisation of clay soils // Construction and Building Materials. – 2021. – Т. 280. – С. 122476.

6. Исследование возможности применения комплексной добавки к цементу при стабилизации грунтов / К. С. Загородных, О. Б. Кукина, С. С. Глазков, А. М. Черепяхин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. – 2016. – № 1(12). – С. 20-24.

7. Шеломенцев, С. В. Улучшение свойств грунтов с помощью модификаторов / С. В. Шеломенцев, В. А. Репринцев // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2019. – № 1. – С. 315-326.

УДК 691.322

Гриджина В.А.

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

ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕТОНОВ

Большое количество отработанных шин вывозится на свалку или сжигается по всей планете, создавая новые проблемы для борьбы с изменением климата и загрязнением окружающей среды. Выбрасывание отходов шин является одной из основных экологических проблем во всём мире. По оценкам, ежегодно в мире

образуется 1,5 миллиарда отходов шинной резины. Примечательно что к 2030 году эта цифра достигнет примерно 5 миллиардов ежегодно. Кроме того, накопление и утилизация не годной резины для шин может привести к противозаконному складированию резины от шин. Таким образом, накопление и утилизация отходов не является вариантом из-за проблем, связанных с экологией. [1] [3] [7]

Эти ограничения заставили исследователей искать альтернативные варианты использования резины из отработанных шин, с перспективой поиска экологически безопасных мер.

На протяжении многих лет было проведено много исследований по применению утилизированных шин, таких как их использование в качестве рифов и волнорезов, дорожных ограждений, столбов ограждения, шумовых барьеров и асфальтового покрытия. С 1990-х годов было проведено большое количество исследований по использованию резиновых отходов в качестве заменителя заполнителя для производства бетона. [7]

Таким образом, эти усилия способствуют развитию устойчивого строительства в отрасли. Отходы каучука стали использовать в качестве резиновой крошки и резинового лома для добавления в легкие бетоны в качестве мелкого и крупного заполнителя и соответственно цемента. [2]

Однако добавление каучука привело к снижению характеристик бетона: при 100% замене природного крупного заполнителя отходами каучука наблюдалось понижение прочности на сжатие примерно на 85% и прочности на растяжение. Было выявлено что снижение прочностных характеристик в значительной степени зависит от размера и количества резиновых гранул, добавленных в бетон.

Исследователи пытались улучшить характеристики прорезиненной бетонной крошки путём применения различных методов предварительной обработки, которые физически и химически обрабатывают частицы отработанной резины. Некоторые исследователи сообщают, что промывка резины водой может немного увеличить прочность на сжатие бетонной крошки по сравнению с необработанной резиной. [7]

Предварительно покрытие частиц резины цементной пастой является ещё одним физическим методом повышения прочности. Эта процедура повышает эластичность частиц резины, уменьшает разницу в модуле упругости между цементной матрицей и поверхностью резины и снижает дальнейшую концентрацию напряжений. Однако предварительное покрытие резиновых частиц цементной пастой не всегда эффективно для повышения прочности. А. Кашани и другие

обнаружили, что применение цементного покрытия увеличило адгезионные характеристики и прочность на сжатие на 42% по сравнению с необработанной резиной. Цементное покрытие образует твёрдую оболочку вокруг частиц и уменьшает пустоты между частицами резины и цементной матрицей. [3] [4] [6] [7]

Для улучшения характеристик есть ещё один вариант, метод обработки поверхности, при котором поверхность резиновых частиц перед заливкой обрабатывают различными химическими веществами.



Рис. 1 Способ повышения свойств прорезиненного бетона.

Для обработки можно использовать один или несколько химических реагентов. [3] Процесс окисление может быть выполнен либо путём нагревания химического раствора, либо путём конденсации газа. На рисунке представлен процесс обработки, используемый некоторыми исследователями для модификации поверхности резины с использованием раствора NaOH. Данный раствор обеспечивает наилучшую обработку поверхности резиновой крошки. Бетон покрытый диоксидом кремния имеет примерно 49% увеличение прочности на сжатие. Кремнеземистый дым – это пуццолановый материал с высоким содержанием аморфного кремнезема и большой площадью поверхности. Это приводит к повышенному образованию гидратов силиката кальция и увеличению плотности цементной матрицы. Кроме того, площадь межфазного взаимодействия между частицами резины и цементной матрицей значительно уменьшается. Онуагулучи и Панесар сообщили, что прочность на сжатие немного снизилась при использовании

известнякового покрытия по сравнению с бетоном с необработанной резиной. Тем не менее, заметное увеличение прочности при сжатии было получено бетоном, содержащим каучук с известняковым покрытием и 15% диоксида кремния. [5]

Исходя из существующих исследований, основная проблема использования частиц резины в качестве одного из компонентов цементных композитов является слабое сцепление резиновых частиц в цементных фазах, что связано с большой пустотой/порами в межфазной зоне между резиновыми частицами и цементной матрицей. Это снижает прочность цементных композитов и считается основным недостатком при применении прорезиненного бетона в строительстве. Тем не менее было предложено несколько способов улучшения сцепления резиновых частиц. (NaOH) улучшил адгезию между частицами резины и цементной матрицей. Противоречивые результаты предыдущих исследований указывают на необходимость понимания того, как механизмы обработки влияют на поведение прорезиненного бетона. Однако долгое воздействие химической обработки повреждает частицы резины. Поэтому в данной статье описаны два метода обработки поверхности: химический и нехимический с целью улучшения сцепления с цементной фазой. [3]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Печенкин И.Э. Овчинкин И.В., Карпенко А.В. Экологические аспекты применения резиновой крошки // Современные научные исследования и разработки. 2017. №6 (14). С. 257–260.

2. А. Софи. Влияние отработанной резины на механические и прочностные свойства бетона – обзор // Science Direct. База журналов издательства Elsevier: [сайт], - <https://doi.org/10.1016/j.asej.2017.08.007> декабрь 2018.

3. Нур Азлайн М.Н.; Набила А. Б.; Нор Азизи С.; Фарах Нора.; Азниета А.А. Сравнительное исследование механической прочности бетонной смеси с поверхностно модифицированной резиной с помощью химического и нехимического подходов // Science Direct. База журналов издательства Elsevier: [сайт], - <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01444> декабрь 2022.

4. О. Юсф, Р. Хассанли, Дж. Э. Миллс, У. Скиннер, Ма Син, Чжугэ Ян, Р. Ройчанд, Р. Гравина. Влияние процедур смешивания, обработки резины и волокнистых добавок на характеристики gubcrete // Science Direct. База журналов издательства Elsevier: [сайт], - <https://www.mdpi.com/2504-477X/3/2/41> 10 апреля 2019 г.

5. О. Онуагулучи, Д.К. Панесар. Упрочненные свойства бетонных смесей, содержащих предварительно покрытую резиновую крошку и пары кремнезема // Science Direct. База журналов издательства Elsevier: [сайт], - <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.06.068> 1 ноября 2014г.

6. Алиреза Кашани, Туан Дык Нпо, Прашастаха Хемачандра, Айлар Хаджимохаммади. Влияние поверхностей обработки переработанной шинной крошки на цементно-резиновую связь в бетонной композитной пене // Science Direct. База журналов издательства Elsevier: [сайт], - <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.03.163> 20 мая 2018г.

7. Мохаммад Момин Уль Ислам, Цзе Ли, Ю-Фей Ву, Раджив Ройчанд, Мохаммад Саберян. Методы оптимизации конструкции и прочности для производства конструкционного легкого бетона: экспериментальное Исследование для полной замены обычных крупных заполнителей частицами отработанной резины // Science Direct. База журналов издательства Elsevier: [сайт], - <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106390> сентябрь 2022.

УДК 656.9

Дмитриева К.С.

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА БЕЛГОРОДА ПО ПОКАЗАТЕЛЮ АКТИВНОСТИ ПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ

За 2021 год кикшеринг в городе Белгороде сделал большой шаг вперед и в 2022 году активно продолжает развиваться, увеличивая территорию использования. Стоит отметить, что в городе Белгороде, расположенном в Центральной части России система по краткосрочной аренде самокатов и электросамокатов носит сезонный характер и используется до температуры -10°C . Компании по прокату самокатов показывают постоянный рост пользовательской базы, объема поездок и единиц техники [1]. На территории города Белгорода предоставляют услуги по аренде всего две компании, а именно Urent и E-motion, в резерве которых большое количество арендуемых средств передвижения, различных по определенным техническим параметрам [2]. Исследования проводились на основе приложения Urent.

Следует отметить, что сегодня средства индивидуальной мобильности в результате своего активного внедрения внесли определенную корректировку в процесс организации дорожного движения, а также ряд проблем, связанных в первую очередь с аварийностью [3-6].

В начале сезона 2021 года основное скопление станций для стоянки средств индивидуальной мобильности (далее – СИМ) находилось только в центральной части города, в парке им. В.И. Ленина, в парке Победы, на Соборной площади, на Народном бульваре около солнечных часов. Постепенно начали появляться стоянки и в самых оживленных местах северной части города около ТЦ Мега Гринн, Областной клинической больницы и корпуса НИУ БелГУ. Также появились станции и в районе Харьковской горы около БГТУ им. В.Г. Шухова, ТЦ Сити Молл и др.

Исследование динамики пользования СИМ проводилось в начале апреля 2022 года в течение недели, три раза в день, а именно утром в интервал с 8.00 до 10.00, в обед с 13.00 до 15.00 и вечером с 17.00 до 19.00. Территория города разделена на три зоны, где расположены станции проката электросамокатов, в первой зоне насчитывается 20 постоянных станций, во второй зоне 57 станций и в третьей зоне 50 станций. Первая зона площадью 6,7 км² располагается в северном район города, главными объектами первой зоны будут являться Международный аэропорт Белгород, ТЦ РИО, ТЦ Мега Гринн, БУКЭП, корпус НИУ БелГУ, Кинотеатр Радуга, Сквер 50-летия Победы, Областная клиническая больница. Вторая зона площадь, которой составляет 7,9 км², располагается в центральной части города, и ограничена с севера улицей им. Мичурина, а с юга границей является река Везелка, объектами притяжения в данной зоне будут являться Центральный парк культуры и отдыха имени В.И.Ленина, Универмаг Белгород, Стадион, Соборная площадь, НИУ БелГУ, кинотеатр Победа, Белгородский государственный художественный музей, Музей-диорама Курская битва, Аллея героев, Парк Победы, набережная реки Везелка. Третья зона площадью 20 располагается преимущественно в самом многочисленном по населению и самом большом районе города Белгорода это Харьковская гора, с севера границей зоны будет являться также река Везелка, а с южной стороны зона ограничена посёлком Дубовое. В третьей зоне ключевыми объектами инфраструктуры города являются Учебно-спортивный комплекс Светланы Хоркиной НИУ БелГУ, БГТУ им. В.Г. Шухова, Кинотеатр Русич, ТЦ Модный Бульвар, ТЦ Сити Молл и другие гипермаркет и общественные учреждения.

На (рисунке 1) изображена карта г. Белгорода с разделением на три основные зоны скопления станций СИМ.

В (таблице 1) представлены результаты исследований по г. Белгород в течение недели по центральному району города зоне №2, а именно количество самокатов в определенные временные интервалы. На (рисунке 2) представлен график зависимости количества СИМ от времени суток и дня недели в зоне №2.

Таблица 1 – Результаты исследований динамики движения СИМ по г. Белгород в зоне № 2

День \ Время	Утро (8.00-10.00)	Обед (13.00-15.00)	Вечер (17.00-19.00)
Понедельник	120	93	99
Вторник	114	126	118
Среда	99	117	71
Четверг	110	140	86
Пятница	100	135	95
Суббота	131	82	80
Воскресенье	122	99	88

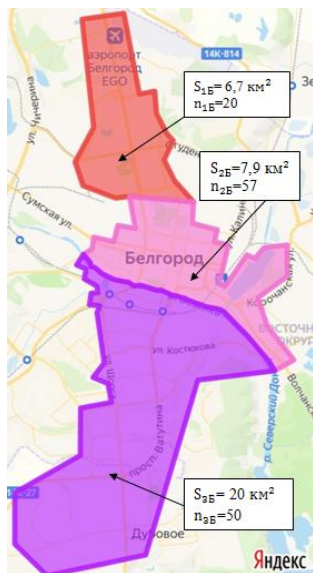


Рис. 1 Карта города Белгорода с разделением на зоны где S_1 - площадь территории зоны №1 северного района г. Белгорода, км^2 ; S_2 – площадь территории зоны №2 центрального района г. Белгород, км^2 ;

S_3 - площадь территории зоны №3 района Харьковской горы г. Белгород, км²;
 n^1 - количество постоянных станций СИМ на территории зоны №1 г. Белгород;
 n^2 - количество постоянных станций СИМ на территории зоны №2 г. Белгород;
 n^3 - количество постоянных станций СИМ на территории зоны №3 г. Белгород

Подробный анализ активности пользования СИМ представлен на основе зоны №2 самой насыщенной как по количеству станций проката, так и по количеству используемы устройств.



Рис. 2 График зависимости количества СИМ от времени суток и дня недели в зоне №2 г. Белгород

В результате натурных наблюдений, была определена динамика пользования СИМ, которая позволила установить определенные числовые значения, так в утреннее время (синий цвет линии, рис. 2) среднее количество используемых СИМ в течение недели составляет 114 ед., наибольшая активность пользования устройств была зафиксирована в субботу и составила 131 ед., наименьшая активность в среду и составила - 99 ед. Периодом наблюдения стал промежуток с 08.00-10.00.

В период с 13.00 до 15.00 (красный цвет линии, рисунок 2) среднее количество устройств, находящихся в использовании составляет 113 ед., максимальная активность наблюдается в четверг и составляет 140 ед, а вот минимальная активность в 82 ед. отмечается в субботу.

В вечернее время с 17.00 до 19.00 (зеленый цвет линии на рисунок 2) можно отметить, что среднее количество эксплуатируемых СИМ составляет 91 ед., а максимальное количество самокатов,

находящихся в действии составляет 118 ед. во вторник, а минимальное в среду 71 ед.

Также стоит отметить, что среднее количество используемых устройств в день, за период наблюдения составляет 318 ед.

Проведенные исследования, подтвердили высокую активность использования рассматриваемых устройств в центральном районе города, позволили установить, что в утреннее время особо большой спрос на СИМ отмечается в период выходных дней. А вот в обеденное время электросамокаты особенно востребованы в будни дни (понедельник – пятница), отмечается вероятность использования устройств в трудовых целях, также и в вечерний интервал времени наиболее популярны устройства именно в будни дни, за исключением среды, когда отмечается спад спроса СИМ.

Исследование территории города Белгорода по показателю активности пользования СИМ, выявило постоянное увеличения и количества станций аренды, и количества устройств. Установлена некоторая зависимость использования СИМ в разных целях: 1. Трудовые цели (будней дней); 2. Цели выходного дня

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сычев, Н.П. К вопросу о правовом регулировании отношений, связанных с использованием электросамокатов / Н.П.Сычев., Н.А. Жукова // *The Scientific Heritage*.-2021.-№68.-С.57-59

2. Юнг, А. А. Анализ рынка распространенных моделей средств индивидуальной мобильности / А. А. Юнг, А. Г. Шевцова, Е. А. Новописный // Организация и безопасность дорожного движения: материалы XIV Национальной научно-практической конференции с международным участием, Тюмень, 13 мая 2021 года. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2021. – С. 84-88.

3. Юнг, А. А. Моделирование процесса движения средств индивидуальной мобильности в городской среде / А. А. Юнг, А. Г. Шевцова // *Автомобиль. Дорога. Инфраструктура*. – 2022. – № 1(31).

4. Юнг, А. А. Оценка аварийности средств индивидуальной мобильности в различных условиях движения / А. А. Юнг, А. Г. Шевцова // *Современная наука*. – 2021. – № 2. – С. 31-36.

5. Юнг, А. А. Анализ аварийности с участием средств индивидуальной мобильности / А. А. Юнг, И. С. Мурзина, А. Г. Шевцова // Актуальные вопросы организации автомобильных перевозок, безопасности движения и эксплуатации транспортных средств: Сборник научных трудов по материалам XVI Международной

научно-технической конференции, Саратов, 16 апреля 2021 года. – Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., 2021. – С. 23-28.

6. Купавцев, В. А. Оценка рисков возникновения аварий с участием средств индивидуальной мобильности в зарубежных странах и Российской Федерации / В. А. Купавцев, В. В. Донченко // Организация и безопасность дорожного движения: материалы XIV Национальной научно-практической конференции с международным участием, Тюмень, 13 мая 2021 года. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2021. – С. 32-35.

УДК 666.97

Зезюков А.Е., Лихоманов Д.Д.

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

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

С развитием новых наукоемких технологий особое внимание уделяется тонкому и сверхтонкому помолу материалов. Тонкое и сверхтонкое измельчение представляет собой одну из наиболее важных и наиболее энергоемких технологических операций в химической, металлургической, горнорудной строительной и других отраслях промышленности.

Процесс тонкого измельчения механоактивированных композиционных материалов является неотъемлемой частью производства на их основе различных изделий: строительных и теплоизоляционных материалов (пенобетона, полимербетона, газобетона, пеностекла, различных огнеупорных изделий и жаростойких покрытий, супернаполненных пластмасс и др.); лакокрасочной продукции; а также жидкого стекла, используемого в литейном, химическом, бумажном и др. производствах. Актуальность исследования в этой области определяется большим влиянием степени измельчения на технологические свойства порошков и огромным объемом производства многих из них. Причем по мере развития техники требования к дисперсности непрерывно повышаются [1].

Необходимость повышения дисперсности строительных и других материалов, как в виде целевой продукции, так и на промежуточных стадиях переработки в изделия потребовала совершенствования и

создания новых типов помольных агрегатов и организации работы технологических комплексов.

Одним из способов повышения эффективности помольных агрегатов вибрационно-центробежного типа является организация процесса измельчения по замкнутому циклу [2].

Разработанная схема замкнутого цикла измельчения с применением центробежного помольного агрегата (рисунок 1) позволяет обеспечить требуемое качество готового продукта исключить недостатки, присущие многокамерным мельницам замкнутого цикла измельчения [3-5].

Технологический модуль замкнутого цикла измельчения содержит центробежный помольный агрегат с тремя камерами помола и центробежный воздушно-проходной сепаратор с двумя зонами разделения.

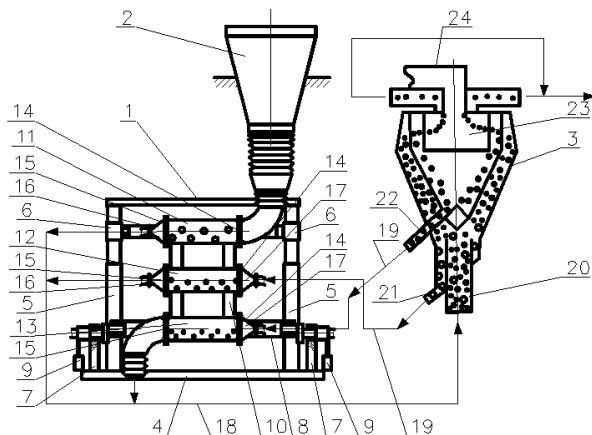


Рис. 1 Технологический модуль замкнутого цикла измельчения с центробежным помольным агрегатом:

1 - центробежный помольный агрегат; 2 - бункер; 3 - центробежный воздушно-проходной сепаратор; 4 - станина; 5 - вертикальная стойка; 6 - ползун; 7 - опора вала; 8 - эксцентриковый вал; 9 - противовес; 10 - рама; 11, 12, 13 - помольные камеры; 14 - ограничительная решетка; 15 - классификационная решетка; 16 - конфузор; 17 - диффузор; 18, 19 - газоходы; 20 - загрузочный патрубков; 21, 22 - разгрузочные патрубки; 23 - радиальные лопасти; 24 - выходной патрубков.

Способ замкнутого цикла измельчения с применением центробежного помольного агрегата с тремя камерами помола [6,7] заключается в следующем.

Исходный материал из бункера 2 непрерывно поступает в загрузочный патрубок центробежного помольного агрегата 1 и далее через ограничительную решетку 14 поступает в верхнюю помольную камеру 11, в которой обеспечивается грубое измельчение исходного материала.

Воздушным потоком, создаваемым вентилятором (на рис. не показан), измельченный материал перемещается вдоль камеры, проходит через классификационную решетку 15, конфузор 16 и через газоход 18 поступает в загрузочный патрубок 20 центробежного воздушно-проходного сепаратора 3.

В сепараторе в зоне разделения за счёт закручивания газоматериального потока радиальными лопастями 23 происходит разделение материала под действием центробежных сил в комбинации с силами тяжести частиц различной массы на материал грубой фракции, материал средней фракции и материал тонкой фракции.

Материал грубой фракции из разгрузочного патрубка 21 по газоходу 19 через диффузор 17 и ограничительную решетку 14 поступает в среднюю помольную камеру 12, которая движется по эллиптической траектории и обеспечивает помол исходного материала до средней фракции. Затем за счёт воздушного потока измельченный материал через классификационную решетку 15 и конфузор 16 поступает в газоход 18 и далее в загрузочный патрубок 20 сепаратора.

Материал средней фракции из разгрузочного патрубка 22 по газоходу 19 через диффузор 17 и ограничительную решетку 14 поступает в нижнюю помольную камеру 13,двигающуюся по круговой траектории, в которой обеспечивается тонкое измельчение исходного материала. За счёт воздушного потока измельченный материал поступает в газоход и далее в загрузочный патрубок сепаратора.

Измельченный материал тонкой фракции (готовый продукт) вместе с газовым потоком поднимается вверх и через патрубок 24 газоматериального смеси поступает на дальнейшую обработку газоматериального потока в циклон на очистку воздуха от частиц. Процесс помола осуществляется в непрерывном режиме.

Материал проходит три стадии помола с различными режимами работы в одной мельнице с тремя камерами помола. При этом после каждой камеры помола проходит классификация в центробежном воздушно-проходном сепараторе. Это дает большую гарантию одинаковой дисперсности материала, что достигается за счет обеспечения непрерывного вывода готового продукта на различных

стадиях процесса и возврата недоизмельчённого материала на дальнейшее измельчение до состояния готового продукта.

Разработанный технологический модуль, конструкция которого позволяет выводить из всех рабочих камер агрегата частицы материала с характеристиками, соответствующими готовому продукту, предотвращает его переизмельчение, а, следовательно, обеспечивает требуемое качество готового продукта и снижение энергозатрат на измельчение, тем самым повышает эффективность помола.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сажнева Е.А. Перспективные направления применения высокодисперсных порошков / Уральский В. И., Уральский А. В., Сажнева Е.А., Фарафонов А. А. [Электронный ресурс]/VII Международный молодежный форум «Образование, наука, производство». – Белгород, 2015.

2. 2. Вибрационные и центробежные измельчители: учеб. Пособие / В.С. Севостьянов, В.И. Уральский, Е.В. Сеница, А.В. Уральский. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 96 с.

3. Костанян К.А. Керамические и стеклянные диэлектрики в электронной технике / К.А. Костанян, Х.О. Геворкян. – Ереван.: Изд-во АН Арм. ССР, 1994. – 204 с.

4. Механическое оборудование для производства для производства керамических и огнеупорных изделий в 2 ч.: учебник / В.С. Севостьянов, Н.Н. Дубинин, В.И. Уральский, М.Т. Макридина // Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – Ч.1. – 249 с.

5. Механическое оборудование для производства для производства керамических и огнеупорных изделий в 2 ч.: учебник / В.С. Севостьянов, Н.Н. Дубинин, В.И. Уральский, М.Т. Макридина // Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – Ч.2. – 253 с.

6. Пат. 2381837 Российская Федерация, В 02С 17/08. Помольно-смесительный агрегат / Гридчин А.М., Севостьянов В.С., Лесовик В.С., Уральский В.И., Уральский А.В., Сеница Е.В.; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова, опубл. 20.02.2010, Бюл. №5.

7. Пат. 123688 Российская Федерация, В 02С 17/08. Помольно-смесительный агрегат / Севостьянов В.С., Сеница Е.В., Уральский В.И., Уральский А.В.; заявитель и патентообладатель Белгородский государственный технологический университет; опубл. 10.01.2013, Бюл. №1.

Зезюков А.Е., Лихоманов Д.Д.

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

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ С ЗАДАННЫМИ ТРАЕКТОРИЯМИ ДВИЖЕНИЯ ПОМОЛЬНЫХ КАМЕР

В настоящее время основным способом эффективного измельчения материалов остается механическое разрушение. Анализ конструктивных решений механических помольных систем указывает на перспективность разработки оборудования с комплексным динамическим воздействием на измельчаемый материал [2].

В Белгородском государственном технологическом университете им. В.Г. Шухова коллективом авторов разработан и создан центробежный помольный агрегат [4]. Изобретение направлено на повышение эффективности процесса измельчения и возможности смешивания гетерогенных смесей, а также на изменение режима динамического воздействия мелющих тел на измельчаемый материал, а именно возможности сочетания ударных и истирающих нагрузок за счет обеспечения соответствующих траекторий движения помольных камер.

Задача обеспечения в одном механизме поступательного и вращательного движения звеньев решается в кинематической цепи кривошипно-ползунного механизма, состоящей из подвижных звеньев: кривошипа 1, шатуна 2 и ползуна 3 (рисунок 1). Кривошип 1 связан со стойкой вращательной кинематической парой А; шатун 2 связан с кривошипом 1 вращательной парой В, а с ползуном 3 – вращательной парой С; ползун 3 связан со стойкой поступательной парой D.

При расположении помольных камер в точках В, К и С получаем: верхняя помольная камера совершает возвратно-поступательное движение; средняя помольная камера движется по эллиптической траектории; нижняя помольная камера перемещается по круговой траектории.

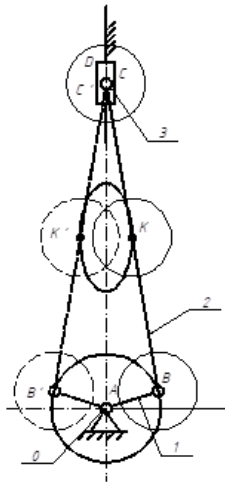


Рис. 1 Структурная схема механизма центробежного помольного агрегата

Помольный агрегат (рисунок 2), разработанный по приведенной схеме, состоит из станины 1, трех помольных камер 2, которые жестко крепятся к подвижной раме 8, загрузочных 3 и разгрузочных 4 патрубков с ограничительными решетками 5, противовесов 6 для балансировки рычажного механизма.

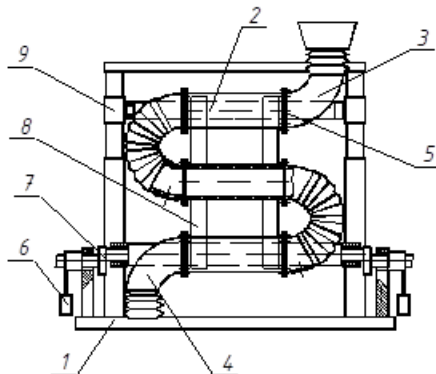


Рис. 2 Схема центробежного помольного агрегата

Различные траектории движения помольных камер обеспечиваются посредством кривошипно-ползунного механизма, состоящего из эксцентрикового вала 7, подвижной рамы 8, выполняющей роль шатуна, и ползуну 9. Привод агрегата осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу.

Исходный материал через загрузочный бункер равномерно поступает в загрузочный патрубок верхней помольной камеры. При продвижении материала через верхнюю, среднюю и нижнюю камеры, связанные между собой соединительными патрубками, обеспечивается интенсивное ударное и истирающее воздействие мелющих тел на материал. Продольное перемещение материала внутри помольных камер обеспечивается за счет естественного подпора загружаемым материалом.

Проведенные комплексные теоретические и экспериментальные исследования разработанного помольного агрегата, а также его опытно-промышленные испытания в производственных условиях показали его потенциальные возможности как в направлении его конструктивно-технологического совершенствования, так и дополнительного снижения энергозатрат.

Задача обеспечения с помощью одного механизма повышения производительности и уменьшения динамических нагрузок решается путем создания механической системы, состоящей из параллельных кривошипно-ползунных механизмов с согласованным движением входных звеньев (рисунок 3).

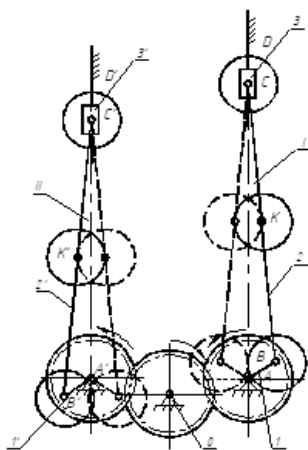


Рис. 3 Структурная схема механизма центробежного агрегата с параллельными помольными блоками (I и II – помольные блоки)

Центробежный агрегат с параллельными помольными блоками [5] (рисунок 4) состоит из станины 4, содержащей две пары вертикальных цилиндрических направляющих 2 и 3 с ползунами 15, 16 и опорными стойками 21 и 22. В каждой паре опорных стоек противоположно расположены эксцентриковые валы 19 и 20. Каждый вал снабжен регулируемым противовесом 27 и 28. Агрегат также содержит две подвижные рамы 17 и 18 прямоугольной формы из швеллеров, снабженные кронштейнами для шарнирного соединения с эксцентриковыми валами 19, 20 и ползунами 15, 16. Верхние 9, средние 10 и нижние 11 помольные камеры связаны между собой соединительными патрубками 12.

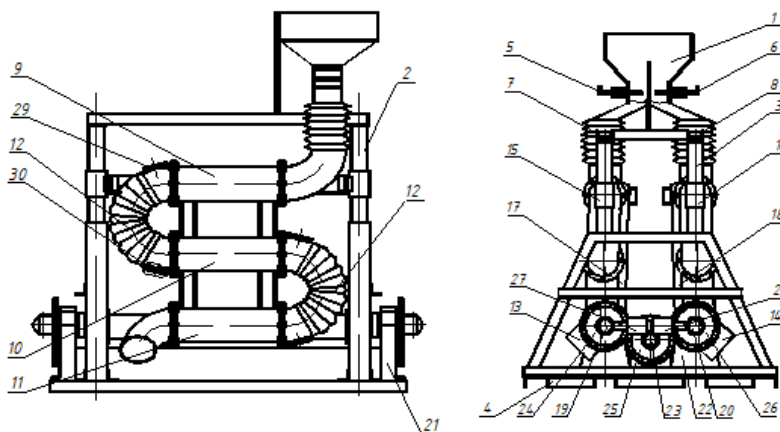


Рис. 4 Схема центробежного агрегата с параллельными помольными блоками

Для сравнения динамических свойств механизмов помольных агрегатов воспользуемся методом определения приведенных моментов, который заключается в равенстве мощностей, развиваемых приведенным моментом (приложенным к звену приведения – звену 1) и заменяемыми силами и моментами, приложенными к звеньям механизма [1, 3].

$$P_{\Pi} = \sum_1^n P_i = M_c(\varphi)\omega, \quad (1)$$

где M_c – приведенный момент сил сопротивлений, Н·м; ω – угловая скорость звена приведения (эксцентрикового вала), рад/с.

Применим данный метод к рычажным механизмам измельчителей для режима установившегося движения (угловая скорость вращения

звена 1 $\omega = \text{const}$). Величину приведенного момента M_C можно представить в следующем виде

$$M_C(\varphi) = \sum_1^n P_i / \omega, \quad (2)$$

$$\sum_1^n P_i = \sum_1^n F_i v_i \cos \alpha_i + \sum_1^n M_i \omega_i$$

где

F_i – сила, приложенная к звену i , Н; M_i – момент, приложенный к звену i , Н·м; v_i – скорость точки приложения силы F_i , м/с; ω_i – угловая скорость звена i , рад/с; α_i – угол между векторами силы \vec{F}_i и скорости \vec{v}_i , град.

В результате получим выражения для определения приведенного момента M_C сил сопротивлений для различных положений механизмов в зависимости от угла поворота φ эксцентрикового вала.

На (рисунке 5) представлены графики изменения приведенных моментов сил сопротивлений $M_C = M_C(\varphi)$ (в %) для агрегатов с одним помольным блоком и параллельными блоками. Массы подвижных рам соответствующих установок и угловые скорости вращения эксцентриковых валов одинаковы.

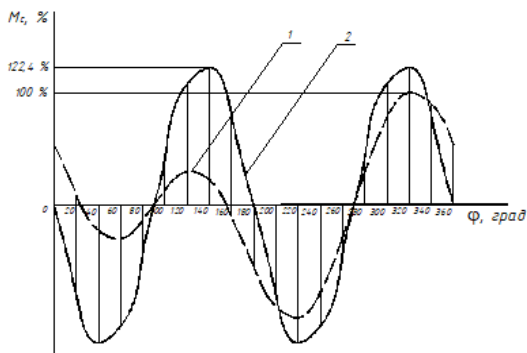


Рис. 5 Графические зависимости изменения приведенного момента сил сопротивлений (1- для агрегата с одним помольным блоком; 2- для агрегата с параллельными помольными блоками)

Проведенный анализ показал, что максимальная величина приведенного момента сил сопротивлений в агрегате с параллельными блоками на 22,4% больше, чем в агрегате с одним, статически уравновешенным помольным блоком. Таким образом,

самоуравновешивание подвижных частей агрегата позволяет осуществить требуемое движение помольных блоков, суммарная масса которых увеличена в 2 раза, при незначительном увеличении потребляемой мощности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бот Г.У. Некоторые проблемы вибрационного измельчения / Г.У. Бот // Труды Еввропейского Совещания по измельчению. – М.: Стройиздат, 1966. – С. 435–443.
2. Ким Бен Ги Исследование планетарной мельницы для тонкого измельчения горных пород с целью установления ее оптимальных безразмерных параметров: дис.канд.техн.наук / Ким Бен Ги. – М.: 1975. – 186 с.
3. Лесин А.Д. Вибрационное измельчение материалов. Элементы теории и методика расчета основных параметров вибромельниц / А.Д. Лесин. – М.: Промстройиздат, 1957. – 115 с.
4. Патент РФ 2277973, В 02С 17/18. Помольно-смесительный агрегат / Гридчин А.М., Севостьянов В.С., Лесовик В.С., Уральский В.И., Сеница Е.В.; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова, опубл. 20.06.06, Бюл. №17.
5. Пат. 2381837 Российская Федерация, В 02С 17/18. Помольно-смесительный агрегат / Гридчин А.М., Севостьянов В.С., Лесовик В.С., Уральский В.И., Уральский А.В., Сеница Е.В.; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова, опубл. 20.02.2010, Бюл. №5.

УДК 666.97

Зезюков А.Е., Лихоманов Д.Д.

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

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ В ЦЕНТРОБЕЖНОМ ПОМОЛЬНОМ АГРЕГАТЕ

В электрической и радиоэлектронной промышленности керамическая технология широко применяется для изготовления диэлектрических, полупроводниковых, пьезоэлектрических, магнитных, металлокерамических и других изделий. В настоящее время, особенно с проникновением в быт электронной техники, из

электроизоляционной керамики изготавливаются десятки тысяч наименований изделий массой от десятых долей грамма до сотен килограммов и размерами от нескольких миллиметров до нескольких метров [2].

Широкое применение в качестве электроизоляционного материала находит электротехнический фарфор на основе кордиерита, который является основным керамическим материалом, используемым в производстве широкого ассортимента низковольтных и высоковольтных изоляторов и других изоляционных элементов с рабочим напряжением до 1150 кВ переменного и до 1500 кВ постоянного тока. Особый интерес представляет использование кордиеритовой керамики при производстве термостойких изделий, т.к. полученные материалы обладают низким температурным коэффициентом линейного расширения.

Основными компонентами фарфора являются: глинистые вещества (каолин и глина), кварц, полевой шпат, гипс, кордиерит, пегматит. Кордиерит представляет собой синтезированный из оксидов магния, алюминия и кремния материал ($2\text{MgO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 5\text{SiO}_2$). Глинистые вещества в сыром виде при замешивании их с водой обладают свойствами пластичности и при достаточно высокой температуре способны спекаться. Пластичность глинистых веществ дает возможность формовать из них изделия различной формы, которая сохраняется после сушки и обжига при высоких температурах. Однако, изделия, изготовленные из глинистых веществ, дают большую усадку при сушке и обжиге, они склонны к образованию трещин. Поэтому в состав фарфора вводят «отошающие» материалы, снижающие усадку и деформацию изделий при сушке. Такими материалами служат кварц и бой фарфоровых изделий.

На (рисунке 1) представлена принципиальная схема технологии производства фарфоровых корпусов для плавких вставок электроизоляторов.

Измельчение компонентов является одним из основных процессов при приготовлении формовочных масс. Керамическая формовочная масса характеризуется размерами и распределением частиц, от чего зависят плотность упаковки, влагосодержание и прочность заготовки до обжига, технологические свойства материала, а также характеристики обожженных керамических изделий [3,4]. Как правило, твердые минеральные компоненты массы сначала подвергают измельчению в щековых дробилках и на бегунах, затем измельченный материал просеивается на виброситах и пропускается через магнитный сепаратор для отделения ферромагнитных примесей.

Далее осуществляется тонкий и сверхтонкий помол, который целесообразно производить в мельницах центробежного типа периодического или непрерывного действия [1,7].

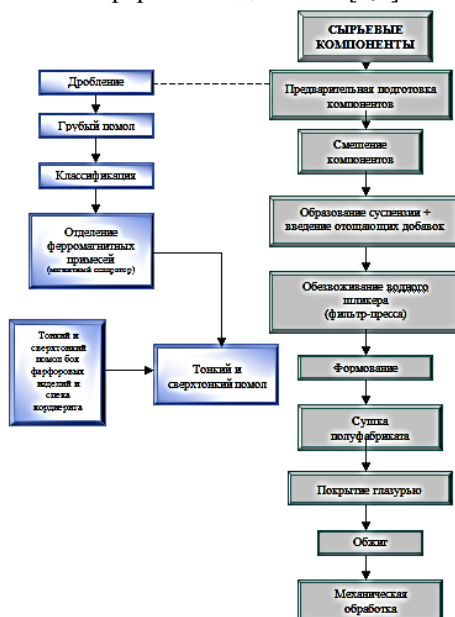


Рис. 1 Технология производства фарфоровых корпусов для плавких вставок электроизоляторов

Использование данной технологии синтеза кордиерита позволяет получать изделия с высокими технико-эксплуатационными характеристиками при значительной экономии энергоресурсов, повысить культуру технологического производства, а также создать предпосылки для использования неостребованного источника сырья – железосодержащих отходов производства металлургических и других отраслей народного хозяйства.

Существенный эффект на снижение температуры синтеза кордиеритовой фазы электротехнического фарфора оказывает введение тонкомолотого спека кордиеритового состава, зерна которого выполняют роль зародышей кристаллизации, стимулируя быстрый рост кристаллов кордиерита при низких температурах обжига.

С целью снижения усадочных деформаций, основной причиной которых является дегидратация сырьевых материалов при обжиге, предложено производить частичную замену глинистой составляющей

боем кордиеритовых изделий (не более 10 %). Пресс-порошок получается путем совместного помола сырьевых компонентов в центробежном агрегате с последующим увлажнением массы. Тонкое измельчение исходных компонентов способствует активизации процессов, протекающих в ходе обжига, что объясняется не только увеличением поверхности взаимодействия сырьевых компонентов и более равномерным распределением их в объеме массы, но и повышением степени дефектности взаимодействующих частиц, что повышает их реакционную способность. Кроме этого, обеспечивается минимальное загрязнение измельчаемого исходного состава материалом мелющих тел.

В связи с актуальностью применения высокодисперсных порошков электротехнического фарфора и спека кордиерита были проведены опытно-промышленные испытания тонкого измельчения материалов в центробежном агрегате с параллельными помольными блоками.

Технологическая линия тонкого измельчения боя электротехнического фарфора и спека кордиерита ООО «Простор» (Липецкая обл.) представлена на рис. 2.

Со склада 1 пластинчатым питателем 2 крупно-кусовой материал попадает в щековую дробилку 3, где измельчается до крупности 30-35 мм. Дробленый материал пластинчатым питателем 4 подается на просеивающее устройство 5, где происходит его классификация. Затем пластинчатым питателем 6 материал подается в приемный бункер 7, откуда с помощью элеватора 8 по распределительному устройству 9 попадает в накопительный бункер 10. Через ячейковый питатель 11 и шнековый конвейер 12 материал направляется в приемный бункер 13, из которого попадает в пресс-валковый измельчитель (ПВИ) 14. В ПВИ происходит предварительное разрушение материала (обеспечение реализации раздавливающе-сдвигового деформирования частиц с образованием их микродефектной структуры).

Далее материал при помощи пластинчатого питателя 15 и элеватора 16 подается в центробежный агрегат с параллельными помольными блоками (ЦА ППБ) 17 [5,6], в котором осуществляется тонкое и сверхтонкое измельчение. После ЦА ППБ тонкодисперсный материал шнековым конвейером 18 подается в приемный бункер 19, откуда направляется в смеситель, в котором происходит смешение с основными компонентами и образование суспензии при добавлении воды в соответствии с технологическим процессом производства изделий.

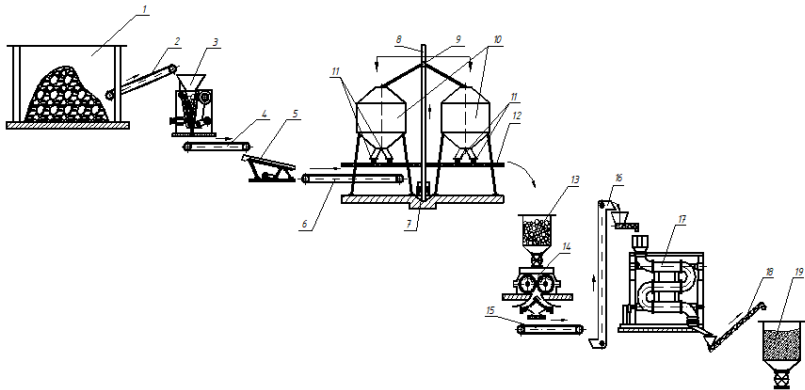


Рис. 2 Технологическая линия тонкого измельчения электротехнического фарфора и спека кордиерита: 1 – склад исходных материалов; 2, 4, 6, 15 – пластинчатый питатель; 3 – щековая дробилка; 5 – просеивающее устройство; 7, 13 – приемный бункер; 8, 16 – элеватор; 9 – распределительное устройство; 10 – накопительный бункер; 11 – ячейковый питатель; 12, 18 – шнековый конвейер; 14 – пресс-валковый измельчитель; 17 – ЦА ППБ; 19 – бункер тонкодисперсного материала.

Использование центробежного агрегата с параллельными помольными блоками в технологической линии тонкого измельчения боя электротехнического фарфора и спека кордиерита обеспечивает экономический эффект, складывающийся из следующих технико-экономических показателей:

снижение удельного расхода электроэнергии при помоле предварительно измельчённого в ПВИ исходного материала с $q_{ВЦИМ} = 43$ кВт·ч/т (при измельчении в виброцентробежной мельнице) до $q_{ЦАПБ} = 14$ кВт·ч/т (при измельчении в центробежном агрегате с параллельными помольными блоками);

- увеличение часовой производительности с $Q_1 = 70$ кг/ч (при помоле в виброцентробежной мельнице) до $Q_2 = 200$ кг/ч (при помоле в центробежном агрегате с параллельными помольными блоками).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вибрационные и центробежные измельчители: учеб. Пособие / В.С. Севостьянов, В.И. Уральский, Е.В. Сеница, А.В. Уральский. – Белгород: Изд–во БГТУ, 2010. – 96 с.

2. Костанян, К.А. Керамические и стеклянные диэлектрики в электронной технике / К.А. Костанян, Х.О. Геворкян. – Ереван: Изд-во АН Арм. ССР, 1994. – 204 с.

3. Механическое оборудование для производства для производства керамических и огнеупорных изделий в 2 ч.: учебник / В.С. Севостьянов, Н.Н. Дубинин, В.И. Уральский, М.Т. Макридина // Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – Ч.1. – 249 с.

4. Механическое оборудование для производства для производства керамических и огнеупорных изделий в 2 ч.: учебник / В.С. Севостьянов, Н.Н. Дубинин, В.И. Уральский, М.Т. Макридина // Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – Ч.2. – 253 с.

5. Пат. 2381837 Российская Федерация, В 02С 17/08. Помольно-смесительный агрегат / Гридчин А.М., Севостьянов В.С., Лесовик В.С., Уральский В.И., Уральский А.В., Сеница Е.В.; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова, опубл. 20.02.2010, Бюл. №5.

6. Пат. 123688 Российская Федерация, В 02С 17/08. Помольно-смесительный агрегат / Севостьянов В.С., Сеница Е.В., Уральский В.И., Уральский А.В.; заявитель и патентообладатель Белгородский государственный технологический университет; опубл. 10.01.2013, Бюл. №1.

7. Пивинский, Ю.Е. Керамические и огнеупорные материалы. Избранные труды. Том 2. – СПб.: Стройиздат, 2003. – 688 с.

УДК 620.193

Ишутин В.К., Атаманенко Н.В., Акулов А.А.

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

АНАЛИЗ СПОСОБОВ БОРЬБЫ С КОРРОЗИЕЙ НА ТРАНСПОРТЕ

Окислительно-восстановительные реакции имеют значимое место не только в формировании и развитии человека как организма, но и в современной технике и технологиях. Будь то получение электрической энергии из накопительных источников тока, электролиз или различных электрохимические процессы, протекающие в металлургии. Но не все окислительно-восстановительные реакции способствуют повышению уровня жизни человека. Коррозия, например, является одним из самых распространенных окислительных процессов, протекающих на нашей

планете. Механизм электрохимической коррозии представлен на (рисунке 1).

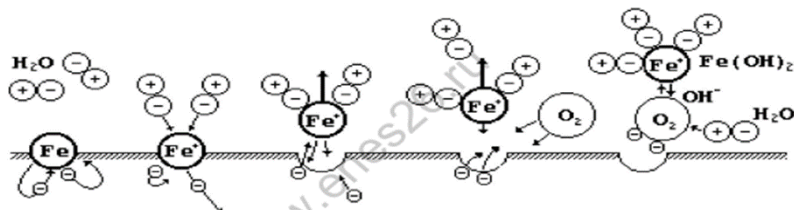


Рис. 1 Механизм образования коррозии

Проблема коррозии металлов занимает довольно высокую степень по уровню значимости, поскольку потери от неё наносят огромный урон экономике страны. По подсчетам аналитиков более трети всего производимого металла разрушается посредством протекания коррозионных процессов и не может быть восстановлен. При рассмотрении отдельных машин и механизмов, в результате воздействия коррозии нарушаются электрические и магнитные свойства металлов, изменяются геометрические размеры и несущая способность изготовленных деталей и конструкций, нарушается герметичность приборов [1]. Также коррозия может вывести из строя чувствительные приборы (манометры).

Труд, потраченный на переработку металла и создание механизмов и машин, обесценивается, производительность и время работы оборудования снижается, увеличивается количество отказов.

Кузов автомобиля, несмотря на тщательный уход со стороны владельца, постоянно подвергается воздействию окружающей среды и внешних факторов, приводящих к отслоению лакокрасочного покрытия или образованию сколов, как следствие образованию очагов коррозии [2,3].

Продлить срок службы металлических поверхностей можно разными способами:

1. Применение нержавеющей материалов. Позволяет избежать коррозионных процессов, но это не всегда экономически целесообразно;

2. Увеличение толщины металла. Позволяет увеличить срок службы изделия, но исключительно за счет увеличенного времени протекания коррозионного процесса до образования сквозной коррозии. Не всегда целесообразно, так как помимо конечной

стоимости изделия и усложнения производства, увеличится и общий вес конечного продукта;

3. Применение специальных методов защиты от коррозии. Позволяет улучшить антикоррозионные свойства металлических поверхностей без особых изменений производственных процессов, увеличения стоимости конечного продукта или увеличения массы изделия [4].

На сегодняшний день применяются различные виды защиты:

1) Активная. Применяются средства, наносимые на металл и отталкивающие влагу;

2) Пассивная. Барьерная защита, включающая в себя различные покрытия и накладки;

3) Преобразующая. Проводится с помощью средств, которые избавляют металл от уже появившейся ржавчины;

4) Комплексная (рисунок 2). Применяется сразу нескольких видов защит.

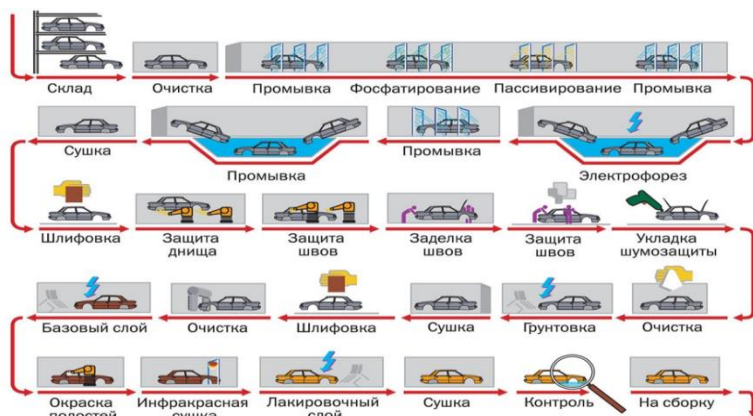


Рис. 2 Технология обработки автомобиля на заводе-изготовителе

При изготовлении новых транспортных средств, зачастую, используется комплекс современных методов защиты от коррозии, применяемый с первого этапа. В процессе эксплуатации автомобиль теряет целостность лакокрасочного покрытия по ряду причин: ДТП, агрессивные условия эксплуатации, заводской брак и др. В следствие на поврежденных металлических поверхностях образуется коррозия, которая негативно влияет на состояние кузова, уменьшается его жёсткость, показатели безопасности и теряется внешний лоск автомобиля.

Решением данной проблемы может послужить восстановление повреждённых участков [5]. Во избежание образования новых очагов коррозии возможно применение электрохимического метода защиты.

Электрохимическая защита (ЭХЗ) разделяется на 2 типа: анодная и катодная.

Анодная (пассивная) защита разработана таким образом, что коррозия образуется на «жертвенном аноде». Это значит, что если взять два металла с различной химической активностью, к примеру железо и магний, поместить их в электролит, то окисляться будет более активный металл (магний - анод). А железо – катод, не только не вступит в реакцию, но и начнет восстанавливаться. Таким образом магний, являясь более активным металлом, постепенно подвергается окислению, и не только предотвращает образование коррозии, но и восстанавливает уже поврежденные участки поверхности стального кузова автомобиля.

Катодный (активный) метод защиты (рисунок 3). Наиболее часто ЭХЗ проводят именно катодным методом. В этом случае применяется наложенный ток. При протекании тока через металл, под воздействием внешнего проводника или источника тока, в контакте с электрически более активной частицей происходит следующее – эта частица перемещается к защитному элементу под действием сил электрического притяжения с отрицательным зарядом, где эти частицы «уничтожаются».

Последствия такого «уничтожения» предсказуемы — защитный элемент со временем окисляется и становится непригодным к использованию. В результате данную технологию называют методом «жертвенного электрода».

Таким образом кузов автомобиля приобретает отрицательный потенциал и восстанавливается. Благодаря специальному оборудованию удаётся сместить потенциал, необходимый для прохождения тока.

При повышении влажности, начинается процесс гальванизации и прибор начинает работать.

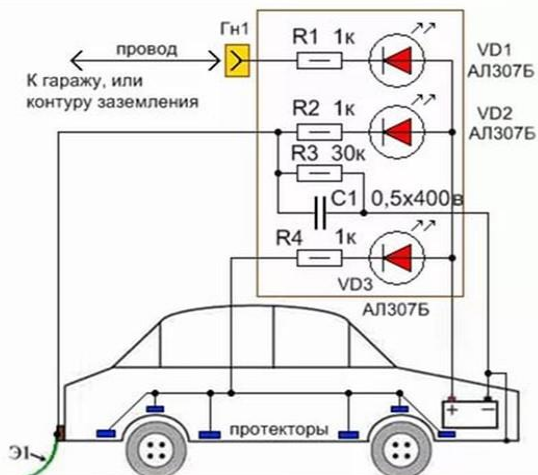


Рис. 3 Пример оснащения автомобиля оборудованием

В итоге ключевое различие между анодной и катодной защитой состоит в том, что при анодной защите защищаемая поверхность действует как анод, тогда как при катодной защите она действует как катод.

На основании исследования, изложенного в статье, можно сделать вывод, что способы ЭХЗ не особо распространены в Российской Федерации, однако они позволяют предотвратить начальный этап образования коррозии не только на открытых поверхностях, но и в скрытых полостях кузовных элементах. Стоит отметить, что ЭХЗ, в отличие от лакокрасочных покрытий не только предотвращает окисление металла, но борется с последствиями коррозии. Таким образом, можно сделать вывод, что данный способ защиты требует более подробного рассмотрения для внедрения в производство специальной техники с целью продления ресурса и уменьшения объемов окисляемого металла. В результате значительно увеличится полезный объем производства металла, что положительно повлияет на развитие экономики страны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ткаченко В.Н. Электрохимическая защита трубопроводных сетей. М.: Стройиздат, 2004. 320 с.
2. ГОСТ 9.305—84 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия металлические и неметаллические

неорганические. Операции технологических процессов получения покрытий (с Изменениями N 1, 2, с Поправкой) // — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200007401> (Дата обращения 07.10.2022).

3. Ганькин Ю. А., Карелина М. Ю., Кравченко В. А., Яровой В. Г. Основы теории автотракторных двигателей. М.: Изд-во РГАЗУ, 1997. 304 с.

4. Карелина М. Ю., Титов Н. В., Коломейченко А. В. Импортзамещающая технология восстановления и упрочнения рабочего оборудования строительных и дорожных машин // Строительные и дорожные машины. 2015. №8 С. 34-37.

5. Карелина М. Ю., Петровская Е. А., Пыдрин А. В. Оптимизация ингибированного состава для обеспечения сохраняемости сельскохозяйственной техники // Труды ГОСНИТИ. 2015. Т. 121. С. 89-93.

УДК 628.1

Капунников И.А.

Научный руководитель: Саввин Н.Ю., канд. техн. наук, ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ В ВОДОСНАБЖЕНИИ

Отрасль водоснабжения по своей сути является уникальной, так как, ресурс, передуваемый по данной сети, использует каждый житель в нашей стране.

В связи с этим, мы должны обеспечить не только подачу данного ресурса, но и его качество. Для этого принимают очистные сооружения, но они не являются эффективными, если водопровод подачи в дома уже загрязнён. [1]

Так, например, в Санкт – Петербурге и Москве считаются самыми чистыми водопроводами, а в Дагестанской Республике, по данным Росстата, самая плохая питьевая водопроводная вода.

Это связано не с наличием очистных сооружений, а напрямую с качеством водопровода. В Москве за 2021 год было поменано 196 км труб, для сравнения в том же Курске 20 км, что не оспоримо мало.

Уже не для кого не секрет, что старые чугунные трубы советского производства уже прошли свой заложенный срок эксплуатации, а некоторые уже идут на третий срок эксплуатации, на примере не давнего съезда Всероссийского водного конгресса, было установлено,

что 79% трубопровода в стране уже не пригодны для эксплуатации. (рисунок 1) [4]



Рис. 1 Сравнение двух чугунных труб

Альтернативой старым чугунным трубам являются новые полимерные материалы. [2]

Так, например, в Санкт – Петербурге в 2012 году после скандального «трубного дела» стали в ускоренном порядке менять трубопроводы со старого чугунного на новые полимерные трубы.

Изначально весь материал закупался в Финляндии, но позже было принято решение по разработке собственных заводов по производству полимерных труб, что значительно снизило стоимость данного трубопровода. (рисунок 2) [6]

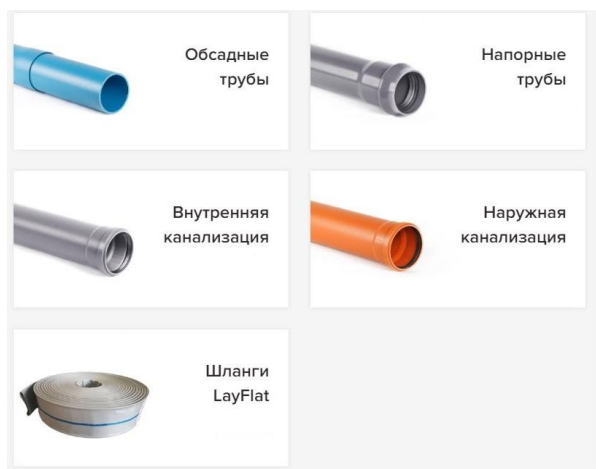


Рис. 2 Виды полимерных труб

Так же, большой проблемой эксплуатации старого чугунного трубопровода является его разрыв, так, например, только за 2021 год было установлено 7000 тысяч аварий по всей России в течении всего года. [5]

В ходе разбирательств было установлено, что виной всему старый чугунный трубопровод, который подлежал замене более 15 лет назад.

К сожалению, большинство трубопроводов не прошли процесс модернизации, поэтому большое количество людей находятся в состоянии возможного отключения водоснабжения. (рисунок 3) [3]



Рис. 3 Пример прорыва трубопровода

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Самойлова К. И. Проблемы водоотведения в России. КГАУ, 2019
2. Зубкова Д. С. Проблемы водоснабжения в России. РЭУ. VI научно – практическая конференция. 2008 г.
3. А. М. Иванов Промышленное водоснабжение. Тула: Изд-во ТулГУ, 2019, 6-9 с.
4. «Из чего делали трубы раньше и из чего делают сейчас» [Электронный ресурс] URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/6059ee3c101c4807698e3f2d/iz-chego-delali-truby-ranshe-i-kakie-oni-seichas-60f549ee49899c3949f1c4c8>

5. Кущев Л. А., Никулин Н. Ю., Саввин Н. Ю. Проектирование системы теплоснабжения ЖКХ с применением теплонасосной установки. Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2021, 143 с.

6. Л. В Бартова, Н. В. Бушмакина, Е. О. Петухова Водоснабжение и водоотведение многофункциональных комплексов. Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019, 92-104 с.

УДК 351.811.122

Карабашева Ю.А.

Научный руководитель: Кущенко Л.Е., канд. техн. наук, доц.

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

АНАЛИЗ ДТП С УЧАСТИЕМ ПЕШЕХОДОВ

Ежегодно на пешеходных переходах происходит большое количество ДТП. Дорожные происшествия являются самой опасной угрозой здоровью людей во всем мире. Ущерб от ДТП превышает ущерб от всех других транспортных происшествий вместе взятых. Они являются одной из важнейших всемирных угроз здоровью и жизни людей. Организация дорожного движения модернизирует меры по предотвращению ДТП, что позволяет с каждым годом значительно уменьшить число аварий.

На дорожное происшествие влияют также и косвенные факторы такие как: сезонность, время суток, техническое состояние транспортного средства, самочувствие самого водителя и пешехода. К удивлению, даже день недели незначительно, но влияет на ДТП. Так, например, в Российской Федерации за последние 5 лет выявлено, что больше всего аварий происходит по пятницам. Причиной этого может стать сильная усталость после рабочей недели (рисунок 1). Меньше всего ДТП происходит по воскресеньям, так как многие люди предпочитают проводить выходной день без автомобиля.

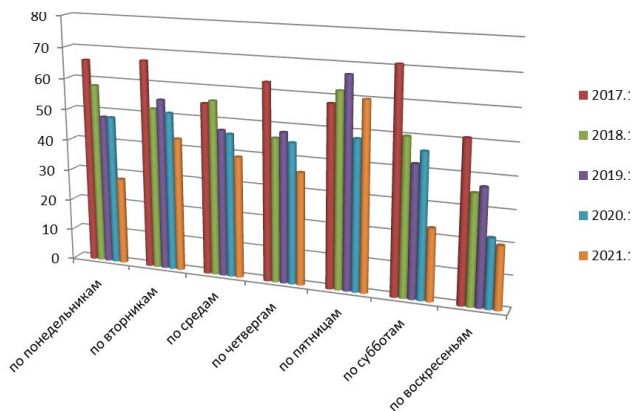


Рис. 1 Статистика ДТП в зависимости от дня недели

В ДТП с пешеходом могут быть виновны как сам водитель транспортного средства, так и пешеход. Наезд на пешехода является одним из самых распространенных ДТП во всем мире. В дорожном движении отношение водитель-пешеход регулируется правилами через соответствующие запреты и обязанности, коррелирующие так, чтобы одной группе участников движения было что-то запрещено или предписано уступить дорогу, а другой – дано право приоритета. Но далеко не все водители, а тем более пешеходы знают эти правила.

Если рассмотреть статистику данных ДТП и пострадавших за 2017- 2021 года (рисунок 2), то при наезде на пешехода в большинстве случаев виновен водитель транспортного средства. Есть ряд пунктов правил дорожного движения (ПДД), которые может нарушить человек, переходя дорогу. Самым распространенным правилом, которое нарушает большинство людей, является переход дороги не в положенном месте, где водитель просто не ожидает встретить пешехода, также ситуации, когда пешеход переходит дорогу, не глядя по сторонам, не убедившись в безопасности своих действий. Очень много маленьких детей и в особенности школьников попадают под машины по невнимательности и незнанию элементарных правил безопасности движения на дорогах.

В связи с ростом смертности пешеходов в ДТП, в последнее время в СМИ началось активное обсуждение идеи о повышении штрафов для пешеходов, что, якобы, улучшит ситуацию. Ее главная цель - стимулировать пешехода пересекать дороги по пешеходным переходам, чтобы сохранить ему жизнь и здоровье. Рекомендуется проводить школьникам, на постоянной основе, мероприятия по ПДД, а

также в темное время проверять наличие у них светоотражающих элементов [1].

Вина же водителей во многом тоже из-за незнания ПДД: превышение скорости, вождение автомобиля в алкогольном или наркотическом опьянении, неисправность транспортного средства – все это может отразиться в дальнейшем неблагоприятным образом (рисунок 2).

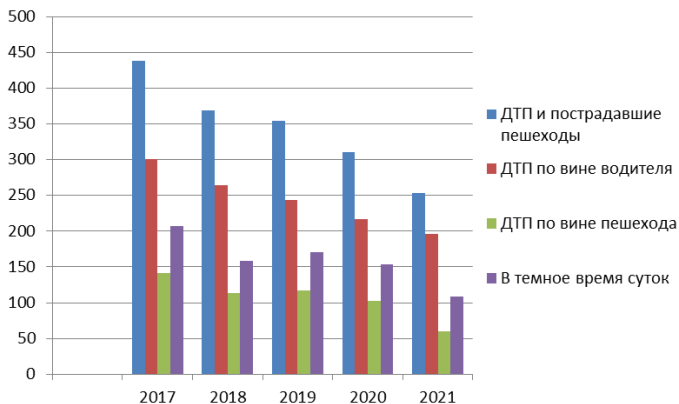


Рис. 2 Статистика ДТП в зависимости от вины участника дорожного движения и в темное время

Из графика так же видно, что много ДТП происходит в темное время суток. Проблемами вероятности возникновения аварии может послужить плохая видимость самого пешехода, знаков «пешеходный переход» и разметки «зебра». Поэтому сейчас на знаки устанавливают светоотражающие элементы, к сожалению, до маленьких районов и поселков очередь не всегда доходит [2].

По статистике из ГИБДД за последние 5 лет на нерегулируемых пешеходных переходах пострадало намного больше пешеходов, чем на регулируемых (рисунок 3). Причиной наезда может послужить то, что водитель вовремя не заметил пешехода, либо вообще не заметил пешеходный переход. Так же использование нерегулируемых пешеходных переходов на многополосных дорогах, которые не позволяют водителям из-за второй и третьей полосы увидеть пешехода, начинающего движение по «зебре» [3]. Не исключены на нерегулируемых перекрестках и заторы, от которых ухудшается движение на дороге и может привести к ДТП с пешеходом [4]. В связи с этим сейчас повышают число регулируемых пешеходных переходов.

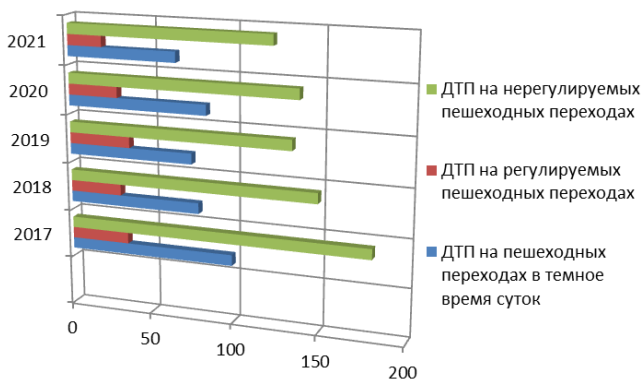


Рис. 3 Статистика ДТП на регулируемых и нерегулируемых пешеходных переходах

Ситуация значительно различается по регионам мира. В рамках своей деятельности Всемирная организация здравоохранения изучает статистику благосостояния стран, к которому, в том числе, относится аварийность и смертность на дорогах. Своеобразный антирейтинг составляется, исходя из числа погибших за год на сотню тысяч населения.

От 10 000 до 12 000 египтян ежегодно погибают вследствие ДТП каждый год, из которых 20% составляют пешеходы.

При достаточно плотном транспортном потоке на египетских дорогах большинство автомобилей очень старые, несущие на себе коррозию, сколы, вмятины. Объясняется это низким уровнем благосостояния граждан.

Качество дорожного полотна на дорогах заслуживает похвал, вот только они не имеют ни разметки, ни знаков. Сами же водители из всех правил движения соблюдают лишь одно – громкие звуки клаксона при любых маневрах. И на фоне всего этого огромные заторы, выглядящие, как бои без правил.

Как бы дико это ни звучало, но до сих пор существует ряд стран, где допустимо водить автомобиль, не обучившись правилам движения, а иной раз – и не имея самих водительских прав.

Так, в Нигерии лишь пару лет назад сделали экзамен на знание ПДД обязательным для получения удостоверения водителя. В отличие от Штатов, в этой стране столь плачевная обстановка связана с общим крайне низким уровнем благосостояния, образования и дорог. Это приводит к тому, что полуграмотные люди на очень старых автомобилях ездят, не зная правил, по отвратительно плохим дорогам.

Наглядным примером служит недавняя авария в штате Кано, когда в результате ДТП погибло свыше 20 школьников. Виновницей происшествия являлась огромная яма на дороге, которую одновременно пытались обогнуть водители школьного автобуса и грузовика.

А вот наоборот США лидирует по безопасности дорожного движения. Они славятся ответственным отношением к инженерному обеспечению безопасности дорог, внедряют строгие стандарты, жестко преследуют нетрезвых водителей [5].

Исследователи ВОЗ говорят, что страны с высоким уровнем смертности на дорогах не могут стабильно и продуктивно развиваться. Кроме того, они существенно падают в общемировом рейтинге из-за неблагоприятных условий жизни [6].

Во многих странах строят как можно больше наземных и подземных переходов для пешеходов. Часто переходы размещаются не там, где это удобно людям. Поэтому пешеходы, исходя из соображений удобства и логики, игнорируют такие переходы. Так, в индийских городах Пуна и Ироду установили, что количество людей, пересекающих дорогу по земле в непопозволенном месте, тогда как рядом располагается надземный переход, достигает 85-95%.

Также многие предлагают усовершенствовать «зебру» – например, приподнять переход до уровня тротуара (рисунок 4).



Рис. 4 «Зебра» на уровне тротуара

Данное мероприятие создает безбарьерную среду для маломобильных людей, так как больше не нужно будет спускаться на дорожное покрытие. А еще, такие переходы сами по себе выступают «лежачими полицейскими» для автомобилей. В Министерстве транспорта США, к примеру, считают, что такая мера может снизить количество наездов на пешеходов на 45% [7].

Хотя в последнее время ДТП с участием пешехода стало в разы меньше, это все-равно является очень значимой проблемой на сегодняшний день. Поэтому необходимо постоянно совершенствовать и увеличивать мероприятия по устранению данной проблемы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Л.Е. Кущенко, В.С. Добрыднева Мероприятия, обеспечивающие безопасность движения детей на дорогах // Сб. материалов международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород 2018. – с. 41-44.

2. Л.Е. Кущенко, В.В. Недосекина, Д.Н. Айыдов Анализ влияния уличного освещения на ДТП // «Символ науки». – Уфа 2018 (7), С. 38-40. - 2018.

3. Анализ ДТП с участием пешеходов // ГИБДД, РФ URL: <https://гибдд.рф/document/402> (дата обращения: 07.10.2022).

4. Л.Е. Кущенко, А.И. Шутов, П.А. Воля, С.В. Кущенко Заторовые явления. Возможности предупреждения. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2013. № 3. – С. 166-168

5. Статистика ДТП с участием пешеходов, велосипедистов URL:https://studwood.net/1444386/bzhd/statistika_uchastiem_peshehodov_velosipedistov (дата обращения: 07.10.2022).

6. Василенков ТОП-10 стран с самым большим количеством ДТП // Fastmb. - 2018. - №12.

7. Давайте без наездов: пешеходные переходы для людей (и как их делают в других странах) URL: https://dzen.ru/media/pro_moi_raion/davaite-bez-naezdov-peshehodnye-perehody-dlia-liudei-i-kak-ih-delaiut-v-drugih-stranah-6115375f945daa06bc68ebdb (дата обращения: 07.10.2022).

УДК 691.16

Курлыкина А.В., Киндеев О.Н.

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

БИТУМЫ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Один из самых востребованных и ценных природных ресурсов на Земле – это нефть. Уже около века нефть считается необходимым и востребованным минералом в мире. Нефть и нефтепродукты заняли

третье место в списке наиболее значимых экспортируемых товаров по странам мира. В России нефтяная промышленность составляет важный топливно-энергетический комплекс и является ключевым экспортным товаром. Пополнение государственного бюджета и возможность развития других секторов экономики зависят от средств, полученных в результате торговли нефтью. Расход нефти на планете огромен. Существование химических, топливно-энергетических, пищевых, текстильных и других отраслей промышленности невозможно без наличия «черного золота».

Жизненный цикл разработки нефтяного месторождения включает в себя следующие периоды: выявление природных ресурсов, их подготовку к стадии интенсивного освоения, начало эксплуатации, быстрый рост производства, затем "пик", после чего следует быстрое снижение производства из-за завершения разработки нефтяного месторождения [1]. Исходя из замедления роста добычи на крупнейших месторождениях нефти, которые не заменяются ростом вновь открытых запасов, можно сделать вывод, что углеводородная эра продлится ещё несколько десятилетий. Но что будет спустя 30, 50 или 70 лет? Когда человечество останется без нефти? Что делать, если нефть закончится и чем заменить нефть в будущем?

В настоящее время во всем мире уделяется большое внимание альтернативным источникам углеводородного сырья. Наиболее «близкими родственниками» нефти считаются природные битумы. Это ценное сырье может найти широкий спектр применения и стать основой для производства конечных нефтепродуктов с высокой степенью переработки.

Природные битумы – это окисленные высоковязкие, плотные нефти жидкой, полужидкой и твердой консистенции с высоким содержанием серы, масел, смол и асфальтенов. В них большое содержание ванадия, никеля, молибдена [2]. Природные битумы имеют темно-коричневый или черный цвет, они легко растворяются, температура плавления варьируется от 50 до 160 °С, в чистом виде встречаются сравнительно редко, поэтому преимущественно содержат примеси минеральных веществ и обычно состоят частично из азот-серо-кислородных гетероциклических соединений и микроэлементов [3-4].

Природный битум отличается от традиционной нефти тем, что содержит небольшое количество легких фракций (н.к. – 350 °С), может доходить до такого, что в составе материала полностью отсутствует бензиновая фракция, в таких случаях битум не является текучим. В дополнение к высокому содержанию компонентов асфальтосмол (25-

75%), высокой плотности (0,96-1,22 г/см³), аномальной вязкости (более 104 мПа·с), природные битумы отличаются от традиционных нефтей высоким содержанием серы и редких цветных металлов, особенно ванадия, никеля и рения. Концентрацию рудных металлов в составе природных битумов можно сопоставить с количеством металлов в некоторых странах мира. Поэтому залежи природных битумов следует рассматривать не только как сырье для производства нефти и нефтепродуктов, но и как многокомпонентное сырье.

Совершенствование технологий добычи природных битумов приобретает большую актуальность, так как запасы этих ресурсов превышают запасы обычной (легкой) нефти, а по мере продолжающегося роста добычи нефти доля тяжелой в структуре запасов углеводородов будет только возрастать. По оценкам большинства экспертов, запасы высоковязких нефтей и природных битумов составляют 790 миллиардов тонн. до 1 трлн тонн. что в 5-6 раз больше, чем остаточные запасы нефти низкой и средней вязкости, которые составляют 162 миллиарда тонн [1]. Канада, Венесуэла и Россия обладают крупнейшими в мире запасами природного битума. Мировые извлекаемые запасы природного битума распределены следующим образом: Канада — 75%, Россия — 22%, остальной мир — 3% [1].

Природные битумы содержатся в каменных подземных залежах или поднимаются на поверхность земли слоями грунта. Как правило, природный битум встречается в линзовидных отложениях на поверхности земли или вблизи нее. Залежи природного битума могут занимать, как небольшую площадь, так и лежать на протяжении нескольких километров. Часть природных битумов концентрируются в скважинах толщиной в несколько метров и длиной до нескольких километров. В случае если природный битум поднимется на поверхность земли, он образует битуминозные родники, со временем он затвердевает и окисляется, после чего превращается в твердое вещество, которое называют «минеральным битумом» или «битуминозной породой». Например, гильсонит – это минеральный битум, черный и хрупкий, который легко измельчается в порошок [2-4].

Природные битумы, как и нефть, со своим редкостным составом и физико-химическими свойствами могут рассматриваться в качестве универсального сырья для многих отраслей промышленности [5].

Природный битум используется в различных секторах промышленности, таких как в литейном и электрохимическом производстве, медицине, производстве лакокрасочных изделий или

кабельной продукции, при изготовлении кровельных материалов, однако зачастую в данных отраслях природный материал не используется в «чистом» виде, а обычно добавляется к основному материалу в виде добавки. Эта комбинация может иметь различные цели, такие как улучшение физических или химических свойств, производство продукции с большим разнообразием или производство продукции с меньшей итоговой стоимостью.

В дорожном строительстве природные битумы могут применяться как добавка к нефтяному битуму, снижая потребление продукта нефтепереработки на 30-80%, так и самостоятельно, улучшая качественные характеристики дорожных покрытий. Прежде всего, это связано с высоким содержанием в природном битуме реакционноспособных групп, предопределяющее высокую силу сцепления вяжущих компонентов с породой по сравнению с искусственными композициями на основе продуктов нефтепереработки [6-8].

Одним из перспективных направлений улучшения качества дорожных битумов является добавление в их состав модификаторов, которые влияют на структуру и улучшают технологические параметры, также получение дорожных битумов на основе природных битумов путем подбора подходящего сырья. Природные битумы, такие как гильсонит, используются в сочетании с нефтяными битумами для улучшения физических свойств. Как правило, гильсонит можно использовать в строительстве дорожных покрытий двумя способами: предварительно добавить гильсонит к асфальтовому вяжущему или добавить гильсонит в качестве заполнителя во время смешивания компонентов на заводе периодического действия [8].

Использование альтернативного сырья в дорожной сфере сокращает расход традиционных нефтей на производство вязких дорожных битумов и позволяет более рационально и эффективно использовать природные битумы.

Таким образом, перспективы развития нефтяной отрасли связаны с разработкой месторождений природных битумов. В современных условиях, несомненно, настало время включить нефти долгосрочных месторождений в нетрадиционные источники углеводородного сырья. По какой-то причине об этом редко упоминают, но объем этих ресурсов во всем мире в среднем более чем в два раза превышает объем обычной нефти, которая была добыта и будет добываться в будущем. Это обычные масла, но условия, при которых они добываются, и методы, с помощью которых они могут быть

извлечены, требуют нетрадиционного подхода и, конечно же, больших денежных затрат для их извлечения.

В этом контексте изучение ресурсов природных битумов в земной коре, выявление специфических особенностей их разведки и разработки, изучение опыта развитых стран в этой области, а также разработка эффективных методов, выбор стоимости- эффективные способы их добычи и переработки, привлечение инвестиций - один из самых актуальных вопросов на сегодняшний день.

В будущем, с истощением мировых запасов обычной нефти и эффективным использованием природного битума, страны со значительными запасами могут играть большую роль в развитии энергетического рынка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Yarboboev T., Sultanov Sh., Aminov F., Navotova D. Non-traditional Oils: Analysis of Regional Distribution and Reserves of Heavy Oil and Natural Bitumen // Bulletin of Science and Practice. 2020. Vol. 6. No 7. P. 226-234. DOI 10.33619/2414-2948/56/23.

2. Бат-Эрдэнэ Э., Наранцэцэг М., Бямбагар Б., Авид Б. Исследование возможности получения дорожного битума из природного битуминозного песчаника // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2012. № 1(2). С. 74-77.

3. Хасаншина А.А., Мартыненко Н.К. Перспективные способы добычи высоковязких нефтей и природных битумов / Прорывные научные исследования как двигатель науки: сборник статей Международной научно-практической конференции. Часть 1 // Тюмень: Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2018. С. 68-71.

4. Губина М.А., Коновалов Н.П. Способы добычи тяжелых нефтей и природных битумов // Вестник ИрГТУ. 2012. №6 (65). С. 105-109.

5. Юсупова Т.Н., Ганеева Ю.М., Романов Г.В., Барская Е.Е., Морозов В.И., Охотникова Е.С., Вахин А.В. Изменение структурно-группового состава асфальтенов природных битумов при извлечении из пласта методами теплового воздействия // Нефтехимия. 2017. Т. 57. № 2. С. 138-142. DOI 10.7868/S0028242117020186.

6. Строкова В. В., Жерновский И. В., Лютенко А. О., Лебедев М. С. Анализ органо-минеральных композитов с учетом генезиса и размерных уровней минерального сырья // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова.

2009. № 4. С. 28-32.

7. Высоцкая М.А., Кузнецов Д.А., Русина С.Ю., Чевтаева Е.В., Беликов Д.А. Тенденции развития наномодификации композитов на органических вяжущих в дорожно-строительной отрасли // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 6. С. 17-20.

8. Ширяев А.О., Высоцкая М.А. Минеральный порошок в современной системе проектирования асфальтобетонных систем // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2022. № 2. С. 8-19. DOI 10.34031/2071-7318-2021-7-2-8-19.

УДК 656.085

Лапина Д.И.

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

АНАЛИЗ ДТП С УЧАСТИЕМ ДЕТЕЙ

Дорожно-транспортное происшествие (ДТП) – событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, сооружения, грузы либо причинен иной материальный ущерб.

Детский дорожно-транспортный травматизм (ДДТТ) – это главная проблема современного общества. ДДТТ распространен в меньшей степени, чем взрослый, но более актуален, потому что ребенок растет, развивается, начинает активно познавать мир, пренебрегая, своей безопасностью.

Целью исследования является получение данных о представлениях водителей, экспертов в области дорожного движения, связанных непосредственно с обстановкой на дороге по поводу проблемы ДДТТ и её путей разрешения.

Согласно статистике, несчастные случаи с детьми-пешеходами чаще всего происходят во дворах, либо рядом с детскими площадками. Такие происшествия возникают из-за особенностей детского восприятия окружающей среды. Ребенок не осознает, что автомобиль не способен моментально остановиться, а также в частных случаях концентрирует внимание на какой-либо предмет, не замечая, что его окружает. Любой ребенок непредсказуем и может выбежать на дорогу

за мячом или игрушкой, а большинство детей просто замрут на месте или закроют лицо руками, после того как заметят несущийся на них автомобиль. Одной из причин рассеянности детей является безответственное отношение родителей к безопасному поведению их ребенка на дороге, которые не придавали должного значения в пояснении ребенку правил дорожного движения, а также об опасностях, которые могут произойти на улице [1].

Согласно сведениям аналитических материалов Департамента обеспечения безопасности дорожного движения (ДОБДД) МВД России, количество детей, погибших в ДТП, в расчете на 100 тыс. населения в Российской Федерации практически в 3 раза больше, чем в Италии, и в 2 раза больше, чем в Германии и во Франции. Тяжесть последствий от ДТП с участием детей до 7 лет в 10 раз превышает статистику, чем, например, в Великобритании.

Объектом исследования является ДДТТ Белгородской области [4]. Ниже представлены графики статистики ДДТТ и пострадавших детей по Белгородской области за последние 5 лет (рисунок 1).



Рис. 1 Статистика ДТП по Белгородской области за последние 5 лет (а – ДТП и пострадавшие дети в возрасте до 16 лет, б – ДТП и пострадавшие дети в возрасте до 18 лет)

В соответствии данным ранее представленных графиков видно, что наибольшее количество ДТП было в 2017 и 2019 годах, где пострадавшими являлись дети в возрасте до 18 лет. С 2020 по 2022 года можно заметить значительное уменьшение количества ДТП.

Более подробно проанализируем графики ДТП [4] и пострадавших детей по Белгородской области за 2022 год периода с января по август (рисунок 2).

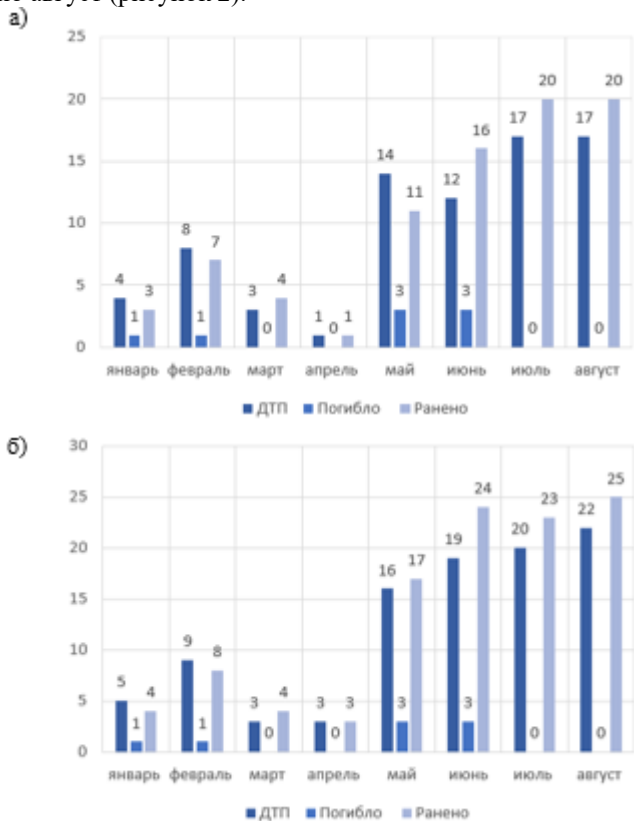


Рис. 2 Статистика ДТП по Белгородской области

(а – ДТП и пострадавшие дети в возрасте до 16 лет, б – ДТП и пострадавшие дети в возрасте до 18 лет)

При анализе данных графиков, можно отметить значительное увеличение возникновения ДТП в летний период, это связано с повышением средней скорости движения транспортных потоков, а также увеличением времени реакции водителей. Стоит отметить, что

при повышенной температуре тела водителя в летний период в кабине автомобиля очень жарко, что способствует резкому снижению артериального давления и снижает способность мозга быстро реагировать и решать любые задачи. Проведенный анализ показал, что в основном к пострадавшим относятся дети до 16 лет, жизнь которых заканчивалась летальным исходом [2, 3].

Для обеспечения повышения безопасности дорожного движения с участием детей необходимо регулярно проводить ряд определенных мероприятий. В первую очередь, в дошкольном возрасте необходимо организовывать встречи с сотрудниками ГИБДД с целью проведения профилактики детского дорожно-транспортного травматизма путем объяснения детям правил поведения на дороге, значимости дорожных знаков и т. п [5].

Более того, необходимо уделить должное внимание на изучение маршрутов безопасного подхода учащихся к образовательному учреждению, а также проводить игры, конкурсы, викторины и соревнования, связанные со знанием правил дорожного движения.

Для предотвращения гибели и ранений детей-пассажиров в салоне автомобиля необходимо обеспечить транспортное средство ремнями безопасности, а также детскими удерживающими устройствами (автокреслами). Также необходимо обеспечить детей светоотражающими элементами [1].

Таким образом, главным методом развития навыков поведения детей является подражание, в первую очередь, родителям. Многие взрослые, не осознавая этого, личным пример показывают ребенку неправильное поведения - переходят дорогу в неположенном месте или на красный сигнал светофора. Именно поэтому родителям нужно уделять время для проведения регулярных тренировок внимания ребенка, превращая его знания в навыки поведения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабич А.Г., Тер-Григорьянц Р.Г. Теоретико-методические подходы к проведению мониторинга региональных систем непрерывного обучения детей дорожной безопасности / Монография / Ставрополь, 2016.

2. Моисеева А.Р, Долженко К.М., Колодезная А.С., Гай Л.Е. Детский дорожно-транспортный травматизм в России и его профилактика. «Инновационная наука». – Уфа 2020 (1), С. 18-20

3. Профилактика детского дорожно-транспортного травматизма / Под ред. Ж.П. Дешам. – Европейское региональное бюро ВОЗ, 1991.

– 75 с.

4. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения. URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения: 27.09.2022).

5. 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.

УДК 621.927

Лопухов Н.Р., Мирошниченко А.В.

Научный руководитель: Горягин П.Ю., асс.

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

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДВУХРОТОРНОГО ШРЕДЕРА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ

В настоящее время растут объемы производства и потребления различной продукции. Более 90% продукции упаковано с использованием термопластичных полимеров: полиэтилентерефталата, полиэтиленов высокой и низкой плотности, полипропилена, полистирола и др. [1]. Каждое производство и использование полимерной упаковки сопровождается образованием большого количества отходов. В связи с этим актуальной экологической и экономической задачей является комплексная переработка полимерных отходов, а также конструктивно-технологическое совершенствование оборудования для измельчения полимерных отходов [2].

Для переработки полимерных отходов используется измельчительное оборудование, реализующие разрывающие, истирающее, ударное воздействие на материал – шредеры; роторные, ножевые дробилки и др. [3].

Двухроторные шредеры используются для первичного измельчения полимерных отходов до размеров частиц $d = 5 \div 20 \text{ м}^3$. Благодаря высоким показателям крутящего момента и конструктивным особенностям шредера возможно измельчение различных видов полимерных отходов: пластика низкой и высокой плотности; крупногабаритных и мелкокусковых отходов и др. [4].

Двухроторный шредер (рис. 1) [5] представляет собой устройство, оснащенное двумя вращающимися в разные стороны валами, с установленными на них ножами. В зависимости от измельчаемого

материала, существуют различные варианты исполнения ножей. Например, ножи могут быть дискового типа или съёмными и закреплёнными на роторе. Ножи на валах расположены таким образом, чтобы не соприкасаться друг с другом и измельчать материал, попадающий между ними.

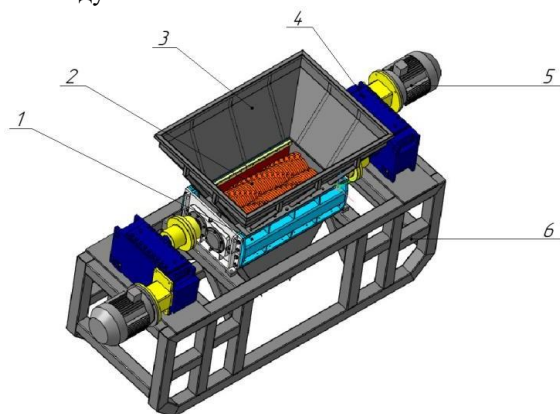


Рис. 1 Двухроторный шредер: 1- блок измельчения; 2- ротор с режущими ножами; 3- загрузочное окно; 4- редуктор; 5- электродвигатель; 6- рама.

Конструкция двухроторного шредера обладает следующими преимуществами: энергоэффективность измельчения материалов с различными физико-механическими характеристиками; высокая надёжность; низкая ремонтосложность; простота в эксплуатации и техническом обслуживании и др.

Шредеры могут быть укомплектованы дополнительным оборудованием: ленточными и скребковыми конвейерами; питателями; магнитными сепараторами и др.

Для модернизации двухроторного шредера выполнен анализ патентозащищённых конструкций оборудования для измельчения полимерных отходов [6-8]. В результате анализа определено конструктивно-технологическое решение [8], направленное на увеличение ресурса и надёжности, и уменьшение ремонтосложности рабочего органа двухроторного шредера.

Рабочий орган содержит диск с центральным отверстием для установки на валу шредера (рисунок 2). Отличительной особенностью является то, что диск выполнен с плавно уменьшаемой толщиной в направлении от центральной оси к своей периферии и содержит с противоположных двух сторон концентричные кольцевые канавки. Кольцевые канавки пересечены радиально ориентированными

канавками с образованием дугообразных участков, посредством которых осуществляется измельчение.

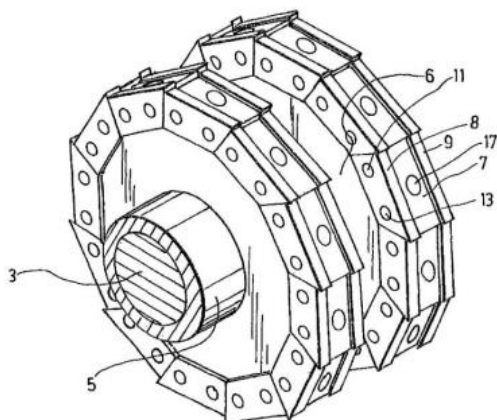


Рис. 2 Режущий диск: 3 - ротор; 5 - разделительные распорки; 6 - носитель венца; 7 – носитель ножей 8 и 9 - ножи; 11 и 13 - винты; 17 – центральный винт

Конструктивно-технологическое решение позволит эффективно перерабатывать полимерные отходы с получением флекса заданного гранулометрического состава. Рассматриваемая модернизация шредера обладает следующими преимуществами: увеличенный ресурс и повышенная эксплуатационная надёжность шредера; меньшая ремонтосложность и минимизация простоев на ремонт и техническое обслуживание. Это достигается за счёт использования съёмного блока рабочего органа, изготовленного из износостойких материалов, что повышает его прочностные характеристики, долговечность, износостойкость. Также конструкция режущего диска не требуют полного разбора ротора шредера, что уменьшает время и затраты на проведение обслуживания оборудования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.

2. Севостьянов В.С. Малотоннажные технологические комплексы и оборудование (основы научных исследований – практическое руководство): учебное пособие / В.С. Севостьянов, В.И. Уральский,

М.В. Севостьянов, В.А. Бабуков, И.Г. Мартаков – Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. – 576 с.

3. Твердые отходы: технологии утилизации, методы контроля, мониторинг: учебное пособие / Харламова М.Д.: Изд-во «Лань», 2014.- 252 с.

4. Утилизация и переработка твёрдых бытовых отходов: учебное пособие / А.С. Клинков, П.С. Беляев, В.Г. Однолько, М.В. Соколов, П.В. Макеев, И.В. Шашков. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. 391 с.

5. Шайерс Дж. Рециклинг пластмасс: наука, технологии, практика: учебное пособие / Изд-во «НОТ», 2012. – 640 с.

6. Пат. РФ №. 2486011 Способ фиксации валька шредера / Смердов В.В., Смердов М.В.; заявитель и патентообладатель: Смердов В.В., Смердов М.В; опубл: 27.12.2012. Бюл. №18.

7. Пат. РФ №. 2492927 Шредер / В.В. Смердов., М.В. Смердов; заявитель и патентообладатель: Смердов В.В., Смердов М.В; опубл: 20.09.2013. Бюл. №26.

8. Пат. РФ №. 2486011 Дробильная машина для отходов, её составные части и способ её обслуживания / Дубех Г., Мадуале К.; заявитель и патентообладатель: Пресимека; опубл: 10.11.2005. Бюл. №31.

УДК 625.1

Майер С.С., Денисова В.А.

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

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, ПГУПС, г. Санкт-Петербург, Россия

КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ СОСТАВОМ РЕЛЬСОВОЙ СМАЗКИ И ТРЕНИЕМ

Чтобы оставаться конкурентоспособными с другими видами транспорта, железная дорога должна минимизировать затраты и капитальные вложения. Это может достигаться за счет снижения потерь на трение и износ материалов колеса и рельса благодаря более эффективной смазке торца колеи. Хорошо известно, что правильно применяемые смазочные материалы могут снизить трение и износ, особенно на торцевой поверхности верхнего рельса на крутых поворотах.

Однако также известно, что смазочные материалы могут увеличивать контакт качения роста усталостной трещины из-за ее нагнетания в трещину.

Тем не менее, в ходе полномасштабных испытаний было показано, что скорость износа и распространение трещин может быть уменьшена с помощью эффективной смазки.

Эффективная торцевая смазка для тяжелых перевозок в настоящее время означает использование лубрикаторов со стороны пути, работающих со смазкой. Выбор консистентной смазки и условий эксплуатации лубрикаторов определяется местным опытом и ценами. Это происходит из-за отсутствия систематических исследований, касающихся настройки лубрикатора и формы смазки, что препятствует правильной идентификации и выбору смазки с точки зрения общих затрат. Существует мало информации о взаимосвязи между составом смазки, свойством смазки и эксплуатационных характеристиках в полевых условиях для полного или мелкомасштабного испытания. Большая часть представленных данных о смазке сосредоточена при применении подшипников качения, которые существенно отличаются от рельсовых. Таким образом, эта работа направлена на повышение знания о смазке торцевых рельсов, в частности, о влиянии состава и свойств пластичной смазки на трение, износ и удерживающую способность.

Общие сведения

Полевые наблюдения в основном основаны на оценке

- i) коэффициента трения, который обычно измеряется ручным трибометром;
- ii) износа, который измеряется сравнением профилей колеса и рельса с течением времени;
- iii) удерживающей способности, которая является мерой расстояния от лубрикатора, в которой смазка способна поддерживать коэффициент трения рельса при заданном значении;
- iv) эффективности, которая измеряется сравнением потребления энергии или топлива локомотивом, работающим в сухих (без смазки) и смазанных условиях.

Преимущества смазки с торцевой стороны были продемонстрированы экспериментально на различных железных дорогах по всему миру.

Анализ литературы

Сообщается, что эффективная смазка может увеличить срок службы колеса в шесть раз [1].

Были проведены ускоренные эксплуатационные испытания наряду с некоторыми полевыми испытаниями, в которых было проверено, что добавление графита в различных количествах в качестве твердых добавок к рельсовым смазкам не улучшили удерживающую способность, т.е. количество циклов при низком трении, когда подача смазки заканчивалась, оставались одинаковыми независимо от процентного содержания графита в смазке. Во-вторых, этот коэффициент трения составляли приблизительно 0,1 для всех испытанных смазок. Смазки с самой высокой и самой низкой удерживающей способностью в двухдисковых испытаниях также показали самую высокую и самую низкую удерживающую способность при полевых испытаниях [2, 3]. Однако не было предпринято никаких попыток соотнести трибологическую реакцию с составом или свойствами смазки. Это непонимание оправдывает большое количество смазок со значительно отличающимися свойствами и составами, которые коммерчески доступны для тех же железных дорог.

Основное применение смазочных материалов - в подшипниках качения. Поэтому большинство исследований смазочных материалов проводятся в шаровых-испытательные установки на диске в условиях эксплуатации, которые напоминают из подшипников качения. Современный состав соответствующей смазки и свойствами с характеристиками (толщина пленки и трение) для таких применений хорошо показано на рисунках 1, 2. Считалось, что все пластичные смазки имеют одинаковую вязкость базового масла [4].

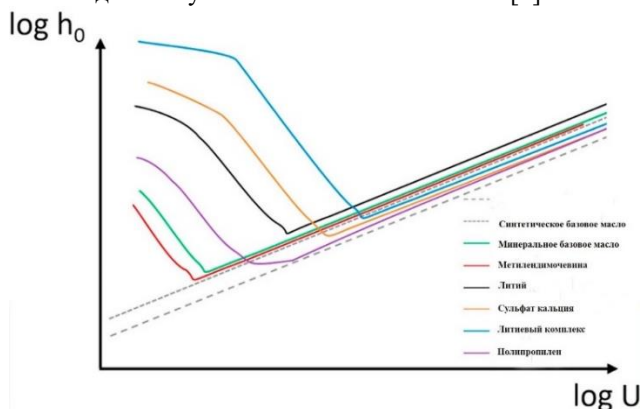


Рис. 1 Схематическое изображение толщины пленки в зависимости от темпа при смазке с полной нагрузкой для различных консистентных смазок при умеренных температурах

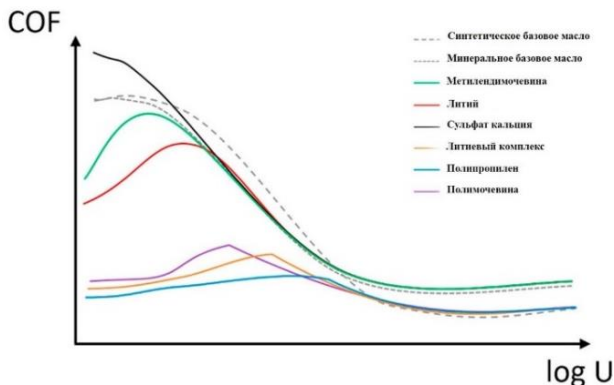


Рис. 2 Схематическое представление коэффициента трения в зависимости от темпа при смазке с полной нагрузкой для различных консистентных смазок при умеренных температурах

Смазка широко используется на железных дорогах для снижения износа за счет уменьшения трения на контактной поверхности между рельсом и колесом. Однако, как только появляются поверхностные трещины, они могут распространяться намного быстрее в присутствии смазочных материалов. Поэтому смазку для рельсов следует рассматривать как баланс между его преимуществами и недостатками.

С одной стороны, надлежащая смазка замедляет образование поверхностных трещин и уменьшает трение и износ при скольжении. С другой стороны, это ускоряет распространение трещин тремя различными способами (рис.3):

i) сдвиг роста трещин: жидкость снижает коэффициент трения на поверхностях трещин, увеличивая распространение трещины в режиме II;

ii) гидравлический рост трещины: жидкость нагнетается в трещину из-за динамики контакта, увеличивающей распространение трещины в Режим I;

iii) рост трещины с захватом жидкости: жидкость попадает в трещину, полость из-за динамики контакта и выталкивается к вершине трещины, вызывая локальную высокую интенсивность напряжений, приводящую к росту трещин в режиме I [5, 6].

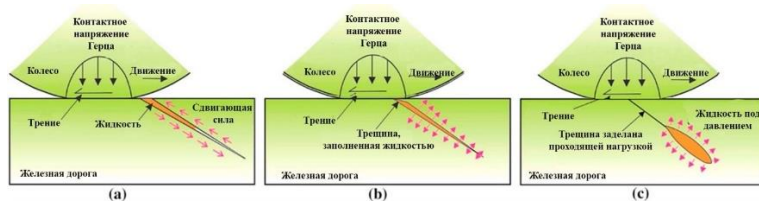


Рис. 3 Механизмы роста трещин с помощью жидкости: а) сдвиговые, б) гидравлические, в) рост трещин, захваченных жидкостью

Влияние состава смазки на распространение трещин не так велико, как хорошо изучено, как это связано с образованием пленки и возникновением трения. Некоторые выводы можно найти в литературе, основанной на компьютерном моделировании и испытаниях, проведенные с различными типами жидкостей (вода, масло и смазка).

Сравнение влияния воды, масла и смазки на распространение трещин подтвердило, что жидкости с низкой вязкостью (вода), как правило, способствуют сдвигу роста трещин. С другой стороны, жидкости с высокой вязкостью улучшают механизм роста гидравлических трещин. Поскольку все механизмы образования трещин зависят от жидкости, было замечено, что жидкости с низкой вязкостью имеют тенденцию попадать в контакт легко и, следовательно, максимально ускоряет общее распространение трещин.

Понятно, что состав смазки (загуститель, тип масла, присадки) влияет на толщину пленки, трение, прочность, износ, распространение трещин и усталость от контакта с качением, наблюдаемых при полевых испытаниях.

Влияние каждого компонента смазки на трибологические характеристики зависит от условий эксплуатации, в основном от конкретной толщины пленки и свойствами пленки – поскольку большая толщина пленки не всегда обеспечивают более низкие значения трения.

Состав смазки влияет на показатели трения, износа и удержания по-разному, в зависимости от его коэффициента λ :

- низкий номинальный коэффициент λ : в этом случае толщина пленки на самом деле намного выше, чем прогнозируемый. Это происходит из-за механических захватов и отложений загустителя на контактирующих поверхностях. В пределах этой области в пленке преобладает загуститель, а ее толщина связана с характерными размерами частиц/волокон загустителя и их способностью осажаться на контактирующих поверхностях. Частицы загустителя кальция

обладают более высокой способностью осаждаться в контакте, образуя более толстые пленки чем литиевые смазки. Однако кальциевая пленка обеспечивает более высокое трение, чем литиевая пленка. Вследствие его более высокой способности осаждаться в контакт и повышенное трение

– высокий номинальный коэффициент λ : В этом случае толщину пленки можно разумно предсказать, используя традиционную теорию *EHL* и вязкость базового масла. Хотя загуститель вносит небольшой вклад в увеличение толщины пленки. В этой области в пленке преобладают свойства базового масла, и усиление пленки, наблюдаемое для некоторых типов смазок, связано с характерными размерами материала загустителя и соотношением между количеством загустителя и базового масла в рецептуре смазки. Увеличение толщины пленки в этой области намного меньше по сравнению с областью с низким номинальным коэффициентом λ , и поэтому влияние загустителя на трение, износ и удерживающую способность также невелико. Таким образом, эффективность смазочных материалов в этой области определяется свойствами базового масла. Тем не менее, для минерального базового масла частицы кальциевого загустителя обладают более высокой способностью проходить через контакт, образуя более толстые пленки, чем литиевые смазки. Вследствие более высокой способности кальция проходить через контакт, потеря массы из-за распространения трещин несколько выше по сравнению с литиевым загустителем. Скорее всего, это происходит из-за более высокого отложения загустителя внутри кончика трещины, препятствующего ее закрытию.

Был представлен краткий обзор консистентной смазки для железных дорог с акцентом на взаимосвязь между составом и свойствами консистентной смазки и ее общими трибологическими характеристиками (трение, износ и удерживающая способность). Отсутствие систематических исследований в этой области накладывает ограничения на тех, кто обслуживает рельсы, когда дело доходит до определения и выбора подходящей смазки. Обсуждение было основано на литературе по смазке консистентной, применяемой к подшипникам качения, которая намного дороже, чем та, которая применяется к железным дорогам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. I. H. N. Association, et al., Guidelines to best practices for heavy haul railway operations: wheel and rail interface issues, International Heavy Haul Association.
2. Clayton P, Danks D. Laboratory evaluation of wheel/rail lubricants. In: Proceedings of symposium on rail and wheel lubrication; 1993.
3. Clayton P, Danks D, Steele R. Laboratory assessment of lubricants for wheel/rail applications. Lubr Eng 1989;45(8):501–6.
4. Vengudusamy B, Enekes C, Spallek R. Ehd friction properties of iso vg 32 O gear oils with smooth and rough surfaces. Friction 2020;8(1):164–81.
5. Rico JF, Battez AH, Cuervo DG. Rolling contact fatigue in lubricated contacts. Tribol Int 2003;36(1):35–40.
6. Wong S, Bold P, Brown M, Allen R. A branch criterion for shallow angled rolling contact fatigue cracks in rails. Wear 1996;191(1–2):45–53.

УДК 65.656:656.1/5

Мальшев А.А., Воля А.П.

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

СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА В БЕЛГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Спутниковая система транспортного мониторинга предоставляет отличную возможность минимизировать расходы и улучшать производительность работы автотранспорта. Состав системы мониторинга автомобилей представляет собой датчики, устройства для обработки данных и гаджеты потребителя. Благодаря системе увеличивается уровень ответственности водителей, улучшается дисциплина, сокращаются топливные затраты.

Система мониторинга транспорта показывает такие параметры, как направление и скорость движения, время остановки, включение зажигания автомобиля и т. д.

Правительство региона обязало до конца 2021 года оснастить спутниковой навигацией пассажирские автобусы, автомобили чиновников, коммунальную технику, транспорт школ и больницы.

Вячеслав Гладков подписал постановление правительства о мерах по оснащению транспорта системами спутниковой навигации

ГЛОНАСС/GPS. «Белгородский информационный фонд» должен обеспечить работу единой системы мониторинга транспорта.

С 1 января 2022 года ГЛОНАСС оснастили весь транспорт органов власти области, всех организаций, где учредителями являются органы власти, все автобусы (местные, междугородние и международные) и весь транспорт, перевозящий опасные грузы.

Также в систему мониторинга включили всю без исключения коммунальную технику, транспорт учреждений образования и здравоохранения, машины аварийно-спасательных служб, дорожно-строительную технику и авто для перевозки грузов крупногабаритных, специальных, опасных и превышающих 20 тонн.

В документе отмечается, что весь транспорт, подконтрольный региону, оснастили ГЛОНАСС в обязательном режиме. Также власти рекомендуют внести в систему весь транспорт муниципалитетов. Аналогичная рекомендация дана и всем юрлицам, чей транспорт входит в перечисленные категории.

Благодаря системе мониторинга, власти в режиме реального времени анализируют работу транспорта, в том числе с позиции эффективности его использования и соблюдения мер безопасности.

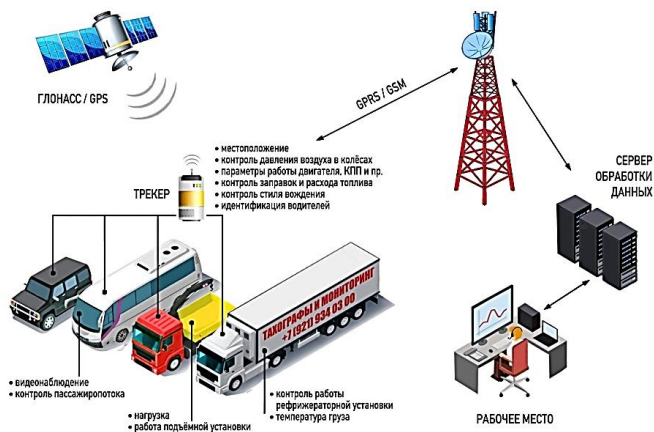


Рис. 1 Система мониторинга транспорта GPS, ГЛОНАСС

Проблемы, решаемые системой мониторинга транспорта

Система контроля транспорта оснащена оборудованием, которое выполняет следующие логистические функции:

1. Отслеживание фактического нахождения автотранспорта. Система позволит вам круглосуточно быть в курсе, где сейчас ваша

машина, куда она двигается, какой маршрут выбран водителем. Если водитель вдруг решит использовать рабочее авто в личных целях, вы об этом сразу узнаете. Если ваше авто угонят, у вас будет возможность его найти. Можно заранее настроить систему управления автомобилем, тогда вы сможете заглушить его дистанционно и заблокировать дверцы; угонщики будут заперты в автомобиле и точно никуда не уедут. Мониторинг транспорта способен выполнять и более сложные задачи, чем простое отслеживание расположения автомобиля или процессы его работы. К примеру, выдавать задания водителям можно автоматически. При поступлении заявки на доставку она тут же поступает ближайшему водителю.

2. Предотвращение кражи топлива. Установленные в бензобаке датчики позволяют отслеживать количество топлива и его расход в процессе работы автомобиля. Резкое падение уровня топлива – верный признак того, что его воруют. Контроль расхода топлива по факту позволяет анализировать, какое количество было куплено и сколько фактически потрачено в пути. Оборудование системы мониторинга и контроля транспорта позволяет сделать автоматическую настройку оповещения, которое укажет на незапланированные действия водителя.

3. Оценка манеры вождения водителя. Система спутникового мониторинга транспорта отслеживает, насколько водитель соблюдает скоростной режим, на какой едет передаче, насколько нагревается двигатель, как резко он тормозит. Таким образом выявляются водители, по причине которых периодически требуется ремонт машины, либо они нарушают правила дорожного движения и увеличивают вероятность ДТП. Оценка манеры вождения в будущем может пригодиться для использования страховыми компаниями. У них будет возможность отследить, насколько корректно водитель ведёт себя за рулём, от этого будет зависеть увеличение или снижение стоимости страховки автомобиля.

4. Контроль технического состояния автомобиля. Мониторинг транспортных средств – отличный помощник в сборе данных о таких технических параметрах, как обороты двигателя, уровень масла и прочие функциональные характеристики автомобиля. Благодаря такому контролю можно будет отправлять машину на техосмотр заблаговременно, это сэкономит расходы на дорогостоящий ремонт или неожиданный простой транспорта.

5. Мониторинг грузов. Датчики мониторинга можно ставить на прицепы, трейлеры, контейнеры, рефрижераторы. Это помогает отслеживать движение грузов, находится ли он в авто, как проходит

все пункты маршрута, как проходит таможенно. При движении скоропортящихся грузов можно следить за температурным режимом. Для предотвращения кражи груза отслеживается изменение его веса.

Помимо основных вышеперечисленных функций имеются и более мелкие; к примеру, мониторинг веса, который перевозит автомобиль, или время работы водителя. Контролирующее транспортное оборудование способно к измерению любых физических параметров. Эти технические возможности позволяют извлечь любую нужную логистическую информацию, все зависит от ваших потребностей и желания.

Оборудование системы мониторинга транспорта

Благодаря транспортной системе мониторинга можно следить за автомобилями и процессом их работы.

К системе относится следующее оборудование:

1. Датчики. На автотранспорт устанавливается комплекс миниатюрных устройств для сбора и передачи используемой в логистике информации. Это такие параметры, как местонахождение автомобиля, его скорость, количество топлива в бензобаке и его расход, температурный режим в холодильнике, длительность работы автотранспорта и прочие характеристики.

2. Программное обеспечение. Это оборудование, с помощью которого проводится сбор, хранение, обработка и анализ информации с комплекса датчиков. Оно устанавливается на сервере компании или разворачивается в облачном хранилище.

3. Потребительские устройства. С помощью установленного клиентского программного обеспечения на гаджеты поступает обработанная информация с сервера для дальнейшего просмотра и использования потребителем.

Некоторые виды датчиков способны не только собирать данные, но и управлять транспортом. Благодаря этому автомобиль можно контролировать дистанционно: например, заглушить двигатель, открыть двери или моргнуть фарами, чтобы найти своё авто.

Серверное программное обеспечение способно соотнести координаты движения автомобиля с электронной картой. Это делается для того, чтобы отслеживать движение автомобиля по нужному маршруту. При отклонении от маршрута или выхода из разрешённой зоны передвижения система автоматически отправит автомобилю уведомление. Люди в этом могут совсем не принимать участия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Заторовые явления. Возможности предупреждения / Л.Е. Гай, А.И. Шутов, П.А. Воля, С.В. Кущенко // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2013. - №3. – С. 166-169.

2. Исследование интенсивности движения крупногабаритных транспортных средств на въезде в город Белгород/ И.А. Новиков, Е.А. Ковалева // Материалы IX Международной научно-практической конференции «Перспективные направления развития автотранспортного комплекса», Пенза, 2015.

3. Взаимодействие автомобильного транспорта и окружающей среды / Н.С. Днистренко // Сб. статей XII Международной научно-технической конференции «Современные автомобильные материалы и технологии» (Самит -2020), Курск 2020. – С.106-109.

4. Особенности транспортного потока в условиях развития городской агломерации/ Е.Д. Семенова, К.М. Долженко // Сб. статей XII Международной научно-технической конференции «Современные автомобильные материалы и технологии» (Самит -2020), Курск 2020. – С.324-327.

5. Способ контроля водителей транспортных средств/ Л.А. Королева // Свидетельство о регистрации ноу-хау № 20190021 от 28.05.2019г.

УДК 691.168

Наволокина С.Н.

***Научный руководитель: Ядыкина В.В., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия***

ВЛИЯНИЕ СЭВИЛЕНА НА ДИНАМИЧЕСКУЮ ВЯЗКОСТЬ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЯЖУЩЕГО

Вязкость битума является важной реологической характеристикой. Динамическая вязкость – это количественная характеристика сопротивления жидкости или газа смещению одного слоя относительно другого. Внутреннее трение жидкостей, как и газов, возникает при движении жидкости вследствие переноса импульса в направлении, перпендикулярном к направлению движения. Данный показатель определяется по ГОСТ EN 13302-2013 «Битумы и битуминозные вяжущие. Определение динамической вязкости» [1]. Он

отражает соотношение между приложенным напряжением сдвига и коэффициентом сдвига. Существуют и другие реологические показатели свойств битумов, методы определения которых описаны в ряде отечественных и зарубежных документов [2,3]. Реологическая оценка свойств вяжущего дает более объективное представление о поведении вяжущего в асфальтобетоне [4]. Структура битума изменяется в зависимости от внешних условий, что определяет особенности реологического поведения материала, а также границы перехода их жидкого состояния в пластичное, а затем в твердое. От структуры битума зависят особенности проявления его физико-механических свойств в различных эксплуатационных средах [5,6].

Для определения динамической вязкости были приготовлены составы полимерно-битумного вяжущего с сэвиленом различной концентрации.

Таблица 1 – Составы полимерно-битумного вяжущего

№ состава	Марка исходного битума	Количество добавки от массы исходного битума, %	Содержание винилацетата в добавке, %
1	БНД 70/100	5	22
2	БНД 70/100	10	22
3	БНД 70/100	5	28
4	БНД 70/100	10	28

Измерения производились в 4 температурных режимах (140, 120, 100 и 90°C) с помощью ротационного вискозиметра Брукфильда DV-E, определяющего крутящий момент и способного преобразовывать измеренный крутящий момент в показатель вязкости. Битум был предварительно термостатирован в течение часа. После стабилизации значения температуры образца битума, проводилось измерение динамической вязкости при различных скоростях сдвига.

Результаты свидетельствуют о том, что введение полимера привело к повышению показателя динамической вязкости битума. Первоначальная вязкость битума, немодифицированного полимером, составляла 610 Па·с при 10% от максимальной скорости вращения. Введение сэвилена в количестве 5% при содержании винилацетата 22% увеличило исследуемый показатель на 129%, при 28% - на 46%.

Таблица 2 – Динамическая вязкость полимерно-битумного вяжущего на основе БНД 70/100 при 140 °С

Скорость сдвига, % от максимальной скорости	Исходный битум БНД 70/100	Динамическая вязкость, сПз при количестве сэвилена с содержанием винилацетата, %			
		22		28	
		5	10	5	10
5	810	1600	1300	1060	1500
6	750	1500	1200	910	1410
10	610	1400	900	890	1400
12	555	1330	920	850	1310
20	530	1275	900	900	1200
30	520	1330	890	925	1050
50	460	1320	900	920	1030
60	410	1280	900	940	1050
100	380	1270	890	1000	1030

При содержании 10% добавки показатель увеличился на: 47% - для 22% винилацетата, на 129% - для 28%. При максимальной скорости вращения исходный показатель битума составил 380 Па·с. При 5% добавки в составе вяжущего наблюдался рост показателей для 22% винилацетата на 228%, при 28% винилацетата - на 163%. При 10% концентрации сэвилена прирост показателей увеличился для 22 и 28% винилацетата на 134 и 171% соответственно.

Результаты исследований при 120°С показали, что вязкость исходного битума при 10% от максимальной скорости вращения составляла 1050. Введение полимера увеличило значение исследуемого показателя для полимерно-битумного вяжущего, содержащего 5% полимера с концентрацией винилацетата 22 и 28%, на 62 и 95% соответственно. Для полимерно-битумного вяжущего с 10% концентрацией данные показатели возросли на 206 и 295%. При максимальной скорости вращения шпинделя значение динамической вязкости для БНД 70/100 составляло 897 Па·с. При введении 10% полимера с теми же концентрациями винилацетата наблюдалось увеличение вязкости на 156% для 22%, на 195% для 28%, а 5% полимера дали увеличение показателя на 94 и 89% для 22% и 28% винилацетата соответственно.

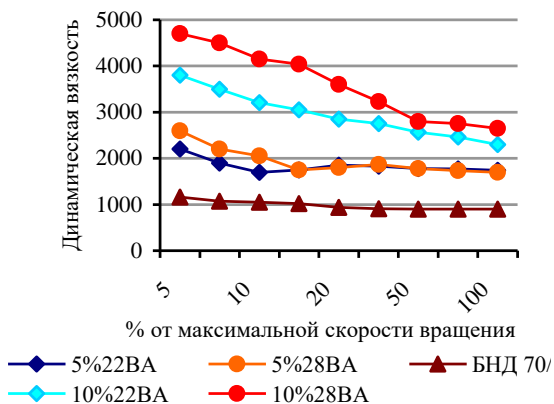
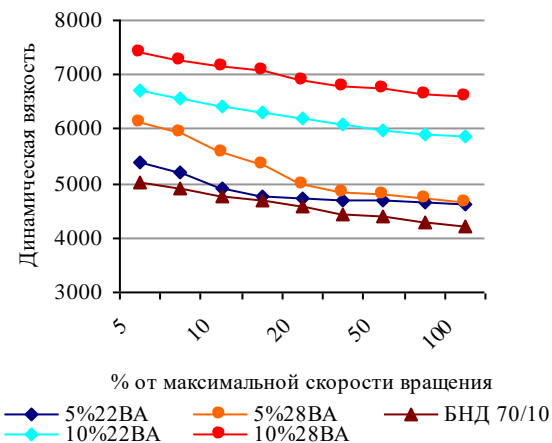


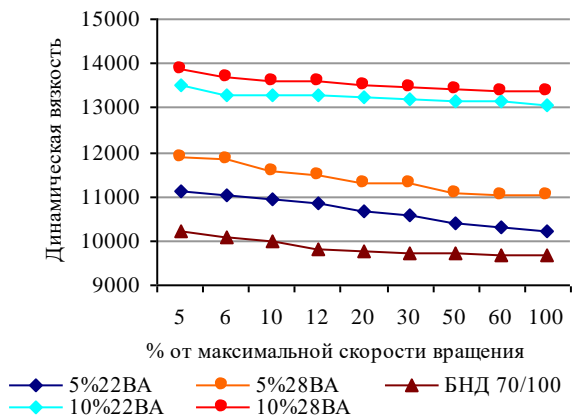
Рис. 1 Изменение показателей динамической вязкости для вяжущего с 5 и 10% содержанием сэвилена при температуре 120 °С

Полученные результаты свидетельствуют о том, что наибольшее влияние на исследуемый показатель оказывают добавки сэвилена, содержащие 22 и 29% винилацетата в количестве 10%.

На (рисунке 2) представлено изменение показателей динамической вязкости для вяжущего с 5 и 10% содержанием полимера при 100 и 90°C соответственно.



а)



б)

Рис. 2 Изменение показателей динамической вязкости для вяжущего с 5 и 10% содержанием сэвилена при температуре 100 (а) и 90°С (б)

По результатам исследований при 100 °С можно констатировать, что введение полимера увеличило показатель динамической вязкости битума. Изначально вязкость битума составляла 4750 Па·с при 10% от максимальной скорости вращения. Введение сэвилена в количестве 5% при содержании 22% винилацетата привело к увеличению исследуемого показателя на 5%, при 28% - на 18%. При введении 10% сэвилена динамическая вязкость увеличилась на 35 (22 % винилацетата) и 51% (28 % винилацетата). При максимальной скорости вращения исходный показатель составил 4200 Па·с. При добавлении 5% сэвилена динамическая вязкость возрастает для 22% винилацетата на 10%, при 28% винилацетата на 11%. При введении 10% сэвилена показатели увеличились для 22 и 28% винилацетата на 39 и 57% соответственно.

Можно констатировать, что показатель вязкости при 90°С при 10% от максимальной скорости вращения составлял 9900 Па·с. Введение полимера увеличило значение исследуемого показателя для полимерно-битумного вяжущего, содержащего 5% полимера с концентрацией винилацетата 22 и 28% на 11 и 16%. Для полимерно-битумного вяжущего с 10% концентрацией рост этих показателей составил 33 и 37%. При максимальной скорости вращения шпинделя значение динамической вязкости для битума БНД 70/100 составляло 9675 Па·с. В результате добавления 10% полимера с теми же концентрациями винилацетата наблюдалось увеличение показателя на

35% для 22%, на 38% для 28%. В свою очередь, введение 5% полимера увеличило динамическую вязкость на 6 и 14% для 22 и 28% винилацетата соответственно.

Таким образом, в результате проведенного испытания были получены сведения о влиянии вводимой добавки на реологические свойства органического вяжущего. Как видно из результатов исследования, сэвилен оказал существенное влияние на внутреннюю структуру, которая во всех образцах с введенным полимером, подвергалась разрушению при значительно больших скоростях сдвигового деформирования. Наибольшее увеличение динамической вязкости, как и при исследовании при других температурах, наблюдается при введении 10% СЭВА, содержащего 22 и 28% ВА.

При исследовании зависимости показателя динамической вязкости при максимальной скорости вращения от температуры испытуемого органического вяжущего выявлено, что наибольшие показатели динамической вязкости при введении полимера в количестве 10% от массы битума, были достигнуты в образце с 28% содержанием винилацетата, показатели полимерно-битумного вяжущего с 22% содержанием винилацетата достаточно близки к этим значениям.

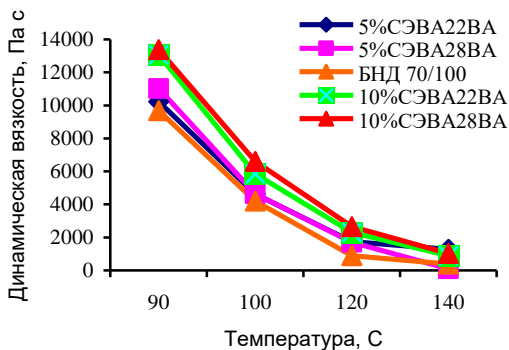


Рис. 3 Зависимости показателя динамической вязкости при максимальной скорости вращения от температуры испытуемого органического вяжущего

Разница между исходным битумом и модифицированными смесями с увеличением содержания полимера стала еще более значительной.

Очевидно, что при содержании сэвилена в количестве 5% от массы вяжущего наибольшей динамической вязкостью при 140°C

обладает вяжущее с 22% содержанием винилацетата. С понижением температуры показатели смесей с 22 и 28% содержанием винилацетата практически не отличаются, и при температуре ниже 100°C, смесь с 28% винилацетата становится более структурированной, что выражается в самом высоком значении показателя при 90°C. Если сравнивать показатели обоих составов полимерно-битумного вяжущего с вязкостью исходного битума, то понятно, что введение полимера значительно повышает сцепление между параллельными слоями битума.

Таким образом, при исследовании реологических свойств модифицированного битума установлены зависимости динамической вязкости от количества введенного в битум полимера при 90, 100, 120, 140°C и выявлено повышение динамической вязкости модифицированного битума.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ EN 13302-2013 Битумы и битуминозные вяжущие. Определение динамической вязкости. - Введ. 01.01.2015. - М: Госстрой России, 2015.- 7-8 с.

2. Быстров Н. В., Давлятова Д. Ю., Котлярский Э. В. Учет реологических свойств вязких нефтяных битумов // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2014. №2. С. 49-52.

3. Руденский А. В., Руденская И. М. Реологические свойства битумов // - М. 1967. 119с.

4. Давлятова Д. Ю., Котлярский Э. В. Прогноз показателей: методы нормирования реологических характеристик вязких дорожных битумов // Автомобильные дороги. 2013. №1 (974). С.75-78.

5. Ерофеев В. Т., Сальникова А. И. Исследование реологических свойств модифицированного битума // Вестник МГСУ. 2016. №8. С. 48-63.

6. Yadykina V. V., Navolokina S. N., Gridchin A. M. The dependence of the modified bitumen properties on the amount of vinyl acetate in the sevilen composition // Materials Science Forum. ISSN: 1662-9752. 2019.Vol. pp 175-180.

Немихина С.А.

Научный руководитель: Логвиненко А.А., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕВЕРНОГО ШИРОТНОГО ХОДА В РОССИИ

В России, на данный момент главной проблемой является транспортная коммуникация между Азией и Европой, ведь наша страна находится на первом месте по площади занимаемой территории, что, в свою очередь, оказывает сильное влияние на развитие экономики РФ [1]. Потенциал северных регионов очень велик, и он обосновывается колоссальным объемом природных ресурсов. Поэтому главным ориентиром в развитии является транспортная взаимосвязь северного региона, что позволит обеспечить доступность самых отдаленных районов и увеличить объемы грузоперевозок, а также освоить месторождения залегающих природных ресурсов.

На данный момент подготовлен проект по возведению и строительству Северного широтного хода (СШХ), который пройдет по маршруту Обская – Салехард – Надым – Новый Уренгой – Коротчаево, и протяженность которого составит 707 км. На прилегающих территориях располагаются более 15 месторождений, которые, по различным оценкам, в будущем могут дать от 15 до 23 млн. Тонн разрабатываемых грузов.

Преимуществом данной транспортной магистрали также является непосредственный выход к Северному морскому пути для переориентации российского экспорта сырья и товаров. Отсутствие СШХ осложняет деятельность по разработке Южно-Тамбейского, Новопортовского, Ярудейского, Восточно-Мессояхского, а также новых месторождений. К сожалению, на сегодняшний день ввоз и вывоз месторождений реализуется либо вертолетами, либо по бездорожью [2].

В дальнейшем, приоритетом будет взаимосвязь СШХ с портом «Сабетта», который станет главным звеном развития Северного морского пути, что существенно увеличит грузовой потенциал.

Главными преимуществами строительства СШХ являются [2]:

1. Присоединение СШХ к Свердловской железной дороге, что в свою очередь сделает возможным передислокацию грузов и

маневрирование ими.

2. Военное-стратегическое значение присоединения нижних течений рек Оби и Енисея.

3. Возможные перспективы развития и прокладки СШХ по другим направлениям.

Однако, строительство СШХ имеет и свои особенности. Он проходит вдоль северного Полярного круга в условиях сурового климата и имеет близость к Карскому морю. Климат территории резко континентальный с суровой зимой, продолжительность которой составляет 180 дней. А продолжительность периода с устойчивыми снежными покровами составляет более 220 дней. К условиям, осложняющим строительство, также относятся: расположение полноводных рек, озер и болот на участке, распространение вечной мерзлоты.

Данные обстоятельства оказывают негативное воздействие на эксплуатационную надежность земляного полотна, особенно в период снеготаяния, что часто приводит: к просадке, продольным трещинам и провалам в насыпи и на ее откосах, образованию термокасты у подошвы насыпи. Также данные условия обостряются высокой снегозаносимостью железнодорожных путей и частотой образования дефектов искусственных сооружений на всем промежутке СШХ [4].

Для предотвращения и исключения влияния данных факторов, необходимо уделять особое внимание конструкции земляного полотна.

В подобных условиях, при строительстве железной дороги Обская – Бованенково, были приняты следующие конструктивные решения- конструкция насыпи включала в себя пенополистирол, армирующие и разделительные элементы из геотекстиля, скальный грунт [5].

На сегодняшний день подходом для реализации проекта СШХ предусмотрена следующая конструкция усиленного земляного полотна (рисунок 1).

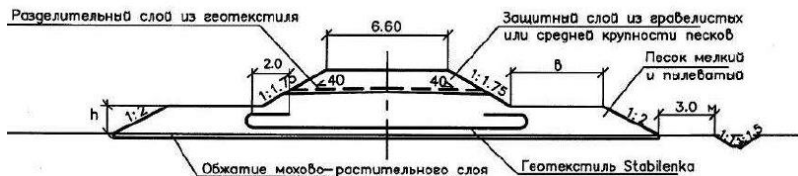


Рис. 1 Насыпь высотой от 2м до 6м на слабых грунтах

Анализируя работы российских и китайских ученых мы приходим к выводу о том, что в практике железнодорожного строительства хорошо проявляют себя: поперечные охлаждающие трубы, как железобетонные, так и пластмассовые, заслонки и солнцезащитные козырки [3].(рисунок 2)



Рис. 2 Поперечные охлаждающие трубы: а) железобетонные б) пластмассовые

Разработаны общие рекомендации по содержанию железной дороги и искусственных сооружений на данном участке. Результаты представлены в (таблице) [4].

Таблица – Рекомендации по содержанию.

	Элементы конструкций	Рекомендации
1	Железнодорожные линии	уменьшить (по возможности исключить) прохождение в выемках
2	Расположение элементов в кривых	Исключить мосты и разьезды
3	Просадочные грунты	Применять геоматериалы при сооружении земляного полотна => стабильное состояние => увеличивается срок службы
4	Водоотводные канавы и кветы Водопрпускные сооружения	Использовать композитные водоотводные лотки и другие материалы; Размещать на всех ложбинах стока для снижения возможности появления и развития термокарста у земляного полотна
5	ЛЭП и мачт автоблокировки	Не устанавливать в теле земляного полотна, а по возможности исключить их
6	Трубы	Не допускать применение прямоугольных бетонных труб. Широко использовать трубы металложелезобетонные арочного типа
7	Рельсы	Использовать категории ДТ350 низкотемпературной надежности

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Spiridonov E.S., Logvinenko A.A., Dukhov A.A. Effective risk management of transport facilities Construction. Materials Science and Engineering 945 (2020) 012056 doi:10.1088/1757-899X/945/1/012056.

2. Пак, М. В. Северный широтный ход как основа транспортной обеспеченности России / М. В. Пак // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2019. – № 4-2. – С. 269-273. – EDN OLTPTYG.

3. Кондратьев В.Г. Опыт строительства и проблемы стабильности земляного полотна Цинхай-Тибетской железной дороги на участках вечной мерзлоты // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2009. №6 (25). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-stroitelstva-i-problemy-stabilnosti-zemlyanogo-polutna-tsinhay-tibetskoj-zheleznoy-dorogi-na-uchastkah-vechnoy-merzloty> (дата обращения: 24.10.2022).

4. Я.С. Крафт. Особенности эксплуатации железной дороги в условиях крайнего севера.

5. О выборе конструктивно-технологических параметров возведения насыпей на льдонасыщенных грунтах (на примере строительство новой железнодорожной линии необщего пользования Бованенково-Сабетта) / А. С. Козлова, А. Д. Козлов, Т. В. Шепитько, Н. А. Телятникова // Актуальные аспекты и приоритетные направления развития транспортной отрасли: материалы молодежного научного форума студентов и аспирантов транспортных вузов с международным участием, Санкт-Петербург, 14–15 ноября 2019 года. – Москва: Издательство "Перо", 2019. – С. 76-78. – EDN JLPKAS.

УДК 62-932.4

Польшин А.А., Мальцев А.К., Шуринов А.А.

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

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ КОМПОЗИТНОГО ИЗДЕЛИЯ ИЗ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРА

Если рассматривать изготовление композитных деталей для элементов дорожных машин, то проведение прочностных расчётов следует осуществлять для нагрузок, которые могут быть испытаны этими узлами при выполнении своего служебного назначения. Суммарные нагрузки W связанные с весом человека NW , собственным

весом OW , а также нагрузки от приводов DL . В общем виде суммарные нагрузки W могут быть записаны уравнением 1:

$$W=HW+OW+DL, \quad (1)$$

Согласно массово-центровочным характеристикам модели, среднему весу человека и испытываемым нагрузкам приводов, элементы узла не испытывают нагрузок, превышающих 2000 Н или 200кг. Исходя из этого были рассчитаны следующие модели и получены результаты.

На рисунке 1 приведен расчёт и диаграммы напряжений, деформаций и запаса прочности рычага, выполненного из металла. Фиксация рычага была выполнена по нижнему отверстию, а нагрузки 2000 Н направленные наложены на верхние проушины перпендикулярно оси рычага, то есть рычаг работает на изгиб. Характеристики материала были заданы в соответствии с (таблицей 2) «Сталь нержавеющей».

Представленные на (рисунке 1) расчёты показывают, что рычаг выполненный из металла, выдерживает заданные условия эксплуатации. Запас прочности позволяет нагрузить его нагрузками в 2.4 раза большими чем действующие. Максимальное значение нагрузки 154 МПа, тогда как предел прочности рычага из металла 610 МПа. Максимальные деформации соответствуют 0.555 мм, пожалуй, этот показатель может отразиться на работоспособности конструкции, так как происходит упругое отжатие под действием созданного крутящего момента. Однако в реальных условиях рычаг не будет испытывать номинальную нагрузку целиком, так как она будет распределяться по всей конструкции сборочной единицы. Поэтому таким значением деформации можно пренебречь.

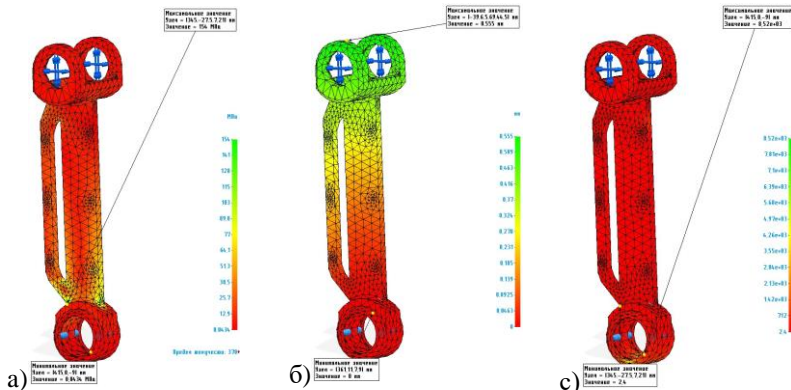


Рис. 1 Конечно элементный расчёт рычага, выполненного из стали нержавеющей: а) Диаграмма напряжений по Мизесу, максимальное значение 154 МПа; б) Диаграмма деформаций, максимальное значение 0.555 мм; с) Диаграмма запаса прочности, минимальное значение 2.4.

Также методом были получены результаты по образцам из мейаллополимера, ABS пластика, композитного металлополимера и ABS пластика металлополимера.

Для большего удобства обсуждения полученных результатов, сведём результаты всех расчётов в единую диаграмму, представленную на (рисунке 2).

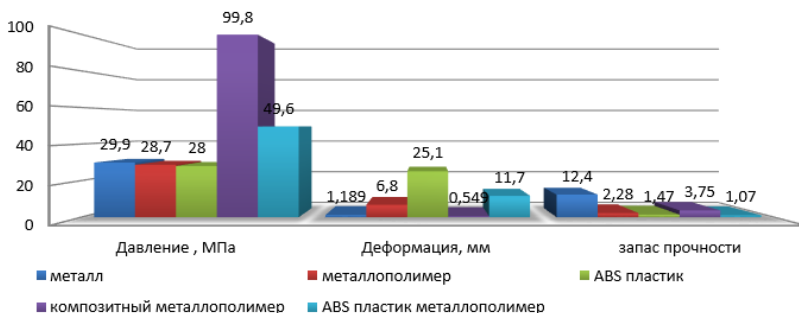


Рис. 2 Сравнение прочностных характеристик образцов под нагрузкой 2000 Н изготовленных по различным технологиям.

На диаграмме напряжений (рисунок 2) видно, что наибольшие напряжения испытывает композитный образец из металлической оболочки и металлополимера, это объясняется разностью пределов прочности двух материалов, вследствие чего возникают

концентраторы напряжений. При проектировании металлической оболочки необходимо предусмотреть усиление конструкции металлической оболочки в местах контакта за счёт построения дополнительных поддержек из материала оболочки.

На диаграмме запаса прочности (рисунок 2) видно, что наибольший запас прочности у металлического образца. Вторым по запасу прочности является образец из металла и металлополимера, далее идет металлополимерный образец. Композитный образец из ABS пластика и металлополимера, а также из чистого ABS пластика, имеют наименьший запас прочности. Запас прочности образца, выполненного из металлической оболочки и металлополимера обладает запасом прочности 3,75, это означает что он может выдержать нагрузку до 7500 Н или около 750 кг. Это весьма значительная нагрузка на одну деталь, возможность возникновения в конструкции изделия гражданского назначения маловероятна.

Проведенные расчёты показывают очевидные преимущества использования композитной конструкции деталей, выполненных из металлической оболочки, заполненной металлополимером. Такие детали имеют высокий запас прочности, малые деформации, относительно низкую стоимость так как стоимость 1 см³ металлополимера равняется 0.01125\$, что в 1136 раз дешевле изготовления 1см³ металлической детали, напечатанной на 3D принтере.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Любимый Н.С., Чепчуров М.С., Тетерина И.С. Обработка комбинированной металл-металлополимерной плоской поверхности детали пресс-формы // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 6. С. 119–123.

2. Баурова Н.И., Зорин В.А. Применение полимерных композиционных материалов при производстве и ремонте машин: учебное пособие. М.: МАДИ, 2016. 264 с.

3. Lubimiy N.S., Polshin A.A., Gerasimov M.D., Tikhonov A.A., Antsiferov S.I., Chetverikov B.S., Ryazantsev V.G., Brazhnik J., Ridvanov I. Justification of the Use of Composite Metal-Metal-Polymer Parts for Functional Structures. // Polymers 2022, 14. p. 352. <https://doi.org/10.3390/polym14020352>

4. Андреева А.В. Основы физикохимии и технологии композитов: учеб. пособие. М.: ИПРЖР, 2001. 192 с.

*Польшин А.А., Мальцев А.К., Шуринов А.А.
Научный руководитель: Любимый Н.С., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАПОЛНЕНИЯ ОБОЛОЧКОВЫХ ФОРМ КОМПАУНДАМИ

Аддитивные технологии в последние годы стали весьма популярными и часто применяемыми. Вместе с тем, для массового производства аддитивные технологии [1-3] являются всё ещё не доступными. Ограниченность применения аддитивных технологий связана с несколькими факторами, такими как: дороговизна оборудования (3D принтеров); дороговизна расходных материалов (филамента); ограниченность габаритов изготовления изделий, ограниченная возможностями оборудования; низкая прочность изделий. Таким образом получаем, с одной стороны удобство применения аддитивных технологий (быстрая наладка и подготовка производства), с другой стороны высокая стоимость изготовления изделий в серийном производстве.

В настоящее время сотрудниками БГТУ им. В.Г. Шухова проводится ряд исследований [4-6] направленный на модернизацию технологии получения изделий методами аддитивного производства. Сущность данной технологии состоит в заполнении дешёвой оболочковой формы, изготовленной на FDM 3D принтере прочным жидким металлополимерным компаундом. Этот подход позволяет снизить объём печати, так как внутренность изделия выполняется полый, а заполнение металлополимером, который в отверждённом состоянии является по прочности сопоставимым с металлом, придаёт необходимую прочность детали и свойства его рабочим поверхностям.

Проблемой, которая возникает при реализации предложенного способа, является сложность заполнения оболочковой формы вязкотекучим металлополимерным компаундом [7]. Форма может иметь разную форму с изменяющимся профилем. Возникает вопрос: «каким образом гарантированно заполнить форму любого профиля, исключая образование дефектов, связанных с недоливками и пустотами?».

Для решения поставленной задачи предлагается следующее техническое решение – вибро-вакуумное устройство. Далее приводится описание сущности его работы и устройства.

Технология изготовления композитных деталей реализуется следующим образом. На первом этапе производится создание цифровой модели изделия в САД системе с учётом литниковых элементов (выпоры, литник), а также припусков на обработку рабочих поверхностей. Далее при необходимости производится топологическая оптимизация формы изделия если это необходимо. Путем применения инструмента «тонкостенная оболочка», необходимо построить цифровую модель детали с внутренней полостью для заливки металлополимера. Полученную цифровую модель загружают в программу слайсер и генерируют управляющую программу для 3D принтера, а далее изготавливают физическую модель тонкостенной оболочки 3 на 3D принтере из дешёвого полимера. Таким образом достигается снижение объёма печати и соответственно экономия расхода материала и времени изготовления. Полученную оболочку помещают в вакуумную камеру вибро-вакуумного устройства и закрепляют в ней. Литник тонкостенной оболочки гибким трубопроводом присоединяется к штуцеру подачи металлополимера. Далее производят откачку воздуха из вакуумной камеры и соответственно из тонкостенной оболочки до значения давления не превышающего давления закипания компаунда.

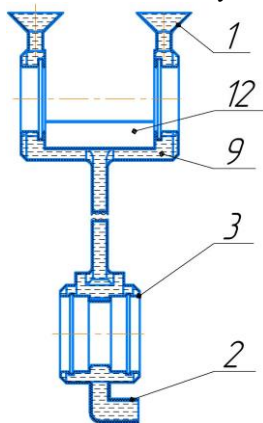


Рис. 1 Композитная деталь рычаг с литниковыми элементами: 1 - выпор; 2 - литник; 3 – оболочковая форма; 9 – металлополимер; 12 – композитная деталь.

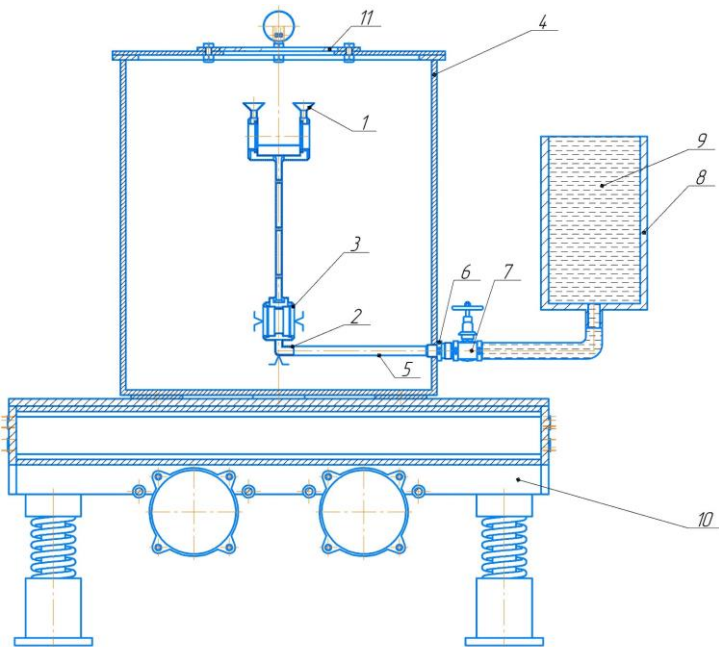


Рис. 2 Технологическое обеспечение для реализации способа изготовления композитных деталей: 1 - выпор; 2 - литник; 3 – оболочковая форма; 4 – вакуум-камера; 5 – трубопровод; 6 – штуцер; 7 – кран; 8 – бункер; 9 – металлополимер; 10 – вибростол; 11 – смотровое окно; 12 – композитная деталь.

Использование предложенной технологии изготовления композитной детали может быть применено при изготовлении ремонтных деталей транспортных машин. Также возможно применение обратного инжиниринга. Следует так же отметить, что для корректного применения технологии необходимо проводить предварительные САЕ расчёты на прочность, что позволит сократить как объём печати, так и расход металлополимера. В общем, предложенное техническое решение позволит расширить область применения аддитивных технологий и повысить эффективность производственных предприятий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Любимый, Н.С. Исследование процессов получения

комбинированных металл-металлополимерных формообразующих деталей пресс-форм заданного качества с применением аддитивных технологий: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2020. 140 с.

2. Ryabikina, M.A. 3D metal printing: a brief SWOT analysis. Report. Priazovskyi State Tech. Univ. Sect. Tech. Sci. 2019. p. 116-121/ doi:10.31498/2225-6733.38.2019.181282.

3. Buchanan, C.; Gardner, L. Metal 3D printing in construction: A review of methods, research, applications, opportunities and challenges. Eng. Struct. 2019. p. 332–348/ doi:10.1016/j.engstruct.2018.11.045.

4. Баурова Н.И., Зорин В.А. Применение полимерных композиционных материалов при производстве и ремонте машин: учебное пособие. М.: МАДИ, 2016. 264 с.

5. Любимый Н.С., Чепчуров М.С., Тетерина И.С. Обработка комбинированной металл-металлополимерной плоской поверхности детали пресс-формы // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 6. С. 119–123.

6. Lubimyi N.S., Polshin A.A., Gerasimov M.D., Tikhonov A.A., Antsiferov S.I., Chetverikov B.S., Ryazantsev V.G., Brazhnik J., Ridvanov I. Justification of the Use of Composite Metal-Metal-Polymer Parts for Functional Structures. // Polymers 2022, 14. p. 352. <https://doi.org/10.3390/polym14020352>

7. Андреева А.В. Основы физикохимии и технологии композитов: учеб. пособие. М.: ИПРЖР, 2001. 192 с.

УДК 624.138

Потапов Д.Ю.

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

ОБЗОР МЕТОДОВ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТА И ОЦЕНКА ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПРИМЕНИМОСТИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

На сегодняшний день вопрос оптимизации строительства автомобильных дорог и дорожных сооружений стоит наиболее остро, так как в Российской Федерации с 2017 года стартовала реализация национального проекта “Безопасные и качественные дороги”, охватывающего 84 региона страны, по состоянию на 2022 год в процессе реализации проекта было реконструировано, отремонтировано и построено более 5 тысяч объектов общей

протяженностью 15 тысяч километров. Нарращивание сети автомобильных дорог в государстве таких масштабов (общая площадь 17.1 миллионов квадратных километров) требует крупных финансовых вложений, зачастую превышающих затраты других государств на схожие сооружения ввиду специфики строительства, присущей определенным территориям, на которых происходит строительство автомобильных дорог в Российской Федерации, например, не редки случаи, когда одна автомобильная дорога может пролегать через несколько разных климатических зон, по грунтам, кардинально различающимся друг от друга по свойствам. Дороговизна дорожного строительства также обусловлена потребностью в большом количестве традиционных каменных материалов, таких как песок и щебень, применяемых во всех конструктивных слоях дорожной одежды. Такие материалы являются дефицитными, и ввиду этого дороги, а в некоторых регионах полностью отсутствуют в готовом к эксплуатации виде, то есть к месту проведения работ их нужно будет доставлять, что увеличивает расходы на них в разы [1,2].

Практический опыт дорожного строительства показывает, что в регионах со сложными климатическими условиями, при дефиците каменных материалов, в целях экономии оправдан выбор местного грунта в качестве слоя основания в дорожной одежде. Однако грунты неоднородны в своем происхождении и составе, что отражается на их физико-механических свойствах, поэтому многие из них требуют обработки, так как они могут обладать малой прочностью, повышенной проницаемостью, пучнистостью, сорбционной емкостью и др.

Одним из видов повышения таких свойств является укрепление грунта. Укрепление представляет собой комплекс технических мероприятий по мелиорации грунтов для фиксации его в установленном положении в условиях его естественного залегания. Иными словами, результатом данного воздействия является преобразование толщи грунта в неподвижный массив, отвечающий требованиям устройства нижнего слоя дорожной одежды, обладающий удовлетворительными несущей способностью, сорбционной емкостью и т.д. [3].

По способу воздействия на грунт методы укрепления можно разделить на три типа: физическое, механическое и химическое (рисунок 1).

К физическим относятся методы, основанные на воздействии на грунт физических полей.

Механическим закреплением грунта называют его уплотнение и армирование различными способами.

Химическое закрепление заключается в обработке толщи грунта специальными химическими растворами.

Выбор способа укрепления обуславливается техническими возможностями исполнителя, а также особенностями условий района строительства (тип грунта, климатическая зона, уровень залегания грунтовых вод и пр.) [4].

Физические способы укрепления грунта в большинстве случаев неприменимы к дорожному строительству, ввиду своей дороговизны и сложности исполнения, например, для термического закрепления требуется большой объем топлива, нагнетательные и буровые установки; для замораживания требуется большое количество азотного рассола, а сам метод не оправдывает своего применения ещё и по длительности эффекта. При этом стоит отметить, что методы, связанные с водопонижением, применяются в дорожном строительстве, но весьма редко и в случаях, когда иными способами стабилизировать конструкцию нельзя.

Механические методы укрепления наиболее обширно представлены в дорожном строительстве, потому что некоторые из них производятся техникой, которая присутствует в парке любой дорожной строительной организации (речь об уплотнении грунта, в том числе вибрированием), так же в этом направлении представлены способы армирования грунта геотекстилем, георешеткой и геоматрицей, которые, если сравнивать с иными закрепительными мероприятиями, просты в реализации и не требуют ни специальной техники, ни дополнительной материальной базы. Стоит отметить, что практика укрепления грунтов основания геосинтетикой на данный момент имеет наибольшее распространение в области дорожного строительства среди всех методов именно благодаря вышеописанной простоте и дешевизне. Методы свайного закрепления в рассматриваемой области эксплуатируются весьма ограничено, в основном для укрепления оснований наземных дорожных конструкций (эстакады, мосты) [5-7].

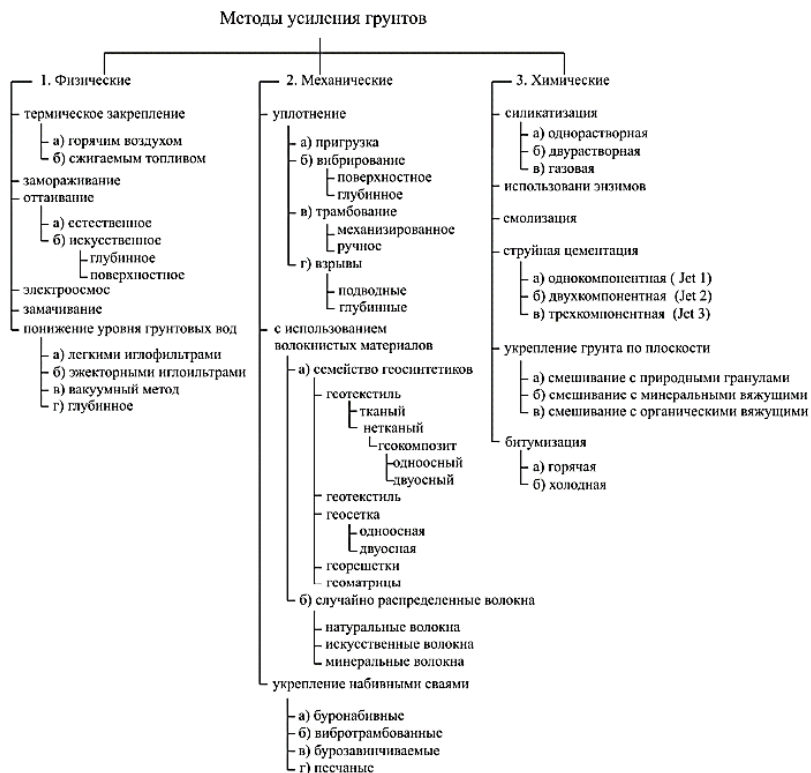


Рис. 1 Методы укрепления грунтов

На ряду с методами механического закрепления грунта, в дорожном строительстве широко представлены и химические методы. Если рассматривать экономическую сторону применения химических методов укрепления грунта, с неоднозначными выводами – дешевизну применяемых реагентов и растворов перекрывает высокая стоимость оборудования, применяемого для введения их в толщу грунта. Эта неоднозначность является основной причиной меньшего распространения химических методов. Однако, если задачи, решаемые физическими методами закрепления, целесообразнее и дешевле решать, применяя механические методы, то химические методы в этом смысле являются незаменимыми, и при этом не такими дорогостоящими как физические, более того эффект от применения таких методов наиболее долгосрочен, в сравнении с физическими, потому что введенные в грунт вещества становятся не отторгаемой

частью молекулярной системы грунта, в отличие от той же геосинтетики, которую невозможно также равномерно распределить в толще основания, ввиду чего, её повреждение может привести к потере стабильности конструкции основания на отдельном участке, которое может в дальнейшем привести к отклонениям от оси и нарушением прочностных характеристик всей конструкции [8-10]. Из химических методов закрепления в дорожном строительстве наиболее широко используется стабилизация грунта методом ресайклинга, это один из специфических методов цементации грунта, зарекомендовавший себя положительным опытом применения на многих участках автомобильных дорог (рисунок 2).

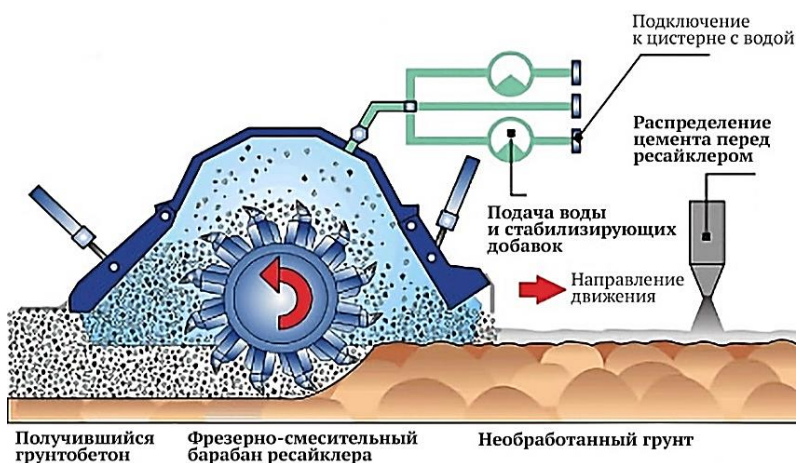


Рис. 2 Схема стабилизации грунта методом ресайклинга

Подводя итог, можно сказать, что укрепление грунта является одной из наиболее целесообразных мер по экономической оптимизации дорожного строительства, благодаря экономии на каменных материалах, при этом, из широкого спектра закрепительных мероприятий, применимыми в дорожном строительстве являются механические и химические методы укрепления. В ряде условий данные методы можно комбинировать, повышая их положительный эффект.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мажарова Л.А. Модернизация транспортной системы РФ: международный опыт как инструмент определения приоритетов //

Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Управление строительством. 2015. № 1 (7). С. 77-81.

2. Зейналов Ф.Н.О. Об основных положениях национального проекта "безопасные и качественные автомобильные дороги" // Научный вестник Орловского юридического института МВД России имени В.В. Лукьянова. 2020. № 2 (83). С. 168-173.

3. Волкова А.С. Перспективы развития методов укрепления грунта в дорожном строительстве // В сборнике: Актуальные проблемы современной науки / Сборник тезисов научных трудов XXII Международной научно-практической конференции. 2017. С. 38-40.

4. Игошева Л.А., Гришина А.С. Обзор основных методов укрепления грунтов основания // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2016. Т. 7. № 2. С. 5-21.

5. Калачук Т.Г. К вопросу проектирования и строительства на слабых грунтах // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 120-124.

6. Соловьева В.Я., Сахарова А.С., Еремеев Е.Г. Инновационные способы подготовки основания транспортных магистралей с использованием техногенных образований металлургического производства // Инновационные транспортные системы и технологии. 2022. Т. 8. № 2. С. 28-42.

7. Матвеев С.А. Влияние структуры армирования на физико-механические свойства композита «грунт – георешетка» // Вестник Югорского государственного университета. 2005. № 1 (1). С. 65-73.

8. Калачук Т.Г. Химическое закрепление лессовых грунтов силикатизацией // Новая наука: Опыт, традиции, инновации. 2015. № 4-2. С. 143-147.

9. Тер-Мартirosян З.Г., Струнин П.В. Усиление слабых грунтов в основании фундаментных плит с использованием технологии струйной цементации грунтов // Вестник МГСУ. 2010. № 4-2. С. 310-315.

10. Лютенко А.О., Николаенко М.А., Лебедев М.С. Структурообразование грунтобетонов на основе глинистых грунтов архангельской алмазоносной провинции при стабилизации цементом // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2008. № 2. С. 25-30.

Ситников А.О., Акулов А.А., Ернулёв В.А.

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

ПОЛИМЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Современный автомобиль сложно представить без панелей управления с многочисленными функциями, большого дисплея, хорошей оптики, и изящных форм кузова. Все эти и многие другие технологии доступны нам именно благодаря полимерам. Полимеры являются полноценной заменой сплавам, металлам и другим привычным нам материалам, применяемым в производстве машин. Они имеют широкую область применения. Благодаря им снижается стоимость конструкции, вес, увеличивается ресурс детали, улучшается эстетический свойства автомобиля и снижаются трудозатраты при производстве [1...6].

В 2019 году производители полимеров на рынке Российской Федерации выпускали до 5,5 тысяч тонн в год. Учитывая средний прирост порядка 5-10% в год, можно прийти к выводу, что в настоящее время промышленность Российской Федерации производит более 6,0 тысяч тонн полимеров в год. Полипропилен, полиуретан, полиэтилен – полимеры, названия которых, в настоящее время, известны каждому, но на самом деле рынок полимеров намного шире:

1) Полипропилен. Востребован для производства деталей в силовых агрегатах, подвеске, тормозной и топливных системах. Устойчив к перепадам давления, климатическим воздействиям. Из него производят емкости для хранения будь то бензин или дизельное топливо и элементы жидкостного охлаждения двигателя;

2) ПВХ. Поливинилхлорид показал отличные свойства на деле. Характерен низкой теплопроводностью, качественной изоляцией. Пример применения: оплетка автомобильной проводки. Проводка не рассышается, гибкость и герметичность на высоте;

3) Полиуретан. Достаточная прочность материала, при этом он не уступает в весе. Имеет малую адгезию, высокие гидрофобные свойства, а значит предотвращает попадание нежелательных веществ, например таких как реагенты или грязь. Так же обладает устойчивостью к отрицательным температурам и высокой эластичностью. При нагревании восстанавливает первоначальные свойства;

4) АБС. Материал включает в себя стирол и акрилонитрил

обладает глянцевым покрытием. Из него делают декоративные и пассивные элементы безопасности автомобиля, к ним относятся бамперы и их мягкие абсорберы, детали подкапотного пространства такие как крышки двигателя внутреннего сгорания, расширительные бачки и тому подобные детали. К декору относятся колпаки на колеса, приборные панели, кнопки управления многочисленными функциями современного автомобиля;

5) Полиамиды. Из него выполняются различные втулки, шестерни, а также звукоизоляция и теплоизоляция кузова, бронеплёнки для его защиты от повреждений и коррозии;

6) Акрил. На его основе изготавливаются краски и лаки, линзы, дисплеи аналогового и сенсорного типа;

7) Полиэтилен. Используется для литья массы креплений, фиксаторов, заглушек, и элементов декоративного характера;

8) Каучук. Используется для производства автомобильной резины (шин). Имеет множество вариаций полимеризации в зависимости от вида эксплуатации, а также сезона.



Рис. 1 Процентное соотношение используемых в машиностроении полимеров

Полимеры популярны к применению и в авиационной промышленности, так как обладают малым весом, например, в «ВИАМ» - Всероссийском институте авиационных материалов были разработаны [7...9]:

1) Стеклопластики, которых насчитывается порядка 60 марок, в

том числе радиопрозрачные, термостойкие и высокопрочные марки;

2) Углепластики, выгодные в эксплуатации, так как колоссальная экономия на топливе положительно влияет на свойства воздушного транспорта. Самый популярный углепластик изготовлен на основе эпоксидной полимерной матрицы. Углеродная ткань является самым применяемым материалом в данной отрасли [10]. Различные виды плотности материала обусловлены тем, что в каждом узле необходимо соблюдать определенные параметры, такие как прочность, нагрузка и рабочая температура до 550 градусов по Цельсию;

3) Органопластики. Относительно новый вид материала, над которым активно ведутся разработки. Применяется для высоконагруженных силовых частей самолета. Обладают высокими механическими характеристиками и исключают поглощение влаги, вследствие чего практически не подвержены старению.

Благодаря развитию новых марок и материалов в настоящее время российский рынок полимеров имеет высокий уровень конкурентоспособности и импортозамещения.

Производителям удалось применить почти 70% полимеров в транспортной промышленности [11...15]. В дальнейшем число будет только расти, так как из плюсов применения данного материала можно выделить следующее:

- Коррозионная стойкость деталей, что положительно сказывается на долговечности.

- Свобода дизайнерских решений, так как практически любая форма может быть вылита из полимера.

- Возможность подбора определенного полимера, отвечающего необходимым требованиям конкретно в той или иной части автомобиля. Например, стойкость к горюче-смазочным материалам и в то же время к критическим температурам и физическим нагрузкам.

- Безопасность материала для организма человека.

- Ресиклинг полимера для повторного применения.

Автомобильный концерн Chevrolet еще в середине 20 века изготавливал цельные кузова из полимеров, примером того может послужить Corvette первого поколения, который является спорткаром и насчитывается порядка 300 таких автомобилей. В настоящее же время полимерные кузова массово выпускаются такими концернами как BMW в модели i3 и Alfa Romeo 4c.

Авиаконструкторов интересуют такие качества полимеров как небольшой вес, высокая прочность, способность материала выдерживать экстремально низкие и высокие температуры [16].

МС-21 имеет более 50% процентов полимерных комплектующих именно поэтому его КПД один из самых высоких в классе, тем самым является прямым конкурентом для американского «Боинга» 787 Дримлинер [17].

Таким образом, внедрение полимеров в промышленное производство способствует снижению массы техники, улучшению шумоизоляции, повышению безопасности и наконец, уязвимости к коррозии. Так же немаловажный фактор заключается в экономии. Работа с полимерами менее трудоемка и более безопасна. В настоящий момент на один автомобиль уходит 120 килограмм полимера, а в будущем рассматривается увеличение данного значения до 2-3 раз.

Зачастую применение материалов находится при непосредственном проектировании. Дальнейшее сотрудничество химических лабораторий с производителями транспорта имеет высокий потенциал.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Б.Н. Арзамасов, И.И. Сидорин, Г.Ф. Косолапов. Учебник для высших технических учебных заведений. М.: Изд-во Материаловедение, 2017.

2. Н.И. Баурова, В.А. Зорин. Применение полимерных композиционных материалов при производстве и ремонте машин. М.: МАДИ (ГТУ), 2016.

3. Б. Б. Бобович, Г. В. Бровак, Б. М. Бунаков. Химики – автолюбителям. М.: Изд-во Химия, 2015.

4. В. А. Игнатъев, М. В. Кузьмин, Т. В. Игнатъева. М.: во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО. М.: Изд-во Чуваш. гос. университет, 2014.

5. Э.Е. Нифантьев, Л.А. Цветков «Химия». Органическая химия. М.: Изд-во Просвещение, 1996.

6. Басов Н.И., Казанков Ю.С., Любартович В.А. Расчёт и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов. М.: Изд-во Химия, 1986.

7. Папков С.П. Полимерные волокнистые материалы. М.: Изд-во Химия, 1986.

8. П.Г. Бабаевский, А.А. Грабильников. Промышленные полимерные композиционные материалы. М.: Изд-во Химия, 1980.

9. Гуль В.Е., Кулезнев В.Н. Структура и механические свойства полимеров. М.: Изд-во Высшая школа, 1979 г.

10. Потапов А.И. Неразрушающий контроль конструкций из

композиционных материалов. М.: Изд-во Машиностроение, 1977.

11. Черкасова С.А., Боровских В.Е. Полимерные материалы в машиностроении и их опыт использования в корпусах автомобилей. М.: Технологии материалов, 2016.

12. Технология изготовления стеклопластика для тюнинга своими руками: [Электронный ресурс]. М., 2010. URL: <https://www.autoshcool.ru/1238-technologie-izgotovleniya-stekloplastika-dlya-tyuninga-svoimi-rukami.html>. (Дата обращения: 21.09.2022).

13. Профессиональный ресурс об автодизайне: [Электронный ресурс]. М., 2020. URL: www.cardesign.ru (Дата обращения: 21.09.2022)

14. Вдовина Е.В. Получение керамического кирпича на основе бейделлитовой глины и отходов минеральной ваты: дис. канд. техн. наук. Самара, 2011. 166 с.

15. Ганькин Ю. А., Карелина М. Ю., Кравченко В. А., Яровой В. Г. Основы теории автотракторных двигателей. М.: Изд-во РГАЗУ, 1997. 304 с.

16. Карелина М. Ю., Титов Н. В., Коломейченко А. В. Импортзамещающая технология восстановления и упрочнения рабочего оборудования строительных и дорожных машин // Строительные и дорожные машины. 2015. №8 С. 34-37.

17. Карелина М. Ю., Петровская Е. А., Пыдрин А. В. Оптимизация ингибированного состава для обеспечения сохраняемости сельскохозяйственной техники // Труды ГОСНИТИ. 2015. Т. 121. С. 89-93.

УДК 62-932.4

Скукин А.А.¹, Польшин А.А.², Мальцев А.К.²

Научный руководитель: Любимый Н.С., канд. техн. наук, доц.

¹Воронежский государственный технический университет

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

МЕТАЛЛ-МЕТАЛЛПОЛИМЕРНАЯ ПРЕСС-ФОРМА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕМОНТНЫХ ДЕТАЛЕЙ ДОРОЖНЫХ МАШИН

Изготовление пластиковых изделий, начиная от мелкосерийного производства, сопряжено с необходимостью изготовления формообразующей оснастки – пресс-формы. Пресс-форма является дорогим оборудованием, требующим большого количества обработки. При этом для изготовления пластиковых изделий в целях ремонта

технологического оборудования, изготовление такой оснастки экономически не обосновано. Предложена конструкция композитной пресс-формы, позволяющей изготовить формообразующую оснастку с металлополимерной формообразующей, однако полностью избавиться от механической обработки невозможно. Требуется финишная обработка поверхности смыкания и выполнение отверстий под толкатели.

Недостатком известных пресс-форм является ограниченные технологические возможности. Это связано с тем, что их конструкция не предназначена для изготовления изделий различных конструкций и габаритных размеров.

Далее предложена конструкция пресс-формы, позволяющая получить отверстия под толкатели методом отпечатка в металлополимере.

Устройство монтируется и работает следующим образом.

Предварительно на 3D принтере производится изготовление частей моделей 12 изделия (фиг. 3), ограниченных плоскостью разъёма пресс-формы, по которым в последующем получают отпечатки в жидком металлополимере. Затем изготавливается металлическая плита 3 с отверстием под литниковую втулку 9, выпорами 6, резьбовыми отверстиями 7, отверстиями 15 под направляющие колонки 16, а также металлическая плита 4 с резьбовыми отверстиями 7 и отверстиями 15 под направляющие колонки. Металлические плиты 3 и 4 имеют полости 5 для заливки жидкого металлополимера. В полостях 5 металлических плит 3 и 4 при помощи соединительных элементов 8 закрепляются закладные детали 14 эквидистантно формообразующей поверхности. Закладные детали 14 изготавливаются на 3D принтере, причем сечение закладной детали 14 может иметь любую форму, например круглую или эллиптическую, а профиль выполнен эквидистантно формообразующей поверхности. Закрепление закладных деталей 14 в полостях металлических плит 3 и 4 происходит путем поджатия с двух сторон соединительными элементами 8. При этом концы закладных деталей 14 установлены в отверстия соединительных элементов 8. Металлические плиты 3 и 4 с закрепленными в их полостях 5 закладными деталями 14 устанавливаются поверх предварительно изготовленных частей моделей 12 изделий.

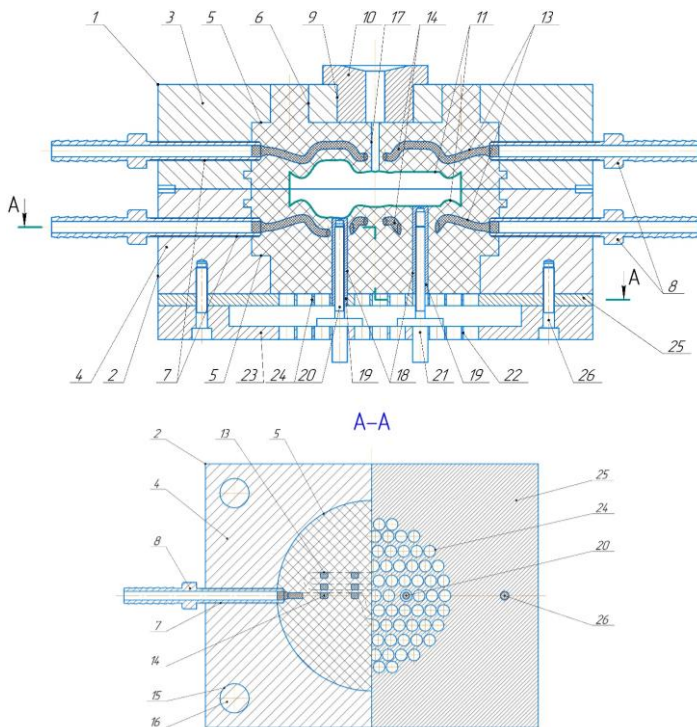


Рис. 1 Металл-металлополимерная пресс-форма.

Для пуансона 2 со стороны формообразующей поверхности 11 модели 12 изделия на металлическую плиту 4 устанавливается центрирующая плита 25 из сменного пакета плит.

Сменные пакеты базовых плит 23 и центрирующих плит 25 выполнены таким образом, чтобы комплект выполненных в них соосных, диаметрально и позиционно соответствующих, технологических отверстий 22 и 24 соответственно, перекрывал всю площадь проекции полости 5 плиты 4 на сменную центрирующую плиту 25.

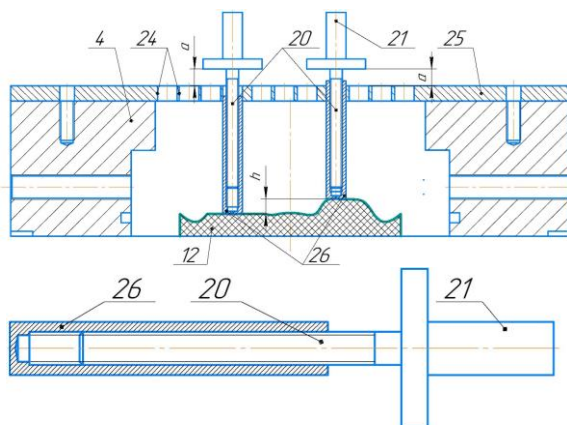


Рис. 2 Конструкция телескопических выталкивателей.

Затем, в технологические отверстия 24 сменной центрирующей плиты 25 устанавливаются выталкиватели 20, таким образом, чтобы своими торцевыми поверхностями телескопических рабочих частей 26 уперлись в модель 12 изделия. Регулировка длины выталкивателей 20 осуществляется за счёт осевого смещения их подвижной телескопической рабочей части 26 относительно хвостовика 21, например при помощи резьбового соединения. Длины выталкивателей устанавливаются таким образом, чтобы обеспечивался их одинаковый свободный ход a . Одинаковый свободный ход a выталкивателей 20 обеспечивается за счёт компенсации перепада высоты h неровностей модели 12 изделия, осевым смещением подвижной телескопической рабочей части 26 выталкивателя 20 относительно хвостовика 21. Место касания выталкивателей 20 и модели 12 изделия выбирается в зависимости от геометрических и габаритных параметров модели 12 изделия, из условия приложения выталкивающей нагрузки к изделию перпендикулярно плоскости разреза пресс-формы, в тех местах, которые позволят обеспечить извлечение изделия из полости пуансона 2 без её перекоса. Требуемое позиционирование выталкивателей 20 обеспечивается за счёт установки их подвижных телескопических рабочих частей 26 в технологические отверстия 24 центрирующей плиты 25. При этом на хвостовики 21 выталкивателей 20 устанавливается базовая плита 23 своими соосными, диаметрально и позиционно соответствующими центрирующей плите 25 технологическими отверстиями 22. Сменная центрирующая плита 25 и сменная базовая плита 23 при помощи крепежных элементов 26

соединяются с пуансоном 2, образуя между собой зазор обеспечивающий свободный ход а выталкивателей 20.

Далее готовится жидкий металлополимерный состав с металлическим наполнителем, имеющим высокую теплопроводность, например, алюминий. Приготовленный жидкий металлополимерный состав через отверстия выпоров 6 заливается в полость 5 металлической плиты 3, а через свободные технологические отверстия 22 и 24 в полость 5 металлической плиты 4. Отверстие под литниковую втулку 9 предварительно заглушается от попадания в него жидкого металлополимера, например, пластилином. Металлические плиты 3 и 4 в сборе с закладными деталями 13, частями моделей 12, телескопическими выталкивателями 20, сменным пакетом базовой и центрирующей плит и залитым жидким металлополимером, помещается в вакуумную среду для удаления газообразных включений из жидкого металлополимера, влияющих на пористость и однородность отверждённого металлополимера и, как следствие, на теплопроводность. После отверждения металлополимера в течении 3 часов, части моделей извлекается, одним из известных способов. Образовавшиеся отпечатки частей моделей в отвержденном металлополимере являются металлополимерными формообразующими поверхностями 11 матрицы 1 и пуансона 2 пресс-формы. Подвижные телескопические рабочие части 19 поверхности выталкивателей 20 после отверждения металлополимера образуют в нём отверстия 18. Далее металл-металлополимерные матрица 1 и пуансон 2 пресс-формы подвергается термообработке в течении 12ч при температуре 120°С в следствии чего закладные детали 14 выплавляются и в металлополимерных частях матрицы 1 и пуансона 2 образуются профильные каналы охлаждения 13.

Получившиеся в металлополимерных частях матрицы 1 и пуансона 2 каналы охлаждения 13 могут иметь любую форму, размер сечения и располагаются эквидистантно формообразующей поверхности, тем самым обеспечивая заданное расстояние от стенок канала охлаждения 13 до формообразующей поверхности 11 и обеспечивают эффективное охлаждение формообразующей оснастки, что приведет к уменьшению времени цикла формования изделия в пресс-форме с металл-металлополимерными матрицей 1 и пуансоном 2.

Далее производят шлифование плоскостей разъёма на металл-металлополимерных матрице 1 и пуансоне 2 пресс-формы, выполнение литьевого канала 17. Производится сборка пакета пресс-формы из матрицы 1 и пуансона 2 посредством центрирования друг

относительно друга направляющими колонками 16. Затем в матрицу 1 устанавливается литниковая втулка 10.

После сборки пресс-форма устанавливается на стол литейной машины таким образом, чтобы телескопические выталкиватели 20 находились в крайнем нижнем положении. Сопло литейной машины подводится к литниковой втулке 10. Производится нагнетание горячей термопластичной массы через литниковый канал 17 в полость, образованную формообразующими поверхностями 11 в пуансоне 2 и матрице 1.

Через соединительные элементы 8, каналы охлаждения 13 соединены с системой охлаждения, которая обеспечивает охлаждение и циркуляцию хладагента в системе. После выдержки и остывании расплавленной массы сопло литейной машины отводится, матрица 1 пресс-формы снимается путем перемещения по направляющим колонкам 15, полученное изделие при этом остается в пуансоне 2 из-за более шероховатой формообразующей поверхности 11, что предварительно обеспечивается при образовании формообразующей поверхности одним из широко известных технологических решений. Далее на хвостовики 21 выталкивателей 20 подается усилие выталкивания. Выталкиватели 20 перемещаясь по технологическим отверстиям 22 и 24 передают усилие выталкивания на пластиковое изделие, что приводит к извлечению изделия из пуансона 2.

После матрицы 1 пресс-формы снова устанавливается на направляющие колонки 16 и производится повторный цикл отливки изделия.

При смене номенклатуры изделия, металлополимерная часть пресс-формы удаляется механическим путём, а весь комплект металлических деталей пресс-формы может быть использован для изготовления металл-металлополимерной пресс-формы предназначенной для отливки пластиковых изделий другой геометрической формы и габаритов (номенклатуры). При этом регулируемая система выталкивания, состоящая из выталкивателей 20, имеющих хвостовик 21 и подвижную телескопическую рабочую часть 19, а также сменного пакета базовой и центрирующей плит, имеющих комплект соосных, диаметрально и позиционно соответствующих, технологических отверстий, обеспечивает надёжное извлечение пластикового изделия любой формы из пуансона 2 в случае её переналадки.

Таким образом обеспечивается расширение технологических возможностей металл-металлополимерной пресс-формы, за счёт возможности изготовления пластиковых изделий различной

номенклатуры в одном комплекте формообразующей оснастки – металл-металлополимерной пресс-форме.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баурова Н.И., Зорин В.А. Применение полимерных композиционных материалов при производстве и ремонте машин: учебное пособие. М.: МАДИ, 2016. 264 с.
2. Любимый Н.С., Чепчуров М.С., Тетерина И.С. Обработка комбинированной металл-металлополимерной плоской поверхности детали пресс-формы // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 6. С. 119–123.
3. Баурова Н.И. Диагностирование и ремонт машин с применением полимерных материалов: монография. М.: ТехПолиграфЦентр, 2008. 280 С.
4. Берлин А.А. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие. 3-е испр. изд. СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. 560 С.
5. Зорин В.А., Баурова Н.И. Повышение стойкости полимерных материалов, применяемых при ремонте машин, к воздействию циклических нагрузок / В.А. Зорин, Н.И. Баурова // Механизация строительства. 2013. № 4 (826). с. 25–27.

УДК 656.051

Смирнов К.Л., Перькова А.Ю., Сочнев Р.А.

Научный руководитель: Семикопенко Ю.В., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДИТЕЛЯ

Не смотря на снижение некоторых показателей дорожной аварийности за последние годы, количество дорожно-транспортных происшествий и погибших в них остается достаточно высоким. В России за отчетные период 2022 года произошло 164 358 ДТП, что на 2,2% ниже аналогичного периода (168 099 в 2021 году), погибло 17 тысяч человек (18 тыс. в 2021 г.) [1,2]. Показатель смертности по сравнению с прошлым годом снизился на 6,8%, погибших в авариях

стало меньше на 3,1 %, раненых – на 7,2%.

Предотвращение наездов на пешеходов является одним из самых важным вопросов в обеспечении безопасности на дорогах. Поскольку во многих городах России, происходят многочисленные наезды транспортных средств на пешеходов с разной тяжестью последствий. Большая часть ДТП происходит из-за невнимательности водителя, нарушения скоростного режима, а также неправильное понимание значения нововведенных дорожных знаков на дорогах.

По данным областного УГИБДД за шесть месяцев 2022 год в Белгородской области произошло 424 аварии, 70 человек погибших, 564 – пострадавших. По данным управления МВД России по Белгородской области за 2021 год произошло 223 аварии с участием пешеходов, 28 человек погибли, 201 – ранены [1]. По сравнению с прошлым годом произошло снижение аварийности с участием пешеходов на 0,6% по области. На (рисунке 1) представлен график статистики ДТП с пешеходами по Белгородской области.

Наезды на пешеходов происходят из-за того, что водитель не успевает своевременно заметить пешехода в границах пешеходного перехода и, тем самым, предотвратить дорожно-транспортное происшествие [6]. Поэтому необходимо продолжать совершенствовать методы по обеспечению безопасности пешеходов на пересечениях дорог; регулируемых и нерегулируемых перекрестках.



Рис. 1 Статистика ДТП и пострадавших пешеходов в Белгородской области за январь – сентябрь 2022 года [1]

Последние годы уделяют большое значение совершенствованию технических характеристик автомобильного транспорта, способствующих повышению активной и пассивной безопасности, надёжности в эксплуатации. Благодаря новым методам постепенно улучшается качество дорожного полотна. Однако, данные введения не приводят в желаемому уровню положительной динамики в повышении

безопасности дорожного движения. Самым главным фактором, позволяющим снизить уровень аварийности, является водитель. Водитель – главное звено системы «водитель-автомобиль-дорога» (ВАД). Более 75% всех дорожно-транспортных происшествий на автомобильной дороге возникает из-за ошибок водителей в принятии правильных решений во время движения.

Водитель оценивает условия движения преимущественно визуально. Он должен своевременно воспринимать и правильно оценивать всю информацию, необходимую для безошибочного управления автомобилем. Эту информацию водитель получает с помощью психических процессов – ощущения и восприятия.

Особенно большое значение для водителя имеет зрительное восприятие, с помощью которого он получает практически всю информацию об обстановке на дороге. Быстро изменяющаяся дорожная обстановка вынуждает водителя воспринимать большую по объёму информацию от зрительных, звуковых и других раздражителей, поэтому его восприятие должно быть полным, быстрым и точным.

Дорожная обстановка, наблюдаемая водителем, непрерывно изменяется, и он должен все время принимать новое решение. Для правильной оценки обстановки и прогнозирования ее развития недостаточно ощущений и восприятия. Переработка поступившей информации и принятие решения осуществляются на основе мышления. При прогнозировании развития дорожной обстановки водитель мысленно приводит в движение все элементы этой обстановки и анализирует результаты своих предполагаемых действий и, учитывая влияние, которое они окажут на дорожно-транспортную ситуацию, вырабатывает новое суждение о своих наиболее целесообразных действиях [3].

Для улучшения организации движения на дорогах, правильного понимания водителем дорожной обстановки и заблаговременного принятия им решений, необходимо, чтобы службы, обеспечивающие безопасность движения на дорогах, правильно и качественно устанавливали знаки и светофоры в соответствии с основными нормативно-правовыми актами (ПДД, ТСОДД, ГОСТ). Нельзя, чтобы один дорожный знак/светофор преграждал доступ к другому и не давал заранее считать с него важную информацию, позволяющую водителю предотвратить ДТП (рисунок 2).



Рис. 2 Пример нарушения. Знак 1.12, дублирующий разметку стоп-линии, закрывает видимость нижних секций светофора

В 2020 году в городе Белгород на улице Щорса стали вводить в эксплуатацию дополнительные секции светофора с изображением пешехода и стрелкой бело-лунного цвета, предусмотренные ГОСТ 52289-2019 и устанавливаемые в целях предупреждения дорожно-транспортных происшествий, связанных с наездом на пешеходов (рис.3). Они несут информационный характер и предупреждает водителя о возможном движении пешеходов по пешеходному переходу, в зависимости от совершаемого им манёвра – поворота направо/налево с режимом бело-лунного мигания.



Рис. 3 Пример дополнительной секции светофора с изображением пешехода и стрелкой бело-лунного цвета

Однако, не все водители положительно отнеслись к данному нововведению. По отзывам и комментариям водителей, новая дополнительная секция светофора с изображением пешехода и стрелкой бело-лунного цвета вместо того, чтобы заботиться об участниках дорожного движения и их безопасности, а также способствовать беспрепятственному проезду транспортных средств, уменьшая вероятность их остановки и задержки в пределах перекрёстка [5], только усложняет организацию дорожного движения, снижает безопасность на дорогах для пешеходов, вводя в заблуждение водителей и увеличивая количество ДТП из-за увеличения воспринимаемой информации на водителя и его ослепления в тёмное время суток [7].

В ПДД раздел 13 «Проезд перекрёстков» п. 13.1 регламентирует это так: «При повороте направо или налево водитель обязан уступить дорогу пешеходам и велосипедистам, пересекающим проезжую часть дороги, на которую он поворачивает» [4]. Именно так и поступают многие опытные водители, знающие ПДД, а информационно световая секция только вводит заблуждение (особенно если учитывать, что в некоторых городах с него вообще невозможно считать информацию из-за закрывающего его дорожного знака).

Таким образом, установка дополнительных секций светофора с изображением пешехода и стрелкой бело-лунного цвета вводит в заблуждение многих водителей, увеличивая количество принимаемой им информации с дорожных знаков и светофоров на дороге. Тем самым снижается сосредоточенность водителя в условиях дорожной обстановки, его время реакции при проезде через перекрёсток и в результате увеличивается риск наезда транспортного средства на пешеходов в пределах пешеходного перехода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Госавтоинспекция МВД России // [Электронный ресурс]. URL: <http://stat.gibdd.ru/>.

2. Кольшклина Д.В., Семикопенко Ю.В., Волков Д.А., Балабанов В.М. Анализ аварийности регионов в зависимости от времени суток//Техническое регулирование в транспортном строительстве. 2020. №3. С. 225-228.

3. Коряков В.Б., Щетинин Н.А., Семикопенко Ю.В. Интерактивный пешеходный переход – будущее автомобильных дорог//Современные материалы, техника и технологии. 2020. №1. С. 77-81.

4. Правила дорожного движения РФ 2022 // [Электронный ресурс]. URL: <https://unit-car.com/docs/pdd.pdf>.

5. Перькова М.В., Иванькина Н.А., Боровской А.Е., Перькова А.Ю. Анализ функционирования транспортной инфраструктуры на территории межмуниципального природного парка в Шебекинском и Белгородском районах//Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 5. С. 53-63.

6. Семикопенко Ю.В., Шевцова А.Г., Дмитриев Д.В., Бахарев Г.А. Основные виды дорожно-транспортных происшествий в Российской Федерации//Успехи современной науки и образования. 2016. №5. С. 76-79.

7. Смирнов К.Л., Перькова А.Ю. Повышение безопасности движения на нерегулируемых пешеходных переходах в тёмное время суток // Международная научно-техническая конференция молодых учёных БГТУ им. В. Г. Шухова. Белгород, 2022. С. 316-320.

УДК 621.926.5

Тарасов А.И., Антоненко Н.А.

Научный руководитель Дубинин Н.Н., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

МАШИНЫ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ГЛИНЯНЫХ МАСС

Быстро растущие потребности в керамических строительных материалах – кирпиче, трубах, плитке требуют дальнейшего повышения производительности перерабатывающих машин и улучшения качества готовых изделий.

В последние годы, как в России, так и за рубежом постоянно совершенствовались конструкции глиноперерабатывающих машин, в том числе вальцов, бегунов, всевозможного вида растирателей и гомогенизаторов, внедрение которых значительно повысило степень подготовки глиномассы для дальнейшего ее формования.

Вместе с тем, процент брака готовых изделий держится на достаточно высоком уровне и на некоторых предприятиях достигает 15%. В связи с этим все более широкое значение приобретает решение вопросов связанных с созданием таких конструкций глиноперерабатывающих машин, которые наряду с высокой производительностью позволили бы получать изделия высокого качества [1,2,4].

При введении в глиномассу опилок, боя кирпича и других ингредиентов, в зависимости от технологических особенностей производства в готовую продукцию могут попадать крупные включения, что ведет к снижению ее качества и потребительских свойств. Доля брака от вышеперечисленных факторов может достигать 5-6% (по информации заводов), что является существенным и приводит к серьезным репутационным и финансовым потерям. Кроме того, попадание достаточно крупных включений приводит к повышенному износу и преждевременному выходу оборудования из строя.

Основная цель подготовительной линии в производстве строительной керамики тщательная переработка глиняного сырья. Его рыхлят, подвергают измельчению, увлажняют, перемешивают. Среди существующих способов разрушения и измельчения глиняной массы, а также улучшения её формовочных свойств, широкое распространение получения способ продавливания глины через перфорированные решетки.

В технологических линиях по переработке глин применяются вальцы грубого и тонкого помола, глинорастиратели, бегуны, которые достаточно эффективно выполняют свои функции по усреднению глин и ее гомогенизации. Однако выполнять функции выделения твердых частиц, попавших в глиномассу при добыче или при введении компонентов в технологической линии эти машины не предназначены. С целью выяснения существования подобных машин проведено данное исследование.

В 1949 году И.А Булавиным была предложена глиномешалка (рисунок 1) с фильтрующей решеткой и механизмом камневыведения (авторские свидетельство №76248), которая состояла из напорного шнека, заключенного в корпус с задней стенкой в виде подпружиненного поршня и фильтрующих решеток, расположенных по бокам корпуса. Камнеудаление в этой глиномешалке осуществляется посредством продавливания напорным шнеком глины через фильтрующие решетки, а камни удаляются через подпружиненную заднюю стенку.

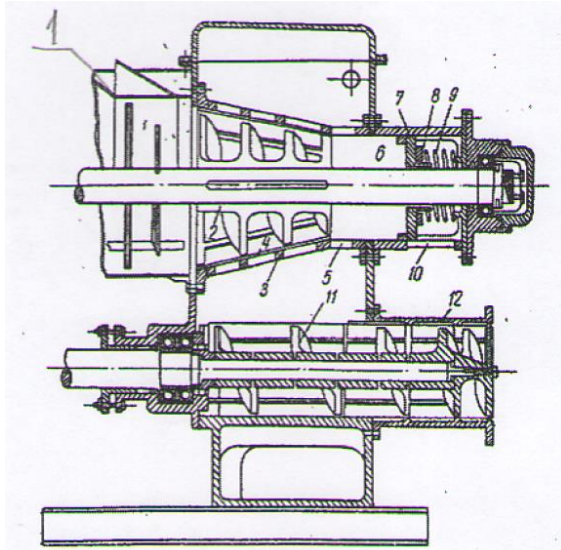


Рис. 1 Вакуумный пресс с устройством камнеудаления: 1-Глиномешалка, 2-шnek, 3-решетчатый корпус, 4-сменные ребра, 5-отверстие, 6-камера каменистых включений, 7-поршень, 8-гайка, 9-пружина, 10-выгрузочное окно, 11-винтовые ножи, 12-головка пресса

В 1974 году Г.И. Юдин предложил устройство для переработки пластичных материалов (авторское свидетельство №417158). Устройство (рисунок 2) содержит станину 1, на которой смонтирован привод и кинематический связанные с ним рабочие органы в виде конусов 2, вершины которых обращены друг к другу, представляют собой перфорированные обшивки 4 с отверстиями заданного размера и формы.

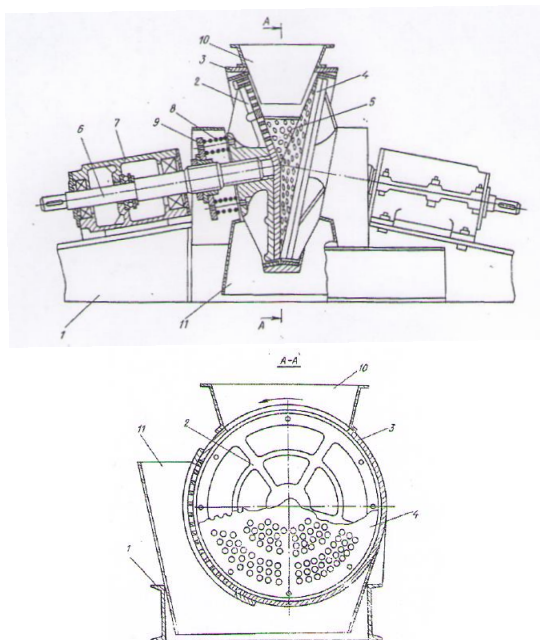


Рис. 2 Устройство для переработки пластичных материалов: 1-станина, 2-конуса, 3-кожух, 4-Перфорированные обшивки, 5-стенка, 6-валы, 7-подшипниковый узел, 8-пружины, 9-нажимной диск, 10-приемная горловина, 11-отводящий лоток.

Валы 6 на которых крепятся рабочие органы, вращаются в подшипниковых узлах 7 и расположены под углом друг к другу, так, что образующие конусов 2 параллельны с одной стороны и прижаты друг к другу усилием пружин 8, расположенных по окружности и опирающихся на нажимной диск 9. Подлежащий обработке материал непрерывно поступает в рабочую полость обработки, образованную перфорированными обшивками 4 конусов 2 и стенкой 5 кожуха 3. По мере продвижения материала к зоне максимального схождения конусов 2 он раздавливается, перетирается и частично продавливается сквозь отверстия перфорированных обшивок 4 и стенки 5 кожуха 3, другая его часть благодаря зазору, образовавшемуся между конусами 2 в зоне их максимального схождения, возвращается на повторную переработку.

В 1971 году машиностроительный завод «Красный Октябрь» предложил и освоил производство двухвальных глиномешалок с фильтрующей решеткой. При обработке в этих смесителях из глин

выделяются растительные остатки и твердые включения размером более 20 мм которые могут забивать мунштук формующего пресса и существенно снижать качество изделий, вызывая образование трещин.

Глиномешалка (рис. 3.) представляет собой корыто, в котором вращается навстречу друг другу два вала и состоит из протирачной решетки и глиномешалки с приводами.

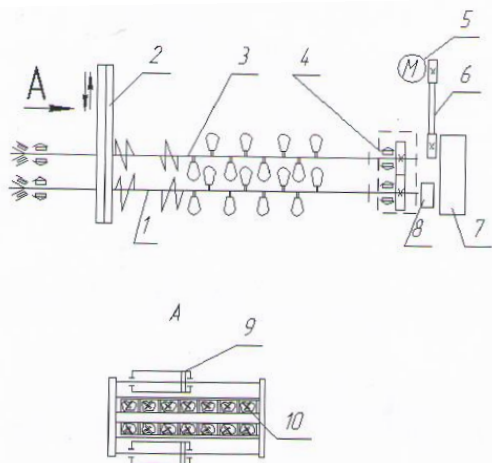


Рис. 3 Глиномешалка с фильтрующей решеткой: 1-вал, 2-головка фильтрующая, 3-вал, 4-коробка раздаточная, 5-двигатель, 6-передача клиноременная, 7-редуктор, 8-муфта, 9-гидроцилиндр, 10-решетка

Для обеспечения непрерывной работы мешалки решетка выполнена двухсекционной. При засорении отверстий одной секции, решетка, без остановки глиномешалки, перемещается горизонтально, выводя наружу загрязненную секцию (для очистки), и вводится в мешалку чистая.

Протирачная решетка представляет собой две подвижные рамы, жестко соединенные с двух торцов траверсами. В каждой траверсе имеется по два отверстия для прохода концов штоков гидроцилиндров. Глиномешалка представляет собой замкнутое корыто, в котором вращаются в противоположные стороны два вала, оснащенные лопатками, а с передней – продавливающими шнеками [4].

Глина, прошедшая предварительную обработку, поступает через загрузочный люк в полость (корыто) глиномешалки. Снизу в корыто через специальные щели подается пар, который подогревает и увлажняет глину.

Данная конструкция, имеющая малую металлоемкость (9,6т) и энергоемкость (55кВт), достаточно большую производительность (25 м³/ч), при введении в глиномассу опилок, боя кирпича и других ингредиентов, более других подходит для фильтрования глиномасс при подготовке сырья к производству керамических изделий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Золотарский А.З., Шейнман А.Ш. Производство керамического кирпича. М. Высшая школа, 1989. – 386 с.
2. Ничипоренко С.П., К теории обработки пластичных керамических масс. – Киев: Изд-во АН СССР, 1964. – 76 с.
3. Технологические комплексы и оборудование для переработки и утилизации техногенных материалов: учебное пособие / В.С. Севостьянов, В.И. Уральский, М.В. Севостьянов, О.А. Носов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. -321 с. 11
4. Расчет и проектирование оборудования для пластического и полусухого прессования материалов: [Учеб. пособие для специальностей 171600 "Мех. оборудование и технол. комплексы предприятий строит. материалов, изделий и конструкций"; 250804 "Технология тонкой и строит. керамики"; 250807 "Технология огнеупоров"] / В. С. Севостьянов, Н. Н. Дубинин, С. И. Ханин, М. Д. Герасимов. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 1997. 154 с.

УДК 691.175

Трифонов А.А.

*Научный руководитель: Алексеев С.В., канд. воен. наук, доц.
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия*

МОДЕРНИЗИРОВАННЫЕ ВИДЫ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Один из вариантов применения геосинтетических материалов в дорожном строительстве – армирование земляного полотна и слоев дорожной одежды.

В настоящее время происходит поиск новых и модернизация существующих видов армирующих геоматериалов. Применение модернизированных аналогов позволит решить несколько задач проектирования: увеличение прочности материала слоя дорожной одежды или зем. полотна; повышение эффективности использования

армирующих геоматериалов за счет улучшения их свойств, что влечет за собой снижение затрат на использование геоматериалов и материалов дорожных одежд [1,2].

В статье рассматриваются модернизированные виды следующих типов геоматериалов: объемные георешетки, геосетки, тканевые геополотна [2], приводится новый тип армирующего геоматериала – фиброматериалы [2,3,4,5].


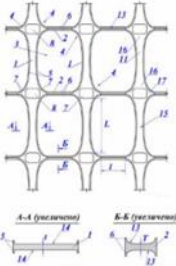
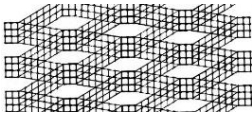

Рассмотрение и анализ свойств, усовершенствованных и новых армирующих геоматериалов, сравнение их с типовыми аналогами.

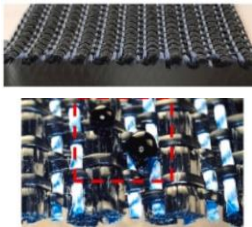

Оцениваются следующие параметры материалов: прочностные свойства, наличие дополнительных элементов армирования, конфигурация сетки, механизм сцепления с материалом слоев Д.О., влияние на прочность основного материала слоев Д.О.

В (таблице 1) приведен сравнительный анализ основных типов материалов в современном (типовом) виде (вариант 1) и материалов в усовершенствованном виде (варианты 2, 3), также представлены новые типы армирующих материалов.

Таблица 1 – Сравнительный анализ основных видов геоматериалов для армирования дорожной одежды и зем. полотна

Наименование материала	Анализ свойств материала
<p>Объемная георешетка (вариант 1)</p>  <p>[6]</p>	<p><i>Основные свойства:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - высокая объемная плотность, жесткость, прочность, непластичность материала; - применение материала: армирование нижних слоев основания Д.О., дополнительных слоев, слабых грунтов зем. полотна [7].
<p>Объемная георешетка (вариант 2)</p>  <p>[8]</p>	<p><i>Модификации:</i> полимерная лента (1) содержит: продольные армирующие мононити (2), дополнительные сварные швы (4).</p> <p><i>Усовершенствованные свойства после модификации:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - повышение жесткости, прочности конструкции за счет продольного армирования мононитями; - повышение прочности и долговечности за счет дополнительного сварного шва (конструкция действует как разрезная система).
<p>Геосетка (вариант 1)</p>	<p><i>Основные свойства:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - высокая поверхностная плотность, жесткость,

Наименование материала	Анализ свойств материала
 <p>[9]</p>	<p>прочность материала;</p> <ul style="list-style-type: none"> - пластичность, гибкость; - применение материала: армирование дополнительных, нижних слоев основания Д.О. (песок, супесь, суглинки) [7].
<p>Геосетка (вариант 2)</p>  <p>[10]</p>	<p><i>Модификации:</i> прямоугольная конфигурация ячеек сетки взамен квадратной, наличие выступов у продольных и поперечных элементов (в поперечном разрезе – форма двутавра), наличие выступов в узлах сетки.</p> <p><i>Усовершенствованные свойства после модификации:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - увеличение прочности на разрыв в поперечном направлении за счет конфигурации ячеек; - повышение гибкости сетки за счет продольных выступов, прочности на разрыв; - увеличение сцепления сетки с материалом слоя Д.О. за счет боковых и узловых выступов.
<p>Ячеистая геосетка (вариант 3)</p>  <p>[11]</p>	<p><i>Модификация:</i> представление плоской геосетки в виде объемной ячеистой структуры.</p> <p><i>Усовершенствованные свойства после модификации:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - увеличение прочности (~ в 1,3 раз по сравнению с объемными георешетками), жесткости материала; - распределение деформаций на большую поверхность, увеличение долговечности по сравнению со стандартной геосеткой; - возможность использования в нижних слоях основания Д.О. из крупнозернистых материалов (щебенисто-гравийные слои); подстилающих слоях из слабых грунтов;
<p>Тканое геополотно (вариант 1)</p>  <p>[12]</p>	<p><i>Основные свойства:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - пластичность материала; - назначение материала: влагопрерывание, разделение слоев Д.О. из материалов разной крупности зерен; - использование материала: армирование, разделение материала в нижних и средних слоях основания Д.О.

Наименование материала	Анализ свойств материала
<p data-bbox="146 217 389 264">Влагоотводящее геополотно (вариант 2)</p>  <p data-bbox="258 515 300 544">[13]</p>	<p data-bbox="434 217 938 264"><i>Модификация:</i> особый вид плетения геоткани из двух нитей разных диаметров и материалов.</p> <p data-bbox="434 264 837 320"><i>Усовершенствованные свойства после модификации:</i></p> <ul data-bbox="434 320 955 488" style="list-style-type: none"> - водоотведение в поперечном направлении за счет применения гидрофобных нейлоновых волокон в переплетении с полиэтиленовыми нитями крупного диаметра; - сохранение прочности конструкции насыпи Д.О. за счет дренажа.
<p data-bbox="146 576 356 679">Волокнистые фиброматериалы из полипропилена, полиэфира</p>  <p data-bbox="258 823 300 852">[14]</p>	<p data-bbox="434 576 863 632"><i>Новый вид материала-заполнителя преимущественно битумных смесей [15].</i></p> <p data-bbox="434 632 546 655"><i>Свойства:</i></p> <ul data-bbox="434 655 857 767" style="list-style-type: none"> - повышение структурной прочности асфальтобетона; - снижение текучести битумов; - улучшение износостойкости покрытия.

В статье представлены усовершенствованные и новые геоматериалы для армирования дорожных одежд и зем. полотна, выполнена оценка и сравнительный анализ их свойств. Полученные результаты приведены в Таблице 1.

Использование модернизированных геоматериалов в дорожном строительстве позволит добиться следующих положительных результатов: повышение износостойкости, долговечности, армирующих свойств материала, расширение возможностей применения материала, повышение долговечности конструкции насыпей дорожных одежд.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федотов Г.А., Поспелов П.И. Изыскания и проектирование автомобильных дорог. Книга 1. М.: Изд-во Высшая школа, 2009. 646 с.
2. Алексеев С.В., Трифонова А.А. Количественная оценка эффективности использования геосинтетических материалов для

армирования земляного полотна автомобильной дороги // Путевой навигатор. 2021. № 49 (75). С. 52-55.

3. Лыщик П.А., Красковский С.В. Геосетки для армирования дорожных одежд с покрытиями из асфальтобетона // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2004. № 8. С. 190-193.

4. Косенко С. А., Ержанбаев Д.Ж. Применение геосеток для повышения срока эксплуатации дорог с асфальтобетонным покрытием // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. 2014. № 1(86). С. 13-16.

5. Безусова Е. А., Мамаева А.А. Исследование аналитического моделирования грунта основания, укрепленного геосеткой / Современные технологии в строительстве. Теория и практика: сб. материалов конф. ПНИПУ// Пермский национальный исследовательский политехнический университет: Изд-во ПНИПУ, 2019. Т. 2. С. 34-40.

6. Объемная решетка из полимерных лент // Производство и продажа геосинтетических материалов в Санкт-Петербурге: [официальный сайт], 2022. – URL: <https://geo-sm.ru/products/georeshyotka/georeshetka-iz-polimernyih-lent> (дата обращения: 20.09.2022).

7. Бугров А.К. Механика грунтов: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. 287 с.

8. Пат. 204834 U1 Российская Федерация, МПК E02D 17/20, E01C 3/04. Георешетка армированная / В. Э. Карташян; заявитель и патентообладатель В. Э. Карташян. № 2021103657, заявл. 15.02.21; опубл. 15.06.21, Бюл. №17. 8 с.

9. Геосетка // Производство и продажа геосинтетических материалов в Санкт-Петербурге: [официальный сайт], 2022. – URL: <https://geo-sm.ru/products/geosetka> (дата обращения: 20.09.2022).

10. Пат. 202886 U1 Российская Федерация, МПК E02D 17/20. Гибкая сетка / Д. В. Кошуриков; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью завод "Славрос" (RU). № 2020106580, заявл. 11.02.20; опубл. 11.03.21, Бюл. №8. 10 с.

11. Пат. 184566 U1 Российская Федерация, МПК E02D 17/20. Устройство для армирования земляного полотна, дорожной одежды и укрепления откосов / И.Ж. Хусаинов, Е.С. Пшеничникова; заявитель и патентообладатель И.Ж. Хусаинов, Е.С. Пшеничникова. № 2017136052, заявл. 11.10.17; опубл. 30.10.18, Бюл. №31. 7 с.

12. Геотекстиль тканый // Производство и продажа геосинтетических материалов в Санкт-Петербурге: [официальный

сайт], 2022. – URL: <https://geo-sm.ru/products/geotekstil-tkanyiy> (дата обращения: 20.09.2022).

13. Lin, C., Zhang, X., Galinmoghadam, J., Guo, Y. Working mechanism of a new wicking geotextile in roadway applications: A numerical study // *Geotextiles and Geomembranes*. 2022. Vol. 50. Issue 2. P. 323-336.

14. Фибра полимерная монопол fiber macro для бетона, макрофибра на основе сополимера полипропилена // Группа компаний «Техбетон»: [официальный сайт], 2022. – URL: https://tehbeton.com/produktsiya/materialyi/fibra/fibra_polipropilenovaya_monopol_fiber_macro_dlya_betona_makrofibra_fasovka_15_kg/ (дата обращения: 20.09.2022).

15. Nadupuru, S.R., Jain, R.K., Joshi, D.A., Menon, R. Experimental analysis using polypropylene, polyester and waste denim fiber in road construction // *Materials Today: Proceedings*. 2022. Vol. 66. Part 4. P. 2363-2369.

УДК 630.36

Химич А.В.

*Научный руководитель: Лагерев И.А., д-р техн. наук, проф.
Брянский государственный университет им. академика И.Г. Петровского,
г. Брянск, Россия*

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ В РОССИИ

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых-докторов наук № МД-1543.2022.4.

В мире леса занимают более 31% от площади суши. Это почти 4 млрд. гектара всей территории Земли. Самые большие участки лесных площадей находятся в России, Бразилии, Канаде, США и Китае.

Леса России, занимая одну пятую часть площади лесов мира и являясь одним из возобновляемых природных ресурсов, удовлетворяют множественные потребности экономики и общества в лесных ресурсах, выполняют важнейшие средообразующие, средозащитные и иные полезные функции [1].

К сожалению, в настоящее время вклад лесного комплекса в экономику Российской Федерации существенно ниже потенциального и аналогичного показателя других стран, схожих с Российской Федерацией по объемам запасов и заготовки древесины. В частности,

доля лесного комплекса в экономике Швеции и Финляндии составляет до 5 процентов валового национального продукта, при этом в Российской Федерации доля валовой добавленной стоимости, созданной лесным сектором страны, по итогам 2019 года составила 0,74 процента [2].

В основном заготовка древесины ведется по сортиментной технологии, предполагающей применение мощной лесозаготовительной техники – харвестеров, форвардеров и трелевочных телег с манипуляторами. Сортиментная технология имеет много преимуществ по сравнению с использовавшейся ранее хлыстовой технологией заготовки древесины, но осуществляется преимущественно с помощью зарубежных машин, поставки которых в Россию временно приостановлены, равно как и поставки запасных частей и расходных материалов.

Оборудование российских производителей уступает зарубежным аналогам по надежности, производительности, универсальности, удобству и простоте эксплуатации, сервисному обслуживанию. Оно отличается относительно низкой стоимостью, как правило, в 2-3 раза дешевле импортного и приравнивается по цене к импортным машинам, бывшим в употреблении.

В связи с этим возникает потребность в модернизации лесопромышленного комплекса России. Отраслевые государственные структуры задействованы в разработке мер по развитию и импортозамещению оборудования лесопромышленного комплекса. Проводятся и соответствующие научные исследования в области создания новых лесозаготовительных машин [3-6].

С учетом национальных целей и стратегических задач Правительством Российской Федерации была подготовлена и утверждена Стратегия развития лесного комплекса России до 2030 г. (далее – Стратегия) [2]. Стратегия направлена на переход к цифровой трансформации, интенсивному лесопользованию, созданию условий для повышения уровня не только технического, но и кадрового обеспечения лесной отрасли. Выполняя задачи Стратегии, ведущие российские предприятия стараются увеличить глубину переработки древесины, обновить производственные фонды, расширить производственную базу.

Значительное улучшение ситуации с воспроизводством лесов возможно только при достаточном обеспечении лесного хозяйства современными машинами и механизмами. Работающий парк машин и оборудования имеет большой износ, а зачастую морально устарел.

Требуется активная техническая и технологическая модернизация лесозаготовительного производства.

Задачи по обеспечению отрасли оборудованием и импортозамещению возможно решить за счет локализации производств иностранных производителей. При этом модернизацию технической базы лесного комплекса необходимо проводить с использованием наилучших доступных технологий с учетом их экономической эффективности. Развитие и модернизация отечественного производства может вывести техническое оснащение ЛПК нашей страны на новый уровень.

В России функционируют предприятия и заводы, поставляющие лесозаготовительную технику, но разделение крупных лесопромышленных предприятий на множество мелких компаний только усугубило их положение на рынке сбыта. Технические показатели машин, выпускаемых на этих предприятиях, в 2-3 раза уступают зарубежным по основным технико-экономическим показателям. Поэтому вовлечение отечественного оборудования в производственную деятельность находится на уровне 7%.

Одним из основных российских предприятий по производству лесозаготовительной техники является ООО «Соломбальский машиностроительный завод», находящийся в Архангельской области. Он поставляет на рынок гидравлические манипуляторы (рисунок 1) и порталные автолесовозы различных модификаций (рисунок 2), осуществляет установку гидроманипуляторов на транспортные средства и стационарные базы, производит переоборудование автомобилей в сортиментовозы и лесовозы, а также обеспечивает полное сервисное обслуживание всей производимой техники.



Рис. 1 Гидроманипулятор СФ-75С



Рис. 2 Портальный автолесовоз Т-140М2

Завод ЛЕСПОЖМАШ и Алтайский завод самоходных машин «Прогресс» являются производителями лесопромышленного трелевочного трактора МСН-10 (рисунок 3), который является

усовершенствованным аналогом трактора ТТ-4М. МСН-10 выпускается с двумя вариантами трансмиссии: механической и гидравлической.



Рис. 3 Лесопромышленный трелевочный трактор МСН-10

В результате отмечается массовое прекращение деятельности крупных лесозаготовительных предприятий, что по цепочке привело к остановке отечественных заводов лесного машиностроения и обслуживающих их научных и проектных организаций.

Уже несколько десятилетий лесопромышленный комплекс России технологически отстает по многим показателям от аналогичной продукции зарубежных стран. В настоящее время заготовка преобладающих объемов древесины в России выполняется пилами и машинами импортного производства. Мощностей для производства этого оборудования в России практически нет.

Именно поэтому российский рынок занимают импортные машины, прежде всего из Северной Америки и Европы. Лесозаготовительная техника производства таких компаний, как John Deere, Caterpillar, Tigercat, представлена в России большим числом типов и моделей лесозаготовительных машин.

Deere & Company – американская машиностроительная компания, выпускающая сельскохозяйственную, строительную и лесозаготовительную технику, давно укрепила на мировом рынке. Она поставляет на рынок лесозаготовительную технику: валочно-пакетирующие машины (рисунок 4), скиддеры, машины с поворотной платформой, гусеничные и колесные харвестеры (рисунок 5), форвардеры.



Рис. 4 Валочно-пакетирующая машина 803-М



Рис. 5 Колесный харвестер 1070g

Общей проблемой отечественного ЛПК является низкая эффективность практически всех его составляющих. К сравнению с 1 га лесопокрытой площади в России составляет около $0,23 \text{ м}^3$, в то время как в развитых лесопромышленных странах этот показатель намного выше.

К проблемам ЛПК России, влияющим на его развитие, можно отнести слабую сеть лесных дорог, рост себестоимости заготавливаемой древесины и снижение рентабельности лесозаготовок в связи с освоением доступных насаждений эксплуатационных лесов и ростом плеча вывозки леса.

Ситуацию усугубляет кадровая проблема и сложная ситуация с отраслевыми вузами. Это связано с оптимизацией сети вузов России, приводящей к слиянию лесотехнических вузов с другими.

История отечественной промышленности знает много примеров, когда при возникновении острой потребности разрабатывались и оперативно внедрялись в производство необходимые машины и оборудование не только не уступающие, но часто превосходящие по своему уровню зарубежные аналоги.

В области развития отечественной техники и технологии основной вклад могут внести специалисты отраслевых вузов, и, особенно, межвузовские научные школы, которые активно ведут научную работу и могут разработать конструкторскую документацию на свои высокотехнологические разработки.

Развитие лесного комплекса, описанное в рамках Стратегии, приведет к значительному увеличению ежегодных инвестиций в оборудование (оценочно с 28 до 58 млрд. рублей к 2030 году в постоянных ценах) [2]. В связи с этим тематика импортозамещения оборудования для предприятий лесного комплекса становится особенно актуальной. Для этого в рамках проводимых исследований разрабатываются научные подходы по моделированию рабочих процессов мобильных транспортно-технологических машин [3-9].

Перспективной разработкой является канатная лесозаготовительная машина для работы на крутых склонах. Между модулями машины по канатной системе передвигается рабочий роботизированный орган.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лагерев, И. А. Перспективы развития транспортно-технологических машин для заготовки леса на склонах / И. А. Лагерев, А. В. Химич // Инновационное развитие техники и технологий наземного транспорта: сборник статей, Екатеринбург, 03 декабря 2021 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2022. – С. 64-65. – EDN RHLKZO.

2. Стратегия развития лесного комплекса России до 2030 г. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573658653> (дата обращения 24.10.2022).

3. Лагерев, И. А. Математическое моделирование динамики кабельной грузоподъемной машины / И. А. Лагерев, А. В. Химич // Ученые записки Брянского государственного университета. – 2022. – № 1(25). – С. 7-10. – EDN NXIVRC.

4. Химич, А. В. Имитационное компьютерное моделирование режимов работы канатной грузоподъемной машины для лесозаготовки на склонах / А. В. Химич // Ученые записки Брянского государственного университета. – 2022. – № 2(26). – С. 28-30. – EDN KZGISS.

5. Химич, А. В. Особенности механизированной лесозаготовки на склонах / А. В. Химич // Инновационное развитие подъемно-транспортной техники: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Брянск, 26–27 мая 2022 года. – Брянск: Брянский государственный технический университет, 2022. – С. 199-204. – EDN VALVPI.

6. Лагерев, И. А. Моделирование динамики канатной машины для лесозаготовки / И. А. Лагерев, А. В. Химич // Инновационное развитие подъемно-транспортной техники: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Брянск, 26–27 мая 2022 года. – Брянск: Брянский государственный технический университет, 2022. – С. 80-84. – EDN YOMVXP.

7. Лагерев, И. А. Динамический анализ трехзвенного гидравлического крана-манипулятора / И. А. Лагерев // Вестник

Брянского государственного технического университета. – 2011. – №3. – С. 9-17.

8. Лагерев, И. А. Эффективность упругого демпфирования в шарнирных соединениях стрел крано-манипуляторных установок при повышенных зазорах / И. А. Лагерев, А. А. Мильто, А. В. Лагерев // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2016. – № 1. – С. 18-36.

9. Лагерев, И. А. Динамическая нагруженность крана-манипулятора самоходной машины для сварки трубопроводов при движении с грузом / И. А. Лагерев // Подъемно-транспортное дело. – 2011. – №3. – С. 7-10.

УДК 69.058.2

Ходяков В.А.

*Научный руководитель: Гречухин В.А., канд. техн. наук, доц.
Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь*

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТРЁХМЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ ИСПЫТАНИИ ПУТЕПРОВОДА

Уже известен опыт применения методов трёхмерного сканирования при обследованиях различных сооружений, в том числе мостовых [1...4]. Однако применение данного метода при статических испытаниях мостовых сооружений ранее не исследовалось. Помимо создания и апробации новой методики измерений и обработки результатов, важным вопросом исследования стало нормирование точности измерений.

Статические испытания проводились на одном из путепроводов в городе Минск перед вводом его в эксплуатацию после строительства. При проведении статического испытания под каждым из испытуемых пролётов устанавливался 3-D сканер Faro Focus 3DX130 (рисунок 1) с целью создания облака точек низа пролётного строения на каждой стадии статического испытания. Заявленная производителем точность сканирования составляет ± 2 мм.



Рис. 1 3-D сканер Faro Focus 3DX130 в процессе съёмки геометрии путепровода

По результатам трёхмерного сканирования были получены облака точек, из которых была извлечена топология рёбер всех балок пролётного строения на каждой из восьми стадий загрузки. Загрузка пролётного строения производилась шестью самосвалами МАЗ, масса каждого порядка 35 тонн. После обработки облака точек при помощи собственных алгоритмов, написанных в среде визуального программирования Grasshopper [5...6], были получены изополя вертикальных перемещений пролётного строения и ригеля на всех стадиях заграждения (рисунок 2).

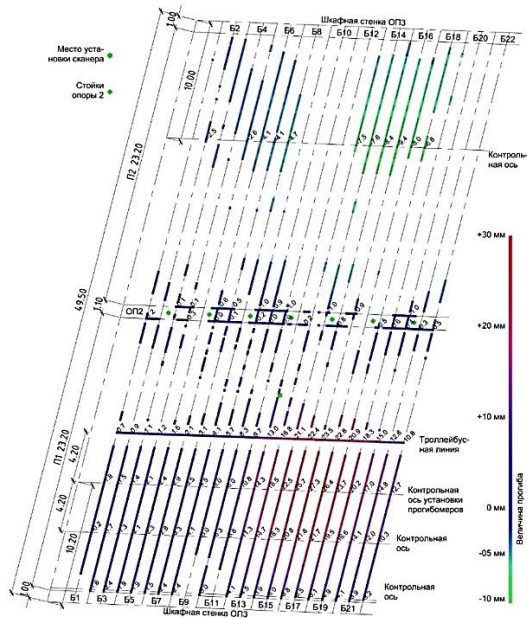


Рис. 2 Изополе прогиба. Загрузка пролёта №1. Абсолютные перемещения относительно ноля, снятого до начала испытания

Уникальным для данной методики результатом стало изополе пространственной деформации всего пролётного строения целиком. Видны как прогибы испытуемого пролёта №1 (красная зона), так и выгибы пролёта №2 (зелёная зона). Конструкция моста рамная – пролёты и средняя опора жёстко объединены между собой.

Для упрощения визуализации результатов числами показаны перемещения в контрольных точках, а цветом показаны только перемещения продольных осей балок, контура ригеля промежуточной опоры и оси троллейбусной линии. Однако изополя перемещений могут быть построены для всех нижних поверхностей пролётного строения, а численные значения перемещений можно получить для любой точки на его нижней части. Также при необходимости можно отслеживать перемещения опор и других элементов конструкции моста.

Для анализа возможностей повышения качества полученных результатов применялся более сложный альтернативный метод обработки облака точек, на примере продольного профиля балки Б14 (балка имеет наиболее полный по длине продольный профиль). Дело в том, что сам сканер в процессе съёмки создаёт собственный «шум» в облаке точек. Амплитуда этого «шума» составляет порядка 1 мм. Для устранения этого «шума» могут быть применены специальные фильтры, сглаживающие продольный профиль балки по среднему значению, что повышает точность конечного значения прогиба пролётного строения.

Для оценки достоверности измеренных с применением новой методики прогибов, было произведено сравнение с результатами традиционных измерений при помощи механических прогибомеров Аистова-Овчинникова. Максимальные значения абсолютных отклонений составили до 1,5 мм. Однако если выполнить статистическую обработку результатов измерений (рисунок 3), то для различных серий измерений при доверительной вероятности 95% отклонения составляют (0,7..0,8) мм.

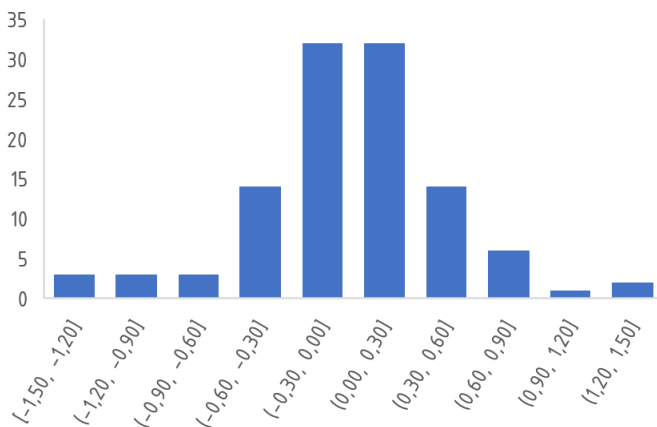


Рис. 3 Гистограмма распределения абсолютных отклонений данных по сканеру от данных по прогибомерам

В качестве вывода, можно заключить то, что метод трёхмерного сканирования имеет свои преимущества по сравнению с классическим методом сбора данных при помощи механических прогибомеров. Главное преимущество — это повышенный объём данных о пространственной работе пролётного строения, получаемый одним оператором с одной точки одним прибором. Кроме того, к преимущественному данному методу следует отнести отсутствие длительного этапа установки оборудования, а также более низкие требования к окружающим условиям проведения измерений. Основным недостатком метода — низкая точность. Нормирование точности проведено успешно и при соблюдении определённой методики проведения испытания и обработки данных можно говорить о точности измерений прогибов до ± 1 мм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ботяновский, А.А. Геодезические работы в составе мониторинга сооружений при строительстве транспортной развязки над тоннелями метрополитена в г. Минске / А.А. Ботяновский // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе / Пермский национальный исследовательский политехнический университет. – Пермь, 2016. – С. 253-255.

2. Епифанова Е.А., Строкова Л.А. Анализ деформаций прожекторной мачты при помощи наземного лазерного сканирования и метода конечных элементов // Известия томского политехнического

университета. Инжиниринг георесурсов. 2019. №5. С. 7–17.

3. Елифанова Е.А. Определение деформаций стального вертикального цилиндрического резервуара объемом $V=10000 \text{ м}^3$ для нефти с применением наземного лазерного сканирования // Известия томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2020. №11. С. 78–87.

4. Ходяков, В. А. Термическое и трехмерное сканирование зоны устройства деформационного шва на автодорожных мостах / В. А. Ходяков // Новые горизонты 2021: Сборник материалов Белорусско-Китайского молодёжного форума, Минск, 11-12 ноября 2021 г. / Белорусский национальный технический университет. – Минск, 2021. – Том 1, С. 138 – 139.

5. Ходяков В.А., Пастушков В.Г. Применение теории эволюции Дарвина в процессе оптимизации конструкций / Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: Материалы международной научно-практической конференции // ПНИПУ. Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014. С. 534 – 538.

6. Ходяков В.А., Пастушков В.Г. Проектирование ферм с использованием линий главных напряжений // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2015. №1, С. 131 – 147.

УДК 656.1/5

Чан А.В.

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

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ ТРАНСПОРТА

В век информационных технологий все большая часть сфер человеческой деятельности подвергается глобальной автоматизации, в том числе, влиянию искусственного интеллекта (ИИ).

Искусственный интеллект – наука и технология создания интеллектуальных машин, в особенности интеллектуальных компьютерных программ [1]. Современные ИИ создаются на основе человеческого мозга, а точнее, на взаимодействии нейронов в человеческом мозге. Иначе ИИ называют нейросетью.

Использование нейросетей в производстве позволяет одновременно контролировать множество датчиков, которые могут предсказать возможные аварийные ситуации и правильно на них

реагировать. Такие нейросети, которые контролируют роботизированные системы, создают «работников мечты» или идеальных работников. Эти системы не знают усталости и лени, а поэтому не будут требовать отпуск.

ИИ уже вытесняет ручной труд человека. Его работа дешевле и при этом им допускается меньше ошибок. Его можно применять для рутинных работ, сложных вычислений, оценки рисков, сбора информации, моделирования ситуаций, также ИИ можно использовать на вредных и опасных производствах.

На сегодняшний день нейросети задействованы во многих сферах человеческой деятельности [2]:

- интернет (голосовые помощники: Алиса, Siri, Googleassistant);
- транспорт и логистика (беспилотные автомобили и дроны);
- финансы (прогнозирование рисков, выявление мошенничества);
- здравоохранение (диагностирование заболеваний);
- в обороне и военном деле;
- в бизнесе (улучшение качества сервиса);
- в спорте и культуре (делает прогнозы на матчи и проявляет креативность в искусстве).

В данной статье рассмотрено использование ИИ в сфере транспорта.

ИИ в сфере транспорта и инфраструктуры могут собирать данные трафика для уменьшения заторов и повышения расписание общественного транспорта, транспорт влияет на транспортный поток, ИИ позволит упорядочить трафик, умнее светофора алгоритмы и слежение в реальном времени может контролировать высшие и низшие движения эффективно, может применяться в общественном транспорте для оптимального планирования и маршрутизации [3].

Транспорт может использовать ИИ в критически важных задачах, таких как самостоятельное вождение транспортных средств, перевозящих пассажиров.

ИИ используется для прогнозирования путей движения пешеходов и велосипедистов, это уменьшит количество дорожно-транспортных происшествий и травм, позволит более разнообразно использовать транспорт и в целом снизить выбросы.

В автомобильном транспорте ИИ уже применяется. Например, Google и «Яндекс» применяют свои алгоритмы, чтобы обновлять дорожные карты сразу же, как только в компанию поступает фото с новым объектом на заданной местности.

В настоящее время ведутся разработки автопилотов на основе ИИ (рисунок 1). Эти автомобили в основном используют камеры,

установленные спереди, сзади и по бокам. Эти камеры обнаруживают объекты вокруг; автомобиль обрабатывает эту информацию, чтобы избежать столкновения с ними.



Рис. 1 Действие автопилота на основе ИИ

Кроме того, есть автомобильные компьютеры, которые могут понимать правила дорожного движения, а затем направлять авто в любое место назначения. Для того, чтобы определить тормозной путь автомобиля сканируют звук и свет от объектов, чтобы определить, как далеко они находятся, и рассчитать время, которое потребуется, чтобы остановиться, не врезавшись в объект.

Также, они могут обнаруживать движение, например, при перемещении транспорта, определить направление, в котором проходит движение, и его среднюю скорость, прежде чем соответствующим образом отреагировать. Хотя это не окончательное описание того, как работают эти автомобили.

Всего выделяют 6 видов автопилотов в автомобильной отрасли [4]:

- Уровень 0, водитель выполняет всю работу.
- Уровень 1, «hands on». Система помогает водителю в управлении автомобилем. Например, круиз-контроль, адаптивный круиз-контроль и автоматическая парковка.
- Уровень 2, «hands off». Система сама управляет автомобилем, водитель следит за правильностью работы автопилота и готов вмешаться.
- Уровень 3, «eyes off». То же, что и уровне 2, но от водителя не требуется немедленной реакции, ему необходимо вмешаться в течение времени, определенного системой.
- Уровень 4, «mind off». Не требуется постоянного внимания. Автоматическое управление осуществляется в определенных геозонах

или ситуациях.

– Уровень 5, «steering wheel optional». Никакого человеческого вмешательства не требуется.

Несмотря на то, что инженеры разрабатывают такие технологии, которые облегчают самостоятельное вождение, у них все еще есть некоторые недостатки, которые рушат планы. Ошибки этих автомобилей заставляют людей остерегаться их. Трудно обучить автомобиль ориентироваться в определенных ситуациях. Например, когда он сталкивается с мусором на дороге или во время аварии [5].

Еще одной проблемой, с которой сталкиваются разработчики, является риск взлома программного обеспечения.

Таким образом, можно сделать вывод, что в сфере транспорта ИИ обеспечивает: оптимизацию выстраивания маршрутов с учетом прогнозов транспортных потоков и характеристик транспортных средств; безопасность движения за счет выявления и предупреждения опасных ситуаций; использование беспилотных транспортных средств; предотвращение поломок транспорта за счет прогнозирования неисправностей; оптимизацию работы диспетчерских пунктов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Искусственный интеллект [Электронный ресурс]. - URL: <https://goo.su/42uf> (дата обращения 07.10.2022).

2. Косимхужаев А.А., Скорюпина Л.С. Искусственный интеллект в городской транспортной сети [Электронный ресурс]. - URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_44029287_92918984.pdf (дата обращения 07.10.2022).

3. Шутов А.И., Воля П.А., Кущенко С.В. Заторовые явления. Возможности предупреждения. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2013. № 3. – С. 166-168.

4. Акулова Е.А., Кучма К.Г. Внедрение систем искусственного интеллекта в транспортной отрасли [Электронный ресурс]. - URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/97627/1/978-5-7996-3233-5_2021_081.pdf (дата обращения 07.10.2022).

5. Башмаков П.Г. Заменит ли автопилот людей в будущем? [Электронный ресурс]. - URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_46304724_63829934.pdf (дата обращения 07.10.2022).

Шакиров Д.Р.

Научный руководитель: Эшелиоглу Р.И., ст. преп.

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОБЛЮДЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ДОРОГАХ

В России за 2021 год произошло более 164 тыс. случаев ДТП. Они все происходят по разным причинам: проезд на запрещающий сигнал светофора, выезд на встречную полосу, превышение скорости, нарушения правил проезда перекрестков и, конечно же, невнимательность водителя. Для того чтобы избежать или хотя бы уменьшить ДТП, можно использовать различные методы. Один из которых – это использование информационных технологий. Благодаря им можно: контролировать скорость машин, усталость водителей, следить за светофорами и т.д. [1].

Один из самых ярчайших примеров – автомобили Tesla. Они имеют встроенный искусственный интеллект, который способен контролировать машину, обеспечивая безопасность. С помощью камер, установленных по периметру автомобиля, функционирует система автономного экстренного торможения (АЕВ) для защиты пешеходов, системы автономного экстренного торможения (АЕВ) для защиты велосипедистов, система автономного экстренного торможения в городских условиях АЕВ City, система контроля скорости, система обеспечения безопасности в междугородных поездках АЕВ, система удержания автомобиля на полосе движения. И именно после включения автопилота Tesla, количество ДТП сократилось на 40%. Поэтому самой безопасной машиной по версии Euro NCAP стала Tesla Model Y. Она набрала 97 % в тестировании системы защиты взрослых пассажиров и «почти идеальные» 98 % в оценке системы помощи водителю, со 100 % оценкой за поддержку полосы движения и новую систему мониторинга водителя на основе камеры в салоне. Более того, благодаря расположению батарей в нижней части у Tesla, почти весь вес автомобиля расположен снизу, что делает невозможным перевернуть машину [2].

Этот пример использования искусственного интеллекта в автомобилях доказывает, что данный метод действительно помогает в сокращении числа ДТП. В будущем во многих автомобилях появятся похожие функции, что уменьшит аварии.



Рис. 1 Как автопилот Tesla видит окружающее пространство

Также, один из способов уменьшить количество ДТП — это использование различных комплексов для безопасности пешеходов. Одним из таких является SecurOS Soffit, созданный в России. Он помогает увеличить безопасность пешеходов, делая их гораздо заметнее для водителей. Комплекс засекает человека в радиусе действия и детектирует лица вблизи с пешеходным переходом, гарантируя постоянное сопровождение движения пешехода по зебре ярким световым лучом. Таким образом водитель сумеет обнаружить пешехода издалека, когда на улице ночь, и сбавить скорость.

В городе Красногорск SecurOS Soffit поставлен на нерегулируемом пешеходном переходе, где поток людей движется, а водители зачастую их не пропускают, для уменьшения количества ДТП.

Комплекс призван сосредотачивать внимание водителя, особенно на пешеходе, а не на различные знаки и иные элементы дорожной инфраструктуры. Даже если пешеход остановился, развернулся и идет обратно, умная система отслеживает его перемещение и гарантирует световое сопровождение.

Система существенно увеличивает безопасность пешеходов, снижая шанс наезда на них. И что очень важно, SecurOS Soffit помогает решить главную задачу: уменьшить уровень травматизма и смертности на отечественных дорогах.

Сейчас комплекс удачно эксплуатируется в ряде российских регионов и уже доказал свою эффективность. При использовании SecurOS Soffit средняя скорость автомобиля при проезде пешеходного перехода, когда на нем есть пешеход, кардинально снижается. Кроме того, время ожидания пешеходом в потоке машин в темное время суток положительно близится к этому показателю в дневное время. Так комплекс делает пешеходный переход не только безопасным, но и значительно удобным [3].



Рис. 2 Пример работы SecurOS Soffit

Одна из самых распространенных причин ДТП – усталость водителя. Она приходится на около 60% случаев аварий. Поэтому был придуман искусственный интеллект, который следит за усталостью и состоянием водителя.

Примером могут служить следующие системы:

DDAW — технология предостережения о сонливости и нарушении внимания. Бортовой компьютер в режиме реального времени собирает и обрабатывает сведения о скорости, продолжительности поездки, позиции на дороге, действиях со стороны рулевого управления. Если программа замечает отклонения в езде, издаётся визуально-звуковой сигнал, предостерегающий водителя о том, что ему стоит обратить внимание на свое состояние.

LDWS — система предупреждения о выезде из полосы движения. В случае, если транспортное средство начинает отклоняться от своей полосы на 30 см на скорости от 65 км/ч и выше без цели перестроиться в ближайший ряд, система отправляет минимум два из четырех сигналов: вибрационный, звуковой, зрительный или тактильный. Это помогает водителю вернуть внимательность и не допустить ненамеренного выезда за пределы нужного пути.

Система экстренного торможения (АЕВS) сама использует торможение в тех случаях, когда водитель не действует во время приближающейся угрозы столкновения. Искусственный интеллект сам оценивает скорость и расстояние до объекта впереди. При возможной угрозе столкновения она без участия человека способна включить тормозную систему, чтобы избежать столкновения. Водитель в свою очередь получает сигнал о приближающейся угрозе за 0,8 секунды до срабатывания срочного торможения. Такая система помогает

потерявшему управление водителю исключить аварии или снизить последствия столкновения [4...5].

Таким образом, информационные технологии помогают во многих сферах, включая безопасность на дорогах. В ближайшем будущем такие системы будут использоваться намного чаще, а значит и количество ДТП на дорогах будет уменьшаться, сохраняя жизни людей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Короткий Анатолий Аркадьевич,, Бахтеев Олег Айратович Дорожно-транспортные происшествия: основные причины, анализ аварийности, методы снижения // Безопасность техногенных и природных систем. 2019. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dorozhno-transportnye-proisshestiya-osnovnyye-prichiny-analiz-avariynosti-metody-snizheniya> (дата обращения: 27.10.2022).

2. Кукуль М. Э., Сычев А. С. Нейросетевой классификатор для систем безопасности автомобиля // ММС. 2004. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neyrosetevoy-klassifikator-dlya-sistem-bezopasnosti-avtomobilya> (дата обращения: 27.10.2022).

3. Шведова Анастасия Анатольевна Повышение безопасности дорожного движения на пешеходном переходе // Academy. 2017. №6 (21). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-bezopasnosti-dorozhnogo-dvizheniya-na-peshehodnom-perehode-1> (дата обращения: 27.10.2022).

4. Булыгин Александр Олегович, Кашевник Алексей Михайлович Анализ современных исследований в области детектирования утомления водителя в кабине транспортного средства // Системы анализа и обработки данных. 2021. №3 (83). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sovremennyh-issledovaniy-v-oblasti-detektirovaniya-utomleniya-voditelya-v-kabine-transportnogo-sredstva> (дата обращения: 27.10.2022).

5. Наумова Юлия Николаевна Особенности квалификации и предмета доказывания с использованием систем искусственного интеллекта при нарушении правил дорожного движения и эксплуатации транспортных средств // Правовое государство: теория и практика. 2021. №1 (63). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-kvalifikatsii-i-predmeta-dokazyvaniya-s-ispolzovaniem-sistem-iskusstvennogo-intellekta-pri-narushenii-pravil-dorozhnogo> (дата обращения: 27.10.2022).

УДК 621.869

Швецов В.В.

*Научный руководитель: Лукашук О.А., канд. техн. наук, доц.
Уральский федеральный университет им. первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия*

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ЛЕСТНИЧНОГО ПОДЪЕМНИКА ДЛЯ ПОДЪЕМА ЛИФТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И МОНТАЖНЫХ ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ

Пассажирские лифты, основной целью которых является перевозка людей и/или легких грузов, применяются практически в каждом жилом здании в шесть этажей и выше при отметке пола верхнего этажа над уровнем тротуара или отмостки – 13 м и более [1].

От качества монтажа, демонтажа и технического обслуживания во многом зависит надежность системы и безопасность лифта. Лифтовое оборудование расположено в строительной части, состоящей из машинного помещения и шахты [2]. Масса и габариты оборудования достаточно велики. На данный момент доставка монтажных принадлежностей, комплектующих и прочей оснастки выполняется при помощи ручной силы, что существенно сказывается на трудоемкости ремонтного процесса. Учитывая этот факт, возникает проблема в необходимости использования подручных средств или приспособлений для транспортировки комплектующего оборудования в условиях ограниченного пространства наклонным ступенчатым элементам – лестничным маршам.

Для поиска решения данной проблемы в статье приведен общий анализ рынка, в частности, рассмотрены конструкции устройств, помогающих осуществлять подъем груза по лестничным маршам.

Лестничные тележки (рисунок 1) – это удобные и прочные конструкции, позволяющие без труда транспортировать груз вниз и вверх по лестнице благодаря уникальной конструкции колес. Осуществлять подъем груза вверх и вниз на такой тележке может даже один человек [3]. Максимальная грузоподъемность данной продукции составляет 200 кг.



Рис. 1 Лестничная тележка RUSKLAD КГЛ 200

Состоит из металлоконструкции и пары трехколесных блоков, за счет которых и осуществляется перемещение самой тележки и груза по лестничным маршам. Основа их конструкции – металлическая рама в виде треугольника с отверстием по центру, которое выполняет роль оси вращения. На концах этого треугольника закреплены три промышленных колеса. То есть блок из трех колес перемещается по ступеням как посредством движения колесных опор, так и с помощью вращения рамы вокруг своей оси [4].

Однако такие тележки имеют ограничение в грузоподъемности, связанное с максимальными физическими возможностями человека. Из-за малой грузовой площади и возможностью транспортировки грузов преимущественно в вертикальном положении данный продукт не подходит под поставленные задачи.

Шагающий лестничный подъемник – устройство, главным отличием которого является наличие электропривода, вращающего вспомогательную ось колес в ту или иную сторону в зависимости от необходимости спуска/подъема груза. Суть работы такого механизма заключается в блокировке коляски на кромке лестницы и регулировании центра тяжести. Таким образом, дополнительная пара колес как бы зашагивает на следующую ступень, облегчая человеку подъем тележки с грузом. Это обеспечивает дополнительную безопасность и удобства для пользователя.



Рис. 2 Шагающий лестничный подъемник для инструментов и лебедок PLATINUM 330 F

PLATINUM 330 F (рисунок 2) – подъемник по лестницам для транспортировки тяговых лебедок для лифтов. Имеет при себе механизм подъема, который приводится в действие при помощи переключателя. Оснащен автоматическим тормозом как для подъема, так и для спуска [5]. Наличие вспомогательного устройства подъема позволяет увеличить грузоподъемность такого типа подъемника, и для данной продукции составляет 330 кг.

Данная продукция эффективна при поштучном перемещении элементов оснастки и оборудования. Таким образом, для подъема всех монтажных принадлежностей необходимо осуществлять транспортировку в несколько заходов, что увеличивает временные затраты. В отдельных случаях, величина грузовой площадки устройства не позволит переносить более габаритное и тяжелое оборудование.

Наклонный платформенный лестничный подъемник (рисунок 3) Riff-Public LY-ТК-Р предназначен для подъема людей с нарушениями опорно-двигательного аппарата по лестничным маршам. Использование гусеничного движителя позволяет преодолеть лестницы любых конфигураций на инвалидных колясках, а наличие гидравлической платформы (рисунок 3) помогает сохранять горизонтальное положение коляски при передвижении установки по лестничному маршу. Максимальная грузоподъемность составляет 200 кг. Подъемник оборудован электрическим приводом и мощной системой безопасности. К ней относятся крепкие ремни, система аварийного спуска, кнопка экстренной остановки движения. Управляется только лицом, сопровождающим пользователя [6].



Рис. 3 Наклонный платформенный лестничный подъемник Riff-Public LY-TK-Р

Лестничный подъемник снабжен гусеничным двигателем с приподнятыми направляющими колесами и поддерживающими катками. Натяжные колеса приподняты и расположены в кормовой части устройства (рисунок 4). При такой схеме гусеничная лента находится под наклоном, что придает ходовой части обтекаемую форму, которая, в свою очередь, облегчает начало подъема и обеспечивает плавность движения тележки по лестничному маршруту. Однако рассматриваемая продукция предназначена для помощи людям с ограниченными возможностями и под поставленные задачи не подходит. Помимо цели назначения, отличается большой стоимостью, что также является существенным недостатком.

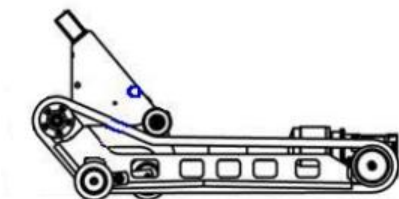


Рис. 4 Схема гусеничной установки

Track-O Twin-Track 47 (рисунок 5) – это лестничный подъемник, специально разработанный для маневрирования в ограниченном пространстве. Track-O 47 имеет грузоподъемность 272 кг на лестнице. Эта модель используется, в основном на узких лестничных площадках или на ограниченных для перемещения пространствах. Тележка способна подниматься по лестнице с углом наклона около 40 градусов. Легко перемещается с одного места на другое на прицепе или в кузове транспортного средства [7].



Рис. 5 Гусеничная тележка для разгрузочно-погрузочных работ Track-O Twin-Track 47

Данный лестничный подъемник может быть использован в транспортировании лифтового оборудования. Однако стоит отметить недостаток в конструкции гусениц. В отличие от ранее рассмотренного устройства, направляющие колеса в кормовой части не приподняты, что затрудняет заезд на лестничный марш с горизонтальной поверхности. Недостаток конструкции гусеничного движителя перетекает в проблему, заключающуюся в резком переносе центра тяжести. Возникает необходимость вручную при помощи рукояти наклонять тележку, чтобы вернуть ее в горизонтальное положение по окончании подъема.

Таким образом, для решения поставленных задач возникает необходимость создания собственного изделия, которое включало бы в себя преимущества ранее рассмотренных конструкций: высокую грузоподъемность (свыше 200 кг на лестнице), вместительную грузовую площадку (более 400x700 мм), гусеничный движитель с приподнятыми натяжными колесами для плавного вхождения на лестничный марш, наклонную гидравлическую платформу для сохранения груза в горизонтальном положении. Помимо этого, разрабатываемое изделие должно быть выгодным с экономической точки зрения, что, в свою очередь, обеспечит доступность разработки на рынке конкурирующих подъемных устройств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП II-Л.1-62. Жилые здания. Нормы проектирования [Текст] : стрит. нормы и правила : утв. Госстроем СССР 30.12.1963 : взамен 1-4 главы СНиП II-В.10. – Москва : [б.и.], 1964. – 21 с. – Текст: электронный.

2. Электромеханика: [сайт]. – URL: https://elektromehnika.org/publ/stati_liftu/ustrojstvo_liftov/8-1-0-170 (дата обращения 02.04.2022). – Текст: электронный.
3. RUSKLAD — Производство складского оборудования: [сайт]. – URL: https://rusklad.ru/catalog/telezhki/dvukhkolesnye/lestnichnye_telezhki/ (дата обращения 02.04.2022). – Текст: электронный.
4. Колесные опоры и колеса для тележек: [сайт]. – URL: <https://kolesnyeopory.ru/kolesa-dlya-telezhek/bloki-trekhkolesnye-dlya-lestnichnykh-telezhek/> (дата обращения 02.04.2022). – Текст: электронный.
5. Новые, высокотехнологичные лестничные подъемники итальянского производства в России: [сайт]. – URL: <https://powerclimber.ru/platinum-330-f> (дата обращения 03.04.2022). – Текст: электронный.
6. Ортопедические товары и изделия оптом в Москве. Компания Мир Титана — поставки ортопедических товаров из Германии: [сайт]. – URL: <https://mirtitana.com/catalog/sredstva-reabilitatsii/podemniki/ustrojstvo-dlya-podema-i-peremeshcheniya-invalidov-riff-ly-tk-p-lestnicheyy-podemnik-platforma-public/> (дата обращения 03.04.2022). – Текст: электронный.
7. Solutions de manutention – Movex Innovation: [сайт]. – URL: <https://movexinnovation.com/en/material-handling/track-o-twin-track-47/> (дата обращения 03.04.2022). – Текст: электронный.

УДК 629.3.054

Шеховцов Д.Г.

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

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СИСТЕМ С ЭЛЕКТРОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Электрооборудование современного автомобиля — сложная система, она предназначена для автоматизации рабочих процессов, повышения безопасности и повышения комфорта водителей. Эволюция систем с электронным управлением в автомобиле напрямую связано с прогрессом в таких областях как электротехника и автоматика. Устройство современных автомобилей позволяет использовать различные виды диагностического оборудования для

профилактических проверок и обследования систем при возникновении признаков неисправности.

Автомобильный осциллограф – устройство, предназначенное для визуализации процессов происходящих в электрических цепях автомобилей. Отличия автомобильного осциллографа от обычного заключаются в наличии программного обеспечения, которое позволяет более удобно взаимодействовать с бортовой системой автомобиля и наличием ряда датчиков для взаимодействия с высоковольтной системой автомобиля.

Мотор-тестер – прибор, совмещающий в себе функции автомобильного осциллографа и специального тестера. Мотор-тестеры также иногда называют анализаторами двигателя. Основным отличием мотор-тестера от автомобильного осциллографа является возможность проведения специфических тестов, позволяющих осуществлять специальные операции (тест «Баланс мощности», тест «Относительная компрессия» и пр. [1])

Основные отличия мотор-тестера от сканера состоит в том, что сканер подключается и получает информацию только от блока управления автомобиля, а мотор-тестер подключают напрямую к электрической цепи (контактным или бесконтактным способом)

Для полноценной работы одного сканера недостаточно - мотор-тестер также всегда должен быть под рукой для осуществления операций, которые на данном автомобиле не поддерживает сканер. Например, сканер мало применим для диагностики системы зажигания и механической части двигателя.

Современные мотор тестеры выполняют множество функций, которые можно разделить на обязательные и дополнительные. Одной из важнейших обязательных функций является осциллограф. Данная функция применяется для диагностики сигналов от датчиков и проверки формы и частоты управляющих сигналов, поступающих от блоков управления к управляемым устройствам. [6]

Специальные мотор-тестерные режимы это главное, что отличает мотор-тестер от автомобильного осциллографа. В частности это тесты "Баланс мощности", "Эффективность цилиндров" ("Неравномерность вращения"), тест "Относительная компрессия" и пр.

Функция мультиметра встречается реже и позволяет измерять такие электрические величины как напряжение, ток, сопротивление, коэффициент заполнения, частоту, ёмкость, коэффициент усиления, падение напряжения.

Также в набор возможностей может входить измерение неэлектрических величин, таких как температура, давление, детонация, разряжение.

Исполнение прибора определяет его мобильность - возможность использовать прибор не только как стационарный, но и под подъемником, на выезде и даже в салоне диагностируемого автомобиля во время движения.

Удобство работы с приборами на базе ПК обусловлено возможностью сбора и систематизирования учётной информации в базе данных и параллельным использованием уже существующих баз данных для сравнения, полученных осциллограмм с нормативными. В возможности прибора также входит печать данных и простота совместного использования с любым имеющимся принтером.

Одним из самых главных аспектов применения мотор-тестера является снятие осциллограмм системы зажигания. Для этого прибор оснащается специальными датчиками, которые по принципу работы можно разделить на емкостные и индуктивные.

Индуктивный датчик зачастую используют для того чтобы синхронизировать работу мотор-тестера по импульсу высоковольтного провода, идущего к первому цилиндру. Однако также может быть использован для снятия осциллограммы зажигания. Работает данный датчик по принципу трансформатора. На зажимах установлены полукольца из феррита выступающие в качестве сердечника. На одно из полуколец намотана катушка, выступающая в качестве вторичной обмотки с которой и будут сниматься показания. А первичной обмоткой будет являться высоковольтная линия системы зажигания автомобиля. Таким образом, работа датчика основывается на принципе электромагнитной индукции. Прибор реагирует на изменение магнитного поля.

В емкостном датчике снятие сигнала происходит за счёт емкостной связи между пластинами датчика и жилой провода.

Отличие между ними заключается в том, что емкостной датчик реагирует на электрическое поле, а индуктивный на магнитное. Осциллограммы, получаемые с этих датчиков, будут выглядеть по-разному. Причиной этого является то, что емкости и индуктивности имеют разный принцип действия.

Для того чтобы подключить прибор и начать диагностику системы зажигания нужно сначала определиться с типом диагностируемой системы. Существует три разновидности систем, которые можно встретить на современных бензиновых двигателях:

– Классическая с механическим распределителем

– Система типа Double Ignition System (DIS)

– Система типа Coil on plug (COP)

Классическая система с механическим распределителем: синхронизирующий датчик устанавливается на провод первого цилиндра, измерительный – на центральный провод. Система типа DIS: синхронизирующий датчик устанавливается на провод первого цилиндра, измерительные датчики – на провода всех цилиндров с соблюдением полярности. Система типа COP: используется накладной емкостный или индуктивный датчик, анализ осциллограмм возможен методом сравнения, амплитудные значения оценивать нельзя. [2]

Число осциллографических каналов определяет, сколько сигналов мы сможем одновременно завести в прибор и просмотреть. Универсальные осциллографические каналы могут использоваться для снятия осциллограмм сигналов широкого круга датчиков, управляющих сигналов исполнительных механизмов.

Каналы первичного напряжения - как правило, подключаются непосредственно к выводам первичной обмотки катушки (катушек) зажигания (если они доступны). Как правило, имеют предел измерения до 600-1000 В.

Каналы вторичного напряжения - предназначены для подключения емкостных датчиков высокого напряжения, которые надеваются непосредственно на высоковольтные провода (если они доступны) или специальных датчиков для систем зажигания без высоковольтных проводов (COP). Как правило, имеют предел измерения до 50 кВ.

Каналы синхронизации предназначены для подключения индуктивных датчиков синхронизации от высоковольтных сигналов и прочих источников синхросигналов.[5]

Основными характеристиками каждого канала являются предел измерения, частота дискретизации и входное сопротивление. Последнее наиболее важно при измерении напряжения, поскольку прибор включается в цепь параллельно изменяя, параметры её работы. Чем выше сопротивление прибора, тем меньшее влияние на цепь он оказывает.

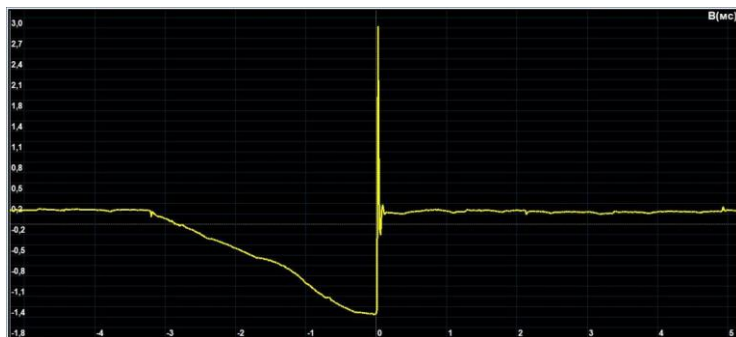


Рис. 1 Искровой промежуток

Частота дискретизации — это величина характеризующая количество измерений непрерывного во времени сигнала в секунду. От данного параметра зависит соответствие измеренной величины фактической. Чем выше частота дискретизации, тем точнее прибор отображает процессы, происходящие в цепи. Очень большое значение данный параметр имеет при диагностике системы зажигания, поскольку искровой промежуток имеет очень малое время включения и одновременно с этим большое амплитудное значение. Недостаточность частоты дискретизации может привести к тому, что напряжение пробоя будет зафиксировано неверно.[3]

Сейчас популярность набирают гибкие наращиваемые системы на базе планшетных ПК. Планшетный ПК дает возможность одинаково полноценно работать как в полностью мобильных условиях, так и в стационарных условиях в составе диагностической стойки или без нее.

Использование таких приборов также дает возможность как мобильной, так и стационарной работы.[4]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Диагностика электронной системы управления двигателем [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <https://www.drive2.ru/b/677925/> (дата обращения: 06.10.2021).

2. Виснап К.В. Мотор-тестеры и автомобильные осциллографы // Мастер автомеханик. 2018. №14. С. 21-25.

3. Яковлев В.Ф. Диагностика электронных систем автомобиля. Москва: Изд-во Профессия, 2014. 493 с.

4. Оборудование для диагностики автомобиля [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL:

<https://proavto.net/oborydovanie/oborudovanie-dlya-diagnostiki-avtomobilya-kakoe-byvaet.html> (дата обращения: 06.10.2021).

5. Диагностирование электронных систем управления [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://ustroistvo-avtomobilya.ru/diagnostirovanie/diagnostirovanie-elektronny-h-sistem-upravleniya/> (дата обращения: 06.10.2021).

6. Шевченко А.С., Дуганова Е.В. Диагностика и ремонт электронных систем управления двигателем в условиях крупного СТО / Автоматизация и энергосбережение в машиностроении, энергетике и на транспорте: сб. материалов XV Международной научно-технической конференции // Вологодский государственный университет. Вологда: Изд-во Вологодский государственный университет, 2021. С. 304-308.

УДК 629.3.054

Шеховцов Д.Г.

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

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ СИСТЕМ С ЭЛЕКТРОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Мотор-тестер – один из трех основных диагностических приборов, на которых базируется вся процедура современной моторной диагностики. Он является инструментом, позволяющим снимать информацию непосредственно с двигателя.

Для выполнения диагностических процедур в комплект мотор-тестера входят датчики, предназначенные для измерения давления.

Существует несколько разновидностей таких датчиков, задуманных для применения в разных ситуациях:

– датчик для измерения давления до 1Атм. Он применяется для получения осциллограммы давления во впускном коллекторе и в картере двигателя;

– датчик для измерения давления до 5..16Атм. Используется при снятии осциллограммы давления в цилиндрах двигателя без воспламенения;

– датчик для измерения давления до 100Атм. предназначен для работы с дизельными двигателями.[1]

Осциллограмму давления во впускном коллекторе можно снимать как на холостом ходу, так и при прокрутке стартером без запуска

двигателя. Осциллограмма давления во впускном коллекторе, полученная на холостом ходу, очень сильно зависит от конструкции впускного тракта и значительно различается у двигателей разных моделей.

Методика анализа осциллограммы давления, снятой при прокрутке стартером двигателя без запуска, достаточно достоверна, опробована на многих автомобилях и вполне применима, она успешно работает на двигателях большинства автомобилей.

Для получения осциллограммы необходимо подключить датчик давления 1Атм к впускному коллектору двигателя, используя подходящий отрезок вакуумного шланга. Синхронизацию можно не использовать, включив режим самописца, а можно и подключить датчик первого цилиндра к соответствующему проводу.

Далее нужно заблокировать запуск двигателя, отключив топливные форсунки (в случае синхронизации по высоковольтному импульсу первого цилиндра) или систему зажигания, и, запустив съем осциллограммы, прокрутить двигатель стартером. Цель методики – проверка правильности установки фаз газораспределения и контроль состояния клапанного механизма.[4]

Если фазы установлены верно, осциллограмма давления во впускном коллекторе имеет форму, близкую к синусоиде. Углы наклона к горизонтали переднего и заднего фронтов на глаз одинаковы, пики давления находятся примерно на одном уровне, осциллограмма гладкая и не имеет шумов:

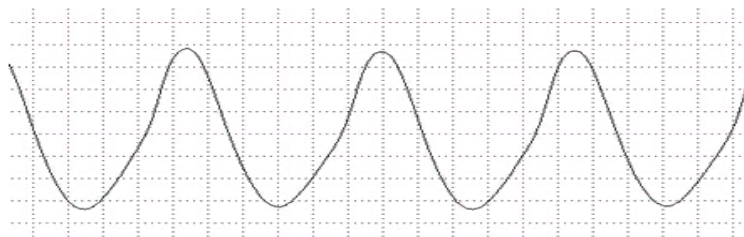


Рис. 1 Осциллограмма исправного двигателя

Если фазы газораспределения установлены неверно вследствие ошибочной установки ремня или цепи ГРМ, то осциллограмма приобретает пилообразную форму. Передний и задний фронты имеют визуально заметную разницу в углах наклона к горизонтали:

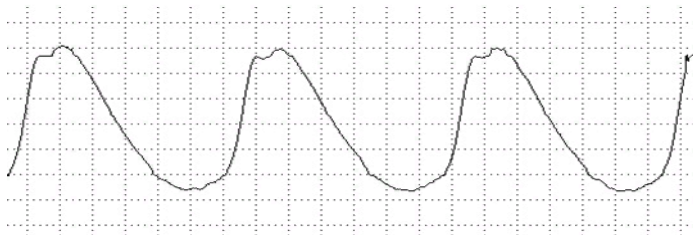


Рис. 2 Оциллограмма двигателя с неверной установкой фаз

Заметные шумы в верхней части синусоиды означают, что впускные клапаны закоксованы настолько, что нагар на тарелке клапанов препятствует эффективному наполнению цилиндров топливно-воздушной смесью. [2]

Мотор-тестер – прибор универсальный, и применять его можно не только для работы непосредственно с мотором. На самом деле возможна работа и с электропроводкой.

Для

диагностики стартера можно один канал в режиме измерения напряжения подключить к клеммам аккумулятора, а к другому присоединить токовые клещи и настроить его для измерения стартерного тока. Затем выполнить запуск двигателя и оценить полученные оциллограммы.

Необходимо оценить просадку напряжения аккумулятора и бросок тока стартера в момент начала прокрутки. Просадка напряжения до 10-11В считается нормальной. Значительная просадка напряжения (до 6-8В) приводит к невозможности запуска двигателя. Обычно средний ток прокрутки составляет около 100-200А.

Конкретное значение сильно зависит от конструкции стартера, конструкции и состояния двигателя, свойств моторного масла и некоторых других факторов. Поэтому имеет смысл наработать собственный опыт, проведя измерения стартерного тока двигателей тех автомобилей, с которыми вам чаще всего приходится работать. При наличии такого опыта легко выявить проблему в паре стартер-аккумулятор.[3]

Помимо проверки стартера, можно убедиться в исправности генератора. Для этого измерительный канал мотор-тестера подключается к клемме D генератора и производится съем оциллограммы при работающем двигателе. Вход мотор-тестера может быть закрытым.

Еще одна область применения мотор-тестера – поиск утечек тока. Нередко после даже непродолжительного простоя автомобиля,

например, в течение одного дня, аккумулятор оказывается разряженным до такой степени, что запуск двигателя становится затрудненным либо невозможным.

На первый взгляд никакие нагрузки к аккумулятору не подключены, лампы не горят, но тем не менее разрядка происходит. В подобной ситуации может помочь применение токовых клещей мотортестера. Их необходимо установить на провод от плюсовой клеммы аккумулятора и запустить прибор в режиме самописца на измерение тока. Как правило, при этом обнаруживается значительная утечка тока, до 3..10А.[6]

Затем последовательно отключаются предохранители и разъемы жгутов, одновременно ведется наблюдение за осциллограммой тока. Рано или поздно обнаруживается цепь, при отключении которой ток приходит в норму. Дальнейшее обследование цепи приводит к проблемному элементу. Как показывает практика, часто причиной утечек бывают неисправные выпрямительные диоды в генераторе. Возможны также проблемы в установленной охранной системе, залипание реле во включенном состоянии и т.п.

Проверка надежности электрического соединения – еще одна операция, выполняемая мотор-тестером. Из практических наблюдений можно сделать вывод, что проблема плохого контакта в соединениях, к сожалению, явление достаточно частое и характерное не только для отечественных автомобилей, но и для иномарок. Чаще всего это соединение с общим проводом.

Если контакт с «массой» хороший, то сопротивления в месте соединения нет. Строго говоря, оно там всегда есть, но пренебрежимо мало, и не создает значительного падения напряжения при прохождении по цепи электрического тока. В том случае, если место контакта ненадежно (имеется пленка окислов, электроэрозионный износ поверхности и т.п.), то фактически в месте контакта появляется паразитное сопротивление. При прохождении по такому соединению тока на сопротивлении возникнет паразитное падение напряжения, которое зависит от силы тока и может составлять до нескольких вольт.

Мотор-тестер существенно облегчает диагностику автомобиля в процессе ремонта. Наличие большого числа функций по измерению электрических и неэлектрических величин позволяет с высокой точностью определить неисправность и ускорить процесс ремонта.[5]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пахомов А.Г. Про тойоту // АБС АВТО. 2018. №12. С. 11-14.

2. Яковлев В.Ф. Диагностика электронных систем автомобиля. Москва: Изд-во Профессия, 2014. 493 с.

3. Диагностирование электронных систем управления [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <https://ustroistvo-avtomobilya.ru/diagnostirovanie/diagnostirovanie-e-lektronny-h-sistem-upravleniya/> (дата обращения: 06.10.2021).

4. Порядок диагностики электронных систем автомобиля [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poryadok-diagnostiki-elektronnyh-sistem-avtomobilya> (дата обращения: 06.10.2021).

5. Компьютерная диагностика автомобиля [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <https://lesovoj.ru/kompyuternaya-diagnostika-avtomobilya/> (дата обращения: 06.10.2021).

6. Ильин И.П., Дуганова Е.В. Особенности обслуживания и ремонта автоэлектрики легковых автомобилей // Научные исследования XXI века. 2020. № 6 (8). С. 66-69.

УДК 629.3.054

Шеховцов Д.Г.

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

СИНХРОНИЗАЦИЯ В МОТОР-ТЕСТЕРАХ

Прежде чем приступить к диагностике необходимо произвести синхронизацию мотор-тестера. Она необходима для корректного снятия осциллограмм и последующего их анализа. Изображение на экране станет стабильным только тогда, когда частота развёртки будет кратна частоте исследуемого сигнала.

Основные получаемые с помощью мотор-тестера сигналы – циклические, связанные с рабочими процессами в двигателе. Поэтому привязку нужно выполнить именно к этим циклам, попросту говоря, к вращению двигателя.

Для синхронизации по высоковольтному импульсу на высоковольтный провод устанавливается специальный датчик в виде прищепки, и с его помощью мотор-тестер отслеживает моменты искрообразования. Датчик можно установить на провод, как первого, так и любого другого цилиндра, интерпретируя полученные результаты соответствующим образом. Такой тип синхронизации

присутствует в любом мотор-тестере и является основным вследствие удобства и скорости применения. [6]

Разновидностью первого типа синхронизации является синхронизация по высоковольтному импульсу в системе Double Ignition System (DIS). В системе типа DIS в каждом цикле работы двигателя возникает два момента искрообразования: на такте сжатия (рабочая искра) и на такте выпуска (холостая искра). Этот тип синхронизации также будет обязательно присутствовать в любом мотор-тестере и отличается от первого лишь количеством синхроимпульсов за рабочий цикл.

В том или ином виде, под тем или иным названием практически во всех мотор-тестерах присутствует тип синхронизации, который условно можно назвать «самописец» или «магнитофон». Никакие синхронизирующие импульсы не поступают, а исследуемые сигналы записываются, как на магнитофонную ленту. В дальнейшем их можно просматривать и анализировать. Данный тип синхронизации очень удобен при поиске спорадических дефектов. Например, двигатель сам собой глохнет, причем это может произойти один раз в два-три часа. Можно подключить каналы мотор-тестера к высоковольтным проводам, форсункам, проводам питания ЭБУ и бензонасоса и, запустив самописец, ждать проявления дефекта. После чего просмотреть осциллограмму и выяснить, что произошло в момент остановки двигателя. [1]

Синхронизация мотор-тестера выполняется аналогично осциллографу. Ее особенностью является тот факт, что привязка производится к рабочим циклам (частоте вращения) двигателя. Самый распространенный тип синхронизации – по высоковольтному импульсу. Для поиска спорадических дефектов используется «самописец».

При выполнении теста CrankShaft Sensor (CSS) необходимо, чтобы импульсы синхронизации указывали на верхнюю мёртвую точку в конце такта сжатия цилиндра 1. Вблизи этой точки система зажигания бензинового двигателя генерирует так называемую «рабочую искру». Именно по этой причине, на двигателях с искровым зажиганием для получения импульсов синхронизации используется искра зажигания, которая регистрируется при помощи высоковольтного датчика синхронизации чёрного цвета. Выходной сигнал этого датчика подаётся на специализированный вход "In Synchro" прибора. От остальных входов он отличается наличием пикового детектора, который надёжно регистрирует кратковременные

пиковые значения сигнала. В результате, форма получаемых импульсов синхронизации принимает специфический вид. [2]

Наряду с «рабочей искрой», датчик синхронизации регистрирует также и так называемую «холостую искру», которая в DIS-системах зажигания всегда чередуется с «рабочей».

«Холостая искра» может генерироваться также и в индивидуальных системах зажигания в тех случаях, когда блок управления двигателем не распознал сигнал датчика фаз. В системах зажигания, генерирующих «холостую искру», искровые разряды между электродами свечи зажигания возникают в два раза чаще, чем в обычных. Также, как и «рабочая искра», «холостая» генерируется системой зажигания вблизи верхней мёртвой точки. Но, в отличие от «рабочей», «холостая искра» возникает не в конце такта сжатия, а в конце такта выпуска.

Амплитуда импульсов синхронизации с моментом возникновения «рабочей искры зажигания» почти всегда выше амплитуды импульсов синхронизации с моментом возникновения «холостой искры». Так получается потому, что амплитуда импульса синхронизации напрямую зависит от пробивного напряжения сформировавшего его импульса зажигания. Импульс зажигания, формирующий «рабочую искру», генерируется системой зажигания в момент, когда давление в цилиндре высокое (вблизи верхней мёртвой точки в конце такта сжатия). А чем больше давление между электродами свечи зажигания, тем больше пробивное напряжение искры зажигания. Поэтому, пиковая амплитуда импульса синхронизации с «рабочей искрой» зажигания получается большой. [3]

Импульс зажигания, формирующий «холостую искру», возникает в момент, когда давление в цилиндре низкое (вблизи верхней мёртвой точки в конце такта выпуска). Поэтому, его пиковая амплитуда небольшая. Таким образом, полезные импульсы синхронизации имеют большую амплитуду, по сравнению с амплитудой импульсов синхронизации от «холостой искры».

Для правильной работы алгоритма теста CSS необходимо, чтобы импульсы синхронизации указывали на верхнюю мёртвую точку именно в конце такта сжатия. Поэтому, очень важно, чтобы на записанной осциллограмме импульсы синхронизации от «рабочей искры» зажигания были чётко различимы на фоне импульсов синхронизации от «холостой искры». Если же их амплитуды очень похожи и полезные импульсы синхронизации плохо различимы, то в таком случае датчик синхронизации переставляют с высоковольтного провода первого цилиндра на высоковольтный провод любого другого

цилиндра. При этом важно не забывать, правильно указывать номер цилиндра синхронизации в момент запуска анализа сигналов.

Во много-искровых системах зажигания на определённых режимах работы двигателя вместо одиночного высоковольтного импульса генерируется серия импульсов. Основным и зачастую самым мощным импульсом в серии является первый, все остальные импульсы дополнительные. Главным предназначением дополнительных импульсов является недопущение возникновения пропусков воспламенения в случаях, если первый высоковольтный разряд не сумел поджечь топливовоздушную смесь

Первый импульс зажигания, который реально поджигает смесь в цилиндре, имеет наибольшую амплитуду из всех импульсов серии. Так получается потому, что все остальные искровые разряды в серии возникают в момент, когда в цилиндре находится уже не свежая топливовоздушная смесь, а токопроводящая плазма пламени. Поэтому, пробивное напряжение дополнительных импульсов зажигания автоматически снижается. [4]

Системы управления некоторых современных двигателей, дополнительно к основному искровому разряду генерируют ещё и дополнительную искру, которая подаётся на свечу зажигания в момент, когда поршень уже прошёл примерно половину пути от верхней до нижней мёртвой точки во время такта рабочего хода. Амплитуда её пробивного напряжения небольшая, так как давление в цилиндре в этот момент уже снижено.

Осознание роли синхронизации очень важно, потому что в мотор-тестерах она используется точно так же, как и в осциллографах. Более того, мотор-тестер в отличие от осциллографа даёт несравненно большие возможности для синхронизации [5]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Яковлев В.Ф. Порядок диагностики электронных систем автомобиля. Москва: Изд-во Профессия, 2014. 493 с.

2. Возможности и параметры мотор-тестеров и осциллографов // [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: https://studwood.ru/2116877/tehnika/vozmozhnosti_parametry_motor_testerov_ostsillografov (дата обращения: 06.10.2021).

3. Порядок диагностики электронных систем автомобиля [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/poryadok-diagnostiki-elektronnyh-sistem-avtomobilya> (дата обращения: 06.10.2021).

4. Диагностика датчиков электронных систем управления [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: http://k-a-t.ru/PM.01_mdk.01.02/9_diagnostika_datchiki_1/index.shtml (дата обращения: 06.10.2021)

5. Тюнин А.А. Диагностика электронных систем управления двигателями легковых автомобилей. Москва: Изд-во СОЛОН-ПРЕСС, 2010. 397 с

6. Ильин И.П., Дуганова Е.В. Особенности обслуживания и ремонта автоэлектрики легковых автомобилей // Научные исследования XXI века. 2020. № 6 (8). С. 66-69.