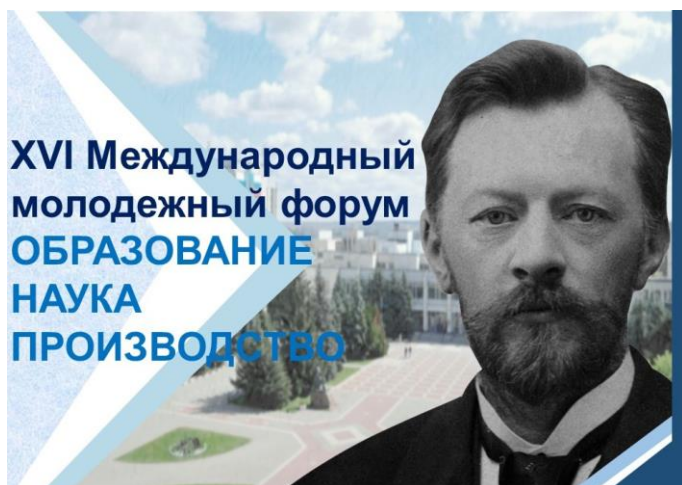


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Российская академия наук
Российская академия архитектуры и строительных наук
Администрация Белгородской области
ФГБОУ ВО Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова
Международное общественное движение инноваторов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



Сборник докладов

Часть 9

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

**Белгород
30-31 октября 2024 г.**

УДК 005.745
ББК 72.5+74.48
М 43

**XVI Международный молодежный форум
«Образование. Наука. Производство»
[Электронный ресурс]:**
М 43 Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2024. – Ч. 9. – 165 с.

ISBN 978-5-361-01390-6

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения XVI 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+74.48

ISBN 978-5-361-01390-6

©Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2024

*Андреева С.О., Петрова Д.В., Семькина А.С.
 Научный руководитель: Загородний Н.А. канд. техн. наук, доц.
 Белгородский государственный технологический университет
 им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Безопасность транспортного средства охватывает совокупность технических характеристик и правил использования, направленных на уменьшение риска аварий, а при их возникновении, к минимизации их последствий. Транспортное средство представляет как для водителя и пассажиров, так и для пешеходов большую опасность, поскольку высокая скорость его движения, а также интенсивность дорожного трафика существенно повышают риск возникновения дорожно-транспортного происшествия.

Безопасность транспортных средств условно разделяют на активную и пассивную, их характеристики представлены в таблице 1. Также безопасность разделяю на послеаварийную и экологическую [3].

Активная безопасность транспортных средств представляет собой возможность избегать дорожно-транспортные происшествия или хотя-бы максимально сократить риск их возникновения. Пассивная безопасность транспортных средств представляет собой возможность сократить последствия дорожно-транспортного происшествия в случае его неизбежного возникновения.

Таблица 1 – Безопасность транспортных средств

Активная		Пассивная	
Эксплуатационные свойства	Рабочее место водителя	Внешняя	Внутренняя
Надежность элементов конструкции	Микроклимат	Формы кузова	Зона жизнеобеспечения
Тягово-скоростные	Экономические параметры	Травмобезопасные элементы	Мероприятия по снижению перегрузок: ремни безопасности, пневматические подушки
Тормозные	Шум и вибрация		Травмобезопасные: рулевая колонка, органы управления, стекла и элементы салона
Устойчивость	Загазованность		
Управляемость			
Информативность			

Под послеаварийной безопасностью транспортных средств понимается возможность автомобиля максимально сократить серьезные последствия возникшей аварии после его полной остановки.

Под экологической безопасностью транспортных средств понимается способность автомобиля сокращать негативное воздействие на окружающую среду (экологию), на водителя и пассажиров, а также на использование автомобиля [5].

Структура безопасности транспортных средств представлена на рисунке 1.

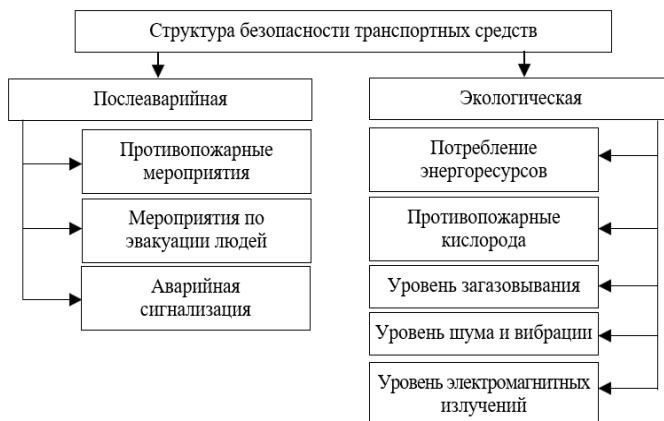


Рис. 1. Структура безопасности транспортных средств

Основной задачей системы активной защиты является адаптация характеристик тяговой динамики и торможения автомобиля, обстановке на дороге и индивидуальным особенностям водителя. Способность выполнения маневра во время движения преимущественно определяется силой тяги и замедляющей способностью транспортного средства.

По мнению М.Р. Григорьевой «Замедляющая способность влияет на длину остановочного расстояния, которое должно быть минимальным, а также система торможения должна предоставлять возможность водителю гибкого выбора требуемой силы торможения; сила тяги существенно влияет на уверенность водителя в сложных дорожно-транспортных условиях, таких как обгон, объезд препятствий, пересечение перекрестков и другое, то есть при маневрировании на проезжей части. В аналогичных обстоятельствах, когда замедление становится невозможным, тяговая динамика играет ключевую роль в преодолении опасных ситуаций» [1].

Внешняя пассивная безопасность транспортных средств обеспечивается путем устранения выступающих углов и острых краев, выступающих ручек, а также устанавливаются подходящие бампера и зеркала. Внутренняя пассивная безопасность транспортных средств представляет собой более сложную проблему, которую можно разбить на множество аспектов.

Основное в безопасности – это кузов транспортного средства, а именно его размер. Чем он больше, тем больше гарантируется безопасность. Кузова транспортных средств в последнее время создаются так, чтобы сократить замедление автомобиля во время аварийной ситуации и погасить силу удара во время аварии благодаря конструкции кузова [7].

Для того, чтобы в случае аварии пассажиры остались живы, на автомобильном заводе во время сборки транспортного средства в кузов вставляются специальные решетки безопасности, их располагают между отсеком мотора и салоном. Вокруг салона транспортного средства формируется определенный каркас, в случае дорожно-транспортного происшествия он остается целым, сохраняя пространство внутри, даже в том случае, если автомобиль перевернется.

Следующим фактором пассивной безопасности транспортного средства выступают непосредственно ремни безопасности. В каждом году их дорабатывают и совершенствуют, они доказали свою эффективность на передних сидениях на 40-50%, на задних сидениях на 70-80%. В момент столкновения или резкого торможения не дают пассажирам вылететь из машины.

Надувные подушки безопасности также имеют немаловажное значение при дорожно-транспортном происшествии, демонстрируют хорошие показатели. Однако важно учесть, что подушки безопасности действуют успешно лишь в сочетании с ремнями безопасности, без них они способны причинять травмы [2].

Послеаварийная безопасность транспортных средств – это параметры автомобиля, ориентированные на снижение тяжести последствий дорожно-транспортных происшествий. Характерные особенности безопасности после возникновения аварии содержат структурные элементы, которые предотвращают опасные для жизни пассажиров обстоятельства (пожар, заклинивание дверей). Среди обеспечения факторов безопасности, связанных с последствиями аварии, можно выделить средства обеспечения медицинской помощи пострадавшим в дорожно-транспортном происшествии.

Требования к пожарной безопасности транспортного средства по мнению В.А. Молодцова «определены нормативными документами, в которых предусмотрены:

- раздельное размещение топливного бака и двигателя, при этом установка топливного бака в задней части транспортного средства в пределах базы предпочтительнее, так как лобовые столкновения и наезды на препятствия отличаются особой тяжестью последствий;
- автоматическое отключение бортовых источников энергии;
- обеспечение пожаробезопасности топливных баков, горловин, топливопроводов система блокировки в момент дорожно-транспортного происшествия дверных замков, конструкция замков удерживающих устройств, позволяющая легко освободиться от них, чтобы быстро покинуть транспортное средство и другое» [4].

Под экологической безопасностью транспортного средства понимается особенность автомобиля минимально влиять на экологию в процессе его эксплуатации.

В современном мире автомобильный транспортный комплекс считается одной из наиболее вредных для окружающей среды сфер экономической активности. Большое количество опасных соединений оказывает воздействие на все элементы экосистемы и благополучие жителей, проникая в воздушную массу, землю, реки, озера, подземные источники и осаждаются на растительной поверхности.

Внедрение правил ЕЭК ООН в качестве национальных стандартов гарантирует улучшение структурной безопасности транспортных средств, а также общее увеличение безопасности движения по дорогам и снижение негативного влияния транспортных средств на окружающую среду, способствует адаптации характеристик российской техники к европейским стандартам, укрепляет ее конкурентные преимущества на международном рынке и признание за границей результатов введенной в России системы сертификации [6].

Таким образом, безопасность транспортного средства охватывает совокупность технических характеристик и правил использования, направленных на уменьшение риска аварий, а при их возникновении, к минимизации их последствий. В обеспечении безопасности на дорогах значительную часть выполняет надежность транспортного средства. Строгие критерии по обеспечению надежности и безопасной эксплуатации автомобилей непрерывно ужесточаются из года в год. Обеспечение безопасности на транспорте является представляет собой одну из наиболее насущных проблем безопасности населения. В настоящее время автомобиль является наиболее опасным источником угрозы как для пешеходов, так и для участников дорожного движения.

Безопасность транспортного средства охватывает совокупность технических характеристик и правил использования, направленных на уменьшение риска аварий, минимизацию их последствий и негативного воздействия на экологию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Григорьева, М.Р. Об основных мероприятиях, направленных на повышение безопасности дорожного движения / М.Р. Григорьева, О.А. Манжукова // Актуальные вопросы юридических наук: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Челябинск, февраль 2020 г.). – Челябинск: Два комсомольца, 2020. – С. 38-40.

2. Киянкин, С.Н. Обеспечение безопасности транспортных средств / С.Н. Киянкин // Научный журнал ««APRIORI» серия: естественные и технические науки. – 2023. – № 6. – С. 2-8.

3. Костина, К.В. Организация и безопасность дорожного движения: учебник для вузов / К.В. Костина. – М.: Издательство Юрайт, 2022. – 229 с.

4. Молодцов, В.А. Правила и безопасность движения: учебное пособие / В.А. Молодцов, А.А. Гуськов. – Тамбов: ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2020. – 185 с.

5. Молодцов, В.А. Безопасность транспортных средств: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Технология транспортных процессов» (профили подготовки: «Организация и безопасность движения», «Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий») / В. А. Молодцов. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2022. – 216 с.

6. Пеньшин, Н.В. Обеспечение безопасности дорожного движения на автомобильном транспорте: учебное пособие / Н.В. Пеньшин, В.А. Молодцов, В.С. Горюшинский – Изд-во: ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2022. – 115 с.

7. Семькина, А.С. Организация технологических процессов технического обслуживания и диагностирования автомобилей / А.С. Семькина, Н.А. Загородний, С. Андреева // В сборнике: Научные технологии и инновации» (XXV научные чтения), посвященной 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова, БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, 23 ноября 2023 года. Белгород, 2023. – С. 1070-1075.

*Андреева С.О., Петрова Д.В., Семькина А.С.
Научный руководитель: Загородний Н.А. канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ В СЛОЖНЫХ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЯХ

Многие начинающие водители, а также автомобилисты со стажем, не всегда знают, как правильно и безопасно управлять транспортным средством в сложных дорожных условиях, к которым относятся неблагоприятные явления погоды (метеорологические условия, снегопад, гололед, туман, ночное время суток, сильный ветер и прочее). Вождение в сложных дорожных условиях требует от водителя опыта, выдержки и максимальной концентрации внимания.

Погодные и климатические факторы значительно сказываются на безопасности дорожного движения, особенно зимой, когда интенсивный снегопад и образование ледяной корки на дороге заметно затрудняют эксплуатацию автомобилей [2].

Снижение температуры окружающей среды негативно сказывается на функционировании агрегатов автомобиля (ключевых узлах, которые обеспечивают возможность безопасности эксплуатации автомобиля). Водителям часто причиняют беспокойство плохое сцепление шин с дорогой, а также недостаточность видимости и обзора.

Также в зимний период времени наблюдаются снижение и ухудшение психологических и физических показателей водителя. Он носит больше объемной, теплой одежды, поэтому становится менее активным, менее подвижным и испытывает усталость раньше по сравнению с тем временем года, когда легко одет, склонен к сонливости и более восприимчив к обману зрения. Он проявляет меньший интерес к происходящему вокруг, а манера управления транспортным средством становится более осторожной.

Перед началом эксплуатации транспортного средства в зимний период водитель должен знать все правила вождения им на дорогах покрытым снегом и гололедом и меры преодоления дорожных участков, на которых могут возникнуть трудности передвижения.

На участке догори, покрытой гололедицей путь торможения возрастает в несколько раз выше по сравнению с сухой дорогой, возникает большая вероятность скольжения колес и опасность блокировки значительно возрастает.

Перед тем, как выехать на автомобиле на дорогу в первую очередь необходимо проверить рисунок протектора, уровень его износа (рисунок должен четко проявляться) и давление воздуха в шинах (воздух в шинах не должен быть ниже нормы), а также проверить все ли четыре колеса тормозят одновременно или нет. Для этого водителю нужно выехать из гаража, немного проехать и затормозить, тем самым и проверить одновременность торможения колес.

Также нужно проверить и длину тормозного пути транспортного средства на скользкой дороге, покрытой льдом. Устойчив ли будет автомобиль в процессе его торможения и не будет ли происходить его занос. Делать это необходимо исключительно на небольшой скорости движения [4].

В зимний период времени скользкая, мокрая дорога по цвету отличается от сухой. Она имеет более темный цвет. Более светлые участки дорожного покрытия принято считать менее скользкими. Но при торможении наиболее сцепными качествами обладают темные участки. Участки дороги, на которых чаще всего тормозят являются наиболее скользкими. К ним в основном относятся участки перед перекрестком.

Для того, чтобы безопасно в зимний период передвигаться по дороге, необходимо придерживаться следующих правил: ехать, не превышая скорость без резких движений и внимательно. Если на дороге склон, то может возникнуть ситуация, когда затормозить не получится по скользкой дороге, поэтому необходимо перед спуском нужно переключиться на низкую передачу. А скользкие подъемы, наоборот, нужно преодолевать на повышенной скорости.

Перед пешеходными переходами необходимо повышение внимание, так как пешеход на скользкой, обледенелой дороге также не сможет резко остановиться, что может привести к дорожно-транспортному происшествию [5].

При передвижении по замерзшей трассе не стоит увеличивать скорость, полагаясь исключительно на средства борьбы со скольжением, используемые для посыпания дорожного покрытия. Иногда бывает, что во время замедления движения песок не способен держаться на ледяной поверхности дороги и легко перемещается шинами машины. В условиях ледяной корки и свежего снега, скрывающего ледяную поверхность, возникает опасность.

При наличии скользкой поверхности трогаться нужно с умением. В первую очередь необходимо исключить использование первой передачи, вызывающей чрезмерную нагрузку на ведущие колеса. Запуск движения предпочтительнее осуществлять на второй передаче,

избегая скольжения колес, приводящего к выделению значительного количества тепловой энергии. Это вызывает таяние ледяной поверхности и возникновение впадин под шинами, снижающих первоначальные параметры передвижения.

Если одно из колес все-таки застрянет, нужно постепенно менять нажатие на педаль газа, уменьшая частоту вращения мотора практически до режима холостого хода, тем самым устраняя различия в оборотах ведущих колес и гармонизируя нагрузку на дифференциал. После этого необходимо усилить работу мотора для продолжения разгона.

На обледенелой дороге достаточно тяжело тормозить, поэтому, чтобы колеса не заблокировались рекомендуется осуществлять торможение двигателем. «Это необходимо делать в связи с тем, что при одной и той же силе, с которой прижимаются колодки, трение в левых и правых колесах на оси различно. Неодинаковые тормозные силы создают момент, стремящийся повернуть автомобиль в горизонтальной плоскости. Этот отрицательный момент тем больше, чем больше разность тормозных сил. При торможении же вместе с двигателем тормозные силы колодок несут лишь часть общей нагрузки и имеют гораздо меньшую величину. Следовательно, момент сил вращения в горизонтальной плоскости уменьшается. Таким образом, торможение вместе с двигателем дает существенное улучшение поперечной устойчивости автомобиля» [1].

На скользкой дороге лучше осуществлять ступенчатое торможение. Если тормозить резко автомобиль может занести, так как увеличивается тормозной путь. И в этом случае может возникнуть опрокидывание транспортного средства с проезжей части.

Сейчас на многих транспортных средствах «торможение осуществляется при помощи системы ABS, которая предотвращает блокировку колес автомобиля при торможении. Достаточно эффективно и прерывистое торможение, при котором нарастающее усилие на педаль тормоза чередуется с возвращением ее в начальное положение (полное отпускание педали). Умелое применение этих способов торможения позволяет сокращать тормозной путь почти на 20 %» [4].

Особенно рискованным является торможение на повороте мокрой трассы, если при этом происходит одновременный поворот рулем. При подобной торможении передние колеса с не изменяют направления движения. Кроме того, риск возрастает из-за того, что после прекращения торможения транспортное средство стремительно меняет направление движения в сторону повернутых колес. Необходимо четко усвоить, что на скользком покрытии важно выбрать одну стратегию: либо замедлять движение, либо выполнять маневры.

Как правило в основной массе случаев, занос транспортного средства происходит из-за неправильной скорости и неправильного торможения. Если занос автомобиля возник, то в первую очередь необходимо отпустить педаль тормоза, если скорость не высокая, занос прекратится. Если занос продолжается, в этом случае нужно повернуть руль в сторону заноса. После этого дожидаться, когда автомобиль остановится и начинать обратное вращение руля, чтобы не начался занос в обратную сторону [2].

На скользких дорогах водитель должен обладать особым вниманием и максимально точно оценивать обстановку на проезжей части. Водитель должен знать, что наилучшей боковой устойчивостью обладает свободно катящееся без тягового или тормозного усилия колесо. Таким образом, наименьшей опасностью заноса транспортного средства на скользкой дороге является движение на высокой передаче или накатом, а также при легком и плавном притормаживании.

При снегопаде у водителя во время движения на транспортном средстве ухудшается видимость. На стекла автомобиля падет снег, тем самым образуя пленку и завихрение. При метели образуется снежный шлейф, из-за которого можно не увидеть загорающиеся стоп-сигналы впереди едущего автомобиля. В связи с этим в такую погоду должна сохраняться дистанция между транспортными средствами. Если при хорошей погоде данная дистанция должна быть 3 метра, то при сложных дорожных условиях она должна быть увеличена в 1,5-2 раза и составлять как минимум 5-6 метров.

Ухудшается также качество восприятия водителями технических средств организации дорожного движения. Во время снегопада и после него на дорожных знаках образуется слой снега и то, что на нем изображено не видно, в связи с чем они теряют свои функциональные качества. Также разметка становится не видимой из-за образования слоя снега на дороге [3].

Если погода морозная и снег плотно укатан на проезжей части, то по сравнению с гололедицей передвижение по такой дороге является менее опасным. В снегопад, даже при часто расчищаемых участках дороги встречаются заносы. Поэтому опасные участки дороги проезжать необходимо с равномерной невысокой скоростью и на низкой передаче.

При движении автомобиля «по глубокой колее, при снежных заносах, над колесами образуется внушительный объем снега. Если его вовремя не убрать, то этот снег может превратиться в лед и стать помехой при повороте колес и тем самым ограничит угол их поворота.

И как следствие станет серьезной помехой в процессе управления автомобилем» [1].

При движении на транспортном средстве снегопад боковой обзор ухудшается из-за того, что отсутствует очистка ветрового и бокового стекла.

Немаловажно в снегопад учитывать и передвижение пешеходов через пешеходный переход и вне его. Они могут быть не внимательны и в снегопад обычно спешат перейти дорогу. Чтобы не произошло дорожно-транспортного происшествия водителю необходимо быть осмотрительным и максимально осторожным. Передвигаться на невысокой скорости и с особой внимательностью.

Важным условием безопасного управления автомобилем во всех дорожных условиях является хорошее техническое состояние автомобиля, исправная работа стеклоочистителей и световых приборов, а также соответствие типа шин времени года и климатическим особенностям региона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Григорьева, М.Р. Об основных мероприятиях, направленных на повышение безопасности дорожного движения / М.Р. Григорьева, О.А. Манжукова // Актуальные вопросы юридических наук: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Челябинск, февраль 2020 г.). – Челябинск: Два комсомольца, 2020. – С. 38-40.

2. Костина, К.В. Организация и безопасность дорожного движения: учебник для вузов / К.В. Костина. – М.: Издательство Юрайт, 2022. – 229 с.

3. Молодцов, В.А. Правила и безопасность движения: учебное пособие / В.А. Молодцов, А.А. Гуськов. – Тамбов: ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2020. – 185 с.

4. Пеньшин, Н.В. Обеспечение безопасности дорожного движения на автомобильном транспорте: учебное пособие / Н.В. Пеньшин, В.А. Молодцов, В.С. Горюшинский – Изд-во: ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2022. – 115 с.

5. Семькина, А.С. Организация технологических процессов технического обслуживания и диагностирования автомобилей / А.С. Семькина, Н.А. Загородний, С. Андреева // В сборнике: Наукоемкие технологии и инновации» (XXV научные чтения), посвященной 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова, БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, 23 ноября 2023 года. Белгород, 2023. С. 1070-1075.

ПЛОТНОСТЬ УПАКОВКИ ЗЕРЕН В ЩЕБЕНОЧНЫХ СМЕСЯХ

Плотность упаковки зёрен в щебёночных смесях — это степень заполнения объёма смеси щебнем без учёта воздушных пустот между зёрнами. Чем выше плотность упаковки, тем меньше пустот остаётся между зёрнами щебня, что может положительно сказаться на прочности и устойчивости смеси.

Плотность упаковки зависит от размера, формы и насыпной плотности зёрен щебня, а также от способа укладки и виброуплотнения смеси [1]-. Обычно она выражается в процентах или долях от объёма смеси и может быть определена экспериментально или с помощью расчётов [2-4].

Для достижения максимальной плотности упаковки важно правильно подобрать фракцию щебня, а также обеспечить равномерное распределение и плотное прилегание зёрен друг к другу[5]. Это достигается за счёт использования специализированного оборудования для укладки и виброуплотнения щебёночных смесей.

Следует отметить, что повышение плотности упаковки может привести к увеличению расхода щебня и, как следствие, к увеличению стоимости смеси. Поэтому при выборе оптимального варианта необходимо учитывать не только технические, но и экономические факторы.

Щебеночные смеси представляют собой важный компонент в строительной индустрии, используемый для создания дорожных покрытий, оснований под фундаменты, а также в качестве заполнителя в бетонных смесях. Одним из ключевых параметров, определяющих качество и эффективность щебеночных смесей, является плотность упаковки зерен. В данной статье мы рассмотрим, что такое плотность упаковки зерен, как она влияет на свойства щебеночных смесей и какие методы ее измерения существуют. Плотность упаковки зерен мера того, насколько плотно частицы щебня расположены друг относительно друга в смеси. Чем плотнее упаковка зерен, тем меньше пустот остается между ними, что приводит к увеличению общей массы и объема смеси. Это, в свою очередь, влияет на такие свойства щебеночных смесей, как прочность, устойчивость к нагрузкам, водопроницаемость и др.

Были рассчитаны варианты, с различным коэффициентом упаковки зерен. Результаты расчета представлены на рисунке 1.

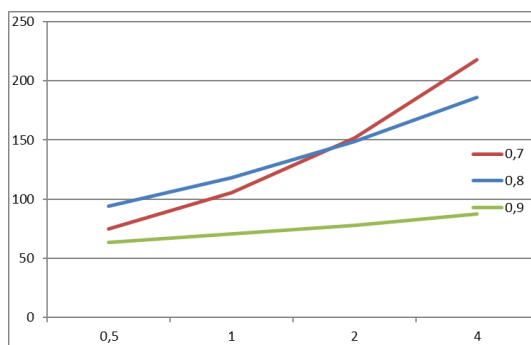


Рис.1 – Коэффициент укладки зерен

Высокая плотность упаковки зерен обеспечивает ряд преимуществ для щебеночных смесей. Плотнее упакованные зерна лучше сцепляются друг с другом, что увеличивает прочность смеси и ее способность выдерживать нагрузки это относится к плотности. Меньшее количество пустот между зернами позволяет смеси лучше распределять нагрузку, снижая риск деформации и разрушения это относится к устойчивости к нагрузкам. Уменьшение пустот также снижает водопроницаемость смеси, что важно для предотвращения проникновения воды и разрушения материала это относится к водопроницаемости. Более плотная упаковка зерен уменьшает количество воды, способной проникнуть внутрь смеси, что снижает риск ее разрушения.

В зависимости от плотности упаковки зерен щебеночные смеси используются в различных областях строительства. Смесей с плотной упаковкой зерен используются для создания верхних слоев дорог, обеспечивая высокую прочность и долговечность покрытия.

Плотность упаковки зерен является важным параметром, влияющим на свойства щебеночных смесей. Высокая плотность упаковки обеспечивает повышенную прочность, устойчивость к нагрузкам, водопроницаемость и морозостойкость.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анализ нормируемых свойств шлакового щебня в результате кристаллохимической стабилизации / А.Н. Бодяков, И.Ю. Маркова,

В.В. Строкова [и др.] // Строительные материалы. – 2023. – № 12. – С. 20-25.

2. Шабает С.Н. Некоторые вопросы решения задачи о проектировании смеси оптимального зернового состава //Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2005. – №. 4.1. – С. 82-84.

3. Китайгородский А.И. Порядок и беспорядок в мире атомов. М.: Наука, 1984.

4. Кандауров И.И. Механика зернистых сред и ее применение в строительстве. 2-е изд., испр. и перераб. Л.: Стройиздат, Ленингр. отделение, 1988.

5. ГОСТ 25607-94*. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия. Госстрой России. – М.: ЦИТП Госстроя России, 2002.

УДК 691.226

Бодяков А.Н., Шестаков Д.В., Рыбаков А.Г.

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

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ЩЕБЕНОЧНЫХ СМЕСЕЙ

Разработка оптимального состава щебёночных смесей является важной задачей, которая требует комплексного подхода и использования современных методов исследования. Это позволит создавать конструкции и сооружения, которые будут соответствовать требованиям к прочности, долговечности

Плотность упаковки зависит от размера, формы и насыпной плотности зёрен щебня, а также от способа укладки и виброуплотнения смеси [1]. Обычно она выражается в процентах или долях от объёма смеси и может быть определена экспериментально или с помощью расчётов [2-4].

Для достижения максимальной плотности упаковки важно правильно подобрать фракцию щебня, а также обеспечить равномерное распределение и плотное прилегание зёрен друг к другу [5]. Это достигается за счёт использования специализированного оборудования для укладки и виброуплотнения щебёночных смесей.

Для определения зернового состава отдельных фракций щебня (гравия) должны применяться сита с квадратными отверстиями.

Стандартный набор сит для щебня (гравия) должен включать сито с квадратными отверстиями размером 0,5; 1,0; 2; 4; 5,6; 8 мм. В предложенном эксперименте использовались сита с ячейками 0,5; 1,0; 2; 4, 5,6. Пробу просеивали ручным способом через сита с отверстиями указанных выше размеров, собранные последовательно в колонку, начиная снизу, с сита с отверстиями наименьшего размера, при этом толщина слоя щебня на каждом из сит не должна превышать наибольшего размера зерен щебня

Продолжительность просеивания должна быть такой, чтобы при контрольном интенсивном ручном встряхивании каждого сита в течение 1 мин через него проходило не более 0,1% общей массы просеиваемой пробы. При механическом просеивании его продолжительность для применяемого прибора устанавливают в соответствии с указанным выше условием. Окончание просеивания определяли следующим способом: каждое сито интенсивно трясли над листом бумаги. Просеивание считали законченным, если при этом не наблюдается падение зерен щебня.

Следует отметить, что повышение плотности упаковки может привести к увеличению расхода щебня и, как следствие, к увеличению стоимости смеси.

Для проведения уплотнения использовалась облегченная форма для асфальтобетонной смеси. Общий вид формы представлены на рисунке 1 а), схема уплотнения представлена рисунке 1 б).

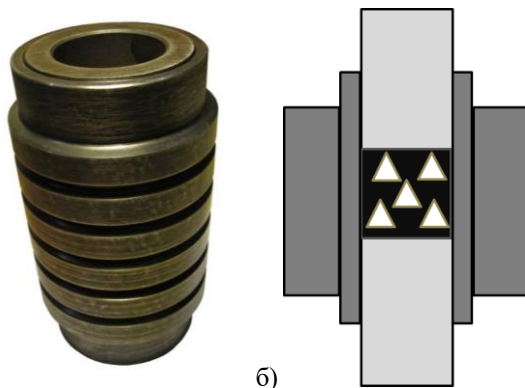


Рис.1 – Общий вид: а) формы для уплотнения асфальтобетонной смеси; б) схема уплотнения

По результатам просеивания определяют частный остаток на каждом сите. Определяют полные остатки на каждом сите в процентах

массы пробы, равные сумме частных остатков на данном сите и всех ситах с большими размерами отверстий. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты отсева щебеночной смеси

Размер отверстий контрольных сит	5,6	4	2	1	0,5	Поддон
Остаток на сито, гр.	12,22	8,6	234,81	211,71	157,26	373,27

На основе проведенных исследований был установлен минимальные требования, предъявляемые к щебеночным смесям. Также было принято коэффициенты упаковки зерен 0,7; 0,8; 0,9, для проведения дальнейших исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анализ нормируемых свойств шлакового щебня в результате кристаллохимической стабилизации / А.Н. Бодяков, И.Ю. Маркова, В.В. Строкова [и др.] // Строительные материалы. – 2023. – № 12. – С. 20-25.
2. ГОСТ 25607-94*. Смесей щебеночно-гравийно-песчаных для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия. Госстрой России. – М.: ЦИТП Госстроя России, 2002.
3. Шабаетов С.Н. Некоторые вопросы решения задачи о проектировании смеси оптимального зернового состава // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2005. – № 4.1. – С. 82-84.
4. Кандауров И.И. Механика зернистых сред и ее применение в строительстве. 2-е изд., испр. и перераб. Л.: Стройиздат, Ленингр. отделение, 1988.
5. Крашевский Ц. и др. Стабилизационные щебеночные смеси непрерывного гранулометрического состава, применяемые в дорожном строительстве // Дороги и мосты. – 2006. – № 5. – С. 59-73.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБЪЕМОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЩЕБНЯ В РОССИИ

Щебень — это строительный материал, который получают путём дробления и сортировки различных горных пород [1-2], шлаков и других материалов. Щебень используется в строительстве, дорожном строительстве, производстве бетона и железобетона, а также в других отраслях промышленности. Рынок щебня в России является одним из наиболее динамично развивающихся сегментов строительной индустрии.

В связи с увеличением объёмов строительства жилья и дорожной инфраструктуры существует риск возникновения дефицита наиболее востребованных строительных материалов, таких как песок, щебень и битум. Это может привести к повышению загрузки производственных мощностей до уровня 82–95%.

Для снижения этих рисков предполагается ввод новых мощностей. В рамках данного исследования рассматривается рынок нерудных строительных материалов с точки зрения географических границ товарного рынка.

Для строительного песка и песчано-гравийной смеси (ПГС) географическими границами товарного рынка являются субъекты Российской Федерации, за исключением тех, в которых присутствуют производители данного вида щебня.

Для щебня, полученного из осадочных плотных горных пород, географическими границами рынка сбыта являются территории нескольких субъектов Российской Федерации. При этом не исключается наличие локальных и региональных рынков, а также рынков, охватывающих территории нескольких федеральных округов.

В ряде регионов Российской Федерации наблюдается ситуация, когда объём производства щебня из плотных горных пород значительно превышает потребности местного рынка. В связи с этим продукция экспортируется как в близлежащие, так и в отдалённые районы.

При этом, рынок щебня в России характеризуется высокой концентрацией, несколько крупных компаний контролируют значительную долю рынка.

Согласно статистическому анализу потребления объёмов щебня в 2017–2023 годах в России, ожидается увеличение потребления каменных материалов, связанное с наращиванием темпов строительства новых, ремонта и реконструкции существующих автомобильных дорог.

Таким образом, анализ отечественного рынка каменных материалов выявил, что в ближайшем будущем ожидается рост потребления щебня, что обусловлено увеличением объёмов строительных работ в сфере транспортного строительства. (рис. 1).

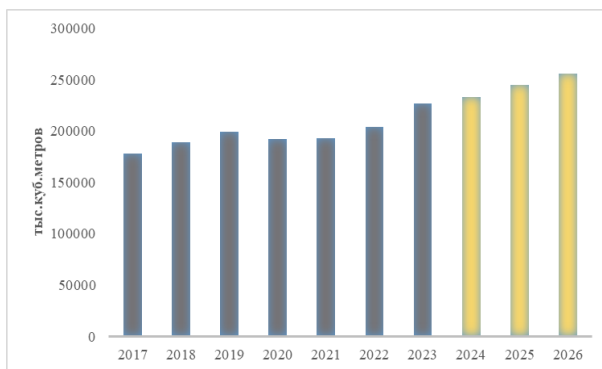


Рис.1 – Статистический анализ объемов потребления щебня в России

Анализ данных, касающихся географии продаж, стоимости продукции и транспортных издержек, позволяет сделать вывод о том, что рынок щебня, изготовленного из плотных осадочных горных пород, охватывает несколько субъектов Российской Федерации и имеет межрегиональный характер.

Карьеры, занимающиеся добычей каменных материалов, сталкиваются с трудностями в обеспечении требуемых объёмов продукции. Кроме того, некоторые регионы вынуждены приобретать привозные каменные материалы, стоимость которых высока из-за транспортных расходов на доставку.

Постоянный спрос на щебень создаёт значительную нагрузку на источники сырья и производственные мощности в регионах, где сосредоточены крупнейшие запасы нерудных ископаемых. Дефицит каменных строительных материалов для транспортного строительства подчёркивает необходимость увеличения темпов добычи традиционных материалов или исследования возможности и эффективности использования альтернативных материалов.

Развитие строительной отрасли также является одним из основных факторов, влияющих на рынок щебня. В долгосрочной перспективе

можно ожидать дальнейшего роста спроса на щебень. Рынок щебня в России является одним из наиболее динамично развивающихся сегментов строительной индустрии. С ростом строительной отрасли и развитием транспортной инфраструктуры можно ожидать дальнейшего роста спроса на щебень.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 25607-94*. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия. Госстрой России. – М.: ЦИТП Госстроя России, 2002.
2. ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия (с Изменениями N 1-4) Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2018 год.
3. Анализ нормируемых свойств шлакового щебня в результате кристаллохимической стабилизации / А. Н. Бодяков, И. Ю. Маркова, В. В. Строкова [и др.] // Строительные материалы. – 2023. – № 12. – С. 20-25.
4. Пешкова Г.Ю. Анализ развития рынка нерудных строительных материалов: основные тенденции и перспективы развития // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2014. № 4. С. 53-64.
5. Морозов, Е.Н. Анализ рынка нерудных строительных материалов / Е.Н. Морозов, Д.Р. Скачко, О.В. Тулино // XII Международный молодежный форум "Образование. Наука. Производство" : Материалы форума, Белгород, 01–20 октября 2020 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2020. – С. 1362-1365.

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

ОБЗОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ SLM 3D ПЕЧАТИ МЕТАЛЛОМ

Металлическая 3D печать на основе селективного лазерного плавления (SLM) представляет собой одну из наиболее перспективных технологий аддитивного производства, позволяя создавать сложные детали с высокой степенью свободы в проектировании. Этот процесс требует высокой точности и контроля температуры, чтобы избежать деформации и напряжений в изделиях. Обзор различных моделей и технологий SLM позволяет потенциальным пользователям получить представление о текущем состоянии рынка 3D печати, а также помогает им осознанно выбирать оборудование, соответствующее необходимым требованиям [1-2].

Технология SLM основана на послойном добавлении материала путем расплавления металлического порошка лазерным лучом. Каждый новый слой порошка наносится и запекается лазером, что позволяет создавать высокопрочные металлические детали с минимальным количеством отходов.

Установка для SLM 3D печати (Рис. 1) представляет собой объёмный блок, в котором подключены необходимые компоненты для выполнения печати металлом.



Рис. 1 – Установка для проведения SLM 3D печати металлом

Основными компонентами оборудования при выполнении SLM печати являются:

1. Лазерная система. В большинстве установок для SLM печати используют оптоволоконные лазеры с высокой мощностью (в пределах от 200 до 1000 Вт). Лазерный луч должен быть стабильным и сосредоточенным, чтобы обеспечить качественное расплавление порошка.

2. Камера печати. Представляет собой закрытое пространство, которое обеспечивает герметичность внутри при закрытии дверцы. Перед началом печати камера заполняется инертным газом для препятствования процессам горения, дымления и окисления порошка. Также, непосредственно в камере происходит процесс печати.

3. Система подачи порошка. Механизмы, отвечающие за равномерное распределение металлического порошка по рабочей поверхности. Включает в себя пульверизатор или рапель, который обеспечивает нанесение равномерного слоя.

4. Чаша для порошка. Обычно изготавливается из нержавеющей стали или специальных жаропрочных сплавов. Обеспечивает защиту от загрязнений и поддерживает оптимальные условия для работы.

5. Зона построения. Является круглой металлической платформой, на которой печатается изделие. После завершения печати одного слоя, платформа опускается вниз на высоту напечатанного слоя. Циклы лазерного плавления и опускания платформы повторяются слой за слоем до полного завершения процесса печати.

6. Сканатор. Представляет собой подвижную систему зеркал, работающую на высокой скорости. Сканатор отражая лазерный луч, направляет его на нужную область, обозначая область детали на слое металлического порошка пучком лазерного излучения.

7. Система управления. Современные SLM принтеры оборудованы программным обеспечением для управления процессом печати. Включает модули для контроля процесса, качества, а также оптимизации параметров печати.

8. Оборудование для постобработки. Включает в себя системы для удаления несгоревшего порошка, термической обработки и механической обработки деталей для достижения заданных параметров.

Стоит отметить, что вышеперечисленные компоненты могут иметь некоторые различия в структуре и функциональности, данные критерии могут зависеть от моделей оборудования SLM печати.

Одними из самых популярных на рынке SLM принтеров (Рис. 2) являются: EOS M 290, SLM Solutions 280, Renishaw AM400, а также отечественная установка 3DLAM в разных исполнениях.

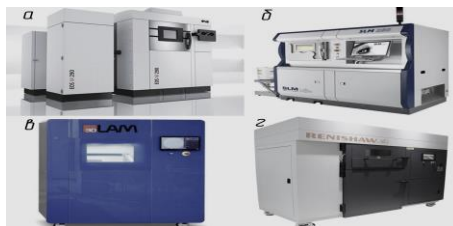


Рис. 2 – Наиболее популярные принтеры для SLM печати: а – EOS M 290; б – SLM Solutions 280; в – 3DLAM; г – Renishaw AM400

У каждой системы для проведения 3D печати есть свои отличительные качества и уникальные характеристики, которые могут влиять на эффективность и качество печати.

1. EOS M 290. Является одним из самых распространенных принтеров на основе SLM.

- Технические характеристики: Мощность лазера 400 Вт, размер рабочего объема $250 \times 250 \times 325$ мм.

- Преимущества системы: Высокая скорость печати и возможность работы с широким спектром металлов.

- Недостатки системы: Ограничение по материалам, сложности с качеством поверхности, шумность.

2. SLM Solutions SLM 280. Универсальная система, предоставляющая различные конфигурации лазеров и насадок.

- Технические характеристики: допускает использование двойного лазера для увеличения производительности.

- Преимущества системы: Гибкость в настройках и высокая производительность.

- Недостатки системы: ограничения по материалам, размер рабочей камеры ограничивает печать сложных и крупногабаритных деталей, выделяется излишний жар при печати.

3. Renishaw AM400. Представляет собой компактную систему для SLM печати, ориентирована на малые и средние предприятия.

- Технические характеристики: Лазер 400 Вт, рабочий объем $250 \times 250 \times 300$ мм.

- Преимущества системы: интуитивно понятная система управления и высокая надежность.

- Недостатки системы: требуется тщательной постобработки, ограничение по использованию материалов, ограниченные размеры рабочей камеры, вибрация.

4. 3DLAM. Принтеры данного отечественного производителя имеют 3 разновидности модели (Рис. 3)



Рис. 3 – Модели принтеров 3DLAM

В зависимости от необходимого производственного результата выбирается модель 3DLAM. Данные SLM системы имеют следующие характеристики:

1. Размер печати: варьируется от 250 x 250 x 300 мм до 400 x 400 x 400 мм.

3. Тип лазера: используется фибровый лазер с мощностью от 200 до 500 Вт.

- Преимущества системы: высокое качество печати (обеспечивает отличные детали и минимальные интервалы между слоями); гибкость в использовании материалов (позволяет работать с различными металлическими сплавами, включая сложные сплавы с особыми характеристиками); эффективность (быстрая скорость печати и высокая производительность, что позволяет сокращать время на производство)

- Недостатки системы: высокая стоимость (начальная цена на оборудование может быть значительной, что не всегда оправдано для малых и средних предприятий); значительные эксплуатационные расходы (потребность в обслуживании, расходных материалах и постобработке может увеличить общую стоимость); сложность настройки (для достижения результатов требуется высокая квалификация оператора и соблюдение множества параметров)

SLM 3D печать металлом демонстрирует значительный потенциал для внедрения в промышленность, предлагая высокую производительность и качество [7-8]. Оборудование для SLM продолжает совершенствоваться, удовлетворяя потребности различных отраслей. Важно учитывать, как технические, так и экономические аспекты, выбирая соответствующее оборудование для внедрения в производственный процесс.

Работа выполнена в рамках реализации программы «Приоритет 2030» СК-ППП-70.02-23 от 09.01.2023 г. с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова за счет средств научного проекта № МЛ-5/23 от 07.06.23 г. по

теме: «Исследование и разработка конструкции композиционного металлорежущего инструмента с оптимизированной внутренней структурой с целью его изготовления методами аддитивного производства» при содействии Центра трансфера инновационных технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Высоцкий, А.А. SLM-печать в двигателестроении / А.А. Высоцкий // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2016. – Т. 1, № 12. – С. 188-189.

2. Коэффициент Ланкфорда и скорость деформации в изделиях селективного лазерного сплавления / А.Н. Чуканов, Е.В. Цой, А.А. Яковенко, С.С. Гончаров // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении: сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 11–12 апреля 2024 года. – Воронеж: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 382-387.

3. Характер упрочнения аддитивных сплавов высокой прочности / А.Н. Чуканов, В.А. Коротков, А.А. Яковенко [и др.] // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 4. – С. 421-426. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-4-421-423.

4. Интеллектуальный анализ данных по материалам, полученным по технологии SLM / Д.Ю. Евсюков, В.В. Бухтояров, А.С. Бородулин, В.А. Ломазов // Ключевые тренды развития искусственного интеллекта: наука и технологии: Международная ИТ-конференция, Москва, 21 апреля 2023 года. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023. – С. 10-16.

5. Оценка экономической эффективности технологии изготовления композитных металл-металлополимерных деталей в сравнении с аддитивной и субтрактивной технологиями / Н.С. Любимый, А.А. Польшин, А.А. Тихонов [и др.] // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2022. – № 5. – С. 91-105.

6. Исследование температуры поверхности металл-металлополимерной детали при механической обработке плоским шлифованием / Н.С. Любимый, М.А. Романович, А.А. Тихонов, М.С. Бабкин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2020. – № 10. – С. 72-83.

Быценко М.В., Польшин А.А., Тихонов А.А.

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

ТЕХНОЛОГИИ ПОСТОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ, ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ SLM 3D ПЕЧАТИ

За последние десятилетия технологии аддитивного производства, а в особенности селективное лазерное плавление (SLM), получили серьёзное развитие и всё чаще стали находить применение в промышленности. Метод SLM печати позволяет создавать достаточно простые, а также сложные геометрические детали и конструкции, которые трудно получить традиционными способами. Однако одним из его основных недостатков остаётся высокое требование к прочности и качеству получаемых изделий. Эффективная постобработка является ключевым этапом, способствующим улучшению эксплуатационных характеристик деталей, созданных с применением SLM оборудования [1-2].

Для постобработки изделий, полученных методом селективного лазерного плавления, существует несколько способов, каждый из которых оказывает непосредственное влияние на свойства готового продукта. Основными методами являются: удаление поддержек, механическая обработка, термообработка, шлифовка изделия, химическая обработка. Подобные виды обработки, в большинстве случаев, имеют разнообразный спектр применения, необходимость которого варьируется от поставленной задачи.

Первоначальным этапом постобработки SLM изделия является **удаление поддерживающих элементов** (поддержек), которые необходимы для предотвращения обрушения или же деформации изготавливаемой конструкции. Довольно часто поддержки используются при разработке деталей, имеющих сложную геометрию (Рис. 1), так как часть печати детали происходит не на основании, а в воздухе. К основным видам удаления поддерживающих элементов относят ручной и автоматизированный.

Ручное удаление поддерживающих элементов представляет собой достаточно простой, с точки зрения технологичности, но в то же время трудозатратный способ обработки. Для его правильной реализации обычно используют такие инструменты, как: ножи,

пинцеты, щипцы. В процессе выполнения операции поддержки аккуратно выламывают и отрезают от основной детали, тем самым можно получить заготовку без лишних конструктивных элементов. К сожалению, невозможно реализовать массовое производство SLM деталей используя такой примитивный способ, что нельзя сказать про автоматизированный процесс удаления поддержки.

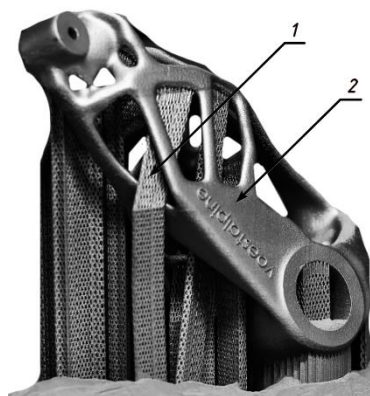


Рис. 1 – SLM изделие, имеющее сложную геометрию;
1 – поддержки сетчатой формы; 2 – основная деталь.

Автоматизированное удаление поддерживающих элементов хоть и является достаточно экономически трудновыполнимым методом, так как предприятию придётся покупать или же арендовать специализированное оборудование для проведения подобной операции, однако ускоренная обработка деталей с несложной геометрией способна увеличить доход путём массового выпуска продукции.

Механическая обработка SLM изделия представляет собой второстепенный этап постобработки, однако его выполнение для конструктивных свойств детали не менее важна, чем удаление поддерживающих элементов. Данный процесс приводит к достижению высокой точности размеров, повышению качества поверхности и приспособливает механические свойства заготовки под определённые технологические требования. К наиболее используемым методам механической обработки SLM изделия относят фрезерование и токарную работу.

Фрезерование изделия, изготовленного методом селективного лазерного плавления, относится к довольно сложным технологическим процессам. Выполнение процесса обработки заключается в

использовании специализированного инструмента (фрезы), имеющего острые режущие кромки, которые под воздействием высоких оборотов осуществляют удаление тонких слоёв материала с поверхности заготовки, тем самым, деталь обретает заданный размер и более гладкую поверхность. Стоит обратить внимание, что данный метод обработки не стоит использовать для тонкостенных деталей, потому что высок шанс деформации в процессе выполнения. Следует понимать, что фрезерование сложногогеометрических заготовок может занять длительное время, а потому массовый выпуск продукции с подобной конфигурацией будет затруднителен.

Проведение **токарных работ** над SLM изделиями возникает в случае необходимости достижения нужных размерных допусков, улучшая прочность и износостойкость детали. Выполнение данного вида обработки осуществляется с помощью токарного станка, в котором фиксируется заготовка и вращается вокруг своей оси, таким инструментом как резец выполняется снятие материала, формируя цилиндрическую и иные типы форм. Метод пользуется высокой эффективностью при создании гладких поверхностей, особенно это важно в производстве изделий для машиностроительной отрасли. Необходимо тщательно учитывать механические свойства материалов, уделяя внимание подбору режущего инструмента и скорости вращения.

Термообработка SLM изделия. Термообработка — это группа процессов, направленных на изменение механических и физических свойств материалов путем контроля температуры и времени воздействия на них. Она используется для устранения остаточных напряжений, увеличения прочности, улучшения пластичности и других свойств изделия, напечатанных методом селективного лазерного плавления (SLM). Наиболее распространенные методы термообработки включают отжиг и закалку [3].

Отжиг. Данный метод реализуется в процессе нагрева изделия до определенной температуры (в большинстве случаев ниже температуры плавления), его выдержка на этой температуре, а затем медленное охлаждение. Эта процедура снижает остаточные напряжения, которые могут возникнуть в результате быстрого охлаждения, характерного для процессов SLM печати. В данном процессе выделяют три составляющих: нагрев, выдержка и охлаждение SLM изделия. Отжиг также имеет некоторые недостатки: дополнительные затраты ресурсов и времени, некоторые материалы не поддаются отжигу и ухудшают свои качества.

Закалка. Данный метод термообработки заключается в быстром нагреве изделия до высоких температур, за которыми следует быстрое

охлаждение (обычно с использованием воды, масла или воздуха). Этот процесс увеличивает твердость и прочность материала путем создания более стабильной микроструктуры. В данном процессе выделяют три составляющих: нагрев, закалка, отпуск изделия. Однако при закалке повышается риск деформации или растрескивания, особенно при неправильном контроле температуры и времени охлаждения. Также для выполнения данного метода возникает необходимость в высокоточном оборудовании для контроля нагрева и охлаждения.

Шлифовка SLM изделия. Данная операция направлена на уменьшение шероховатости поверхностей и достижение необходимых геометрических параметров [4, 5]. В зависимости от поставленных задач необходим выбор абразивных материалов (при обработке SLM изделий выбираются различные абразивы: песок, алмазные порошки и др.), а также инструмента и оборудования (стационарные и портативные машины). В процессе шлифования на детали устраняются неровности, заусенцы и другие дефекты, возникающих во время SLM печати. Также шлифовка часто используется как предварительный этап, готовя изделие к дальнейшей полировке. Стоит отметить, что избыточное тепло может привести к деформациям детали и изменению механических свойств, поэтому требуется тщательный контроль данного процесса.

Химическая обработка SLM изделия. Химическая обработка является важным этапом постобработки изделий, созданных с помощью SLM печати. Этот процесс направлен на улучшение качества поверхности, защиту от коррозии и использование эстетических покрытий. Основные методы химической обработки включают гальванизацию (покрытие слоем другого металла), анодирование (образование защитного оксидного слоя) и обработку кислотами (очистение изделия от загрязнений и улучшение качества поверхности SLM изделий). В зависимости от требований к конечному продукту, специфика применения и используемые материалы могут варьироваться, что делает выбор методов химической обработки ключевым этапом в процессе постобработки [6].

В заключении, методы постобработки могут использоваться в комбинации в зависимости от требований к конечному продукту, материалов, используемых в печати, и заявленных характеристик, таких как: прочность, коррозионная стойкость, эстетический вид и др.

Работа выполнена в рамках реализации программы «Приоритет 2030» СК-ППП-70.02-23 от 09.01.2023 г. с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова за счет средств научного проекта № МЛ-5/23 от 07.06.23 г. по

теме: «Исследование и разработка конструкции композиционного металлорежущего инструмента с оптимизированной внутренней структурой с целью его изготовления методами аддитивного производства» при содействии Центра трансфера инновационных технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Высоцкий, А.А. SLM-печать в двигателестроении / А.А. Высоцкий // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2016. – Т. 1, № 12. – С. 188-189.
2. Авдеев, Е.В. О некоторых аспектах уточнения температурного распределения в разработанном программном инструментарии моделирования нагрева порошка лазером / Е.В. Авдеев // Программная инженерия. – 2022. – Т. 13, № 1. – С. 41-48. – DOI 10.17587/prin.13.41-48.
3. Денисюк, Д.В. Использование SLM технологий 3D печати в авиастроении / Д.В. Денисюк, Д.Ю. Ивлев, А.О. Кузнецов // Наука Промышленность Оборона: Труды XXI Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 75-летию победы в Великой Отечественной войне. В 4-х томах, Новосибирск, 07–09 октября 2020 года / Под редакцией С.Д. Саленко. Том I. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2020. – С. 15-19.
4. Кожин, А.И. Методика оптимального расположения деталей на платформе для оптимального использования материала во время 3D печати по технологии SLM / А.И. Кожин, А.А. Ерохин // Гагаринские чтения - 2020: Сборник тезисов докладов, Москва, 27 декабря 2019 года – 17 2020 года. – Москва: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2020. – С. 1015-1016.
5. Голобурдин, Д.А. Аддитивное производство. Повторяемость металлических деталей / Д.А. Голобурдин // "Школа молодых ученых" по проблемам технических наук: материалы областного профильного семинара, Липецк, 16 ноября 2023 года. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, 2023. – С. 30-33.
6. Оценка экономической эффективности технологии изготовления композитных металл-металлополимерных деталей в сравнении с аддитивной и субтрактивной технологиями / Н.С. Любимый, А.А. Польшин, А.А. Тихонов [и др.] // Вестник Белгородского государственного технического университета им. В.Г. Шухова. – 2022. – № 5. – С. 91-105.

Высочин А. А.

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

ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА В ГИБДД ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТРАНСПОРТНОГО ДВИЖЕНИЯ

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) — это воздушное судно, которое управляется без физического присутствия пилота на борту. БПЛА могут быть как дистанционно управляемыми, так и автономными, выполняя различные задачи в зависимости от их назначения и конструкции. Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в ГИБДД для контроля дорожного движения представляет собой важный шаг в модернизации системы управления дорожным движением. БПЛА могут значительно повысить эффективность мониторинга и обеспечения безопасности на дорогах.[1].

Согласно данным ГИБДД, запуски беспилотных аппаратов осуществляются совместно с региональными управлениями Росгвардии, которое специализируется на беспилотных летательных аппаратах. Летательная техника дает инспекторам возможность контролировать участок дороги протяженностью до 10 километров. Сотрудники ДПС снабдили новейшими дронами беспилотниками брендов Zala, Supercam для повышения эффективности несения постовой службы, обнаружения нарушителей, контроль трасс и выявление угнанных машин. Разведка с воздуха отличается своей незаметностью, высоким качеством съемки, достоверностью информации. Камеры с многократным оптическим зумом позволяют разглядеть номера автомобиля с высоты до 3 км.

Программное обеспечение беспилотников позволяет сопровождать машину в автоматическом режиме до момента ее остановки сотрудниками полиции. Когда техника видит нарушение, она сохраняет видеозапись в «облаке» на жестком диске оператора. Сотрудники ГИБДД на земле ловят автомобиль и показывают водителю запись нарушения. Это видео также приобщают в качестве доказательства к протоколу. [2].

БПЛА осуществляют съемку заданного участка дороги и передают изображение на наземную станцию в режиме онлайн. Это позволяет оператору контролировать ситуацию на дороге и фиксировать

нарушения. При обнаружении нарушения информация передается в Центр автоматизированной фиксации административных правонарушений для дальнейшего оформления. При обнаружении автомобиля с номером, находящимся в розыске, БПЛА передает сигнал ближайшему патрулю ДПС для остановки и проверки этого транспортного средства. Собранные данные могут использоваться для анализа дорожной ситуации, оценки интенсивности движения и разработки моделей функционирования дорожной сети. Это помогает в планировании улучшений инфраструктуры и повышении безопасности. [3].

При этом метрические замеры такая техника делать не может. То есть дроны, например, не в состоянии фиксировать превышение скорости. Сотрудник может использовать БПЛА без каких-либо ограничений. Если при съемке на дрон будет различим автомобиль, государственный номер и само нарушение, то инспектор без колебаний будет использовать полученную съемку в качестве доказательства.

Основными функциями БПЛА в ГИБДД являются:

1. Мониторинг дорожного движения. БПЛА способны осуществлять непрерывный мониторинг транспортных потоков, фиксируя интенсивность и скорость движения автомобилей. Это позволяет оперативно реагировать на изменения ситуации на дорогах и предотвращать заторы.

2. Обнаружение нарушений ПДД. С помощью видеонаблюдения, установленного на дронах, можно выявлять нарушения правил дорожного движения, такие как превышение скорости или проезд на красный свет. Это может стать эффективным инструментом для повышения дисциплины водителей.

3. Реагирование на чрезвычайные ситуации. БПЛА могут быстро вылетать на место происшествия, предоставляя информацию о ситуации в режиме реального времени. Это позволяет оперативно планировать действия спасательных служб и минимизировать последствия аварий.

Выгоды использования БПЛА в ГИБДД очевидны. Электрические двигатели не требуют высоких расходов, необходимо только периодически их подзаряжать от источников электроэнергии. Благодаря высокой скорости полета, возможности установки мощных камер, обрабатываемое пространство мониторинга может в десятки раз превосходить пространство, которое осматривается с земли. [4].

Основные компоненты системы БПЛА в ГИБДД представляют собой следующие элементы.

Летательный аппарат. БПЛА оснащены видеодатчиками, которые позволяют вести съемку и фиксировать нарушения в режиме реального времени. Они могут работать на высоте, обеспечивая широкий обзор территории.

Автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора. АРМ находится в транспортном средстве поста контроля и включает в себя:

1. Вычислительный модуль для фиксации нарушений.
2. Пульт управления для управления полетом БПЛА.
3. Систему приема и обработки информации о зафиксированных нарушениях.

Транспортное средство поста контроля. Оно оборудовано системами электроснабжения, отопления и кондиционирования, что позволяет обеспечить комфортные условия для работы оператора.

С помощью беспилотников осуществляется подсчет количества участников движения, скорости перемещения транспорта, маршрутах, движении на определенных участках дорог и заторах. Эта информация необходима для планирования городской инфраструктуры с учетом потребностей населения и текущих условий. БПЛА становятся всё более важным инструментом в современных технологиях благодаря своей универсальности и способности выполнять задачи, которые могут быть сложными или опасными для человека.

Современная авиация может значительно повысить эффективность деятельности органов внутренних дел в охране общественного порядка и обеспечении общественной безопасности за счет инновационных подходов по оборудованию летательных аппаратов специальными техническими комплексами, при решении даже самых сложных задач по обеспечению правопорядка. Высокая мобильность, оперативность и прилет в зоны происшествий делает БПЛА действительно надежным и незаменимым помощником в деятельности ГИБДД.

Применение БПЛА в ГИБДД значительно улучшает управление дорожным движением, повышает безопасность на дорогах и способствует более эффективному выявлению правонарушений. [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Заикин В.Ю., Лозовский Д.Н., Лозовская Н.Н. Возможности использования беспилотных летательных аппаратов в деятельности ГИБДД// Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2020. С. 102-104.

2. ГИБДД начала штрафовать с помощью дронов. Где они летают и как наказывают [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <https://www.autonews.ru> (дата обращения 17.10.2024)

3. Беспилотники ГИБДД позволяют в короткие сроки идентифицировать нарушителей [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <https://bespilotnik24.ru> (дата обращения 17.10.2024)

4. Дорожная инспекция: как беспилотники следят за водителями и помогают ГИБДД [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <https://www.techinsider.ru> (дата обращения 17.10.2024)

5. Duganova E.V., Novikov I.A., Miroshnikov E.V., Dolzhenko A.V. Development of a project to create a road transport infrastructure using small unmanned aircraft / E3S Web of Conferences 515, 02013 (2024) TT21C-2024.

УДК 625.12

¹Гнездилова С.А., ²Фотиади А. А., ¹Логвинов П.Р.

*¹Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

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

АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ СЛАБОПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ, ПОЛУЧИВШИХ РАСПРОСТРАНЕНИЕ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

На территории Белгородской области широкое распространение получили слабопросадочные грунты, которые относятся к четвертичному периоду, а по гранулометрическому составу представляют собой легкие пылеватые суглинки [1,2]. Их характерной особенностью является наличие значительного количества частиц пыли и практически полное отсутствие частиц песка фракцией более 0,25 мм, глинистые частицы при этом представлены незначительном количестве (Рис.1).

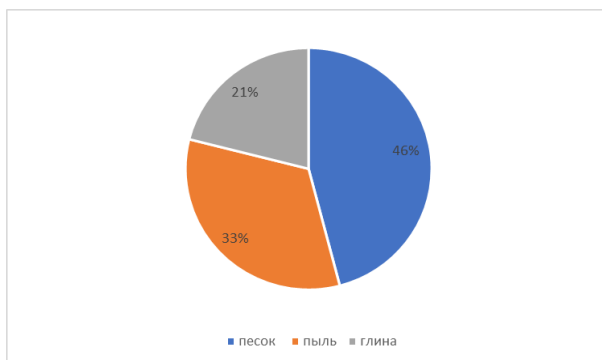


Рис.1 – Гранулометрический состав слабопросадочных грунтов (осредненные данные)

Как отмечено в работе [2-4], снижение прочности структурных связей при увлажнении, является одним из важнейших факторов просадочности.

Наиболее распространенным видом деформаций на автомобильных дорогах является потеря устойчивости откосов выемок, сложенных слабопросадочными грунтами, выражающееся в оплывании откосов или образовании оползней. Общий вид слабопросадочного суглинка и участка оползня автомобильной дороги приведены на рис. 2.



Рис. 2 – Участок оползня в выемке на слабопросадочном суглинке:
а – общий вид грунта; б – оползень

Степень устойчивости склона (откоса) оценивается величиной коэффициента устойчивости (запаса устойчивости, безопасности). Склон, откос или его морфологический элемент считается устойчивым, если его коэффициент устойчивости выше единицы ($K > 1$). Величина коэффициента устойчивости склона (откоса) приблизительно равная единице ($K \sim 1$) соответствует состоянию предельного равновесия, наблюдающемуся в моменты начала и завершения оползневого смещения [5].

Для оценки влияния просадочных свойств грунтов, получивших распространение на территории Белгородской области, был выполнен расчетный эксперимент. Положение поверхности скольжения следует было установлено посредством выполнения серии расчетов устойчивости при разной мощности залегания слабопросадочного суглинка. На основе анализа лабораторных данных было установлено, что максимальная мощность слабопросадочного суглинка составляет 5,0 м.

Расчёты были выполнены для дороги IV категории, проходящей в выемке с заложением откосов от 1:1,5 до 1:2,5. Расчеты были выполнены в автоматизированном режиме в программном продукте Credo. Откос. 2.1, в основе которого лежит определение положения наиболее вероятной кривой скольжения по методу кругло цилиндрических поверхностей.

По завершении выполнения расчетов устойчивости были построены зависимости коэффициента устойчивости от мощности слабопросадочного грунта, которые представлены на графике (Рис.3).

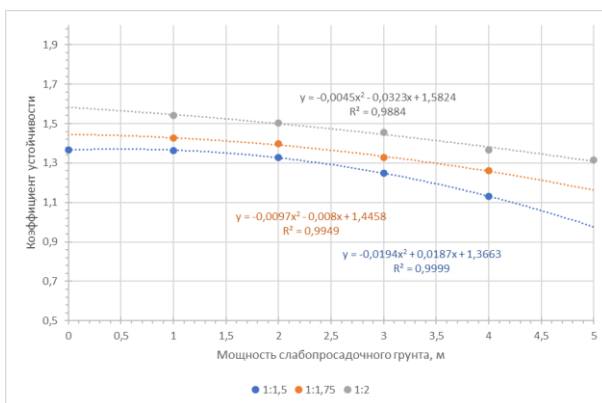


Рис.3 – График зависимости коэффициента устойчивости от мощности слабопросадочного суглинка

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1) при заложении откоса выемки 1:1,5, откос является устойчивым при мощности слабопросадочного суглинка до 1,81 м, при заложении откоса выемки 1:1,75 – до 2,91 м, при заложении откоса выемки 1:2 – до 4,62 м, при заложении откоса выемки 1:2,5 – до 5 м откос является устойчивым.

2) полученные регрессионные уравнения можно использовать для

определения величины коэффициента устойчивости для выемок в условиях Белгородской области.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

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

2. Гнездилова, С.А. К учету региональных особенностей при назначении деформативных характеристик земляного полотна / С.А. Гнездилова // Современные технологии строительства и эксплуатации автомобильных дорог: Сб. докл. Междунар. науч.-технич. конф. молодых ученых и аспирантов, Харьков, 24–28 апр. 2008 г./ ХНАДУ. – Харьков, 2008. – С.18-23.

3. Корнеев, Д.А. Учёт прочностных свойств глинистых грунтов в расчётах устойчивости земляного полотна / Д.А. Корнеев // Наука и молодёжь XXI века: материалы науч. – техн. конф., Новосибирск, 27–29 окт. 2002 г. / СГУПС. – Новосибирск. –2002. – С.32–34.

4. Хархута, Н.Я. Прочность, устойчивость и уплотнение грунтов земляного полотна автомобильных дорог / Н.Я. Хархута, Ю.М. Васильев. – М. : Транспорт, 1975. – 228 с.

5. Шапиро, Д. М. Нелинейная механика грунтов : учебное пособие / Д. М. Шапиро. — 2-е изд. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 118 с. — ISBN 978-5-7731-0809-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru> (дата обращения: 27.10.2024).

УДК 625.08

Головин О.В., Бородина А.В., Бабич Д.Р.

Научный руководитель: Семькина А.С., канд. тех. наук, ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ АВТОГРЕЙДЕРОВ

Для выполнения землеустроительных и дорожных работ применяются автогрейдеры. Автогрейдеры позволяют осуществлять

выравнивание и профилирование дорожного полотна. В настоящее время роль такой специальной техники настолько велика, что для выравнивания верхнего слоя почвы, по которому предполагается прокладка дорожного покрытия невозможна уже без автогрейдеров. Такие специальные машины позволяют планировать и профилировать площади земельных участков, делать откосы, производить обслуживание дорог, подготавливать территории к строительству и т.д. Благодаря автогрейдеру возможно эффективно выполнять большой спектр различных земляных, строительных и транспортировочных работ.

Автогрейдеры (рис. 1) представляют собой самоходные машины, которые используются для планировки территорий, выравнивания оснований и перемещения верхнего слоя грунта, снега, щебня и песка. Эти машины активно находят широкое применение в строительстве и обслуживании дорог, аэродромов, промышленных объектов, а также в гражданском строительстве, гидротехнических сооружениях, ирригационных системах и сельском хозяйстве. С помощью этих машин можно проводить различные профилировочные работы, создавать насыпи, планировать откосы, очищать кюветы и канавы, строить корыта для дорожных оснований, а также перемешивать и уплотнять грунт, щебень, гравий, цемент и битум. Кроме того, автогрейдеры способны разрушать дорожное покрытие и убирать снег с площадей, улиц и дорог [1].

Ключевым рабочим элементом автогрейдера является отвал, который расположен в центральной части машины между передними и задними колесами. Подобное размещение требует увеличения длины самого автогрейдера, но в то же время позволяет эффективно справляться с неровностями грунта и обеспечивает высокую точность при планировке (рис. 2) [2].

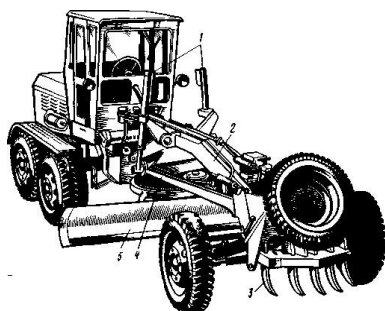


Рис. 1 – Автогрейдер

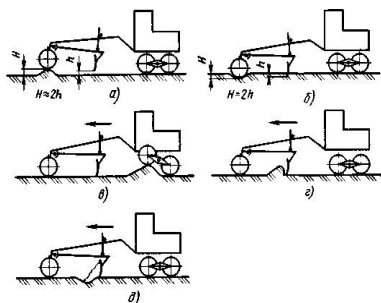


Рис. 2 – Влияние неровностей на плакирующие свойства автогрейдера

Автогрейдеры можно классифицировать по различным параметрам, включая мощность силового агрегата, массу, способ управления и конфигурацию колесной базы. В зависимости от указанных характеристик, автогрейдеры делятся на легкие, средние, тяжелые и особенно тяжелые модели [3].

Подвеска автогрейдеров обычно включает колеса, которые определяют количество управляемых и ведущих осей. Наиболее распространенной конструкцией является ходовая часть с откидывающимися передними колесами [4], [5].

Работа автогрейдера включает в себя процессы выемки грунта, его перемещения, выравнивания и укладки в конструктивные формы. При выемке грунта можно работать как по всей ширине ската, так и только по одному из его краев. В первом случае край лопасти устанавливается параллельно поверхности, а во втором — под углом. В таком случае отвал может находиться либо прямо под рамой автогрейдера, либо сбоку от нее [6].

Если отвал наклонен, его режущая кромка располагается под углом от 10 до 15 градусов к земле, что немного снижает площадь среза по сравнению с прямым положением отвала. Это уменьшает сопротивление при бурении и позволяет экскаватору двигаться быстрее [7].

При использовании автогрейдера для финишных работ и планировки важно установить угол захвата в диапазоне от 45 до 90 градусов. На начальном этапе, когда слой планируемого грунта велик, угол захвата уменьшается. Постепенно, по мере того как грунт выравнивается и уплотняется, угол захвата увеличивается и в конечном итоге достигает 90 градусов. Для повышения производительности и улучшения качества работ на отвал грейдера часто устанавливают

уширитель, что позволяет расширить рабочую зону и увеличить обрабатываемую ширину грунта.

Основным элементом автогрейдера является сварная рама, изогнутая в вертикальной плоскости, которая обеспечивает прочность и устойчивость машины. Задняя часть рамы имеет прямоугольную форму, что придаёт дополнительную поддержку и стабильность. На верхней части рамы расположен двигатель, который отвечает за приведение в действие и функционирование всего механизма передвижения. Рама также соединена с задним мостом трёхэлементного механизма, что позволяет достичь плавности и эффективности движения грейдера [8].

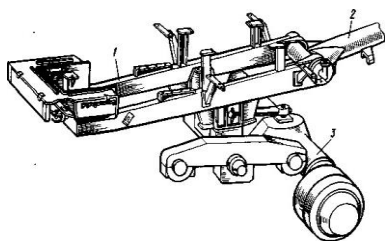


Рис. 3 – Рама автогрейдера с балансирной подвеской

Передняя часть рамы, как показано на рисунке 1, переходит в изогнутую балку, имеющую прямоугольное или круглое сечение, которая обычно называется хребтовой балкой. Если обратить внимание на среднюю часть данной балки, можно увидеть кронштейны, предназначенные для установки гидроцилиндров, которые регулируют подъем и опускание отвала. Завершает переднюю часть балки стойка с проушинами, которые обеспечивают шарнирное соединение с передним мостом и установку дополнительного оборудования. С внутренней стороны стойки хребтовой балки с помощью шарнира закреплена тяговая рама с отвалом, которая передает тяговое усилие от рамы к отвалу. Тяговая рама на автогрейдерах может быть выполнена в двух вариантах: Т-образной конструкции из двух балок или Д-образной рамой.

Для установки отвала в нужное положение используются механизмы подвески тяговой рамы и поворота отвала. Первый механизм включает три гидроцилиндра, из которых два поддерживают тяговую раму, подвешенную к хребтовой балке основной рамы. Третий цилиндр располагается под углом между этими элементами и предназначен для бокового смещения тяговой рамы относительно продольной оси машины. На современных автогрейдерах все три

гидроцилиндра соединены с хребтовой балкой через рычаги. Эти рычаги имеют шарнирное соединение: один конец прикреплен к цилиндру, а другой, через ось - к кронштейну, который приварен к хребтовой балке [9].

На легких и средних автогрейдерых две пары задних колес работают как ведущие, в то время как передняя пара колес выполняет функции ведомых и управляемых. В тяжелых автогрейдерых все колеса осуществляют функцию ведущих. Что касается заднего моста легких и средних моделей, он оснащен балансирной подвеской, тогда как у тяжелых автогрейдеров задние колеса приводятся в действие от двух независимых мостов.

Широкая универсальность автогрейдеров позволяет им использоваться на различных типах грунта и выполнять разнообразные работы по планировке и профилированию. Их относительная неприхотливость в эксплуатации и надежность делают эти машины необходимыми не только в дорожном строительстве, но и для множества задач в сфере коммунального хозяйства, например, для уборки снега с дорог. Конструкция и эксплуатационные характеристики современных автогрейдеров позволяют существенно увеличить производительность и качество выполняемых работ, а также обеспечить комфортные условия для работы оператора-грейдериста [10].

Вывод: По результатам научного исследования были рассмотрены конструктивные особенности автогрейдеров. Были проанализированы и изучены основные части таких транспортных средств как кабина, шасси и рама. Выявлено, что для эффективного выполнения своих задач все агрегаты, узлы и детали автогрейдеров должны быть технически исправны и пригодны к работе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Романович М.А. Требования к выполнению выпускной квалификационной работы: учебное пособие, Белгород: Изд-во БГТУ, 2020. 160 с.
2. Венцель, Е.С., Глушкова, Д.Б., Щукин, А.В. Исследование износа режущих элементов землеройно-транспортных машин с ионно-плазменным покрытием, Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. 195 с.
3. Землеройная техника: виды и особенности применения [Электронный ресурс]. Систем. требования: Yandex. URL: <https://spectehnika71.ru> (дата обращения: 25.09.2024).
4. Чмиль В.П. Гидропневмопривод строительной техники. Конструкция, принцип действия, расчет. Изд-во «Лань», 2022. 320 с.

5. Землеройные машины [Электронный ресурс]. Систем. требования: Yandex. URL: <https://studfile.net> (дата обращения: 25.09.2024).

6. Технологические схемы работы автогрейдеров [Электронный ресурс]. Систем. требования: Yandex. URL: <https://studwood.net> (дата обращения: 25.09.2024).

7. Автогрейдеры [Электронный ресурс]. Систем. требования: Yandex. URL: <https://autotowers.ru> (дата обращения: 25.09.2024).

8. Землеройно-транспортные машины [Электронный ресурс]. Систем. требования: Yandex. URL: <https://studfile.net> (дата обращения: 25.09.2024).

9. Автогрейдер: обзор [Электронный ресурс]. Систем. требования: Yandex. URL: <https://specavto.ru> (дата обращения: 25.09.2024).

10. Устройство дорог с применением автогрейдеров [Электронный ресурс]. Систем. требования: Yandex. URL: <https://stroy-technics.ru> (дата обращения: 25.09.2024).

УДК 625.08

Головин О.В., Бородина А.В., Москалев Д.М.

Научный руководитель: Семькина А.С. канд. тех. наук, ст. преп.

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

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СКРЕПЕРОВ

Скреперы – это машина для землеройных и транспортных работ, действующая циклически. Эти многофункциональные машины способны выполнять широкий спектр задач копать грунт собирать его в ковш перевозить выгружать, а также выравнивать и уплотнять. Они незаменимы в дорожном строительстве для создания насыпей и выемок, а также в гидротехническом строительстве для выемки котлованов и сооружения дамб и плотин. В промышленном и гражданском строительстве скреперы применяются для выемки котлованов траншей подготовки строительных площадок и выполнения дополнительных работ [1].

Скреперы обычно работают с грунтами первой и второй категорий, но при дополнительной обработке могут быть использованы и для работы с грунтами третьей и четвертой категории. Для повышения

эффективности накопления и увеличения производительности скреперы часто комбинируют с толкачами [2].

Эти устройства представляют собой сочетание тягача и прицепного устройства, оборудованного ковшом, который имеет открытые спереди и сверху части. Для резки грунта в их конструкции предусмотрен нож, расположенный на передней части дна ковша. Толщина обрабатываемого слоя грунта может варьироваться от 0,12 до 0,5 метра в зависимости от габаритов машины. В передней части ковша находится подвижная крышка которая регулирует процесс загрузки [3].

Скреперы классифицируются по различным параметрам таким как тип соединения между тягачом и прицепом объём ковша схема крепления ковша к раме и методы загрузки. Можно выделить несколько категорий скреперов прицепные полуприцепные и самоходные. Прицепные скреперы могут быть одноосными или двухосными и обычно используются с гусеничными тягачами особенно в сложных условиях местности на расстоянии до 0,6 км и при подъемах до 10° градусов. В основном вес скрепера и загруженного в него грунта передается на ходовую часть его тележки [4].



Рис. 1 – Самоходный скрепер

Полуприцепные скреперы, как и самоходные модели обеспечивают равномерное распределение веса машины и загруженного в ковш материала между колесами и тележками. Данный вид машины может использоваться для наклона до 15 градусов и способны транспортировать материал на большие расстояния. Обычно полуприцепные скреперы работают на расстоянии до 15 километров, тогда как самоходные могут преодолевать до 2 км. В других случаях использование скреперов на расстояниях до 5-8 км может быть экономически целесообразным [5].

Самоходные скреперы (см. рис. 1) чаще всего строятся на одноосных или двухосных шасси. Для того чтобы увеличить сцепное усилие, улучшить способность подниматься на крутые склоны и

повысить скорость, на этих устройствах обычно устанавливают двигатели как спереди, так и сзади. Синхронное вращение колес на всех ведущих осях осуществляется с помощью гидромеханических трансмиссий, в которых имеются гидростойкие преобразователи для каждого мотора. Существуют модели с ковшами объемом от 25 м³ и выше, где привод может осуществляться с использованием дизель-электрической или дизель-гидравлической схемы, включая мотор-колеса [6].

Скреперы можно классифицировать по размеру ковшей на малые (до 4 м³), средние (от 5 до 12 м³) и большие (более 12 м³). В зависимости от крепления ковша к машине, они делятся на рамные и безрамные. В рамных скреперах ковш скреплен с конструкцией через шарнир, что позволяет передавать усилие через раму. В безрамных моделях ковш сам управляет передачей тягового усилия, что также обеспечивает прочность и жесткость конструкции благодаря наличию продольных и поперечных ребер [7].

Заполнение ковшей может происходить двумя способами: свободным и принудительным. В первом случае грунт попадает в ковш благодаря его тяге, во втором — наполнение происходит с использованием скребков или шнеков. Скрепер оказывает давление на грунт благодаря движению, а в некоторых ситуациях это усилие поддерживается работой толкача. Рабочий цикл включает несколько этапов: отделение стружки, заполнение ковша, его перевод в транспортное положение и перемещение материала [8].

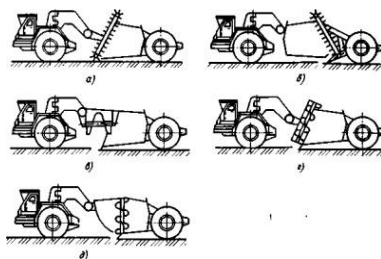


Рис. 2 – Скреперы с принудительной загрузкой ковшей

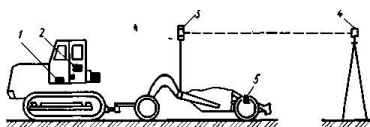


Рис. 3 – Схема установки блоков системы автоматического управления «Копир-Стабилоплан» на скрепере

Если ковш опущен слишком низко, может образовываться слишком толстая стружка, что может перегрузить двигатель и снизить скорость его вращения. В Советском Союзе была внедрена унифицированная система, называемая "режим", с целью оптимизировать загрузку двигателя в отваловах. Эта система универсальна и может использоваться для всех землеройных и транспортных машин как в автономном режиме, так и в сочетаниях с другими системами, такими как "автоплан" и "стабилоплан". Нагрузка на двигатель в этой системе корректируется автоматически в зависимости от глубины ковша. Параметры управления включают скорость машины, частоту вращения как двигателя, так и гидротрансформатора, угол наклона рамы или бульдозера, а также их различные комбинации, в том числе буксование движителей. Когда один из параметров стабилизируется, остальные получают ограничения [9].

В режимах транспортировки грунта система "режим" поддерживает заданную скорость или стабильность движения. При выполнении планировочных работ эта система взаимодействует с другими автоматизированными системами для предотвращения перегрузок и остановок двигателя. В таких случаях сравнивается предварительная и целевая частота вращения, а затем на управляющие системы рабочего механизма поступает информация о различии между этими величинами и размером стружки. Это позволяет генерировать финальный сигнал для корректировки работы механизма [10].

Вывод: Скрепер является незаменимой землеройно-транспортной машиной, которая предоставляет высокую производительность и эффективность во время выполнения различных земляных работ. Он широко применяется в строительстве автодорог и железных дорог для создания насыпей, и выемок, а также при строительстве гидротехнических сооружений и горнодобывающей отраслях.

Скрепер может быть использован в различных отраслях и на различных объектах, включая строительство дорог, дамб, карьеров, аэропортов и других инфраструктурных проектов. Благодаря своей гибкости и адаптивности, скрепер может быть настроен для выполнения различных задач, включая укладку и разравнивание грунта, удаление снега и очистку площадок.

Поскольку скрепер предназначен для загрузки, перемещения и разгрузки больших объемов материалов, установлено, что он позволяет значительно сократить время и трудозатраты при выполнении работ. Благодаря своей грузоподъемности и скорости, скрепер отлично

справляется с транспортировкой сыпучих материалов, таких как грунт, песок или щебень.

Выявлено: что скрепер обладает таким устройством, которое позволяет ему эффективно выполнять свои функции. Такая конструкция обеспечивает комфортную и безопасную работу оператора при перемещении и погрузке материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Основное о скреперах: описание, классификация, назначение техники [Электронный ресурс]. Систем. требования: Yandex. URL: <https://t-magazine.ru> (дата обращения: 25.09.2024).

2. Венцель, Е.С., Глушкова, Д.Б., Щукин, А.В. Исследование износа режущих элементов землеройно-транспортных машин с ионно-плазменным покрытием, Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. 195 с.

3. Глава 18. Скреперы [Электронный ресурс]. Систем. требования: Yandex. URL: <https://studfile.net> (дата обращения: 25.09.2024).

4. Землеройная техника: виды и особенности применения [Электронный ресурс]. Систем. требования: Yandex. URL: <https://spectehnika71.ru> (дата обращения: 25.09.2024).

5. Жданов А.Г. Строительные, дорожные машины и оборудование. В 2 ч. Ч. 1. Конструктивные составляющие СДМ, машины для производства земляных работ: учебник для вузов. Самарский государственный университет путей сообщения, 2021. 178 с.

6. Романович М.А. Требования к выполнению выпускной квалификационной работы: учебное пособие, Белгород: Изд-во БГТУ, 2020. 160 с.

7. Землеройные машины [Электронный ресурс]. Систем. требования: Yandex. URL: <https://studfile.net> (дата обращения: 25.09.2024).

8. Способы загрузки разгрузки ковшей скрепера (схемы), достоинства и недостатки. Скрепер с элеваторной загрузкой. Назначение, устройство (схема) [Электронный ресурс]. Систем. требования: Yandex. URL: <https://kazedu.com> (дата обращения: 25.09.2024).

9. Землеройно-транспортные машины [Электронный ресурс]. Систем. требования: Yandex. URL: <https://studfile.net> (дата обращения: 25.09.2024).

10.2. Рабочие процессы и принципы применения скреперов [Электронный ресурс]. Систем. требования: Yandex. URL: <https://studfile.net> (дата обращения: 25.09.2024).

УДК 621.31

Каблучко И.П., Семькина А.С.

Научный руководитель: Загородний Н.А., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

За прошедшие два десятилетия глобальное потребление электроэнергии в автомобильной промышленности возросло втрое, отмечая резкий рост с 8 132 ТВт·ч в 1981 году до 24 398 ТВт·ч в 2022 году. В этот период было выработано 29 000 ТВт·ч электричества. Изменения климата, экономические флуктуации и политические составляющие внесли свой вклад в глобальный энергетический кризис, охвативший мир между 2021 и 2023 годами, хотя остаются дискуссии о том, завершился ли кризис к 2022 году. Тем не менее, конкретные сложности, присущие энергетическому сектору, остаются хорошо понятными и распознаваемыми, существуя с 70-х годов XX века, когда дешевая нефть закончилась, а численность населения и технологии ускоренно развивались, толкая вверх общий уровень потребления ресурсов [1].

Статистика ресурсов, обновляемая специалистами ВНИИЗарубежгеологии и другими организациями, свидетельствует о разнообразии оценок запасов угля, нефти, газа, металлов и неметаллов, причем ископаемое топливо, возможно, иссякнет в будущем. Оценки планетарных запасов нефти и газоконденсата составляют 234,1 млрд тонн, а «голубого топлива» – 209 трлн м³. Это побуждает к разработке стратегий использования возобновляемых источников энергии. Переход к альтернативной энергетике обнадеживает, что передовые технологии позволят энергетической отрасли, занимающейся выработкой, передачей и распределением электричества, преодолевать текущие и будущие кризисы [2].

Автомобильная отрасль мира стоит перед сложными задачами. Экологические риски, свойственные ископаемому виду топлива, такого как каменный и бурый уголь, нефть, природный газ, торф и горючие сланцы, а также последствия эксплуатации ядерного топлива,

продолжают усиливаться. Эти ресурсы, напряженно загрязняющие биосферу, постепенно сменяются газом, благодаря его сравнительно меньшей вредности. С другой стороны, создание крупных гидроэлектростанций также вносит свою лепту в ухудшение экологии местности. Альтернативные источники энергии, хотя и менее вредные для природы, имеют комплекс экологических трудностей, включая изготовление и утилизацию оборудования, и преобразование сельскохозяйственных угодий в площади для производства биотоплива [3].

Российская Федерация столкнулась с проблемой износа своей электроэнергетической сети, оцененной аналитически в 60-70%. Это состояние мало отличается от обстоятельств в других странах, оснащенных устаревшей ТЭС, ГЭС и АЭС. Моральное и физическое старение инфраструктуры повышает вероятность аварий и приводит к избыточным затратам [4].

Вызовы в области эффективности технологий электромобилей становятся всё более заметными. Они особенно актуальны в контексте возобновляемых источников энергии, исключая гидроэнергию. Подходы нестабильны в работе, требуют значительных инвестиций и имеют ограниченную производительность. Отсюда следует потребность в использовании обширных парков оборудования, что повлекло за собой высокие операционные издержки.

ВИЭ наметили дорогу к снижению зависимости от углеводородов. Солнечные батареи, ветрогенераторы, гидрогенераторы, биодизель и аналогичные технологии раскрывают возможности для генерации электричества иной природы, используя солнечное излучение, гидро и эоловую динамику, а также энергетический потенциал биомассы. Вследствие набравших силу процессов, к 2019 году мировая доля ВИЭ в общем потреблении приближается к трети — 26,8%, а значительный прирост производства энергии методом ВИЭ в 2021 году приходится на Китай [5].

Экономическая эффективность производства электромобилей зависит от многочисленных и порой противоречивых факторов, которые нужно учитывать в расчётах аккуратно, учитывая финансовые и экономические аспекты. Эффективность в одной локации может оказаться совершенно нецелесообразной в другой, что подчёркивает изменчивость условий для генерации энергии. Аспекты энергетического хозяйства, особенности транспортировки на отдалённые дистанции вносят не меньший вклад в комплексные задачи данной отрасли. Сложности увеличиваются при передаче электроэнергии на величину расстояний, где на протяжении полутора

столетий не прекращается интенсивный поиск оптимальных решений, при этом экономические издержки остаются принципиально значительными, и их редукция стоит в ряду приоритетов на национальном и мировом уровне, как подтверждает данные о потерях электричества в разных частях мира [6].

Технологические новшества в области высокотемпературных сверхпроводящих систем могут оказать революционное влияние на процессы создания электрокаров, что стало возможно через коммерческую реализацию внедрения охлаждаемых жидкостей, например гелия или жидкого азота. Мировую инженерию вдохновляют проекты, такие как строительство гигантской кабельной высокотемпературной сверхпроводящей линии постоянного тока в Санкт-Петербурге, переходящей на завершающую фазу к концу 2022 года и планирующейся к запуску в 2023. Параллельно, корпоративные концерты ведут исследования по передаче солнечной энергии на Землю с помощью мощных лазерных и микроволновых передатчиков, хотя эти проекты еще не вышли на передний план промышленного применения.

Цифровизация автомобильной инфраструктуры, начавшаяся с вступления общества в эру IT-технологий, привела к ускорению процессов управления, генерации, распределения и сбыта электрической энергии, превратившись в волнующий вопрос для ведущих автомобильных компаний мира. Этот процесс, хотя и развивался в эпоху до цифровых инноваций, получил новый толчок. В результате, арсенал автомобилистов пополнился такими терминами, как «смарт-грид», «АИИС КУЭ», «АИСКУЭ», «АСУ ТП», «ЦПС» и другими.

Современные технологические решения позволяют контролировать и оптимизировать автомобильное хозяйство, что важно не только для крупных корпораций, но и для обычных потребителей, включая домохозяйства. Авангардное оборудование, отвечающее разнообразным требованиям клиентов, представлено на современном рынке, подтверждая стремление потребителей использовать передовую технику для управления своим энергопотреблением [7].

Эффективность использования электроэнергии в автомобильной промышленности и меры по её сохранению неизменно актуальны в повседневной повестке. Существует пропорциональная связь между количеством потребляемой электрической энергии и необходимостью её генерации: чем ниже потребление, тем меньшая генерация требуется, а это влечет за собой уменьшение использования топливных ресурсов, затрат труда и, как следствие, продление срока службы электротехнического оборудования из-за уменьшения потерь в сетях.

В контексте энергосбережения критично учитывать, как минимизацию потребления, путём отключения приборов при отсутствии в этом необходимости, так и внедрение передовых энергоэффективных технологий и рациональную организацию технологических процессов, позволяющие оптимизировать расходование электричества. Пример из Швеции демонстрирует практическую реализацию данного принципа: семья открывает холодильник лишь тогда, когда это необходимо всем членам домохозяйства [8].

Ответственность за прогресс в области электроэнергетики в автомобилестроении исторически возлагается на государство. Оно регулирует отрасль, способствует созданию благоприятных условий для инвестиций и финансирование отраслевых научных исследований и практических разработок через финансовые институты. Эту тенденцию отражают различные исторические примеры: План ГОЭЛРО, учреждённый в РСФСР; комиссия по электричеству в Великобритании; Федеральная комиссия по электроэнергетике в США; управление гидроэнергетики и теплоснабжения в Советском Союзе и государственные энергетические компании в Китае.

Актуальное состояние электроэнергетики характеризуется как стабильное и поддающееся регулированию. Однако существуют серьёзные вызовы: истощение углеводородных ресурсов и экологические проблемы, обусловленные деятельностью электроэнергетических предприятий. Несмотря на сложные задачи, о которых предупреждали учёные столетиями, энергетическая отрасль накопила значительный опыт.

Перспективы развития сектора ясны и ориентированы на возобновляемые источники энергии и водород. Важно продолжать развивать начатые проекты, корректировать ошибки, как Чернобыль и Фукусима, не останавливаясь на достигнутом. Ведущие мировые научные школы с оптимизмом смотрят в будущее, акцентируя внимание на освоении энергии от Земли, Мирового океана, Солнца и космоса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Макаров А.А. Перспективы развития российской электроэнергетики / А.А. Макаров, Е.А. Волкова, Ф.В. Веселов и др. // ТЭК. - 2002. - № 1. - С. 74-77.

2. Бейсенов К.С. Проблемы и перспективы развития электроэнергетики в современном мире / К.С. Бейсенов // Молодой учёный. – 2017. - № 20 (154). - С. 235-237.

3. Лупандина Н.С. Оценка воздействия на окружающую среду // Белгород. БГТУ им. В.Г. Шухова. 2021. 194 с.

4. Беляев Л.С. Настоящее и будущее электроэнергетики России / Л.С. Беляев, Н.И. Воропай, С.В. Подковальников и др. // Проблемы развития российской энергетики: материалы научной сессии Президиума СО РАН. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. - С. 37-55.

5. Васильев Ю.С. Возобновляемая энергетика и энергетическая безопасность / Ю.С. Васильев, В.В. Елистратов // Академия Энергетики. - 2007. - № 2. - С. 50-55.

6. Ушаков В.Я. Современная и перспективная энергетика: технологические, социально-экономические и экологические аспекты / В.Я. Ушаков // Томск Изд-во ТПУ. - 2008. - 469 с.

7. Мольков А.В. Оценка эффекта от внедрения цифровых технологий и систем управления электросетевыми организациями / А.В. Мольков // Молодой учёный. – 2019. - № 49 (287). – С. 187-194

8. Наумова Е.Р. Риски при эксплуатации электрооборудования / Е.Р. Наумова // Молодой учёный. – 2020. - № 29 (319). – С. 48-49.

УДК 621.315

Калашиников Л.С., Яремчук Д.В.

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

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

ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА В ЭНЕРГЕТИКЕ

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), или дроны, становятся все более актуальными в сфере энергетики, оказывая значительное влияние на оптимизацию и эффективность различных процессов. В последние годы интерес к этим технологиям обусловлен их способностью предоставлять оперативные, высокоточные данные, снижать затраты и сокращать риски для персонала. В энергетике БПЛА используются для мониторинга и инспекции объектов инфраструктуры, таких как линии электропередач, ветряные турбины и солнечные панели. Они оснащены камерами высокого разрешения и различными сенсорами, что позволяет выявлять дефекты и проводить диагностику без необходимости вывода оборудования из эксплуатации или отправки сотрудников в труднодоступные и потенциально опасные зоны. Это

особенно важно в условиях растущего спроса на энергию и необходимости поддержания надежности и устойчивости инфраструктуры. БПЛА также играют ключевую роль в охране окружающей среды: они помогают оценивать воздействие энергетических проектов на окружающую природу и осуществлять мониторинг выбросов, тем самым поддерживая компании в достижении экологических стандартов и снижении углеродного следа.

В статье Панькова рассматриваются ключевые преимущества внедрения беспилотных летательных аппаратов в сфере электроэнергетики, где они играют роль важных инструментов для повышения надежности и безопасности энергетической инфраструктуры. Особое внимание уделяется использованию специализированных тепловизионных камер, установленных на дронах, которые эффективно выявляют перегревы и потенциальные точки отказа на электрооборудовании. Такая возможность существенно снижает риск возникновения пожаров и сбоев, что в свою очередь позволяет энергетическим компаниям минимизировать связанные с этим потери и значительно повысить общую стабильность и безопасность энергоснабжения. Авторы отмечают, что БПЛА успешно применяются для оперативной оценки ущерба на месте аварии, что обеспечивает удобство и точность для оперативных служб, и помогает им быстрее реагировать на чрезвычайные ситуации. Кроме того, использование дронов расширяется на сектор возобновляемых источников энергии, таких как солнечные панели и ветряные турбины, где они служат для мониторинга и планового обслуживания, что позволяет повысить эффективность и надежность таких установок. Статья также выделяет различные категории пользователей дронов, включая как внутренние службы энергетических организаций, так и внешние сторонние компании, специализирующиеся на диагностике и инженерных изысканиях. Это подчеркивает гибкость и адаптивность БПЛА для различных потребностей и задач в энергосекторе, включая ведомственные сети, что делает их важнейшим инструментом не только для энергетических компаний, но и для управляющих и контролирующих структур [1].

В статье [2] анализируются перспективы и возможности применения беспилотных летательных аппаратов в области контроля и диагностики объектов энергетики. Авторы отмечают, что БПЛА могут значительно улучшить процессы мониторинга состояния воздушных линий электропередач, градирен, зданий электростанций, а также объектов возобновляемой энергетики, таких как ветроустановки и солнечные станции. Основными преимуществами дронов выделяют

наличие оборудования для фото- и видеофиксации, их маневренность и способность осуществлять обследование объектов, которые могут представлять опасность для людей.

В другой работе [3] обсуждаются текущие и будущие направления использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в электроэнергетике, с акцентом на планы группы компаний «Россети» по развитию этих технологий. Особое внимание уделяется расширению возможностей БПЛА для оперативного выявления и фиксации мест повреждений на воздушных линиях электропередач (ВЛ) после аварий и технологических нарушений, а также их использования для инспекции элементов ВЛ, недоступных для традиционного визуального контроля с земли, без необходимости отключения линий. Дроны позволяют проводить инспекции в труднодоступных местах, включая пересечения с водными преградами, что делает их незаменимыми в таких условиях. Кроме того, планируется применение искусственного интеллекта для систематизации и интерпретации данных, полученных с помощью БПЛА, что увеличивает эффективность анализа и управления данными. Также подчеркивается значимость роботизированных комплексов в техобслуживании и ремонте ВЛ, поддержании их в нормативном состоянии. Акцент сделан на интеграцию инновационных и цифровых технологий для повышения характеристик как самих дронов, так и сопутствующего оборудования, что делает использование БПЛА перспективным направлением для компании.

Дроны обеспечивают доступность для инспекции труднодоступных и потенциально опасных объектов, исключая необходимость отправки людей в рискованные условия. Они позволяют с высокой точностью выявлять повреждения и дефекты, предоставляя возможность для своевременного принятия мер по устранению проблем. Применение тепловизионных камер, извлечение и анализ данных с помощью искусственного интеллекта и создания системы автоматизированного мониторинга открывают новые горизонты для оптимизации работ в энергетическом секторе. БПЛА также становятся ключевым звеном в поддержании инфраструктуры объектов возобновляемой энергетики, таких как солнечные панели и ветряные турбины, способствуя устойчивости и надежности энергетических ресурсов. В условиях быстрого технологического развития их интеграция с инновационными методами обработки и интерпретации данных делает их важным инструментом будущего в управлении и эксплуатации энергосетевых объектов. В итоге внедрение данной технологии в энергетическую отрасль становится не только

стратегически выгодным решением, но и значимым шагом к модернизации и повышению эффективности всей отрасли в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Паньков Д.Н., Бугорский И.А., Лужецкий В.В. Преимущества применения беспилотных летательных аппаратов в электроэнергетике // Проблемы и перспективы развития России: Молодежный взгляд в будущее. – 2023. – С. 414-417.

2. Беляев П.В., Головский А.П., Садаев Д.С. Перспективы применения беспилотных летательных аппаратов при контроле и диагностике объектов энергетики // Динамика систем, механизмов и машин. – 2019. – Т. 7. – №. 2. – С. 18-24.

3. Числов Я.С. Применение беспилотных летательных аппаратов в электроэнергетике // Наука и образование: от теории к практике: сборник статей Международной. – 2023. – С. 78.

УДК 624.138

Карпенко К.А.

Научный руководитель: Горшкова Н.Г. канд. техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА СЛАБЫХ ГРУНТАХ

В земляном полотне от воздействия динамических нагрузок и воздействия климатических факторов, а кроме того и протекающих процессов в земляном полотне с изменением его водно-теплового режима, на покрытии автомобильной дороги могут возникать различные неровности – просадки, прогибы, колеи, волны и выбоины. Деформации такого рода, чаще всего, образуются из-за недостаточной несущей способности основания, в результате неправильного выбора и не соблюдение правильности технологий производства работ, а также в зависимости от длительных по времени неравномерных осадок слабых грунтов.

Слабые грунты определяют по прочности на сдвиг в условиях природного залегания, если он составляет менее 0,075 Мпа, то грунт является слабым. Другой способ – это определение модуля осадки при нагрузке 25 МПа, если осадка более 50 мм/м, то грунт относится к слабым. К ним относятся торф и заторфованные глинистые грунты с

коэффициентом консистенции выше 0,5, илы, сапропели, илдиевые глины, а также грунты мокрых солончаков [1].

На стадии проектирования назначаются решения о целесообразности использования слабого грунта в основании насыпи или же его удаления, частичного удаления. Выбор конструкции земляного полотна должен обосновываться технико-экономическими расчётами [2].

Выявлено, что большое влияние на грунт оказывают динамические нагрузки, поэтому необходимо учитывать характер этих нагрузок и физико-механические характеристики грунта. В ряде случаев возникает необходимость усиления слабых оснований (грунтов земляного полотна). У насыпей на слабых грунтах не должно происходить выдавливание грунта по бокам в основании насыпи от её собственного веса и приложенных на неё нагрузок. До устройства покрытия, необходимо, чтобы завершилась осадка насыпи, а крутизна откосов насыпи нетипового вида, были определены по индивидуальным расчётам или, если это типовая насыпь, была произведена проверка расчётом [3].

От категории дороги, высоты насыпи и протяженности участка на слабых грунтах зависят виды мероприятий по усилению слабых грунтов:

- 1) возведение насыпи на слабом основании производится с расчётным режимом отсыпки для получения нужной осадки насыпи;
- 2) для устойчивости на основании применяют геосинтетический материал, армирующего типа;
- 3) для разделения слабого основания от отсыпаемого грунта с помощью использования разделительных прослоек из геосинтетических материалов;
- 4) для ускорения осадки насыпи применяют вертикальные дренажи из песка;
- 5) чтобы создать устойчивую конструкцию земляного полотна применяют свайные элементы;
- 6) применение специальных добавок для укрепления и стабилизации слабого грунта в основание [4].

В Белгородской области залегают с преобладанием глинистые грунты, которые из-за своей малой несущей способности требуют укрепления. Рассмотрим характеристики этих грунтов в зависимости от природно-климатических условий районов Белгородской области.

Дорожно-климатическое районирование территории Белгородской области приведено в СП 34.13330.2021 (приложение Б) [5], также, территория Белгородской области распределена на зоны,

подзоны и районы в зависимости от уровня увлажнения, среднегодовой температуры воздуха согласно СП 131.13330.2020 [6], высоты снежного покрова, границ раскатывания грунтов, а также содержания песчаных, пылеватых и глинистых частиц. В результате выделены три дорожных района в III дорожно-климатической зоне и один дорожный район в IV дорожно-климатической зоне, что проиллюстрировано на рисунке 1.



Рис.1 – Схема дорожно-климатического районирования территории Белгородской области: III, IV – дорожно-климатические зоны;
P – подзона по типу рельефа (равнинный);
1-3 – номера дорожных районов

Значения и характеристики для грунтов распространенных в Белгородской области представлены в таблице 1 [7].

Таблица 1 – Расчётные значения и характеристики глинистых грунтов земляного полотна для дорожных климатических районов

Индекс дорожно го района	Административ ный пункт	Влажност ь W_p , в долях от W_t	Модуль упругос ти $E_{гр}$, МПа	Угол внутренне го трения φ , град	Удельно е сцеплен ие $S_{гр}$, МПа
III.P.1	Готня Красная Яруга	0,76	15,0	16	0,020
		0,79	14,0		0,018
III.P.2	Белгород Новотаволжанка Старый оскол	0,78	14,0	16	0,018
		0,74	16,0		0,021
		0,77	15,0		0,019
III.P.3	Алексеевка Бирюч	0,68	20,0	17	0,026
		0,73	17,0		0,022
IV.P.1	Ровеньки Валуйки	0,59	26,0	19	0,035
		0,67	20,0	17	0,027

Если грунты не соответствуют рекомендуемым значениям характеристик, то для повышения этих характеристик грунты укрепляют или частично либо полностью удаляют.

В Белгородской области чаще укрепляют грунты, для этого применяют стабилизирующие добавки и модификаторы. Стабилизаторы для укрепления грунтов имеют разный состав и свойства, а также различный механизм действия на грунт. Комплексное вяжущее «БелДорЦем» применяется МУП "АВТОДОР" в г. Губкин для укрепления слабых грунтов. «БелДорЦем» показал, что при его применении увеличилась прочность, плотность грунта, морозостойкость и влагостойкость. Морозостойкость один из более важных показателей, так как в осенне-зимне-весенний период основание подвергается попеременному замораживанию и оттаиванию, которое приводит к разрушению структуры основания и снижению морозостойкости. Добавка «БелДорЦем» обеспечивает необходимую несущую способность основания, а также увеличивает морозостойкость до -25°C [8].

Компания ГЕО-ГРАУНД занимается укреплением грунтов как в г. Белгород, так и на объектах, расположенных на территории Белгородской области с использованием георешеток. При возведении насыпей высотой более 5 м на слабых грунтах возможно использование сотового геоматраса в подошве. Такая конструкция возводится из гексагональной и одноосной георешетки и заполняется каменным материалом. Данная жесткая плита в основании равномерно распределяет нагрузку от центральной и откосных частей насыпи, снижая, тем самым, максимальную ее величину. Происходит фильтрационная консолидация грунта без выпора, т.е. без выдавливания грунта по бокам. Этот вид укрепления позволяет обеспечить устойчивость насыпи, укрепить слабый грунт, сократить величину осадки до 30%, создать оптимальные условия для уплотнения земляного полотна [9]. Предприятие «Геопродукт» использует для укрепления грунтов в Белгородской области геосинтетические материалы, геосетку, георешетку, а также габионы на откосах насыпей.

Изучены и систематизированы виды укрепления слабых грунтов, используемые в Белгородской области: с помощью комплексного вяжущего «БелДорЦем», с помощью использования геосинтетических материалов, что является общедоступным и эффективным в нашем регионе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 33063-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Классификация типов местности и грунтов. – Введ. 20.10.2014. – Москва: Изд-во Стандартиформ, 2016. – 54с.

2. Савуха А.В. Применение слабых грунтов в основании земляного полотна / Савуха А.В. // Дорожное строительство и его инженерное обеспечение: материалы Международной научно-технической конференции / Белорусский национальный технический университет / под ред. С.Е. Кравченко. – Минск: БНТУ, 2020. – С. 70-73. Вестник магистратуры. – 2018. – № 12-4. – С. 37-40.

3. Кравченко Т.И. Прогноз устойчивости насыпей автодорог, проходящих по слабым грунтам / Кравченко Т.И. // Вестник Тувинского государственного университета. Технические и физико-математические науки. – 2021. – № 1 (74). – С. 51-59.

4. К.Ю. Ахметова Опыт проектирования и строительства земляного полотна на слабых грунтах в Пермском крае / К.Ю. Ахметова, Л.В. Сирыченко, Н.В. Меньшикова, Е.С. Краснов // Транспорт. Транспортные сооружения. – 2017. – № 2. – С. 29-37.

5. СП 34.13330.2021. Автомобильные дороги. – М.: Минстрой России, 2021. – 123 с.

6. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. – М.: Минстрой России, 2020. – 124 с.

7. Гнездилова, С.А. Обоснование расчетных значений характеристик глинистых грунтов для проектирования дорожных одежд на территории Белгородской области / С.А. Гнездилова, А.А. Фотиади // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2015. – № 4. – С. 18-21.

8. Эффективность укрепления техногенного грунта минеральными модификаторами / Т.В. Дмитриева, Н.П. Куцына, А.А. Безродных [и др.] // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2019. – № 7. – С. 14-23.

9. ГЕО-ГРАУНД. – URL: <https://belgorod.geo-ground.ru> (дата обращения: 24.10.2023)

Кузнецов В.А.

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

ПЕРЕВОЗКА ГРУЗОВ С ПОМОЩЬЮ БПЛА

Перевозка грузов с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) становится всё более актуальной в современном логистическом бизнесе. Эта технология предлагает множество преимуществ, включая скорость, эффективность и снижение затрат.

Доставка грузов с помощью беспилотных летательных аппаратов сегодня — это одно из перспективных направлений применения беспилотников в гражданской сфере, а одна из главных особенностей данного вида транспорта в том, что груз можно доставить в труднодоступные районы за короткий срок. В качестве груза могут выступать:

1. Биологические материалы, вакцины, медикаменты или питание в клиники, больницы или непосредственно пострадавшим от стихийных бедствий. Дроны DHL доставляют кровь, медикаменты и противоядия в удаленные регионы Танзании: немецкие аппараты позволили охватить свыше 8 тысяч пациентов и пересмотреть подход к оказанию медицинских услуг в ряде населенных пунктов. [1].

2. Доставка почты, товаров и других небольших грузов.

3. Доставка товаров из магазинов (включая еду и напитки).

Компания Amazon, крупнейший Интернет-ритейлер, в декабре 2013 анонсировала свой самый быстрый способ доставки покупок — Amazon Prime Air. При помощи данного сервиса покупки, сделанные в Интернет-магазине Amazon, будут доставляться клиентам в течение 30 минут, что в 4 раза быстрее, чем действующий самый быстрый способ доставки Amazon Prime Now. Столь существенно ускорения планируется добиться за счет использования дронов.

Предполагается, что работать все будет довольно просто. Покупатель делает онлайн заказ и указывает Prime Air как способ доставки. В логистическом центре компании товар, выбранный клиентом, загружается на беспилотник. Затем БПЛА летит по указанному адресу, приземляется, проводит выгрузку товара и улетает. После этого клиент забирает с земли упаковку с товаром.

Сам же метод доставки при помощи БПЛА заключается в том, что дрон получает информацию о доставке (например, информацию о грузе,

информацию о местоположении груза и / или информацию о месте доставки), автономно или полуавтономно получает груз из места хранения и доставляет по воздуху. [2].

Преимущества использования БПЛА для перевозки грузов следующие:

1. Ускорение доставки. БПЛА способны значительно сократить время доставки, особенно в условиях городской инфраструктуры, где традиционные методы могут сталкиваться с пробками и другими задержками. Дроны могут доставлять грузы непосредственно к дверям клиентов, решая проблему «последней мили» — последнего этапа доставки, который часто является самым затратным и длительным.

2. Снижение затрат. Использование БПЛА позволяет сократить расходы на рабочую силу и транспортировку. Это особенно актуально для компаний, которые стремятся оптимизировать свои расходы на логистику. По оценкам экспертов, автоматизация процессов с помощью дронов может привести к значительному снижению операционных расходов.

3. Доступность удаленных районов. Дроны могут доставлять грузы в труднодоступные места, такие как горные районы или острова, куда сложно добраться с помощью традиционного транспорта. Это делает их незаменимыми для доставки медикаментов, продуктов питания и других жизненно важных товаров в экстренных ситуациях.

4. Экологическая устойчивость. БПЛА часто работают на электрических аккумуляторах, что делает их более экологичными по сравнению с традиционными грузовыми автомобилями. Это особенно важно в условиях глобального изменения климата и растущих требований к устойчивому развитию бизнеса.

Несмотря на множество преимуществ, использование БПЛА в логистике сопряжено с рядом трудностей:

Регулирование: в большинстве стран еще не разработаны четкие правила использования дронов в коммерческих целях, что может затруднить их внедрение. [3].

Безопасность: БПЛА могут представлять опасность для людей и имущества при неправильной эксплуатации или технических сбоях. Также существует риск использования дронов для незаконной доставки товаров.

Технические ограничения: дроны имеют ограничения по грузоподъемности и дальности полета, что может ограничивать их применение в некоторых случаях.

БПЛА используют автоматизированные системы для планирования и выполнения маршрутов. Дроны могут быть оснащены

различными датчиками и камерами, что позволяет им безопасно и точно доставлять грузы. Автоматизация полета: Полеты могут быть полностью автоматизированы, что снижает риск человеческой ошибки. Навигация: БПЛА используют GPS и другие навигационные системы для определения своего местоположения и корректировки маршрута в реальном времени. [4].

Существуют различные методы доставки с использованием БПЛА. Прямой сброс: Грузы могут сбрасываться с дрона на заранее определенное место, что особенно удобно для труднодоступных районов. Посадка: Некоторые дроны могут садиться на заранее подготовленные площадки для более точной доставки.

Использование современных технологий для обеспечения безопасности доставки грузов с помощью БПЛА позволяет значительно снизить риски, связанные с транспортировкой. Инновационные решения в области навигации, обнаружения препятствий, защиты данных и мониторинга состояния грузов делают этот метод доставки более надежным и эффективным. Учитывая растущий спрос на услуги быстрой доставки, дальнейшее развитие технологий будет способствовать расширению применения БПЛА в логистике.

Доставка грузов с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) активно внедряется рядом компаний по всему миру. Почта России начала использовать БПЛА для коммерческой доставки грузов на Дальнем Востоке. Компания планирует развивать беспилотную доставку и вывести её на безубыточный уровень в ближайшем будущем. Amazon активно разрабатывает свою программу Amazon Air, которая предполагает использование дронов для быстрой доставки товаров клиентам. Компания рассчитывает, что дроны станут основным способом доставки в ближайшие годы. В 2022 году китайский маркетплейс Meituan доставил более 100 тысяч посылок с помощью дронов, демонстрируя высокий интерес к беспилотной доставке в стране.

Перевозка грузов с помощью БПЛА представляет собой перспективное направление в логистике, способное значительно повысить эффективность доставки и снизить затраты. Однако для успешного внедрения этой технологии необходимо решить вопросы регулирования, безопасности и технических ограничений. Учитывая растущий спрос на услуги быстрой доставки и автоматизацию процессов, будущее использования дронов в логистике выглядит многообещающим. [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Duganova E.V., Novikov I.A., Miroshnikov E.V., Dolzhenko A.V. Development of a project to create a road transport infrastructure using small unmanned aircraft / E3S Web of Conferences 515, 02013 (2024) TT21C-2024.
2. Матюха С.В. Беспилотные авиационные системы в грузоперевозках// Транспортное дело России. 2022. С. 141-143.
3. Методы доставки грузов при помощи беспилотных летательных аппаратов [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://www.salogistics.ru> (дата обращения 17.10.2024)
4. Обзор мирового опыта коммерческой доставки грузов с помощью беспилотников [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <https://habr.com> (дата обращения 17.10.2024)
5. Ваш курьер уже в пути! Как дроны доставляют грузы в места, где нет дорог? [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <https://www.techinsider.ru> (дата обращения 17.10.2024)

УДК 656

Лапина Д.И.

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

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Современные технологии стремительно меняют облик многих сфер жизни, включая транспортную инфраструктуру. Одним из наиболее перспективных направлений развития является использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), также известных как дроны, для повышения уровня безопасности на дорогах. В условиях растущего числа транспортных средств и увеличения плотности трафика, традиционные методы контроля за дорожным движением становятся менее эффективными. Применение дронов позволяет значительно улучшить мониторинг дорожной обстановки, оперативность реагирования на происшествия и профилактику аварийных ситуаций [3,4].

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) имеют широкий спектр применений в различных сферах деятельности. Некоторыми из них являются: военная сфера, гражданская авиация, медицина, научные исследования, а также могут использоваться для повышения безопасности дорожного движения (БДД).

Интеллектуальные транспортные системы (ИТС), которые уже встроены во многие специализированные или универсальные БПЛА профессионального уровня, представляют собой комплекс технических решений, направленных на повышение безопасности, эффективности и удобства использования транспортных сетей. Они включают в себя различные элементы, такие как датчики, камеры, навигационные устройства, а также программное обеспечение для обработки данных и принятия решения. Ключевую роль в работе таких систем играют информационные и коммуникационные технологии, которые позволяют собирать, анализировать и передавать данные в реальном времени [1].

Ниже на рис. 1 представлены некоторые из основных функций БПЛА в обеспечении БДД.



Рис. 1 – Основные функции БПЛА в обеспечении БДД

БПЛА способны улучшить соответствующие показатели функционирования дорожного движения, наблюдение за состоянием дорожной инфраструктуры, повысить уровень безопасности на дорогах, снизить заторы и экологическую нагрузку на окружающую среду.

Также стоит отметить, что применение БПЛА для повышения БДД имеет свои преимущества и недостатки [2]. К преимуществам можно отнести:

1. Камеры, установленные на дронах, охватывают большие площади, фиксируя нарушения с разных ракурсов, также стоит

отметить, что фиксация нарушений может происходить независимо от времени суток.

2. Дроны могут быстро реагировать на изменение дорожной обстановки и передавать данные в режиме реального времени благодаря своей мобильности.

3. Дроны могут отслеживать большие участки дорог и предоставлять информацию о состоянии дорожного покрытия, скорости движения транспортных средств (ТС), наличии заторов, а также о соблюдении правил дорожного движения (ПДД) участниками движения.

К недостаткам относят:

1. Полеты на дронах могут быть ограничены неблагоприятными погодными условиями, такими как дождь, сильный ветер, туман или снег.

2. Для использования БПЛА потребуется получение специального разрешения и соответствующих сертификатов на работу дрона.

3. Оператор БПЛА должен иметь специальные знания и навыки для обеспечения контроля над дроном.

Для наглядного примера, в представленной работе будем рассматривать направление Дубовое – Белгород.

На рис. 2 представлена загрузка движением в часы пик по направлению Дубовое – Белгород.

Состав транспортного потока состоит из 80 % легковых автомобилей. По данным Белгородстата, регион занимает восьмое место в ЦФО по обеспеченности населения легковыми автомобилями. Согласно ПДД, по маршруту Дубовое – Белгород допускается скорость транспортных средств 60 км/ч, но по факту движения скорость на данном участке варьирует от 5 до 80 км/ч.

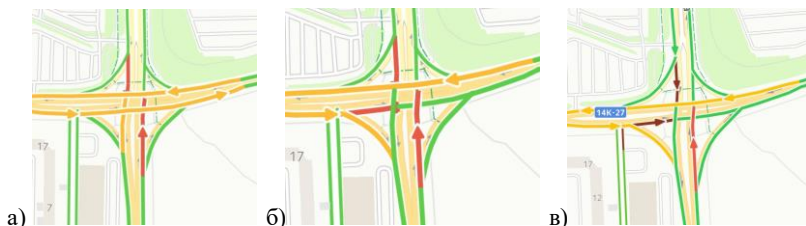


Рис. 2 – Загрузка движением по направлению Дубовое – Белгород в часы пик (а – утро, б – обед, в - вечер)

Использование БПЛА на загруженных перекрестках становится все более актуальным решением для повышения БДД и эффективности управления дорожным движением.

Для данного перекрестка есть необходимость в использовании дрона, который поможет в фиксации нарушений, а именно:

1. Загруженный перекресток требует постоянного мониторинга для предотвращения заторов и аварий. Дроны могут предоставлять информацию в виде фото или видеоролика высокого разрешения, позволяя операторам наблюдать за ситуацией сверху и реагировать на изменения в потоке транспорта.

2. Анализ данных, связанный с интенсивностью автомобилей и потока пешеходов, полученных от дронов, может использоваться для оптимизации работы светофорных объектов, тем самым повышая пропускную способность перекрестка.

3. БПЛА могут фиксировать нарушения ПДД, такие как проезд на красный сигнал светофора, превышение скорости или несоблюдение разметки. Полученная информация может передаваться в режиме реального времени сотрудникам правоохранительных органов для принятия мер, что в кратчайшие сроки обеспечит пресечение нарушения. Кроме того, наличие дронов может служить сдерживающим фактором для потенциальных нарушителей.

4. При возникновении ДТП дрон может быстро прибыть на место происшествия и предоставить информацию о состоянии пострадавших, повреждениях ТС и других обстоятельствах. Это позволит службам экстренного реагирования минимизировать время реакции.

Таким образом, применение БПЛА на данном загруженном перекрестке открывает новые горизонты в обеспечении безопасности и управлении транспортными потоками. Интеграция этих технологий в существующую инфраструктуру способствует существенно повысить эффективность работы дорожных служб и снизить риски для всех участников движения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Интеллектуальная транспортная система / [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. — URL: <https://ru.wikipedia.org> (дата обращения: 25.10.2024).

2. Использование беспилотных летательных аппаратов для обеспечения безопасности дорожного движения / [Электронный ресурс] // Системы безопасности: [сайт]. — URL: <https://www.secuteck.ru> (дата обращения: 25.10.2024).

3. Применение квадрокоптеров в ГИБДД. Текст научной статьи по специальности «Компьютерные и информационные науки». Справцева Е.В. С. 136-140.

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

УДК 625.71

Логвинов П.Р.

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

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Автомобильная дорога – транспортное сооружение, которое может под воздействием различных факторов может изменяться, терять свою надежность. Очень важно на первых этапах строительства правильно спроектировать дорожную одежду.

Дорожная одежда – конструктивный элемент автомобильной дороги, который воспринимает нагрузку от автомобилей и распределяет её на земельном полотне. Состоит полотно из основания, подстилающего слоя и покрытия. Надёжность каждого слоя будет зависеть от выбранного материала для его строительства.

На сегодняшний день помимо выбора материала для строительства автомобильной дороги её надёжность зависит от следующих факторов:

- правильного проектирования основания дороги с учётом климатических условий местности (проектирование систем водоотведения, обеспечивающих своевременный и быстрый отток вод; осуществление мер против коррозии откосов и обочин в регионах с повышенным выпадением осадков; внедрение в структуру полотна добавок, позволяющих автомобилям ездить в гололёдицу) [1-2];

- устойчивости к нагрузкам. Важно использовать самые современные методы расчёта нагружения дороги. Сегодня широко применяются информационные модели строительных объектов. С помощью определённого программного обеспечения, позволяющего проектировать дорогу со всеми этапами и 3D обзором (рис. 1), можно определить все слабые места сооружения. С помощью этих же программ можно проводить регулярный мониторинг состояния дороги;

- безопасности движения. Важно выбрать безопасные радиусы поворота, уклоны дороги в поперечном и продольном направлениях, ширину проезжей части, количество полос движения и т.д.

В вопросе безопасности движения на автомобильной дороге имеет место быть разделение потоков движения, то есть создание многоуровневых дорог, внедрение выделенных полос для различных типов транспорта.

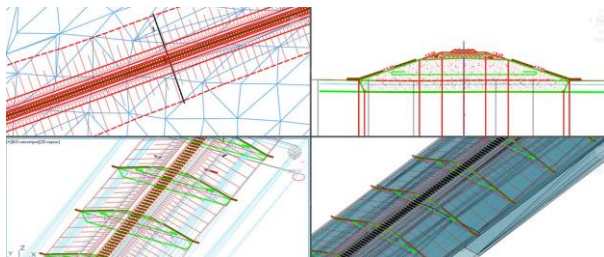


Рис. 1 – Информационная модель автомобильной дороги в разных проекциях и этапах строительства

Как писалось выше, одним из важных факторов, влияющих на надёжность автомобильной дороги, является правильное проектирование дорожной одежды. На этом этапе можно избежать множества проблем за счёт внедрения в проект дороги различных материалов и технологий [2].

На сегодняшний день популярно использование геосинтетических материалов, которые выполняют армирующую роль в асфальтобетоне [2].

Имеется опыт их использования как в РФ, так и за рубежом. Широко применяются плоские георешётки, геосетки (рис. 2) [2].



Рис. 2 – Геосинтетические материалы, применяющиеся в устройстве дорожной одежды

Опыт использования данных материалов повышает сопротивление конструкции усталости, прочность на изгиб, сдвигоустойчивость покрытия и величину трещиностойкости. В Европе чаще применяют армированные битумные смеси. В асфальтобетонную смесь добавляют асбестовые волокна, которые повышают стойкость дороги и улучшают пластичность при низких температурах [2].

Наилучшим сцеплением с асфальтобетоном обладают геосетки и решётки из полимерного и минерального волокна. Именно эти материалы эффективнее и проще в применении. Их свойства удобнее учитывать при проектировании автомобильных дорог [2].

Применение добавок поверхностно-активных веществ (ПАВ) сегодня является неотъемлемым элементом проектирования дорожной одежды. Эти добавки могут повышать различные механические свойства дороги. Основным преимуществом ПАВ является улучшение свойств адгезии и водостойкости. Эти характеристики значительно влияют на надёжность полотна.

Зарубежный опыт также показывает, что повышения надёжности автомобильных дорог можно добиться за счёт использования новых технологий в проектировании. Примером может послужить проектирование «вечных» дорожных одежд [5]. Идея заключается в проектировании покрытия из нескольких слоёв асфальтобетона с различными характеристиками (рис. 3). Благодаря «вечным» дорожным одеждам давление уменьшилось в 100 раз. Также в летний период года с повышением температурного режима увеличивался шанс образования колеи, но из-за новых покрытий дорога приобрела свойство восстанавливаться после проезда [4-5].

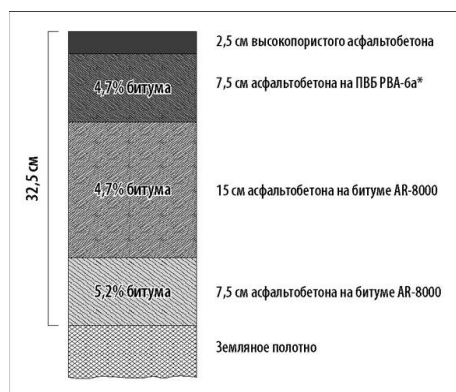


Рис. 3 – Устройство покрытия «вечной» дорожной одежды

Повышение качества проводимых работ при строительстве автомобильных дорог будет, конечно, влиять и на надёжность объекта. Помимо всего перечисленного выше повысить качество можно за счёт внедрения автоматизированных технологий. Это может выражаться как в применении БПЛА при проведении изыскательских работ, так и в использовании беспилотной строительной техники уже на месте. Однако эти мероприятия уже не относятся к этапу проектирования дороги [1,6].

Таким образом, комплексный подход к повышению надёжности автомобильной дороги при проектировании заключается во всех вышеперечисленных аспектах. Основным же фактором надёжности, конечно, является использование современных технологий проектирования и материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Логвинов, П.Р. Современные технологии изысканий автомобильных дорог / П.Р. Логвинов // Образование. Наука. Производство : Сборник докладов XV Международного молодежного форума, Белгород, 23–24 октября 2023 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – С. 81-86.
2. Украинский, И.С. Отечественный и зарубежный опыт применения геосинтетических материалов для повышения надёжности автомобильных дорог / И.С. Украинский, Л.С. Цупикова // Дальний Восток. Автомобильные дороги и безопасность движения : международный сборник научных трудов / под редакцией А.И. Ярмолинского. Том 14. – Хабаровск : Тихоокеанский государственный университет, 2014. – С. 66-75.
3. Носов В.П., Гнездилова С.А. Учет влияния региональных природных особенностей на расчетные характеристики грунтов при проектировании дорожных одежд // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. №1. С. 18–22.
4. Гнездилова, С.А. Проектирование оптимальной конструкции дорожной одежды в условиях жаркого климата / С.А. Гнездилова, А.В. Корсун // Международная научно-техническая конференция молодых ученых, Белгород, 25–27 мая 2020 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2020. – С. 2718-2723.
5. Гнездилова, С.А. Проектирование вечных дорожных одежд /

С.А. Гнездилова, А.А. Фотиади, П.Р. Логвинов // Наукоемкие технологии и инновации (XXV научные чтения) : Сборник докладов Международной научно-практической конференции, Белгород, 23 ноября 2023 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – С. 973-976.

6. Логвинов, П.Р. Автоматизация строительства мостов / П.Р. Логвинов, А.А. Фотиади // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова : Сборник докладов, Белгород, 20–21 мая 2024 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2024. – С. 144-148.

УДК 625.71

Логвинов П.Р.

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

ПРИМЕНЕНИЕ BIM-МОДЕЛЕЙ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Подход к реализации строительных проектов сегодня требует использования самых современных технологий. В их комплекс входит моделирование зданий и сооружений, данная технология больше известна под названием BIM (Building information modeling). Термин «информационное моделирование строительных объектов» появился ещё в 1980-х годах прошлого века, однако популярность и широкое применение получил уже в начале 21 века. Первым продуктом для создания BIM-моделей на персональных компьютерах была программа ArchiCAD, программа позволяла создавать как 2D, так и 3D-объекты.

Информационное моделирование зданий (BIM) — это цифровое представление физических и функциональных характеристик объекта. BIM — это единая система знаний для получения информации об объекте. Она служит надежной основой для принятия решений в разные этапы жизненного цикла объекта, который является полным процессом от концепции до ввода полного технического обслуживания готового объекта.

BIM-модель была проектом, позволяющим каждому специалисту (архитектору, геодезисту, инженеру-строителю и т.д.) вносить свои данные, дополняя картину объекта [1]. Если же раньше для представления полного вида сооружения необходимо было составить

план здания, фасад, разрезы, схемы водоснабжения и т.д., а после этого построить вживую модель сооружения по всем чертежам, то после создания программных обеспечений (ПО) с технологией ВІМ всё стало намного проще. Виртуальная модель могла с легкостью передаваться от специалиста к специалисту, от подрядчика к заказчику. Можно было увидеть все этапы строительства со всеми недостатками и преимуществами.

Основные функции ВІМ-моделей:

- проектирование в трёхмерном пространстве;
- симуляция и анализ строительных процессов;
- планирование и контроль над процессом строительства;
- интеграция данных;
- упрощение эксплуатации и технического обслуживания объекта.

Сегодня технология информационного моделирования широко применяется и в дорожном строительстве.

ВІМ позволяет создавать подробные трёхмерные модели дорожных объектов: дороги, мосты, тоннели и другие элементы транспортной инфраструктуры (Рис. 1).

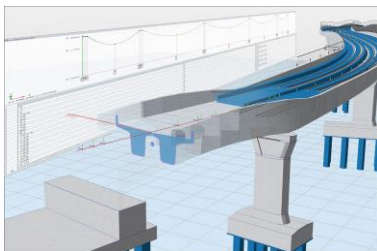


Рис 1 – Пример трёхмерной модели дорожного объекта (моста)

После проведения всех необходимых изысканий и переноса данных в цифровую модель можно с высокой точностью просчитать все риски и ошибки в проектировании объекта. К примеру, после проведения топографических и геологических работ, можно построить идеальную модель местности для более точного выбора места положения трассы и подходящего основания.

Также после построения полной модели в программах можно произвести расчёт нагружения конструкции. ПО автоматизировано определяет все риски и указывает на ненадёжные места сооружения.

Модель, как уже писалось ранее, можно спроектировать с привязкой к данным, полученным после проведения изысканий. Следовательно, она может быть привязана также и к географическим

информационным системам (GIS). Это позволяет лучше анализировать пространственные данные.

Популярные ПО для создания 3D-моделей:

- AutoCAD Civil 3D;
- Revit, в первую очередь предназначено для проектирования зданий, но может использоваться и для дорожной инфраструктуры;
- Bentley OpenRoads;
- Tekla structures, широко используется для создания BIM-моделей мостов;
- Robur и т.д [2].

ПО AutoCAD Civil 3D и Revit являются продуктами одной компании Autodesk. Данные ПО широко используются в РФ, для проектирования автомобильных дорог чаще всего применяется первое. Система позволяет работать со всеми стадиями строительного проекта – от планирования и проектирования до реконструкции и ремонта автомобильных дорог. Однако к минусам комплекса следует отнести отсутствие решений при проектировании по российским стандартам. В целом одной из главных проблем BIM является отсутствие единой стандартной системы. Так как эта технология является относительно новой, вероятнее всего это исправится [2].

Преимущества и недостатки использования BIM-моделей описаны в (Табл. 1)

Таблица 1 – Преимущества и недостатки использования информационного моделирования строительных объектов

Преимущества	Недостатки
Лёгкое создание копий и извлечение данных из модели; Оптимизация расчётов материалов и ресурсов, позволяющая сократить затраты и уменьшить отходы производства; Улучшенная интеграция данных; Высокий уровень анализа вариантов сооружения и определения ошибок; Использование модели на любом этапе строительства/эксплуатации объекта.	Необходимость дополнительного обучения специалиста для работы с цифровыми моделями; Возможность отсутствия совместимости со всеми программными продуктами; Потребность в постоянном обновлении ПО, включающая зависимость работодателя от разработчика; Большие временные затраты на создание модели.

Важнейшим вопросом вопросов построения трёхмерных моделей объектов строительства – рациональные средства и методы сбора, обработки, использования информации [3].

Лазерное сканирование местности является передовой технологией в сборе информации, так как имеет низкую себестоимость, высокую скорость, позволяет создавать точные цифровые копии, в том числе на сложных поверхностях и участках с малым доступом. Данная технология основана на учете направления отраженного от изучаемой поверхности лазерного луча и времени такого отражения, в результате чего формируется 3D-модель в виде облака точек [2-3].

Облако точек — массив данных, состоящий из координат двухмерных точек на поверхности. Каждая точка содержит информацию о своей пространственной координате (X, Y, Z) и иногда цвете.

На сегодняшний день очень популярно воздушное лазерное сканирование, проводимое с использованием беспилотных летательных аппаратов [4].

Преимуществом воздушной съемки в определенных условиях может стать исключение рисков для оператора при проведении работ в опасных зонах. Однако административные запреты использования воздушных аппаратов на некоторых территориях являются неотъемлемым недостатком [3].

Таким образом, из-за объективных недостатков традиционного ручного инструментального строительного контроля в отрасль постепенно интегрируются цифровые технологии, в частности создание цифровых двойников. Они решают масштабные управленческие задачи на всех стадиях жизненного цикла, наиболее признанной и распространенной технологией является BIM-модель. Уже существуют примеры успешного ее применения, хотя данная модель имеет не только преимущества, но и определенные ограничения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Логвинов, П.Р. Современные технологии изысканий автомобильных дорог / П.Р. Логвинов // Образование. Наука. Производство : Сборник докладов XV Международного молодежного форума, Белгород, 23–24 октября 2023 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – С. 81-86.

2. Гайлитис, Д.И. BIM-технологии в проектировании автомобильных дорог / Д.И. Гайлитис, В.С. Гайлитис // Инновации в строительстве - 2023 : Материалы международной научно-практической конференции, Брянск, 06–08 апреля 2023 года /

Редакционная коллегия: Н.П. Лукутцова [и др.]. – Брянск: [б.и.], 2023. – С. 267-270.

3. Акулов, А.О. Анализ современных видов контроля строительных работ и проблемы их развития / А.О. Акулов, А.О. Рада, С. А. Кононова // Современные наукоемкие технологии. – 2023. – № 9. – С. 73-79.

4. Логвинов, П.Р. Применение БПЛА при проведении топографо-геодезических изысканий аэродромов / П.Р. Логвинов // Современные тенденции в кадастре, землеустройстве и геодезии : Сборник докладов Международной научно-практической конференции, Белгород, 28–29 марта 2024 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2024. – С. 164-167.

5. Создание систем управления состоянием дорожных конструкций как эффективного инструмента повышения безопасности движения на автомобильных дорогах / С.А. Гнездилова, В.А. Гричаников, А.С. Погромский [и др.] // Воронежский научно-технический Вестник. – 2023. – Т. 4, № 4(46). – С. 87-96.

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

УДК 625.71

Логвинов П.Р.

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

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ БУРЕНИЯ И УКРЕПЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ

Строительство любого объекта сегодня должно сопровождаться строгим контролем качества производимых работ, соблюдением правил техники безопасности и повышением эффективности работ. Соблюдение всех этих пунктов возможно при внедрении автоматизированных технологий. Любое внедрение автоматики позволяет снизить риски производства брака, аварийных ситуаций, несоблюдения сроков выполнения работ. К примеру, в 50-х годах

прошлого столетия была разработана технология числового программного обеспечения (ЧПУ) [1].

Это обеспечение представляет собой систему управления компьютером, которая используется для управления различными видами производственного оборудования. Принцип работы основан на загрузке в память устройства программ и инструкций для выполнения конкретных инструкций.

Данная технология была внедрена при производстве промышленных станков. При появлении первого станка с ЧПУ производство в различных отраслях ускорилося, а качество товара улучшилось. Серийный выпуск промышленного оборудования с данной технологией был освоен в США [1].

Сегодня программное обеспечение с ЧПУ применяется в множестве аппаратов:

- пульт оператора;
- операторская панель;
- контроллер в автоматических станках;
- различные устройства памяти;
- программные обеспечения систем автоматизированного проектирования;
- различные исполнительные устройства.

В дорожном строительстве с каждым годом всё больше применяется автоматизированная техника. Одним из сложнейших инженерных сооружений в транспортной инфраструктуре является тоннель. Как раз таки при строительстве тоннелей очень важно применение автоматизированной техники. Основным видом работ для создания данного объекта является бурения. Оно осуществляется специальными буровыми установками (рис. 1). Сегодня инженеры стараются как можно меньше применять взрывные работы, отдавая предпочтение буровым.

Так как при использовании специализированных машин можно добиться точных результатов, именно в буровых установках нашло широкое применение внедрения ЧПУ.

Данные машины имеют системы автоматизированного управления, которые позволяют выполнять операции без прямого участия оператора.



Рис. 1 – Буровая машина Herrenknecht [7]

Основные производители буровых машин с ЧПУ: Markham, Herrenknecht, XGCM GROUP, COMACCHIO, Atlas.

Буровые автоматизированные машины имеют ряд преимуществ над обычными:

- увеличенная производительность;
- оптимизация процессов бурения позволяет снизить расход топлива и материалов;
- машины с прописанной программой с наибольшей точностью выполняют буровые работы;
- автоматизированные процессы позволяют быстрее выявлять и устранять неполадки системы, что позволяет уменьшить количество простоев и связанных с ними потерь времени;
- программное обеспечение позволяет легко адаптировать параметры бурения под конкретные условия и требования.

Стоит заметить, что на автоматизированную буровую машину можно установить датчики, которые со временем могут производить геодезическую съёмку получаемого тоннеля. Это также упрощает работу, связанную с проектированием. Инженеру-геодезисту не придётся проводить съёмочные работы всего тоннеля после бурения [6].

Не менее важно после бурения сохранить целостность тоннеля и обезопасить его для последующих работ. Для этого в существующем объекте создают систему активного мониторинга (САМ). Она представляет собой высокотехнологичные комплексы, которые предназначены для постоянного контроля технического состояния.

САМ может включать в себя датчики, программное обеспечение для систематизации данных, автоматизированные системы оповещения. Основная задача датчиков заключается в отслеживании температуры, вибраций, влажности, напряжений в материалах, трещин и деформаций.

При нарушении допустимых значений какого-либо из параметров проводятся меры по предотвращению разрушения тоннеля.

Основным мероприятием является установка подпорных конструкций в виде напряженной арматуры, композитной или стальной арматуры и стеклопластика (рис. 2).



Рис. 2 – Армирование тоннеля [8]

Эти действия позволяют усилить прочность и устойчивость стен и потолков.

Если же тоннель находится в зоне активных грунтовых вод, проводят гидрофобизацию поверхности [4]. Чаще всего для этого используются специальные цементные или полимерные смеси. Однако при проведении изыскательских работ должен определяться уровень грунтовых вод в районе проведения работ [6]. Если же есть опасность проникновения воды в объект, производится устройство дренажа.

Для укрепления дна тоннеля используют геосинтетические решётки или мембраны.

Иногда для укрепления уже построенного тоннеля прибегают к экосистемным мерам. В районе сооружения проводят стабилизацию и укрепление горных пород и почв путём высадки деревьев и кустарников. Эти методы могут улучшить структуру почвы и предотвратить её эрозию.

Таким образом, введение автоматизированных технологий можно достичь предотвращения многих проблем как в создании тоннеля путём бурения, так и в его эксплуатации с помощью активного мониторинга состояния его параметров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гамова, Н.А. Геометрическая задача в станках с числовым программным управлением / Н.А. Гамова, Н.С. Поляков // Евразийский союз ученых. – 2020. – № 7-2(76). – С. 54-59.
2. Закрытые способы подготовки грунта для строительных работ

/ Б. Сердаров, Д. Атаева, Р.Р. Байраммырадов, Ы.Э. Сапармадов // *A Posteriori*. – 2023. – № 10. – С. 93-95.

3. Авторское свидетельство № 48446 А1 СССР, МПК E21D 9/11. Машина для бурения тоннелей : № 173837 : заявл. 28.07.1935 : опубл. 31.08.1936 / Г. М. Адамов, В. Н. Полшков.

4. Патент № 2602537 С1 Российская Федерация, МПК E02D 31/02. способ устранения протечек воды в подземных инженерных сооружениях : № 2015145437/03 : заявл. 22.10.2015 : опубл. 20.11.2016 / Р.Н. Зернов, В.Н. Ходак, Е.А. Яковлева ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "НефтеГазИнвест-Интари".

5. Четвериков, Б.С. Исследование динамики нагрузок, действующих на траншеекопатель / Б.С. Четвериков, Н.С. Любимый, Т.Н. Орехова // *Наукоемкие технологии и инновации (XXV научные чтения)* : Сборник докладов Международной научно-практической конференции, Белгород, 23 ноября 2023 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – С. 1109-1112.

6. Логвинов, П.Р. Современные технологии изысканий автомобильных дорог / П.Р. Логвинов // *Образование. Наука. Производство* : Сборник докладов XV Международного молодежного форума, Белгород, 23–24 октября 2023 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – С. 81-86.

7. Тоннелепроходческие механизированные комплексы (ТПМК) и периферийное оборудование. АКОНИТ. Режим доступа: - <https://www.nproakonit.ru> (Дата обращения: 22.10.2024 г.)

8. Двухпутные тоннели метро. Армирование тоннелей. Режим доступа: - <https://forum.nashtransport.ru> (Дата обращения: 22.10.2024 г.)

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

ВЛИЯНИЕ НАРУЖНОЙ РЕКЛАМЫ НА ВОСПРИЯТИЕ ВОДИТЕЛЕМ ДОРОЖНОЙ ОБСТАНОВКИ

Дорожное движение – это сложная система, где каждый участник несет ответственность за свою безопасность и безопасность окружающих. И именно водитель, будучи главным управляющим элементом этой системы, играет ключевую роль в сохранении гармонии на дороге. Его внимание, сосредоточенность и бдительность, является не просто желательным, а жизненно необходимым фактором, который может предотвратить множество несчастных случаев. Ежедневно по всему миру происходят дорожно-транспортные происшествия (ДТП), приводящие к трагическим последствиям. Причины ДТП многообразны: несоблюдение правил дорожного движения, технические неисправности транспорта, погода, усталость водителя [1]. Однако в этом списке все чаще упоминается еще один фактор, который может оказаться не менее опасным, чем неисправные тормоза или гололед – наружная реклама. Яркие щиты, заманчивые слоганы, динамичные изображения, расположенные вдоль дорог, могут превратиться в скрытую угрозу, отвлекая внимание водителей от дороги и увеличивая риск аварий.

Наружная реклама – это мощный инструмент маркетинга. Она предназначена для привлечения внимания потенциальных покупателей и стимулирования интереса к продуктам и услугам. Но ее воздействие на водителя может быть двусмысленным. С одной стороны, реклама может нести в себе полезную информацию. Она может сообщить о новых магазинах, ресторанах, событиях или услугах, интересных для водителя или пассажира. Она может побудить к посещению музея, концерта или выставки, обогатить путешествие новыми впечатлениями. С другой стороны, наружная реклама на дорогах может стать серьезной угрозой безопасности движения. Яркие и динамичные рекламные щиты отвлекают внимание водителя от дороги, особенно при высокой скорости движения. Неожиданное появление рекламного образа может вызвать кратковременную дезориентацию водителя и повысить риск аварии [2]. Кроме того, расположенная слишком близко к дороге, реклама может перекрывать видимость дорожных знаков и сигналов,

что также увеличивает риск опасных ситуаций. Не стоит забывать и о визуальном загрязнении, которое может перегрузить восприятие водителя и сделать его менее чувствительным к опасным ситуациям на дороге.

Почему же водитель, казалось бы, привыкший к дороге и ее особенным требованиям, может отвлекаться на яркие щиты и заманчивые изображения? Психология дает нам ключ к пониманию этого феномена, раскрывая механизмы внимания, восприятия и реакции человека.

1. Внимание как ресурс, ограниченный и требующий управления. Водитель, сидящий за рулем, управляет несколькими процессами одновременно: рулем, педалями, следит за дорожной обстановкой, включая другие транспортные средства, пешеходов, дорожные знаки и т.д. Это требует значительной концентрации внимания, которое не бесконечно и может быть легко отвлечено. Яркая, контрастная реклама, расположенная вблизи дороги, часто содержит привлекательные изображения и сообщения, которые активируют механизмы внимания и переключают его на себя, отрывая водителя от дороги.

2. Привлекательность и интрига. Рекламные щиты часто используют яркие цвета, динамичные изображения, провокационные тексты и даже звуковые эффекты для того, чтобы привлечь внимание проходящих мимо людей. Эта привлекательность работает на подсознательном уровне, активируя механизмы восприятия и заставляя мозг заинтересоваться предлагаемой информацией. Именно в этот момент водитель отрывает взгляд от дороги, чтобы рассмотреть рекламу подробнее.

3. Влияние эмоций и восприятия. Рекламные изображения часто ассоциируются с приятными эмоциями: вкусной едой, отдыхом, комфортом и т.д. Эти ассоциации могут отвлечь водителя от реальной дорожной ситуации и заставить его задуматься о желаниях и мечтах, вместо того чтобы концентрироваться на безопасном вождении.

4. Контекст и психологическое состояние. Усталость, стресс, эмоциональное возбуждение – все эти факторы могут уменьшить внимание водителя и сделать его более восприимчивым к отвлекающим факторам, включая рекламу.

5. Негативные последствия. Отвлечение внимания на рекламу может привести к замедлению реакции водителя на изменения дорожной обстановки, неправильному выбору скорости и траектории движения, а также к нарушению правил дорожного движения. Все это увеличивает риск дорожно-транспортных происшествий.

Важно отметить, что реклама – это не единственная причина отвлечений водителей. Телефонные звонки, сообщения, музыка, разговоры с пассажирами – все это может уменьшить концентрацию внимания на дороге. Однако, реклама имеет свою специфику, так как она намеренно разработана для привлечения внимания и воздействия на психологию человека.

Психологические механизмы, лежащие в основе отвлечений водителей на рекламу, демонстрируют необходимость повышения осведомленности о безопасности дорожного движения, а также разработки мер по ограничению размещения рекламы вблизи дорог и снижения ее влияния на восприятие водителей.

К сожалению, прямой статистики ДТП, вызванных исключительно наружной рекламой, не существует. Это связано с тем, что при расследовании ДТП редко указывается конкретный отвлекающий фактор, а причина часто формулируется шире – «несоблюдение правил дорожного движения», «отвлечение внимания». Однако, существуют исследования и данные, которые косвенно указывают на влияние наружной рекламы на безопасность дорожного движения. Для изучения могут быть использованы следующие методы:

- эксперименты с имитацией дорожного движения – использование симуляторов дорожного движения позволяет управлять условиями и создавать разные сценарии, включая размещение наружной рекламы в поле зрения водителя;
- исследования с использованием глазодвигательных трекеров – глазодвигательный трекер фиксирует движения глаз водителя и позволяет анализировать, на что он обращает внимание при движении по дороге;
- опросы водителей – сбор данных от водителей об их опыте взаимодействия с наружной рекламой и о том, как она влияет на их восприятие дорожной обстановки.

В России действуют законы и нормативы, регламентирующие размещение наружной рекламы. Они устанавливают минимальное расстояние от дороги, требования к размерам и оформлению рекламных конструкций [3, 4]. Однако часто практика не соответствует законодательным нормам, что приводит к негативным последствиям для безопасности дорожного движения.

Существует несколько рекомендаций по размещению внешней рекламы:

- минимальное расстояние от дороги – рекламные щиты должны располагаться на безопасном расстоянии от проезжей части дороги, чтобы не загромождать обзор дорожной обстановки. Рекомендуемое

расстояние зависит от типа дороги и интенсивности движения, но в любом случае должно быть достаточным, чтобы водитель имел достаточно времени, чтобы обратить внимание на дорожные знаки, сигналы светофора и другие участников движения;

- угол наклона – рекламные щиты следует устанавливать под таким углом, чтобы они не отражали солнечные лучи в глаза водителей. Ослепление солнечными зайчиками может привести к кратковременной слепоте и потере контроля над транспортным средством;

- высота размещения – высота рекламного щита должна быть такой, чтобы он не загромождал дорожные знаки и сигналы светофора. Правильное размещение рекламы позволит водителю оставаться информированным о правилах движения и безопасно управлять транспортным средством.

- размещение на опасных участках – рекламные щиты не следует размещать на опасных участках дороги, например, вблизи пешеходных переходов, круглых поворотов, узких участков. На таких участках водитель должен быть сфокусирован на дорожной обстановке, а не отвлекаться на рекламные обращения.

Если не изучать воздействие наружной рекламы на водителя и не учитывать рекомендации по ее размещению, то отвлечение внимания водителя может привести к снижению бдительности, то есть водитель может не заметить опасность на дороге, например, пешехода или транспортное средство; увеличению времени реакции, то есть водитель может замедленно реагировать на изменения дорожной ситуации; увеличению риска дорожно-транспортных происшествий.

Важно отметить, что, осознавая факторы, влияющие на восприятие водителя, мы можем разработать и внедрить меры, направленные на минимизацию негативного влияния наружной рекламы на безопасность дорожного движения. Соответственно, для минимизации негативного влияния наружной рекламы на безопасность дорожного движения можно рекомендовать:

- ограничить размещения рекламы вблизи дорог;
- регулировать содержания и формы рекламы – яркая и контрастная реклама должна быть ограничена, а использование мигающих элементов – запрещено [5].

- проведение информационно-просветительских кампаний – осведомленность водителей о влиянии наружной рекламы на безопасность дорожного движения может снизить риск отвлечений.

- разработка и внедрение стандартов размещения рекламы – четкие стандарты, которые учитывают факторы безопасности, могут гарантировать, что реклама не представляет опасности для водителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новиков И.А., Воля П.А. Технические средства организации дорожного движения: Учебное пособие: Белгород: Изд-во. БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – 301 с.

2. Сапожников А.В., Сапожникова М.В., Штоцкая А.А. Влияние наружной рекламы на безопасность движения. Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Россия молодая», 19-22 апреля 2022 г., г. Кемерово.

3. ГОСТ Р 52044-2003 Наружная реклама на автомобильных дорогах и территориях городских и сельских поселений: издание официальное: утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 22 апреля 2003 г. N 124-ст введен впервые: дата введения 2009-06-01: разработан Государственным предприятием "РОСДОРНИИ. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 56 с.

4. Закон о наружной рекламе, правила, регламент – URL: <https://zg16.ru> (дата обращения: 15.10.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

5. Законодательно запретить светящиеся вывески, схожие по цвету с сигналами светофоров. – URL: <https://www.roi.ru> (дата обращения: 15.10.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

УДК 625.12

¹Микеладзе Г.В., ¹Фотиади А.А., ²Гнездилова С.А.

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

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

ОРГАНИЗАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОДРЯДНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ И ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ЗАКАЗЧИКОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОДРЯДНЫХ РАБОТ

Взаимодействие заказчиков и подрядных организаций требует разработки и внедрения новых современных систем способных отслеживать ход выполнения строительных работ. Кроме этого, необходимо оперативное взаимодействие между сторонами, а также прозрачность отношений [1].

Взаимодействие сторон происходит регулярно, это определяется ежедневной работой. Для оперативного управления работами и качественного исполнения работ Федеральные казённые учреждения

Упрдоры регулярно устраивают видеоконференцсвязь. На таких совещаниях обговариваются все тонкости и проблемы, с которыми сталкиваются организации на строительных объектах. На видеоконференцсвязи присутствуют все непосредственные участники строительного процесса, что позволяет с разных сторон посмотреть на проблемы и найти оптимальные варианты их решения. Такая система еженедельных плановых совещаний показала свою эффективность и сейчас используется в большинстве подведомственных учреждений Росавтодора.

Следующим этапом для оперативного управления строительным процессом являются плановые выезды начальников подведомственных учреждений на объекты строительства, реконструкции или ремонтных работ. Такие мероприятия необходимы для проверки соблюдения подрядчиком норм и хода строительных работ. В выездных совещаниях проверки хода выполнения работ и соблюдения сроков выполнения работ могут принимать участие не только начальник подведомственной организации, но и начальник отдела вышестоящей организации Росавтодора. Кроме этого, соответственно в обязательном порядке принимают участие представители строительной компании и представители проектной организации для наглядного разъяснения различных проектных и технологических решений, принятых на объекте строительства. Данный вид мероприятия является одной из важнейших в вопросах взаимоотношений подряд организации и заказчика, по причине вскрывающихся неточностей работ и возникших проблем строительного процесса, впоследствии чего некоторые из которых могут критическим образом сказаться на сроки выполнения работ и их качество [2-3].

Следует отметить, что основное взаимодействие представителей заказчиков и подрядчиков в 2024 году происходит через программу Система Электронного Документооборота и Делопроизводства. Программа позволяет автоматизировать процессы использования, хранения документации, контроля исполнительской дисциплины и управления документами. Через СЭДД представители федеральных казённых учреждений получают приказы и постановления Министерства транспорта РФ и Федерального дорожного агентства Росавтодор, а также распределяет их и ставит новые задачи представителям подрядных организаций. Система долгие годы доказывала свою надежности, получая различного рода доработки что лишь показывает ее значимость для всей структуры Федерального дорожного агентства.

Для реализации национального проекта «Безопасные качественные дороги» потребовалась разработка и внедрение новой системы для обеспечения прозрачности выполнения работ, и контроля сроков выполнения работ. В связи с этим Федеральные казённые учреждения с 2021 года размещает всю информацию об объектах в специальную систему оперативного управления «Эталон», оператором которого является «Федерального дорожного агентства Росавтодор. С помощью «Эталона» контролируется ход выполнения национальных проектов, в том числе «Безопасные качественные дороги». Система позволяет увидеть ход строительства от начала проведения торгов до подписания государственного контракта, включая и дополнительные соглашения. Программа помогает оптимизировать работу Министерства транспорта РФ и Федерального дорожного агентства Росавтодор [4,5]. В 2024 году САУ «Эталон» стал одним из важнейших аспектов регулирования строительства. Схема операций по взаимодействию представлена ниже (Рис. 1).

Следует отметить, что за долгий промежуток времени Федерального дорожного агентства Росавтодор различными методами оптимизировало и улучшило взаимодействие всех участников строительного процесса, что положительно повлияло на многие аспекты дорожного строительства.

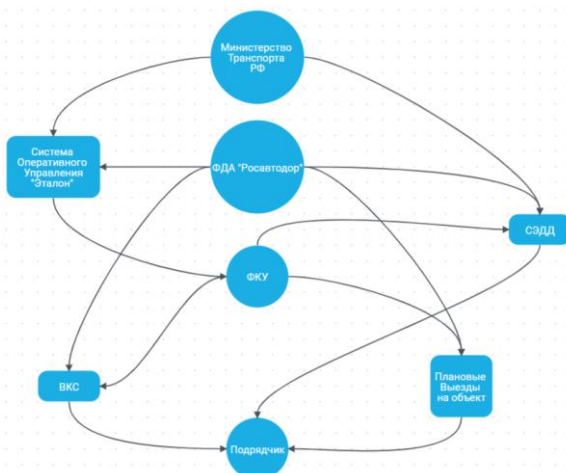


Рис.1 – Схема операций для контроля и взаимодействия лиц участников строительства (Круглые блоки- субъекты, принимающие участие в строительстве; Прямоугольные блоки- методы взаимодействия с субъектами строительства).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дорожное хозяйство России. Цифры и факты: справ. М.: Минтранс России. Фед. дор. агентство. — 2010. — С. 18–26.
2. О нормативах финансовых затрат и Правилах расчета размера бюджетных ассигнований федерального бюджета на капитальный ремонт, ремонт и содержание автомобильных дорог федерального значения: постановление Правительства от 30 мая 2017 г. № 658 // Собрание законодательства РФ. — 2017. — № 23. — Ст. 354.
3. Цапко, К.А. Принципы построения системы бюджетного управления в строительных организациях / К.А. Цапко, Аль Джаиб Эзульдин Камил Жаир // Вестник Евразийской науки. — 2020. — №5. — <https://esj.today/PDF/69ECVN520.pdf>.
4. Никулина О.В. Методология формирования системы бюджетирования современной компании для обеспечения ее финансовой устойчивости в условиях кризиса / О.В. Никулина, О.В. Пашова // Экономика устойчивого развития. — 2016. — №4(28). — С. 348–361.
5. Носов В.П. Учет влияния региональных природных особенностей на расчетные характеристики грунтов при проектировании дорожных одежд / В.П. Носов, С.А. Гнездилова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. — 2010. — №1. — С. 18–22.

УДК 621.878

Новоселов А.А., Роговая Л.А., Подпрятков Д.В.

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

ИЗУЧЕНИЕ УГЛА СКОЛЬЖЕНИЯ ШИН И БОКОВОГО РАССТОЯНИЯ АВТОГРЕЙДЕРОВ

Автогрейдер – это самоходная машина, которая планирует и профилирует площади и откосы, а также разравнивает и перемещает грунт, снег или различные сыпучие материалы.

Выполнение всех функций автогрейдера происходит с помощью смонтированного на раме отвала с ножом, который можно поднимать, опускать, поворачивать в горизонтальной и вертикальной плоскости.

Шины без преувеличения оказывают большое влияние на работу автогрейдера во время планировочных работ. Один из важных

требований к шинам это маневренность и устойчивость на неровных участках дороги, а также легкость управления.

При рассмотрении только движения транспортного средства в плоскости при малых боковых ускорениях двухколейная модель, включающая все шесть колес автогрейдера, усложняет математическую модель, не внося существенных вкладов.

Поэтому в таких случаях предпочтительнее использовать одноколейную (велосипедную) модель. В классической модели велосипеда тот же угол поворота рулевого колеса применяется к передним колесам. В диапазоне низких боковых ускорений можно пренебречь передачей нагрузки с внутренних колес на внешние. Таким образом, используются выражения угла скольжения в третьем столбце таблицы 1. Поскольку левая и правая шины идентичны, если модель линейной шины с жесткостью F_y на поворотах:

$$F_y = Ca \quad (1)$$

где C – жесткость шин на поворотах, a – расстояние между передними колесами и центром тяжести машины (м), используется, две передние шины могут быть заменены одной эквивалентной передней шиной. Аналогично, шины на промежуточной и задней осях могут быть заменены на отдельные эквивалентные шины. В результате получается двухступенная модель с тремя осями и одной колеей.

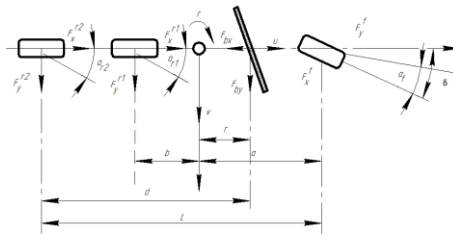


Рис. 1 – Одноколейная модель трехосного автогрейдера

$$m(u - vr) = F_x^f \cos \delta - F_y^f \sin \delta + F_x^{r1} + F_x^{r2} - F_{bx} \quad (2)$$

$$m(u + vr) = F_x^f \sin \delta + F_y^f \cos \delta + F_y^{r1} + F_y^{r2} + F_{bx} \quad (3)$$

$$Jr = a(F_x^f \sin \delta + F_y^f \cos \delta) - F_y^{r1} - F_y^{r2} + cF_{by} \quad (4)$$

Можно дополнительно линеаризовать уравнения движения, предположив малый угол поворота рулевого колеса, чтобы получить

полностью линейную модель или расширить модель велосипеда для рассмотрения случая нелинейных характеристик силы поворота шины.

Выражения угла увода шин, в терминах скорости бокового увода и скорости рыскания вместе с параметрами автогрейdera, приведены в первом столбце таблицы 1. Для большинства операций углы увода шин малы, и тангенс углов увода может быть заменен углами увода. Кроме того, значение rt_f намного меньше u и им можно пренебречь в знаменателях выражений.

Линеаризованные и упрощенные выражения приведены во втором столбце Таблицы 1. Отмечено, что полученные выражения угла скольжения для левой и правой шин идентичны.

Таблица 1 – Выражение угла скольжения шин

Полное выражение	Линеаризованное и упрощенное выражение	Обобщенное выражение
$\tan(a_{11}^f) = \frac{v + ar}{u - r \frac{t_f}{2}} - \delta$	$a_{11}^f = \frac{v + ar}{u} - \delta$	$a_f = \frac{v + ar}{u} - \delta$
$\tan(a_{12}^f) = \frac{v + ar}{u + r \frac{t_f}{2}} - \delta$	$a_{12}^f = \frac{v + ar}{u} - \delta$	
$\tan(a_{11}^{r1}) = \frac{v - br}{u - r \frac{t_r}{2}}$	$a_{11}^{r1} = \frac{v - br}{u}$	$a_{r1} = \frac{v - br}{u}$
$\tan(a_{12}^{r1}) = \frac{v - br}{u + r \frac{t_r}{2}}$	$a_{12}^{r1} = \frac{v - br}{u}$	
$\tan(a_{11}^{r2}) = \frac{v - dr}{u - r \frac{t_r}{2}}$	$a_{11}^{r2} = \frac{v - dr}{u}$	$a_{r2} = \frac{v - dr}{u}$
$\tan(a_{12}^{r2}) = \frac{v - dr}{u + r \frac{t_r}{2}}$	$a_{12}^{r2} = \frac{v - br}{u}$	

Автогрейдеры используются на довольно высоких скоростях, в первую очередь, для грубой и чистовой планировки, выравнивания или выравнивания дорог, а также для удаления снега или золы. Рассмотрим случаи, которые предназначены для моделирования операций по отделке, выравниванию или выравниванию на неровных поверхностях. Передние колеса удерживаются прямо, а скорость движения транспортного средства постоянна.

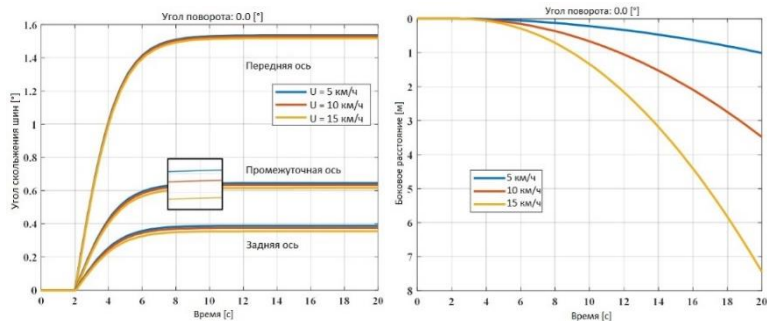


Рис. 2 – Графики угла скольжения шин и бокового расстояния

Таким образом, чтобы иметь возможность удерживать транспортное средство в движении прямо вперед, к передним колесам следует применять подходящие углы поворота на каждой скорости для противодействия дрейфу. Однако проблема усложняется, если автогрейдер должен следовать по сложной траектории с различной скоростью. В этом случае необходимо будет разработать и внедрить систему управления для соответствующего управления транспортным средством.

Исследование выполнено в рамках реализации федеральной программы поддержки университетов «Приоритет 2030» с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В. Г. Шухова

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Романович А.А. Исследование влияния скорости вращения валков на выходные показатели процесса измельчения и разработка рекомендаций по повышению износостойкости их рабочих поверхностей // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2011. - № 4. - С. 71-73.
2. Романович А.А. Исследование процесса помола материалов предварительно измельченных в прессвалковом измельчителе // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2015. - № 5. - С. 150-155.
3. Беляев Н.В. Алгоритм определения параметров автогрейдера в соответствии с тягово-сцепным расчетом на электронно-вычислительной машине // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2008. – № 3(9). – С. 92-95.

4. Щукин А.В. Снижение износа режущих элементов землеройно-транспортных машин // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Сер.: Подъемно – транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование : сб. науч. тр. – Днепропетровск : ВГУЗ ПГАСА, 2013. – Вып.72 – С. 284–290.

5. Рейш А.К. Повышение износостойкости строительных и дорожных машин / А.К. Рейш – М.: Машиностроение, 1986. – 184 с

УДК 65.011.56

Полторыхин В.В.

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

РОЛЬ МУЛЬТИРОТОРНЫХ БЕСПИЛОТНИКОВ В ТРАНСПОРТНОЙ СФЕРЕ: МОНИТОРИНГ ТРАФИКА И ИНСПЕКЦИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Мультироторные беспилотники, или дроны, революционизируют различные аспекты транспортной сферы благодаря своим уникальным возможностям и гибкости в эксплуатации. Они находят применение в мониторинге трафика, предоставляя в реальном времени данные о пробках и других дорожных ситуациях, что позволяет оперативно реагировать на изменения и оптимизировать движение. Мультиспектральные камеры и сенсоры, установленные на этих дронах, обеспечивают детальный обзор дорожной обстановки, помогая службам управления транспортом выявлять и устранять проблемы оперативно и с минимальными затратами. Помимо этого, дроны находят широкое применение в инспекции транспортной инфраструктуры. Они способны быстро и эффективно обследовать мосты, дороги и другие объекты, существенно снижая затраты на проведение регулярных инспекций и минимизируя необходимость привлечения тяжёлой техники. Возможность безопасного и точного доступа к труднодоступным участкам делает мультироторные дроны незаменимыми инструментами для обеспечения безопасности и долговечности транспортных конструкций. Эти технологии продолжают развиваться, расширяя сферу применения беспилотников в транспортном сегменте, что, в свою очередь, способствует повышению эффективности и безопасности дорожного движения в целом.

Мультикоптеры, также известные как мультикоптерные беспилотные летательные аппараты или дроны, играют все более

значимую роль в транспортной сфере, особенно в задачах мониторинга трафика и инспекции инфраструктуры. Эти беспилотные устройства предлагают новые возможности для повышения эффективности, безопасности и точности наблюдения и анализа транспортных систем. В последние годы использование дронов значительно возросло благодаря их способности быстро собирать и обрабатывать данные в реальном времени, что делает их ценным инструментом для различных применений.

Одним из основных применений мультикоптеров в транспортной сфере является мониторинг трафика. Это особенно важно в урбанизированных районах, где управление потоком транспортных средств может быть сложным из-за высокого уровня загруженности дорог. Дроны могут быстро взлетать и перемещаться над дорожной сетью, обеспечивая операторов и диспетчеров эксклюзивными видами с высоты птичьего полета. Они могут предоставлять данные в реальном времени о движении транспортных средств, пробках, авариях и других инцидентах. Благодаря высококачественным камерам и сенсорам, встроенным в дроны, можно проводить глубокий анализ картины трафика, включая среднюю скорость автомобилей, плотность потока и выявление аномалий. Такие данные полезны не только для мгновенного реагирования на дорожные ситуации, но и для долгосрочного планирования и оптимизации дорожной инфраструктуры [1].

Инспекция инфраструктуры – это еще одна ключевая область, в которой мультикоптерные дроны демонстрируют свои преимущества. Традиционные методы инспекции, такие как визуальный осмотр или использование тяжелой техники, могут быть дорогими, небезопасными и требуют значительных временных затрат. Беспилотники, напротив, позволяют проводить инспекции быстрее, безопаснее и с меньшими затратами. Преимущество использования дронов заключается в их способности добираться до труднодоступных мест, таких как высоковольтные линии электропередач, мосты, тоннели и другие инженерные сооружения [2]. Они оснащены разнообразными сенсорами, включая тепловизоры и лидары, что позволяет им выявлять дефекты в структуре объектов, таких как трещины, коррозия или нарушения покрытия, которые могут быть невидимыми для человеческого глаза. Возможность получать и анализировать данные в режиме реального времени позволяет сообщать о потенциальных угрозах и принимать необходимые меры по устранению выявленных проблем в кратчайшие сроки, что значительно повышает уровень безопасности и надежности инфраструктуры.

Следует также отметить, что возможность парения в воздухе беспилотных летательных аппаратов вертолетного типа помогает сотрудникам ГИБДД следить за обнаруженным нарушителем независимо от того, движется объект или стоит на определенном участке дороги. Использование беспилотных летательных аппаратов позволяет своевременно идентифицировать транспортное средство, нарушающее правила дорожного движения, зафиксировать факт нарушения, используя видеокамеру, установленную на летательном аппарате, распознать номерные знаки автомобиля и передать информацию на ближайший пост ГИБДД, что в конечном итоге обеспечивает пресечение экстренных нарушений, представляющих угрозу для жизни. общество в кратчайшие сроки.

Как правило, с наступлением летнего сезона поток автотранспорта на дорогах значительно увеличивается, особенно на крупных магистралях, что требует самого пристального внимания участников дорожного движения со стороны ГИБДД. В целях снижения дорожно-транспортных происшествий в этот период необходимо разместить дополнительные посты ГИБДД на автомагистралях с привлечением сотрудников ГИБДД из других ведомств [3]. Кроме того, целесообразно установить и использовать технические средства регистрации нарушений правил дорожного движения, к которым относятся стационарные и мобильные комплексы фото- и видеофиксации нарушений скоростного режима, различные модификации беспилотных летательных аппаратов и т.д. Сегодня беспилотные транспортные средства в деятельности сотрудников ГИБДД являются незаменимым ресурсом при надзоре за дорожным движением. Согласно статистике и результатам исследований в разных регионах, участники дорожного движения, замечая беспилотники, подсознательно понимали, что за ними следят, и становились более дисциплинированными, сбавляли скорость, двигались в потоке транспортных средств, не пересекая сплошных линий разметки, что положительно сказывалось на аварийности. Следует отметить, что не только дроны, но и любые другие технические средства наблюдения за дорожным движением оказывают психологическое воздействие на водителей транспортных средств. Они осознают, что в случае нарушения правил дорожного движения им придется понести административную ответственность в виде штрафа, а в некоторых случаях и в виде лишения специального права на управление транспортными средствами. Все эти факторы так или иначе обеспечивают безопасность дорожного движения [4].

С внедрением беспилотных летательных аппаратов у сотрудников дорожной полиции появляются новые возможности не только для

наблюдения за дорожным движением, но и для поиска угнанных транспортных средств, особенно спрятанных на закрытой территории, куда правоохранительные органы не имеют доступа. В результате отпадает необходимость в привлечении к этим оперативно-розыскным мероприятиям дополнительных сотрудников органов внутренних дел. С помощью дронов представители ГИБДД могут дистанционно обследовать местность с высоты до 3 км, записать необходимую информацию о наличии или отсутствии угнанного транспортного средства на установленную видеокамеру и сразу же передать ее в режиме реального времени оператору беспилотника. Описанный механизм значительно сокращает время и усилия сотрудников полиции, затрачиваемые на поиск угнанного транспортного средства. Важную роль в деятельности сотрудников ГИБДД играет использование беспилотных летательных аппаратов во время преследования преступника, скрывающегося с места ДТП. В режиме реального времени оператор, управляющий дроном, следит за дорожной обстановкой с воздуха, отслеживает и передает направление движения подозреваемого, сопровождая транспортное средство до ближайшего патрульного поста. Это позволяет представителям ГИБДД проанализировать и составить маршрут вероятного движения транспортного средства для дальнейшего задержания, а в случае попытки скрыться в здании или другом сооружении - определить точные координаты с воздуха, что значительно снижает риск потери скрывающихся от полиции транспортных средств. сотрудники дорожной полиции.

В последнее время производители аппаратов шагнули вперед в понимании целей и задач применения БПЛА при ликвидации чрезвычайных ситуаций. Это создает благоприятную среду заинтересованности производителей в практической и научной поддержке со стороны МЧС. Дальнейшее развитие сотрудничества в создании математической модели, метода оценки эффективности функционирования и алгоритма оперативного управления беспилотным летательным аппаратом для мониторинга природных и техногенных явлений разрушительного и пожароопасного характера в режиме реального масштаба времени позволит создать эффективный комплекс БПЛА способный решить практические задачи [5].

Более того, мультикоптеры играют важную роль в аварийно-спасательных операциях и при ликвидации последствий катастроф. В случае крупных аварий или стихийных бедствий дроны могут быть использованы для быстрого обзора ситуации, оценки ущерба и поиска пострадавших. Они могут доставлять жизненно важные медикаменты и

оборудование в зоны, которые могут быть недоступны для наземного транспорта. Особенно полезными они становятся в условиях, где требуется скорейшее принятие решений для предотвращения дальнейших человеческих потерь и ущерба.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Показатели состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] // Госавтоинспекция МВД России : официальный сайт. URL: <http://stat.gibdd.ru> (дата обращения: 20.10.2024).

2. Митюшин Д.А. Роль и место систем и комплексов с беспилотными летательными аппаратами в деятельности органов внутренних дел // Вестник Московского университета МВД России. 2010. № 12. С. 122-127.

3. Об утверждении Административного регламента исполнения Министерством внутренних дел РФ государственной функции по осуществлению федерального государственного надзора за соблюдением участниками дорожного движения требований законодательства РФ в области безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] : Приказ Министерства внутренних дел РФ от 23 авг. 2017 г. № 664. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

4. Кежов А.А., Грачев Ю.А., Степанов И.В. Организационно-правовое обеспечение беспилотных комплексов в системе МВД России // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. 2016. № 3 (71). С. 40-43.

5. Шевцова, А.Г. Внедрение интеллектуальной транспортной системы Ramp Metering на примере г. Белгород / А.Г. Шевцова, А.Г. Бурлуцкая, В.В. Васильева // Мир транспорта и технологических машин. – 2018. – № 4(63). – С. 42-48.

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

ОСОБЕННОСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Строительство автомобильных дорог является одним из важнейших стратегических направлений развития Российской Федерации [1]. Дорожное строительство и ремонт отвлекает из бюджета государства до 15 триллионов рублей в год. В дорожной сети страны наиболее распространенными являются автомобильные дороги IV категории с облегченными покрытиями из асфальтобетона. Традиционный состав конструкции для строительства такой автомобильной дороги включает в себя от покрытия к основанию:

- асфальтобетон мелкозернистый;
- асфальтобетон крупнозернистый;
- каменные материалы, как правило представленные в виде щебня различных фракций, с добавлением гравия и песка;
- песок.

Рост цен на строительные материалы обусловлен неравномерным расположением производств по территории страны, что может привести к кратному росту сметной цены строительства в случае если участок находится на удалении от регионов в которых сконцентрировано производство таких материалов, за счет транспортных расходов.

Следует также отметить, что традиционные материалы для дорожного строительства подходят не для всех климатических зон, а также грунтовых условий, что вынуждает разрабатывать частные решения для нивелирования избыточного разрушающего влияния окружающей среды на конструкции из таких материалов (применение дренажных систем, замена грунта и пр.), что, в свою очередь, также значительно влияет на сметную стоимость строительства [1].

Согласно Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года, дорожная сеть государства нуждается в расширении, а дорожное строительство нуждается в оптимизации затрат, так как цены на традиционные сырьевые материалы и производные асфальтобетона, такие как минеральный порошок, неуклонно растут.

Помимо этого, в последние годы образовалась дополнительная нагрузка на транспортно-строительную макроструктуру регионов, примыкающих к зоне проведения специальной военной операции, связанная с периодическими обстрелами транспортной инфраструктуры и движением тяжелой техники по дорогам общего пользования. Так как разрушающие воздействия имеют постоянный характер, поддержка нормальных условий эксплуатации автомобильных дорог требует применения недорогих материалов, отличающихся возможностью ускоренного воссоздания и замены поврежденных частей без остановки движения по таким участкам.

В рамках мероприятий по реализации Стратегии развития инновационной деятельности в области дорожного хозяйства на 2021–2025 годы, различными исследовательскими группами разрабатываются конструкции автомобильных дорог с применением строительных материалов произведенных на основе нетрадиционного сырья. Нетрадиционным, как правило, считают вторичное и техногенное сырье, полученное в результате переработки отходов тяжелой промышленности (таблица 1) [2–4] и изношенных конструктивных элементов автомобильных дорог (рисунок 1) [5].



Рис.1 – Горячая регенерация асфальтобетона



Рис. 2 – Холодный ресайклинг существующего покрытия автомобильной дороги

Результатом таких разработок являются рецептурно-технологические решения в виде композиционных материалов для

устройства функциональных слоев конструкций дорожных одежд. Состав таких строительных композитов характеризуется тем, что традиционное сырье модифицировано, либо частично или полностью заменено описанными выше продуктами переработки.

Применение данных композитов решает комплекс экономических проблем, связанный с дефицитом минеральных материалов, а также снижает экологической прессинг, вызванный складированием отходов тяжелой промышленности. Гибкость свойств и широкая номенклатура нетрадиционного сырья позволяет создавать строительные композиты под конкретные условия эксплуатации и требуемые потребительские характеристики. Замена дорогостоящего минерального сырья позволяет получать оптимальное качество материала, при этом снижая ресурсозатратность производства материала и строительства конкретного объекта.

Таблица 1 – Виды отходов тяжелой промышленности, применяемых в производстве строительных материалов

Классификация промышленных отходов металлургической и топливной промышленности по степени гидравлической активности			
Активные		Скрытоактивные	Инертные
Области применения	Гидравлическая добавка к цементу и извести	.Малоактивная добавка для цемента и извести	Техногенный грунт для земляного полотна автодорог
	Минеральный порошок в асфальтобетоне	Заполнитель в рядовых и гидротехнических бетонах	
	Замена части цемента при производстве бетона	Кремнеземистый компонент в ячеистых бетонах автоклавного твердения	
	Самостоятельное низкоактивное вяжущее		Кремнезны́й компонент в ССС, штукатурных составах, клеях
	Активный компонент в ШЦВ	Кремнеземный компонент для ячеистых автоклавных бетонов	
	Добавка в битумное и полимерно-битумное вяжущее		
	Отощающая добавка в составе шихты при производстве керамического кирпича		

При перечисленных достоинствах, строительство автомобильных дорог из композитов на основе нетрадиционного сырья имеет и существенные недостатки, наиболее ярким из них является отсутствие опыта масштабного применения таких конструктивных решений на автомобильных дорогах, соответственно достоинства таких конструкций доказаны только расчетами и лабораторными испытаниями, которые не всегда объективны, ввиду непринятия в расчет различных побочных факторов, воздействующих на конструкцию автомобильной дороги, которые невозможно воссоздать в лабораторных условиях.

Также, каждый конкретный состав нетрадиционных компонентов требует полного спектра лабораторных исследований и определения таких характеристик как морозостойкость, прочность на сжатие, растяжение и сдвиг, а также конвертацию их в принятые нормативные для дорожных одежд различных технических категорий, что усложняет расчет в процессе проектирования мероприятий по ремонту, реконструкции или строительству, при этом не все типы такого сырья имеют однородный состав.

Переработка и применение нетрадиционного сырья в строительстве приводит к определенным сложностям во внедрении его в производство, однако этот вопрос можно решить разработкой методологических основ их применения опирающихся на широкую выборку сырья и высокую воспроизводимость экспериментальных исследований с многократным повторением.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чабанова, Е.В. Реализация основной цели Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 г / Е.В. Чабанова // Региональная экономика: технологии, экономика, экология и инфраструктура: Материалы IV-й Международной научно-практической конференции, посвящённой Десятилетию науки и технологий в Российской Федерации, 300-летию Российской Академии наук, Году педагога и наставника в Российской Федерации и Году народной сплочённости в Республике Тыва, Кызыл, 19–20 октября 2023 года. – Кызыл: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов Сибирского отделения Российской академии наук, 2023. – С. 318-321. – EDN IXFQTW.

2. Усманов, И.Р. Строительство автомобильных дорог с использованием отходов бурения нефтяных и газовых скважин на

территории Оренбургской области / И. Р. Усманов // Прикладные исследования и технологии ART2014, Москва, 19–23 мая 2014 года / Негосударственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский технологический институт «ВТУ». – Москва: Негосударственное образовательное учреждение высшего образования Московский технологический институт, 2014. – С. 56-59. – EDN SETOWN.:

3. Филатов, С.Ф. Результаты научно-методического сопровождения ремонта асфальтобетонного покрытия в Омской области способом холодного ресайклинга / С.Ф. Филатов, И.Н. Христолюбов, В.В. Шипицын // Дорожно-транспортный комплекс, экономика, экология, строительство и архитектура : Материалы Международной научно-практической конференции, Омск, 21–23 мая 2003 года / Министерство образования Российской Федерации; Министерство транспорта Российской Федерации; Российская академия архитектуры и строительных наук; Администрация Омской области; Администрация г. Омска; Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ); Der Fakultat Verkehrswissenschaften der Technischen Universitat Dresden (Bundesrepublik Deutschland). Том Книга 2. – Омск: Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ), 2003. – С. 63-65. – EDN UJAQIV.

4. Гилязидинова, Н.В. Анализ существующих технологий и схем по использованию золошлаковых отходов ТЭЦ, работающих на каменном угле, в строительстве / Н.В. Гилязидинова, А.С. Губкина // Россия молодая : Сборник материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Кемерово, 20–23 апреля 2021 года / Редколлегия: К.С. Костиков (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2021. – С. 063119.1-063119.5. – EDN ISKZAZ.

5. Волынцев, П.А. Преимущества горячей регенерации асфальтобетонных покрытий / П.А. Волынцев // Молодой ученый. – 2016. – № 18(122). – С. 63-64. – EDN WMGYWD.

Пугачев О.Е.

Научный руководитель: Булгаков А.Н., асс.

Тверской государственный технический университет, г. Тверь, Россия

МОДУЛЬНОЕ ОГРАЖДЕНИЕ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИТОВ

Дорожное ограждение является важным элементом транспортной инфраструктуры, предназначенным для повышения безопасности и снижения тяжести последствий дорожных происшествий [1]. Для разных строительных сооружений, таких как мосты, путепроводы, дороги повсеместно применяют ограждающие конструкции, выполненные из бетона, железобетона и металла [2]. В настоящее время большую популярность обретают композитные и полимерные материалы [3].

В конкретных условиях эксплуатации каждый материал имеет положительные качества и отрицательные стороны, а также влияет на конструктивные особенности ограждения. В данной статье рассматривается возможность применения древесно-полимерного композита (ДПК) (Рис. 1,а) в качестве модульных блоков ограждающей конструкции, и приводится сравнение такого ограждения с другими.

Сегодня ДПК уже обрел широкое применение в гражданском строительстве и активно используется при строительстве настилов для террас, площадок, а также веранд (Рис. 1 б). Однако по нашим предположениям такой материал может быть использован в качестве ограждающих конструкций на автомобильных дорогах. Чтобы сделать вывод о пригодности такого ограждения необходимо провести сравнительный анализ.



Рис.1 – Пример использования ДПК в частном строительстве

Одним из наиболее популярных и хорошо зарекомендовавших себя вариантов является бетонное и железобетонное ограждение (Рис. 2

а, б). Оно обеспечивает требуемую безопасность, устойчиво к механическим повреждениям и погодным условиям. К недостаткам можно отнести большой вес (до 4,5 т на 1 секцию) и невозможность гашения энергии удара при ДТП. Так же важно обратить внимание на возможность сопротивляться антигололедным реагентам и ремонтпригодность.

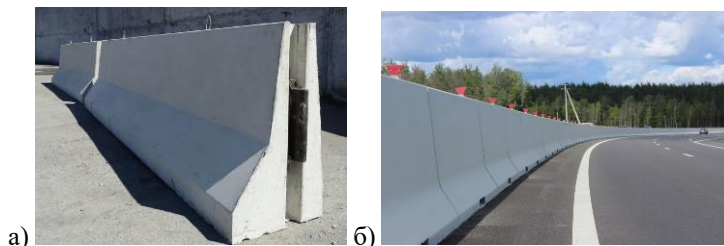


Рис. 2 – Парапетное бетонное ограждение типа «Нью-Джерси»

Другим популярным материалом для ограждающих конструкций является металл (Рис. 3 а, б). Стальные конструкции обладают высокой прочностью, гибкостью и долговечностью. Такие ограждения легко монтируются, имеют меньшие габариты и вес в сравнении с ограждением, выполненным из бетона. Отличительной особенностью является возможность гашения энергии удара при наезде транспорта, однако после этого в большинстве случаев ограждение полностью выходит из строя и будет подлежать замене. Как и в случае с бетоном, металл нуждается в защите от негативного воздействия окружающей среды и плохо справляется с антигололедными реагентами, под воздействием которых пропадает архитектурный вид и ухудшаются прочностные свойства.

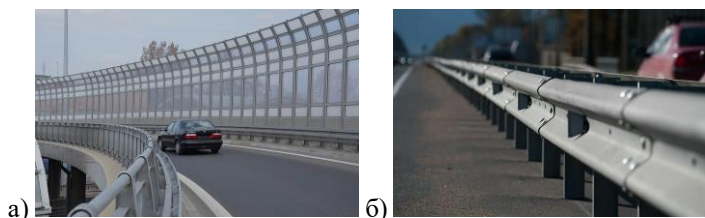


Рис. 3 – Примеры ограждений выполненных из стали

Для дорожной отрасли древесно-полимерный композит является новым материалом. ДПК изготавливается из древесных волокон и термопластичных полимеров, что делает его более экологически

чистым вариантом по сравнению с бетонными и металлическими конструкциями. Ограждающая конструкция из ДПК будет обладать фактурой натурального дерева, и выглядеть современно (Рис. 4), при этом без недостатков древесины - гниения, проблем с плесенью, пожаробезопасностью и т.д. Использование качественных красителей позволит обеспечить стойкий цвет даже при длительном воздействии ультрафиолета.

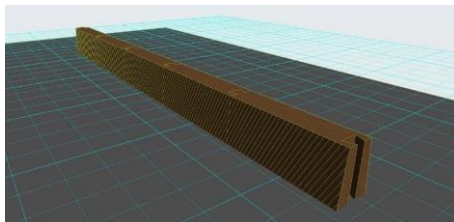


Рис. 4 – Предварительный вариант модульного ограждения из ДПК

Проводя сравнение механических характеристик материалов можно наблюдать, что ДПК в отличие от металла и бетона (ж/б) имеет малое водопоглощение и низкую плотность. В таблице 1 приведены результаты сравнения [3], [4].

Таблица 1 – Результаты сравнения материалов

Характеристика	Бетон (ж/б)	Металл	ДПК
Модуль упругости	20-40 ГПа	200 ГПа	1-3 ГПа
Ударная вязкость	0.1-0.5 кДж/м ²	40-60 кДж/м ²	6.4 кДж/м ²
Прочность на растяжение	2-5 МПа	400-550 МПа	20-50 МПа
Прочность на сжатие	20-40 МПа	250-350 МПа	30-80 МПа
Водопоглощение	4.2 %	0 %	0.005-0.025 %
Плотность	2400 кг/м ³	7850 кг/м ³	900–1300 кг/м ³
Температурная устойчивость	–40 до +70 °С	–40 до +425 °С	–40 до +80 °С
Устойчивость к ультрафиолету	Низкая	Высокая	Высокая
Устойчивость к коррозии	Средняя (подвержен растрескиванию)	Низкая (ржавеет)	Высокая

Для улучшения прочностных показателей ДПК возможно сочетание традиционных и новых материалов. Например, установка металлического сердечника в ограждение из ДПК (Рис. 5).

Комбинирование этих материалов позволит лучше поглощать и распределять нагрузки от ударов.

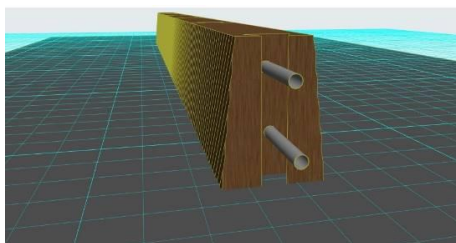


Рис. 5 – Конечный конструктивный вариант ограждения из ДПК

Таким образом, модульные ограждения, выполненные из древесно-полимерного композита (Рис. 6 а, б, в, г) представляют собой инновационное решение в области дорожного строительства, сочетающее в себе лёгкость, прочность, экологичность и высокие эстетические качества. Вышеописанные преимущества могут сделать их предпочтительным выбором по сравнению с традиционными бетонными и металлическими ограждениями, что стимулируют продолжение исследований и разработок в данной области.

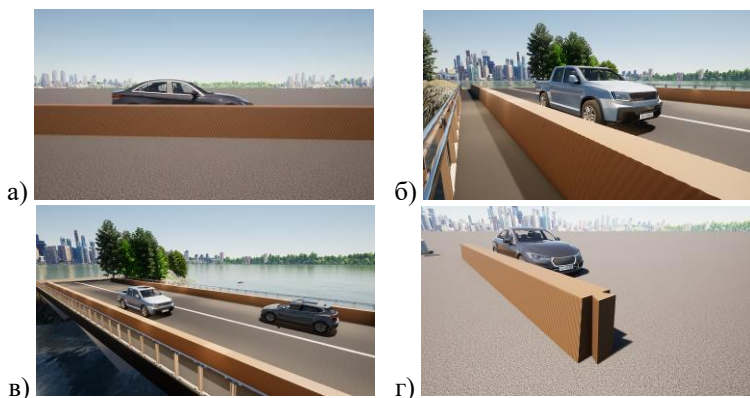


Рис. 6 – Итоговый вариант модульного ограждения из ДПК

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дорожные ограждения: современные решения для повышения безопасности движения / К.П. Андреев, С.Н. Борычев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Грузовик. – 2021. – № 6. – С. 43-48. – EDN JXOXJJ.

2. Тавшавадзе, Б.Т. Перспектива применения парпетных дорожных ограждений. Современные методы их расчета / Б.Т. Тавшавадзе, А.Г. Локить // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2022. – № 2(32). – EDN SZMJSM.

3. Нигородов, П.В. Применение полимерных материалов в железобетонном мостостроении / П.В. Нигородов // Фундаментальные и прикладные исследования молодых учёных : Сборник материалов V Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Омск, 04–05 февраля 2021 года. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2021. – С. 196-201.

4. Мацевич, Т.А. Механические свойства террасной доски на основе полиэтилена, полипропилена и поливинилхлорида / Т.А. Мацевич, А.А. Аскадский // Строительство: наука и образование. – 2017. – Т. 7, № 3(24). – С. 5. – DOI 10.22227/2305-5502.2017.3.4.

5. Safewood [сайт] // Доклад «Свойства материалов на основе древесно-полимерных композитов (ДПК), производимых компанией Savewood», ВИАМ, 1 марта 2019 года – URL: <https://www.savewood.ru> (Дата обращения: 22.10.2024)

УДК 656.025.2

Рассоха А.Д.

***Научный руководитель: Куликов А.В., канд. техн. наук, доц.
Волгоградский государственный технический университет,
г. Волгоград, Россия***

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОГО УЗЛА В Г. МАРИУПОЛЬ

Мариуполь, город расположенный на юге Донбасса, на берегу Азовского моря в устье рек Кальчик и Кальмиус, начинает свою историю с 1978 г. под названием г. Павловск. До начала XIX ст. Мариуполь развивался как кораблестроительный город для морского судоходства. Значимым событием стало строительство торгового порта (1886-1889 гг.), который занимал второе место на юге Российской империи после Одессы, а также развитие железнодорожной сети. В то время были также возведены два крупных металлургических предприятия: «Никополь-Мариупольское горное и металлургическое общество» (рис.1) и металлургический завод бельгийского общества «Провианс».



Рис.1 – Металлургическое предприятие «Никополь»

Сегодня Мариуполь – второй по значимости город Донецкой области (территории ДНР). До 2022 г. был крупным промышленным городом и «металлургической столицей». Основные отрасли промышленности включают черную металлургию, машиностроение и металлообработку («Азовсталь», завод им. Ильича, «Азовмаш» и др.)

Строительство новых жилищно-гражданских и промышленных объектов имеет большое значение для экономического развития г. Мариуполь. Это приводит к созданию новых рабочих мест и улучшению качества жизни людей, что, в частности, способствует росту населения в городе. На рис. 2 показана динамика численности населения.



Рис. 2 – Численность населения в г. Мариуполь

Административно-территориальное деление города включает в себя четыре жилых района (табл. 1).

Таблица 1 – Районы в пределах городской черты г. Мариуполь (2024 г.)

Название районов	Численность, тыс. чел.	Площадь, км ²
Ильичевский	60	138,7
Орджоникидзевский	75	35,5
Приморский	40	23
Жовтневый	120	46,6

Районы подразделяются на жилые и промышленные. На территории Ильичевского района расположены крупные промышленные предприятия, в то время как важные административные, культурные и научные сооружения расположены в Жовтневом районе. На рис. 3 приведена карта административного деления города.

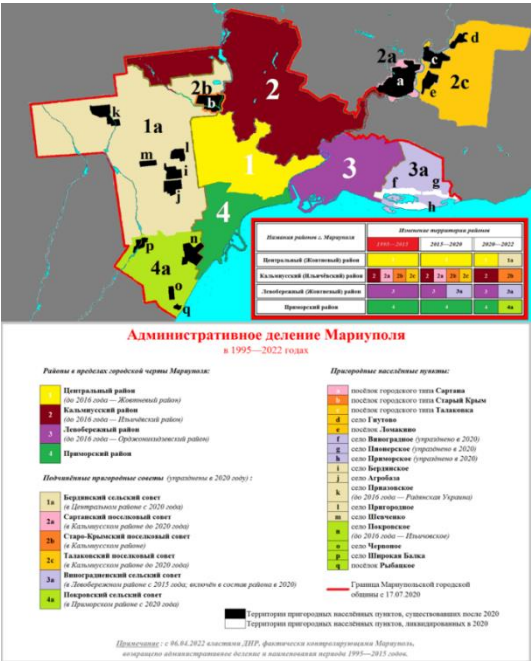


Рис.3 – Административное деление г. Мариуполь (<https://ru.wikipedia.org>)

Через Мариуполь проходят две федеральные трассы – М-4 «Дон» и Р-280 «Новороссия» (рис. 4) по маршруту: «Ростов-на-Дону – Мариуполь – Мелитополь – Симферополь».

Морские пассажирские маршруты запустят из Ростовской области в присоединенные территории с 2026 г., по направлению: «Ростов-на-Дону – Таганрог – Мариуполь – Бердянск».



Рис.4 – Трасса Р-280 «Новороссия»

В Мариуполе в 2024 г. функционируют 8 железнодорожных путей и 3 платформы. Ежедневно осуществляется движение электричек по направлению: «Мариуполь – Волноваха».

Транспортная логистика является важной составляющей экономики города. Для стимулирования развития инфраструктуры и привлечения инвестиций необходимо организовать грузоперевозки с использованием современного подхода – мультимодальности [1, 2].

Мариупольский морской порт (рис. 5) является крупнейшим портом на побережье Азовского моря (до 2022 г. ежегодный грузооборот приравнявался к 6,5 млн т, основные перевозимые грузы – металл, кокс, уголь, зерновые культуры и др.).

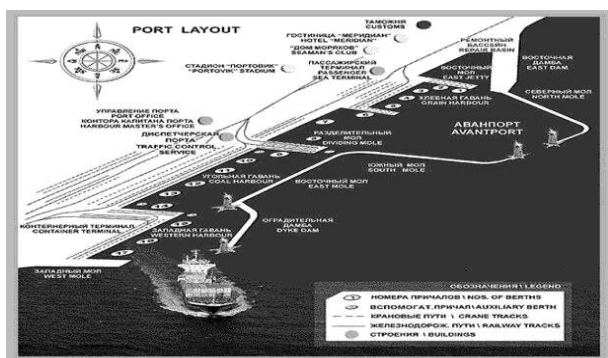


Рис. 5 – Мариупольский морской торговый порт

Грузооборот портов Черноморско – Азовского бассейна представлен в табл. 1. В настоящее время порты Мариуполь и Бердянск являются быстро развивающимися портами РФ, с формирующимися новыми мультимодальными связями (табл. 2).

Таблица 1 – Грузооборот портов Черноморско – Азовского бассейна

Наименование порта	Грузооборот (1913 – 2023 гг.), млн т				
	1913	1972	2021	2022	2023
Новороссийск	1,9	26,7	95,50	147,40	161,4
Туапсе	-	8,6	24,7	21,70	24,78
Кавказ	-	-	33,60	33,29	44,10
Азов	-	-	10,20	7,90	-
Ейск	-	-	4,27	4,24	4,36
Таганрог	-	-	2,90	2,90	-
Темрюк	-	-	4,56	4,39	3,81
Тамань	-	-	35,86	41,28	40,39
Мариуполь	1,6	-	6,78	-	0,15
Бердянск	-	-	1,51	-	0,224

Географическое расположение города на пересечении транспортных развязках способствует созданию крупных логистических терминалов, обеспечивающих доставку грузов в другие населенные пункты и в международные направления [3].

С 2023 г. в Мариупольском морском торговом порту функционирует логистический терминал, предназначенный для хранения крупногабаритной техники и строительных материалов перед их отправкой на строительные объекты города [4, 5].

Таблица 2 – Сравнительная характеристика портов Черноморско – Азовского бассейна

Наименование порта	Площадь территории, га	Площадь акватории, км ²	Мультимодальность		Количества причалов, ед.	Длина причальной линии, км
			АТ	ЖД		
Новороссийск	282,68	344	+	+	88	8,3
Туапсе	79,6	25,18	+	+	34	5,7
Кавказ	46,5	36,3	+	+	10	1,38
Азов	130,05	17,4	+	+	35	4,9
Ейск	68,51	0,87	+	+	15	2,3
Таганрог	54	9,76	+	+	11	1,8
Темрюк	229,2	22,68	+	+	22	2,83
Тамань	41,14	99,22	+	+	10	2,64

Мариуполь	24,34	67,6	+	-	22(функционирует 14)	3,9
Бердянск	27,48	0,14	+	-	9(функционирует 6)	1,4

Взаимодействие водного, автомобильного и железнодорожного транспорта заключается в организации мультимодальных перевозок. Это позволяет снизить стоимость и ускорить процесс доставки, а также обеспечить сохранность грузов. Изучение исторических событий с точки зрения развития транспортной отрасли способствуют формированию в новых реалиях концепции «Шелкового пути». При этом автомобильному транспорту отводится главная роль в эффективном продвижении материальных потоков [6, 7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вальковская, А.А. Моделирование транспортного процесса в логистической системе обеспечения потребителей крупного города продукцией (клей обойный) химического предприятия / А.А. Вальковская, А.В. Куликов // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – № 4-2(79). – С. 58-67. – DOI 10.33979/2073-7432-2022-2(79)-4-58-67. – EDN LQJCGY.

2. Экономически обоснованная оптимизация потоковых процессов при организации перевозок на объекты полуострова Крым / А.В. Куликов, М.А. Ефимов, Д.Х. Халбаев, Ю.С. Солтанов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2022. – Т. 10, № 1(56). – С. 57-74. – DOI 10.34220/2308-8877-2022-10-1-57-74. – EDN DYEPLC.

3. Куликов, А.В. Организация международных перевозок на примере Волгоградской области / А.В. Куликов, А.М. Брынов // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия: Наземные транспортные системы. – 2004. – № 3. – С. 132-134. – EDN НТКВNT.

4. Рассоха, А. Д. Анализ использования самосвалов на базе шасси КАМАЗ в строительстве жилищно-гражданских и промышленных объектов г. Мариуполь / А.Д. Рассоха, А.В. Куликов // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. – 2024. – № 2. – С. 28-32.

5. Рассоха, А.Д. Анализ технико-экономических показателей самосвалов на базе шасси КАМАЗ в технологических схемах перевозки строительного груза / А.Д. Рассоха, В.А. Лопатина // Конкурс НИРС

ВолгГТУ : тезисы докладов, Волгоград, 22–26 апреля 2024 года. – Волгоград: ВолгГТУ, 2024. – С. 116-117.

6. Исследование организации функционирования транспорта в международной логистической системе доставки каустической соды из Волгограда в Бишкек / А.В. Куликов, Б. Советбеков, А.А. Вальковская, А.А. Куликов // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. – 2022. – Т. 22, № 12. – С. 49-61. – DOI 10.36979/1694-500X-2022-22-12-49-61.

7. Куликов, А.В. Повышение эффективности мультимодальных перевозок химической продукции из волгоградской области в ближнее и дальнее зарубежье / А.В. Куликов, П.А. Павлов, А.А. Куликов // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2022. – Т. 19, № 6(88). – С. 858-877. – DOI 10.26518/2071-7296-2022-19-6-858-877.

УДК 656.051

Румянцева К.О.

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

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕРОВНОСТЕЙ НА ДОРОГАХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Искусственная неровность, также известная как «лежачий полицейский» или «скоростной барьер», представляет собой одно из самых эффективных средств регулирования скорости автомобилей в городской среде. Главная цель установки искусственных неровностей заключается в том, чтобы снизить скорость транспортного потока на определённом участке дороги, где существует высокий риск аварий или где присутствует значительное количество пешеходов [1]. Такие участки могут включать территории возле школ, детских садов, больниц, парков, жилых комплексов или других мест с повышенной пешеходной активностью. Эти неровности часто используются в жилых зонах, где превышение скорости автомобилями может представлять серьёзную опасность для пешеходов, особенно для детей. Установка искусственных неровностей в таких местах оправдана не только с точки зрения безопасности, но и с позиции уменьшения шумового загрязнения и создания более комфортной городской среды.

Принцип их размещения должен основываться на анализе дорожной ситуации и оценке рисков на конкретных участках дороги. Перед установкой необходимо провести исследования, направленные на выявление потенциальных угроз для пешеходов и водителей, а также на оценку средней скорости движения автомобилей на данных отрезках. В зависимости от типа дороги и её функционального назначения (например, магистраль или жилой район) выбирается соответствующий тип искусственной неровности [2]. Разновидности таких неровностей варьируются от более плавных, которые предназначены для минимального замедления скорости, до крутых барьеров, заставляющих водителей полностью притормаживать.

Искусственные неровности на дороге стали популярными благодаря своей эффективности и простоте установки. По сути, они представляют собой возвышение над уровнем дороги, которое водителям необходимо преодолеть на минимальной скорости, чтобы избежать неприятных ощущений или повреждений автомобиля. Это искусственное препятствие работает на чисто механическом уровне – физически вынуждая водителей замедляться, так как проехать искусственную неровность на высокой скорости может быть некомфортно или даже опасно как для автомобиля, так и для его пассажиров. Такой метод контроля скорости особенно важен в местах, где традиционные меры, такие как дорожные знаки или камеры, могут быть недостаточно эффективными или не всегда обеспечивать желаемый результат.

В международной практике использование искусственных неровностей также распространено. В таких странах, как Великобритания, Германия и США, они являются неотъемлемой частью концепции «traffic calming», которая направлена на снижение скоростей движения в густонаселённых районах, что способствует уменьшению числа аварий и инцидентов с участием пешеходов. В этих странах используются различные типы искусственных неровностей, включая как классические возвышения, так и более сложные конструкции, предназначенные для контроля движения. Мировая практика показывает, что эти средства регулирования скорости могут быть адаптированы под различные дорожные условия, культурные и транспортные особенности той или иной страны.

В Белгороде, как и в других российских городах, установка искусственных неровностей стала популярной мерой по обеспечению безопасности на дорогах. С развитием городской инфраструктуры и увеличением количества транспортных средств, важность применения таких мер возрастает. Учитывая активное строительство жилых

районов и социальных объектов, количество мест, требующих особого контроля скорости, увеличивается. В результате, они стали неотъемлемой частью системы безопасности дорожного движения в городе, особенно на второстепенных дорогах, вблизи школ, парков и других мест, где движение пешеходов интенсивно.

С одной стороны, искусственные неровности представляют собой важный элемент системы регулирования дорожного движения, который может значительно сократить количество аварий и травм, связанных с превышением скорости. С другой стороны, их неправильное или чрезмерное размещение может создавать новые проблемы – от замедления движения на ключевых транспортных артериях до неудобств для экстренных служб, которые вынуждены тратить больше времени на преодоление таких препятствий. Таким образом, важнейшей проблемой становится не только необходимость установки искусственных неровностей, но и грамотное планирование их расположения, чтобы они не нарушали общую транспортную логику города, а действовали эффективно там, где это действительно необходимо.

При анализе эффективности применения искусственных неровностей, важно учитывать несколько ключевых факторов:

- снижение скорости;
- безопасность пешеходов;
- влияние на транспортный поток;
- влияние на окружающую среду;
- соблюдение норм и правил при их установке.

В разных странах подход к их использованию может отличаться, но основная цель всегда одна – повышение безопасности и контроль скоростного режима. На круговой диаграмме (рис. 1) представлено процентное соотношение ключевых факторов, влияющих на установку и использование искусственных неровностей в городской среде [2].



Рис. 1 – Анализ факторов влияния искусственных неровностей

Планирование использования искусственных неровностей должно учитывать ряд факторов. Прежде всего, необходимо тщательно прорабатывать места их установки, чтобы они не создавали излишних препятствий для транспорта на ключевых дорогах или магистралях. Также стоит обращать внимание на качество и тип искусственных неровностей, используя современные решения, которые позволяют сохранять эффективность при меньшем воздействии на транспортный поток и окружающую среду. Важно учитывать и международный опыт, где всё чаще применяются «скоростные подушки» или «змейки», которые позволяют транспортным средствам, таким как автобусы и экстренные службы, минимизировать замедления при проезде.

Важно также учитывать влияние искусственных неровностей на различные аспекты безопасности и комфорта движения. Главным преимуществом искусственных неровностей является их способность принудительно снижать скорость транспортных средств на опасных участках дорог. Исследования показывают, что в местах установки «лежачих полицейских» количество аварий сокращается на 30-40 % [3].

Планирование на будущее должно предусматривать развитие комплексного подхода к регулированию дорожного движения, в который наряду с искусственными неровностями будут включаться и другие меры «traffic calming», такие как узкие дороги, островки безопасности, а также использование современных технологий для контроля скорости. Важно также учитывать обратную связь от жителей города и местных сообществ, что позволит более точно определять зоны, где установка подобных неровностей действительно необходима.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новиков И.А., Воля П.А. Технические средства организации дорожного движения: Учебное пособие: Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2009. – 301 с.
2. Кущенко, Л.Е. Организация дорожного движения: учеб. пособие / Л.Е. Кущенко, С.В. Кущенко, И.А. Новиков, П.А. Воля, – Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. – 205 с.
3. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения. URL: <http://stat.gibdd.ru>.

Савенкова А.Ю.

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

ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА АВАРИЙНОСТЬ: АНАЛИЗ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ

Транспортная инфраструктура играет ключевую роль в обеспечении безопасности дорожного движения, особенно когда речь идет о пешеходных переходах. Переходы являются зоной пересечения пешеходов и транспортных средств, что делает их потенциально опасными местами. Качество и расположение пешеходных переходов оказывают значительное влияние на частоту наездов на пешеходов, а неправильное проектирование может привести к увеличению аварийности. Рассмотрим, как различные аспекты инфраструктуры переходов способствуют или препятствуют безопасности пешеходов.

Качество пешеходного перехода определяется несколькими параметрами: четкая разметка, наличие знаков, светофоров и искусственного освещения. Все эти элементы помогают водителям своевременно обнаруживать пешеходов и снижать скорость при приближении к переходу.

Некачественная разметка или ее отсутствие может стать причиной того, что водитель просто не заметит пешеходов на дороге. По данным исследований, нерегулируемые переходы с плохо видимой разметкой способствуют увеличению риска наездов на пешеходов на 25-30%. Водители могут не учитывать скорость движения, что увеличивает вероятность серьезных аварий.



Рис. 1 – Хорошо спроектированный пешеходный переход.

Современные технологии помогают улучшить видимость пешеходных переходов. Например, использование светоотражающих материалов для разметки или установка светодиодных ламп, подсвечивающих переход, значительно снижают риск ДТП в темное время суток. Такие меры повышают вероятность того, что водитель вовремя заметит пешехода и снизит скорость.

Правильное расположение пешеходных переходов — еще один важный фактор, влияющий на безопасность. Важно, чтобы переходы располагались в местах с наибольшей концентрацией пешеходов и на тех участках, где автомобилисты могут заранее подготовиться к снижению скорости. Ошибки в выборе местоположения переходов могут привести к тому, что водители не успевают среагировать на пешеходов, что увеличивает частоту наездов.

Например, переходы, расположенные слишком близко к перекресткам или на поворотах, затрудняют водителям обзор и снижают их способность вовремя заметить пешеходов. Особенно опасны участки с ограниченной видимостью, такие как холмы или повороты с узкими дорогами. В таких местах, даже при хорошей разметке, водителям может быть сложно быстро среагировать на появление пешехода.

С другой стороны, установка переходов на прямых и хорошо освещённых участках позволяет водителям лучше контролировать ситуацию. Улицы с регулируемыми пешеходными переходами, где установлены светофоры или мигающие сигналы, помогают водителям вовремя снизить скорость и остановиться перед переходом, что снижает риск ДТП.

Нерегулируемые пешеходные переходы являются наиболее опасными зонами для пешеходов. По данным статистики, на таких переходах происходит около 50% всех наездов на пешеходов. Водители часто игнорируют нерегулируемые переходы, не снижая скорость перед ними, что приводит к увеличению количества аварий.

Одной из причин высокой аварийности на нерегулируемых переходах является отсутствие четкого сигнала для водителей о необходимости остановиться. Многие переходы, особенно в небольших городах и сельских районах, не оборудованы светофорами или знаками, что делает их невидимыми для водителей, особенно ночью или в условиях плохой видимости. Водители могут не успеть среагировать на появление пешеходов, а в сочетании с превышением скорости это приводит к серьёзным последствиям.

Освещение — еще один важный элемент, влияющий на безопасность пешеходных переходов. Недостаток освещения на

переходах приводит к тому, что водители поздно замечают пешеходов, особенно в вечернее и ночное время. Плохая видимость увеличивает время реакции водителя, что делает переходы менее безопасными.

Исследования показывают, что пешеходные переходы, оснащенные качественным освещением, снижают риск наезда на пешеходов на 40%. Важно, чтобы освещение не только выделяло переход, но и делало пешеходов более заметными для водителей. Внедрение интеллектуальных систем освещения, которые усиливают подсветку при приближении пешехода, становится одним из эффективных методов повышения безопасности.

Во многих странах мира активно внедряются инновационные решения для повышения безопасности пешеходных переходов. Одним из наиболее известных примеров является система "умных" пешеходных переходов в Нидерландах. Эти переходы оснащены датчиками, которые активируют освещение или сигналы при приближении пешехода. Это позволяет водителям заранее увидеть пешехода и снизить скорость. Такие решения доказали свою эффективность, снизив количество аварий на пешеходных переходах на 25-30%.

Другой пример — Швеция, где применяются широкие и хорошо освещённые переходы с искусственными неровностями для ограничения скорости. Эти меры существенно повысили безопасность пешеходов, особенно в зонах рядом с детскими садами и школами. Переходы с поднятой поверхностью или "лежачими полицейскими" заставляют водителей снижать скорость, что минимизирует вероятность серьезных наездов.

Качество и расположение пешеходных переходов играют решающую роль в обеспечении безопасности пешеходов. Хорошо спроектированные переходы, оснащенные качественной разметкой, знаками, светофорами и освещением, значительно снижают риск наездов на пешеходов. Напротив, нерегулируемые и плохо освещённые переходы представляют серьёзную опасность как для пешеходов, так и для водителей.

Опыт других стран показывает, что инвестиции в транспортную инфраструктуру, направленные на улучшение пешеходных переходов, приводят к значительному снижению уровня аварийности. Важно, чтобы города и регионы активно внедряли современные решения для повышения безопасности на дорогах, обеспечивая более комфортные и безопасные условия для пешеходов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

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

2. Кущенко Л.Е., Бобешко А.С., Мазнев Е.С. Виды и элементы безопасности транспортных средств // Сб. материалов XI международной научно-практической конференции «Организация и безопасность дорожного движения», Тюмень ТИУ, 2018, С. 39-43.

3. Кущенко Л.Е. Шатова Ю.С. Обеспечение безопасности на автомобильном транспорте // Сб. IV Міжнародної науково-практичної конференції «Безпека на транспорті – основа ефективної інфраструктури: проблеми та перспективи», Харьков. 2019, С. 24-27.

4. Кущенко Л.Е. Семенова Е.Д. Развитие автомобилестроения: от колеса до современного автомобиля // Сб. статей XI Международной научно-технической конференции «Современные автомобильные материалы и технологии», Курск, 2019, С. 316-318.

5. Кущенко Л.Е. Совершенствование организации дорожного движения посредством применения интеллектуальных транспортных систем // Мир транспорта и технологических машин, 2021, № 3(74). С. 83-91.

УДК 656.055

Савенкова А.Ю.

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

ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОСВЕЩЕНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТЫ СНИЖЕНИЯ АВАРИЙНОСТИ НА ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДАХ

Образование и просвещение являются одними из ключевых инструментов в борьбе за снижение аварийности на дорогах, особенно на пешеходных переходах. Когда водители и пешеходы осведомлены о правилах дорожного движения и о том, как важно следовать этим правилам, это значительно уменьшает риск наездов и других инцидентов. Эффективные образовательные программы могут изменить поведение участников дорожного движения, улучшая общую безопасность и снижая количество ДТП на пешеходных переходах.

1. Образование водителей: осознанность и ответственность

Образование водителей – это первый шаг к снижению аварийности на дорогах. Будущие водители получают знания о правилах дорожного движения и поведении на дороге через обязательные курсы в автошколах. Однако обучение не должно заканчиваться получением водительского удостоверения. Необходимо внедрение регулярных программ повышения квалификации для водителей, чтобы поддерживать их осведомленность о новых правилах, изменениях в инфраструктуре и современных системах безопасности.

Курсы повышения квалификации для водителей должны охватывать темы, такие как:

- Особенности движения вблизи пешеходных переходов.
- Повышение внимания к уязвимым участникам движения — пешеходам, детям и пожилым людям.
- Правила поведения в сложных погодных условиях и в условиях плохой видимости.

Особое внимание стоит уделить просвещению водителей о важности соблюдения скоростного режима в зонах, где находятся пешеходные переходы. Скорость — один из главных факторов, влияющих на последствия аварий с пешеходами. При снижении скорости у водителя остается больше времени для реакции, что может предотвратить наезд.

2. Программы для пешеходов: обучение правильному поведению

Пешеходы, как и водители, должны быть осведомлены о своих обязанностях и правилах безопасного поведения на дороге. Важно проводить регулярные образовательные кампании для пешеходов, особенно для тех групп, которые чаще всего оказываются в зоне риска: дети, пожилые люди и люди с ограниченными возможностями.

Школьные программы безопасности дорожного движения — эффективный инструмент для раннего воспитания ответственных пешеходов. В школах можно проводить практические занятия, где дети учатся правильно переходить дорогу, использовать светофоры и понимать, как работает пешеходный переход. Внедрение таких программ с ранних лет помогает сформировать у ребенка правильные привычки поведения на дороге.

Для взрослых пешеходов важно развивать культуру дорожной осмотрительности через общественные кампании и информационные материалы. Важно не только знать, как и где переходить дорогу, но и понимать, что соблюдение правил на пешеходных переходах снижает риск для всех участников дорожного движения.

3. Совместные образовательные программы для водителей и пешеходов

Эффективность образовательных программ возрастает, когда они направлены на обе группы участников дорожного движения. Совместные образовательные инициативы для водителей и пешеходов помогают каждому лучше понимать поведение другой стороны, что улучшает их взаимодействие.

Социальные кампании с участием водителей и пешеходов могут включать следующие аспекты:

- Видеоролики и плакаты, разъясняющие важность соблюдения правил и взаимного уважения на дороге.
- Примеры того, как неправильное поведение на пешеходных переходах приводит к трагическим последствиям.
- Интерактивные тренинги или мероприятия, которые показывают, насколько важно быть внимательным на дороге.

Один из успешных примеров таких программ — социальные кампании, направленные на привлечение внимания к проблеме отвлечения водителей и пешеходов на мобильные телефоны. Использование телефонов во время перехода через дорогу или за рулем является одной из частых причин аварий, и программы, направленные на снижение этого поведения, оказываются весьма результативными.

4. Технологическая поддержка образовательных инициатив

Современные технологии предоставляют новые возможности для распространения образовательных программ и информации о безопасности на дорогах. Разработка мобильных приложений, интерактивных карт и других цифровых инструментов позволяет участникам дорожного движения изучать правила безопасности в удобной форме.

Мобильные приложения могут помочь пешеходам безопасно планировать маршруты через зоны с интенсивным движением. Водителям же приложения могут напоминать о необходимости соблюдать скоростной режим и обращать внимание на пешеходные переходы.

Также активно используется виртуальная реальность (VR) для обучения как водителей, так и пешеходов безопасному поведению на дороге. Виртуальные симуляции позволяют моделировать различные дорожные ситуации и обучать пользователей правильному реагированию на них.

5. Влияние общественных кампаний на поведение участников дорожного движения

Общественные информационные кампании играют ключевую роль в формировании культуры безопасного поведения на дороге. Такие кампании, организованные правительством или некоммерческими

организациями, направлены на повышение осведомленности общественности о необходимости соблюдать правила дорожного движения.

Примеры успешных кампаний:

- Кампании с яркими визуальными материалами, размещенными на билбордах и в интернете, которые призывают пешеходов и водителей быть внимательными на пешеходных переходах.

- Видеоролики и тематические программы на телевидении и в социальных сетях, демонстрирующие последствия неосторожного поведения на дороге.

- Призывы от известных личностей или блогеров, которые могут оказывать влияние на широкую аудиторию, особенно среди молодежи.

Такие программы показывают, что даже небольшие изменения в поведении участников движения могут привести к существенному снижению аварийности на дорогах.

6. Необходимость регулярного обновления образовательных программ

Эффективность образовательных программ зависит от их актуальности и систематического обновления. Законы и правила дорожного движения меняются, как и сами технологии в автомобилестроении и транспортной инфраструктуре. Это требует постоянной актуализации образовательных материалов для водителей и пешеходов.

Кроме того, важно учитывать культурные и социальные особенности при разработке программ. Например, в разных странах и городах могут быть свои приоритеты в области безопасности на дорогах. В одном городе будет актуальной проблема использования ремней безопасности, в другом — недостаточная видимость на пешеходных переходах.

Образование и просвещение — это мощные инструменты в борьбе за безопасность на дорогах. Эффективные образовательные программы для водителей и пешеходов помогают улучшить культуру поведения на пешеходных переходах, снижая риск аварий и наездов. Регулярные социальные кампании, совместные инициативы и технологические нововведения могут значительно повысить безопасность всех участников дорожного движения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кущенко Л.Е., Шутов А.И., Воля П.А., Кущенко С.В. Заторовые явления. Возможности предупреждения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, 2013, № 3. С. 166-168.
2. Кущенко Л.Е., Бобешко А.С., Мазнев Е.С. Виды и элементы безопасности транспортных средств // Сб. материалов XI международной научно-практической конференции «Организация и безопасность дорожного движения», Тюмень ТИУ, 2018, С. 39-43.
3. Кущенко Л.Е. Шатова Ю.С. Обеспечение безопасности на автомобильном транспорте // Сб. IV Міжнародної науково-практичної конференції «Безпека на транспорті – основа ефективної інфраструктури: проблеми та перспективи», Харьков. 2019, С. 24-27.
4. Кущенко Л.Е. Семенова Е.Д. Развитие автомобилестроения: от колеса до современного автомобиля // Сб. статей XI Международной научно-технической конференции «Современные автомобильные материалы и технологии», Курск, 2019, С. 316-318.
5. Кущенко Л.Е. Совершенствование организации дорожного движения посредством применения интеллектуальных транспортных систем // Мир транспорта и технологических машин, 2021, № 3(74). С. 83-91.

УДК 614.8.084

Семыкина О.С., Сильченко Д.В.

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

ЭКЗОСКЕЛЕТЫ КАК СРЕДСТВО ПРОФИЛАКТИКИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Современная промышленность предъявляет высокие требования к эффективности труда, что оказывает негативное влияние на состоянии здоровья работников. Производственный травматизм и профессиональные заболевания остаются актуальной проблемой для многих отраслей промышленности, нанося значительный ущерб здоровью работников, работодателям и экономике в целом. Традиционные меры профилактики, такие как обучение, инструктирование и применение средств индивидуальной защиты, не всегда оказываются достаточно эффективными. В связи с этим, все

большее внимание привлекают новые технологии, способные улучшить условия труда и снизить риски для здоровья работников, нагрузку на опорно-двигательный аппарат работника и минимизацию вероятности травматических происшествий [1, 2].

Одним из перспективных направлений в этой области являются экзоскелеты – внешние каркасы, которые способны увеличить физические возможности человека, снизить нагрузку на организм и предотвратить развитие травм и профессиональных заболеваний. Экзоскелеты могут быть применены в качестве профилактического средства для снижения статических и динамических нагрузок на тело работника, что способствует замедлению процессов профессионального старения организма.

Целью статьи является анализ существующих экзоскелетных технологий, оценка их эффективности в целях профилактики производственного травматизма и профессиональных заболеваний, а также выявление перспектив развития данного направления.

Экзоскелеты бывают:

- пассивные, которые не требуют источника питания, их конструкция обеспечивает поддержку и распределение нагрузки;
- активные, которые оснащены двигателями и системами управления, усиливают движение человека и компенсируют его усилия;
- гибридные, которые сочетают элементы пассивных и активных экзоскелетов [2, 3].

Экзоскелеты также способствуют снижению риска развития профессиональных заболеваний. Экзоскелеты, поддерживающие позвоночник и спину, эффективно снижают нагрузку на мышцы и позвоночный столб, что предотвращает развитие остеохондроза и грыж межпозвоночных дисков. Особенно актуально применение экзоскелетов для работников, занятых на работах с поднятием тяжестей, длительной работой в неудобной позе (например, строители, грузчики, монтажники). Снижение нагрузки на суставы, особенно в нижних конечностях, за счет экзоскелетов, способствует профилактике артритов и артрозов. Данная технология особенно актуальна для работников, занятых на работах, требующих длительной ходьбы, стояния или поднятия тяжестей (например, работники складов, повара, медицинские работники). Экзоскелеты, поддерживающие руки и кисти, снижают нагрузку на мышцы и сухожилия, что предотвращает развитие тендовагинита и эпикондилита. Это актуально для работников, занятых на работах, требующих частых и интенсивных движений кистей рук, например, сборщики, машинисты, хирурги [3, 4].

Экзоскелеты, удерживающие кисти в нейтральном положении, предотвращают пережимание нервов и развитие синдрома карпального канала, часто встречающегося у операторов, секретарей, программистов. Применение экзоскелетов для работников, занятых на работах, требующих длительного нахождения в неудобных позах, помогает избежать пережимания нервов и развития невритов и невралгий [3, 4].

В медицинской сфере экзоскелеты также находят свое применение, особенно в реабилитации пациентов с ограниченными возможностями. Однако они также могут использоваться для профилактики профессиональных заболеваний у медицинского персонала. Например, медсёстры и врачи, которые проводят длительное время на ногах или поднимают пациентов, могут использовать экзоскелеты для снижения нагрузки на спину и суставы. Это особенно актуально в отделениях интенсивной терапии и хирургии, где физическая нагрузка на работников значительна [5, 6].

Развитие экзоскелетов для безопасности труда за рубежом идет стремительными темпами, превращаясь в глобальную тенденцию, особенно в отраслях, где работники подвергаются высоким нагрузкам и риску травм. Компания Ekso Bionics разработала экзоскелеты для реабилитации и для рабочих на производстве, которые используются в различных отраслях, включая строительство, автомобильную промышленность и логистику. Компания SuitX предлагает экзоскелеты для нижних конечностей и для верхней части тела, которые помогают снизить нагрузку на работников и повысить их производительность. Японская компания Cyberdyne, известная своими экзоскелетами для реабилитации, также предлагает модели для использования в промышленности. Немецкая компания Ottobock, имеющая опыт в протезировании, разработала экзоскелеты для различных задач, от реабилитации до помощи в работе.

Российская разработка экзоскелетов находится на стадии активного развития. Хотя уже есть некоторые модели, которые успешно применяются в медицине и промышленности (Табл. 1). Однако, с учетом растущего спроса на экзоскелеты, в будущем ожидается активное развитие этого сектора, с появлением более доступных и функциональных моделей.

Таблица 1 – Типы экзоскелетов в РФ

№	Тип экзоскелета	Назначение
Экзоскелеты для корпуса и спины		
1	Экзоскелет для рабочих на производстве (разработка компании «Интеллектуальные Системы»)	предназначен для снижения нагрузки на спину и повышения производительности труда
Экзоскелеты для верхней части тела		
2	Экзоскелет для оператора манипулятора (разработка компании «Инжиниринг»)	предназначен для повышения эффективности труда операторов манипуляторов за счет снижения нагрузки на руки
3	Экзоскелет для сварщиков (разработка компании «Технопарк»)	разрабатывается для снижения нагрузки на спину и руки сварщиков.
Экзоскелеты для нижних конечностей		
4	«Экзоатлет» (разработка компании «Экзоатлет»)	предназначен для реабилитации пациентов после травм и инсультов, а также для помощи людям с ограниченными возможностями
5	«Cybernetic» (разработка компании «Cybernetic»)	разрабатывается как для медицинских целей, так и для промышленного применения
6	Экзоскелет «Робот-экзоскелет» от ГНЦ РФ «Курчатовский институт»	разрабатывается для поддержки работников на производственных линиях и в других сферах, где требуется выполнение повторяющихся движений.
7	Экзоскелет «Нейрон» Разработанный в НИИ «Кибернетика»	предназначен для поддержки работников, занимающихся физическим трудом.

Несмотря на огромный потенциал экзоскелетов для повышения безопасности труда, их массовое внедрение сталкивается с рядом препятствий. Экзоскелеты пока остаются достаточно дорогими, поэтому не каждая компания может себе позволить приобрести такое оборудование, особенно для большого количества сотрудников. Помимо покупки экзоскелета, необходимо учитывать расходы на обучение сотрудников, обслуживание и ремонт оборудования. Некоторые модели экзоскелетов пока не могут полностью удовлетворить потребности конкретных профессий, ограничивая их применение, есть проблема с недостаточным удобством в ношении и использовании, что может вызывать дискомфорт и даже ухудшать рабочие условия, особенно при выполнении задач, требующих высокой

маневренности. Многие экзоскелеты имеют ограниченный срок службы, требуя частой замены и ремонта, что увеличивает стоимость их использования. Также не хватает обученных специалистов по работе с экзоскелетами, что затрудняет их внедрение и обслуживание. Недостатки законодательной базы и сложности в получении сертификатов соответствия могут тормозить процесс внедрения экзоскелетов на рынке.

Таким образом, экзоскелеты представляют собой перспективное направление в области профилактики производственного травматизма и профессиональных заболеваний. С развитием технологий и снижением цены, экзоскелеты станут неотъемлемой частью многих рабочих мест, способствуя повышению производительности, сокращению травматизма и улучшению качества жизни работников.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трубецков, А.Д. Проблемы использования средств индивидуальной защиты в современных условиях / А.Д. Трубецков // Медицина труда и промышленная экология. – 2023. – Т. 63. – №. 5. – С. 336-343.

2. Кондаурова, И.А. Влияние современных технологий на развитие сферы охраны труда: вероятные вызовы и возможности / И.А. Кондаурова // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2021. – №. 2. – С. 69-77.

3. Варлашин, В.В. Подходы к организации системы управления активного промышленного экзоскелета / В.В. Варлашин, О.А. Шмаков // Экстремальная робототехника. – 2022. – № 1(33). – С. 409-415.

4. Гладкова, Ю.А. Эффективность применения экзоскелетов в строительстве / Ю.А. Гладкова // Академическая публицистика. – 2024. – № 6-1. – С. 79-84.

5. Петрова, В.А. Совершенствование системы профилактики травматизма на основе конвергентных технологий цифрового управления обеспечением работников средствами индивидуальной защиты / В.А. Петрова, Е.В. Климова, А.Ю. Семейкин, О.Н. Томаровщенко // Безопасность техногенных и природных систем. – 2024. – Т. 8, № 3. – С. 29-38.

6. Гендлер, С.Г. Оценка перспектив использования промышленных экзоскелетов для снижения тяжести труда в угольной промышленности / С.Г. Гендлер, М.В. Туманов, Е.А. Прохорова, В.Г. Шехманов // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2021. – № 4. – С. 209-222.

*Токарев В.А., Лукьяненко Н.О., Курлыкина А.В., Грищенко М.С.
Научный руководитель: Высоцкая М.А., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СОДЕРЖАНИЯ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ, КАК НЕОБХОДИМОСТЬ

Для автомобильных дорог мостовые сооружения составляют малую часть от их общей протяженности. Однако надежность и долговечность мостов весьма важна для обеспечения бесперебойного функционирования дорожной сети каждого региона. Поэтому, актуальной проблематикой транспортной сети является мониторинг аварийного и предаварийного состояния мостов и путепроводов [1].

В настоящее время в России только на дорогах регионального и межмуниципального значения расположено 35004 мостовых сооружений, а их длина составляет порядка 1754669,75 погонных метров. Важно отметить что во многих отдаленных регионах страны мостовое сооружение является единственным наземным способом связи некоторых населенных пунктов, поэтому поддержание мостов в нормативном состоянии является жизненнонеобходимой задачей повышенной важности. От эффективности реализации мероприятий по обеспечению сохранности мостовых сооружений, другими словами от эффективности управления их эксплуатационным состоянием, надежностью и долговечностью, зависит продолжительность безопасной работы объектов и эффективность эксплуатационных затрат.

Опираясь на материалы статьи [2] можно сформулировать следующие постулаты в части безопасности транспортных сооружений:

- безопасность транспортных сооружений является важным элементом национальной безопасности страны, таким же как энергетическая, промышленная и другие;
- вопросы безопасности транспортных сооружений не должны быть предметом конкурентной борьбы и требуют объединения усилий деятелей различного уровня (инженеров, ученых, руководителей, инвесторов, заказчиков, подрядчиков);
- необходимо оперативно систематизировать усилия по обеспечению комплексной безопасности транспортных сооружений посредством создания научных школ и коллективов, нацеленных на предотвращение наступления аварийных ситуаций на них [3].

Необходимость работ по содержанию и ремонту, а частично и по реконструкции мостовых сооружений, направленность и виды работ, их планирование и сроки реализации связаны и вытекают из состояния эксплуатируемых сооружений [4].

Оказание услуг и выполнение работ по содержанию мостовых сооружений осуществляется в соответствии с Приказом Министерства транспорта РФ от 16 ноября 2012 г. N 402 "Об утверждении Классификации работ по капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог" (с изменениями на 20 марта 2023 года), ГОСТ Р 59200-2021 "Дороги автомобильные общего пользования. Мосты и трубы. Капитальный ремонт, ремонт и содержание. Технические правила". Периодичность проведения видов работ по содержанию автомобильных дорог общего пользования ГОСТ Р 58862-2020 "Дороги автомобильные общего пользования. Содержание. Периодичность проведения" (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 мая 2020 г. N 229-ст) и актуальных изменений и дополнений к ним.

Мостовые сооружения могут быть выполнены с использованием различных материалов. По материалу пролетного строения различают каменные, металлические, бетонные, железобетонные и деревянные мостовые сооружения. Общее количество транспортных сооружений, выполненных из обычного, предварительно напряженного и сталежелезобетона составляет более 90 %, то есть подавляющее количество мостовых сооружений выполнено с применением бетона.

В советские времена при проектировании мостовых сооружений выполнялась привязка текущего объекта к типовому решению [5]. При этом, особенности проектируемого объекта учитывались не полностью. В ситуациях, при которых применялся подобный подход, не учитывались удобства эксплуатации и ремонтпригодность мостового сооружения. Также считалось, что срок службы бетонных мостовых сооружений будет составлять не менее 100 лет, однако реалии показали, что под влиянием условий эксплуатации несущая способность и долговечность мостов значительно ниже.

В настоящее время, срок эксплуатации мостовых сооружений носит рекомендательный характер и закреплён ГОСТ 33178-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Классификация мостов». В данном государственном стандарте прописан срок службы и срок до первого ремонта элемента мостового сооружения. Нормативное закрепление данных пунктов является первым шагом на пути к более качественной и прогнозируемой эксплуатации мостовых сооружений. Особое внимание стоит обратить на то, что при выполнении ремонта

срок службы мостового сооружения увеличивается на меньший период в сравнении с новым строительством. Это связано с тем, что не все дефекты мостового сооружения возможно обнаружить даже при самом тщательном обследовании.

На сегодняшний день, проекты содержания для мостовых сооружений, как правило, разрабатываются только для конструктивно сложных объектов. Более широкое внедрение в содержание мостовых сооружений проектной практики позволит:

- выбрать адекватные технологии производства работ;
- рассчитать необходимые производственные ресурсы;
- рассчитать запас материалов, необходимых для содержания мостового сооружения;
- обосновать затраты контрактов на содержание мостовых сооружений;
- спланировать финансовые потоки, необходимые обслуживающей организации, в зависимости от сезона и срока службы сооружения после ремонта, реконструкции или строительства.

Проект содержания мостового сооружения должен включать в себя следующие разделы:

- общая техническая и транспортно-эксплуатационная характеристика объекта;
- природно-климатическая характеристика района расположения объекта;
- требования к эксплуатационному состоянию и уровню содержания объекта;
- состав и периодичность выполнения работ по содержанию объекта;
- требования к стратегии организации и технологии выполнения работ;
- требуемые материально-технические и трудовые ресурсы;
- характеристика существующей службы содержания;
- основные принципы и требования к организации службы содержания;
- сметная документация.

Особую актуальность приобретает планирование движения финансовых средств. В современных условиях любая финансовая деятельность в дорожной отрасли выполняется в условиях ограниченных ресурсов и бюджета [6]. Тем не менее, своевременное содержание мостовых сооружений на автомобильных дорогах имеет ключевое значение по нескольким причинам:

- мостовые сооружения находящиеся в ненормативном состоянии представляют угрозу для водителей и пассажиров, так как их несущая способность может быть снижена. Трещины, коррозия и другие повреждения могут привести к обрушению или деформации моста, а также стать причиной серьезных аварий;

- регулярное и качественное обслуживание позволяет избежать серьезных повреждений и, следовательно, дорогостоящих ремонтов в будущем [7];

- закрытие моста на длительный ремонт может привести к значительным неудобствам для водителей и транспортных компаний. Качественное содержание сокращает время простоя и гарантирует доступность дорог;

- обслуживание мостовых сооружений создает рабочие места в строительной отрасли и поддерживает местную экономику

- мосты являются важными элементами транспортной инфраструктуры, обеспечивающей бесперебойные поставки товаров и услуг, что имеет решающее значение для экономики региона.

В целом, качественное содержание мостовых сооружений является важнейшей составляющей обеспечения безопасности, эффективности и устойчивого развития автомобильных дорог. Это требует комплексного подхода, который включает в себя регулярные осмотры, своевременные ремонты, применение современных технологий и экологических решений. Например для получения полной и всесторонней оперативной информации о состоянии мостовых сооружений на автомобильных дорогах с целью принятия оптимальных технических решений по режиму эксплуатации, установлению первоочередности ремонтных мероприятий и оптимальности инвестиций в транспортные сооружения может применяться технология информационного моделирования, которая позволяет инженерам создавать наглядную 3D-модель объекта. Эта модель будет содержать в себе информацию о фактическом состоянии конструкций сооружения на момент проведения диагностики и в процессе мониторинга. В дальнейшем данную модель можно будет использовать для проведения будущих исследований или в ходе дальнейшей эксплуатации объекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Высоцкая М.А. и др. Одежда ездового полотна мостового сооружения // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2021. – №. 4. – С. 21-35.

2. Пономарев В.Н. и др. О необходимости системного подхода к научным исследованиям в области комплексной безопасности и предотвращения аварий зданий и сооружений //Мониторинг. Наука и безопасность. – 2014. – №. 1. – С. 13.

3. Майстренко И.Ю. и др. Аварии и разрушения мостовых сооружений, анализ их причин. Часть 1 //Транспортные сооружения. – 2017. – Т. 4. – №. 4. – С. 11-11.

4. Бокарев С.А. и др. Содержание и реконструкция мостов и водопропускных труб на железных дорогах. – 2019.

5. Овчинников И.Г., Овчинников И.И. Дорожная одежда на мостовых сооружениях: отечественный и зарубежный опыт //Вестник евразийской науки. – 2014. – №. 5 (24). – С. 67.

6. Москвич В.К., Нененко М.В. Анализ актуальности и проблем оценки состояния мостовых сооружений //Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2016. – №. 3. – С. 68-75.

7. Аверченко Г.А. и др. Пути повышения качества содержания, ремонта, реконструкции и строительства мостовых сооружений //Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2021. – №. S3. – С. 36-48.

УДК 629.331.5

Топский А. А., Бычкова К.А.

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

Белгородский государственный технологический университет

им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ РАЗВИТИЯ БЕСПИЛОТНОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Мир стоит на пороге революции в сфере транспорта, благодаря усилиям автопроизводителей, таких как Tesla, Google, General Motors, Nissan, BMW, Ford и VW, а также китайских компаний, таких как Baidu. Эти компании инвестируют огромные средства в разработку беспилотных автомобилей, таких как Tesla's AutoPilot, Google's Waymo, General Motors' Super Cruise, Nissan's Leaf, BMW's обновляемое программное обеспечение, Ford и VW's сотрудничество с Argo AI и Baidu's эксперименты в Пекине [1].

Однако, несмотря на впечатляющие достижения, на данный момент нет настоящих беспилотных автомобилей, способных безопасно передвигаться в любых условиях. Долгое время термин

"беспилотные автомобили" и "автономные транспортные средства" использовались в широком смысле, охватывая только системы, выполняющие некоторые функции, такие как автоматическая парковка. Это создавало путаницу и некорректные ожидания.

Основные проблемы, с которыми столкнется человечество при появлении беспилотных автомобилей, включают:

- Безработицу: появление полностью автономных транспортных средств неизбежно приведет к сокращению рабочих мест в транспортной сфере, таких как водители грузовиков, такси, автобусов и других транспортных средств. Это может привести к значительным социальным и экономическим изменениям.

- Зависимость от погодных условий: технологии, такие как LiDAR и радар, используемые для "видения" окружающего мира, неэффективны в условиях тумана, дождя или снега. Это ограничивает их возможность и создает серьезные проблемы для разработчиков.

- Хакерские атаки: программы, управляющие беспилотными автомобилями, являются сложными и уязвимыми к взломам. Хакеры могут получить доступ к системам управления, выключить их, изменить траекторию движения или даже взять управление на себя, создавая серьезную угрозу безопасности.

- Правовые вопросы: разработка и использование беспилотных автомобилей поднимает множество правовых вопросов, таких как ответственность за аварии, регулирование движения на дорогах, страхование и ответственность [2].

Однако внедрение беспилотного транспорта сулит множество преимуществ, способных кардинально изменить образ жизни в городах. Одно из главных преимуществ – повышение пропускной способности дорог. В мире беспилотных автомобилей выбор и расчет маршрута полностью автоматизированы, что позволяет с высокой точностью определить самый быстрый и эффективный маршрут, минимизируя время в пути.

Картографическая компания "Here" разрабатывает систему, позволяющую беспилотным автомобилям обмениваться информацией о дорожном состоянии в реальном времени. Это позволяет всем транспортным средствам избегать заторов, оптимизировать маршруты и сократить время в пути для всех участников дорожного движения. Благодаря эффективной системе маршрутизации и обмена данными, беспилотные автомобили будут двигаться плавно и координировано, минимизируя пробки и заторы на дорогах. Это значительно улучшит пропускную способность дорог и сократит стоимость транспортировки грузов и услуг [3].

Беспилотные автомобили отличаются высокой эффективностью топлива и оптимизированным стилем вождения. Они могут сократить количество используемого транспорта на 90%, а также значительно снизить выбросы вредных веществ в атмосферу, улучшая качество жизни в городах. Каждый беспилотный автомобиль может убрать с улиц от 10 до 30 частных транспортных средств, освобождая многомиллионные парковочные места для развития городской инфраструктуры.

Беспилотные автомобили оборудованы сложными системами безопасности и могут реагировать на ситуации на дороге гораздо быстрее и точнее, чем человек, снижая риск аварий и создавая более безопасные условия для всех участников дорожного движения. Они также открывают новые возможности для людей с ограниченными возможностями, позволяя им самостоятельно передвигаться по городу [3,5].

Однако, несмотря на достоинства системы, есть факторы, которые способствуют и препятствуют развитию беспилотного транспорта.

Факторы, способствующие развитию беспилотных транспортных средств (БПТС):

- Развитие технологий. Распознавание образов – прорыв в этой области позволяет БПТС "видеть" мир и ориентироваться в пространстве, анализировать дорожную обстановку и принимать решения. Сенсорные технологии. Лидары, радары, камеры и другие датчики предоставляют БПТС всестороннюю картину окружения, что является ключевым для безопасного движения. Системы контроля и автоматизации. Сложные алгоритмы и программное обеспечение управляют движением БПТС, обеспечивая точное следование заданным маршрутам и правилам дорожного движения. Стандарты беспроводного взаимодействия: V2V (Vehicle-to-Vehicle) и V2I (Vehicle-to-Infrastructure) коммуникации позволяют БПТС обмениваться информацией между собой и с дорожной инфраструктурой, оптимизируя движение и избегая аварий.

- Концепция "умного города". Беспилотный транспорт идеально вписывается в концепцию "умного города", где транспортные потоки регулируются интеллектуальными системами, а данные о движении собираются и анализируются для оптимизации городского пространства.

- Обеспечение безопасности. Беспилотные транспортные средства, лишённые человеческого фактора, способны снизить количество аварий, поскольку они не подвержены усталости, невнимательности или потере концентрации.

Факторы, ограничивающие развитие БПТС:

- Отсутствие отечественных высокопроизводительных мобильных вычислительных систем: в настоящее время большинство БПТС используют вычислительные системы иностранного производства, что ограничивает развитие отечественных разработок.

- Низкий уровень отечественных электронно-вычислительных технологий: недостаточно развитые отечественные технологии обработки данных и создания программного обеспечения замедляют разработку и внедрение БПТС.

- Высокая стоимость разработок и внедрения. Разработка, тестирование и производство БПТС требуют значительных финансовых вложений, что делает их недоступными для широкого круга потребителей.

- Отсутствие нормативно-правовой базы. Отсутствие четких правил, регулирующих движение БПТС, создает неопределенность и препятствует их массовому внедрению.

- Низкое качество дорожного покрытия и разметки. Плохое состояние дорог, некачественная разметка и сложные климатические условия создают трудности для навигации и могут привести к ошибкам в работе БПТС.

- Протяженность перевозок. В России большая протяженность страны и сложный рельеф местности создают трудности для использования БПТС на дальних расстояниях [4].

Внедрение полностью автономных автомобилей изменит привычный образ жизни людей. Однако развитие этой технологии неизбежно, и человечеству следует подготовиться к новым вызовам. Люди никогда не могли остановить технический прогресс. Компьютеры долгое время вызвали опасения, но сегодня практически каждый человек имеет хотя бы один персональный компьютер или ноутбук. Человечество пережило множество трудовых революций в прошлом, когда автоматизированные лифты лишили работы многих людей, а «умные» станки отправили домой тысячи сотрудников заводов и фабрик. Всё это стало возможным благодаря непрерывной промышленной революции, которая позволила механическим машинам выполнять ручную работу. [1].

Внедрение беспилотного транспорта – это не просто технологический прорыв, а настоящая революция в транспортной системе. Это может привести к кардинальным изменениям в планировании городов, в создании инфраструктуры и в жизни людей. Важным фактором для успешного внедрения беспилотного транспорта является создание необходимой инфраструктуры, разработка

законодательной базы и проведение широкой просветительской работы среди населения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кобылинский, А.Ю. Опасности и перспективы развития беспилотного автомобильного транспорта / А.Ю. Кобылинский // Наука, техника и образование. – 2022. – №. 3 (86). – С. 40-44.
2. Комбаров, М.В. Беспилотные автомобили и повышение качества автомобильного транспорта / М.В. Комбаров, М.А. Севостьянов // Символ науки. – 2017. – №. 5. – С. 222-225.
3. Кисель, Т.Н. Экономическая эффективность применения беспилотного транспорта в автодорожном хозяйстве / Т. Н. Кисель, М.О. Кристаль // Транспортное дело России. – 2019. – № 4. – С. 27-29. – EDN VHMGBZB.
4. Грошев, А.М. Беспилотные транспортные средства: настоящее и будущее / А.М. Грошев, А.В. Тумасов // Транспортные системы. – 2016. – №. 2. – С. 68-84.
5. Шевченко, А.С. Значение электронных систем управления двигателем автомобиля для экологии / А.С. Шевченко, Е.В. Дуганова // Проблемы функционирования систем транспорта. – 2020. – С. 337-339.

УДК 691

Труфанов А.А., Резник Д.И.

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

ЭФФЕКТИВНЫЕ ВЯЖУЩИЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

Среди строительных материалов лидирующее место во всем мире занимает бетон. В мире ежегодно укладывают около 15 млрд. м³ бетона, в 20 веке только в России было использовано более 21 млрд. м³ бетона и железобетона [1-3]. На его производство ушло более 70% всего выпущенного цемента и 30% нерудных строительных материалов. В стоимостном выражении на бетон и железобетон приходится около 60% от стоимости всех применяемых в строительстве материалов. Эффективность работы отрасли производства бетона и железобетона в значительной мере определяет уровень всей промышленности строительных материалов.

Чрезвычайно важно с экологической точки зрения использование в производстве бетона отходов энергетики, металлургии и других отраслей. Накопление этих отходов в России со всеми неблагоприятными последствиями существенно опережает объемы их переработки. Цементная промышленность одна из главных отраслей строительных материалов, где техногенные продукты используются максимально. В качестве сырья широко применяются отходы различных производств. Чаще всего для производства цемента применяют вскрышные породы горно-обогатительных комбинатов. Известно использование в качестве сырьевого компонента хвостов обогащения железных руд, электротермофосфорных шлаков, но более всего доменных гранулированных шлаков – как активной минеральной добавки.

Использование отходов горного производства возможно в различных областях народного хозяйства. Одной из наиболее перспективных отраслей их применения является строительная индустрия, в том числе дорожное строительство, так как именно она на сегодняшний день является единственной отраслью, которая уже сейчас способна широко и эффективно использовать отходы промышленности, решая при этом проблемы ресурсосбережения в строительстве и охраны окружающей среды

Особый интерес в связи с вышеизложенным представляют отходы металлургического производства Лебединского горно-обогатительного комбината, ежегодный выход которых составляет десятки млн. тонн.

Установлено, что для получения высококачественных бетонов и повышения эффективности использования цемента в бетонах целесообразно применять композиционные вяжущие с использованием отходов мокрой магнитной сепарации [4].

В соответствии с поставленной целью в центробежном измельчителе [5], обеспечивающем тонкий помол материала, готовили составы вяжущих композиций при разных соотношениях компонентов на основе портландцемента ЦЕМ I 42,5Н (ГОСТ 31108-2003) ЗАО «Белгородский цемент» и отходов мокрой магнитной сепарации при различных продолжительностях помола 15, 30 и 45 мин (таблица 1).

Гранулометрический состав портландцемента и вяжущих композиций изменялся от 0,1 до 100 мкм и более. Удельная поверхность исходного портландцемента составляла $9807 \text{ см}^2/\text{см}^3$. При измельчении в течение 15 минут удельная поверхность увеличивается в 1,87 раза – до $18302 \text{ см}^2/\text{см}^3$. При помоле 30 минут удельная поверхность рядового портландцемента достигает $19093 \text{ см}^2/\text{см}^3$, что возрастает в 1,95 раза по сравнению с исходным портландцементом. При последующем

увеличении длительности времени помола до 45 минут удельная поверхность измельченного портландцемента увеличивается до 20098 $\text{см}^2/\text{см}^3$ – в 2,1 раз. Полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности измельчения в центробежном помольном агрегате

На рис. 1-4 представлены сравнительные кривые гранулометрических составов портландцементов и вяжущих композиций до и после помола. Установлено, что при увеличении времени измельчения с 15 до 45 минут фракционный состав портландцемента сужается и преобладающей является фракция 10-30 мкм. Сравнительные кривые гранулометрических составов вяжущих композиций с соотношением компонентов портландцемент – отходы ММС = 90-10% (рис. 2) идентичны сравнительным кривым гранулометрических составов портландцементов (рис. 1). Отличительной особенностью является то, что с увеличением продолжительности измельчения кривые смещаются влево в область наименьших размеров.

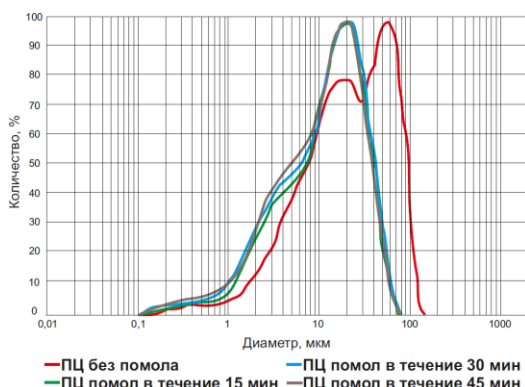


Рис. 1 – Сравнительные кривые гранулометрических составов портландцементов

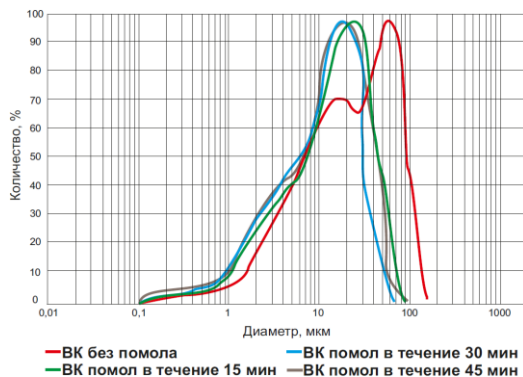


Рис. 2 – Сравнительные кривые гранулометрических составов вяжущих композиций с соотношением компонентов
портландцемент – отходы ММС = 90-10%

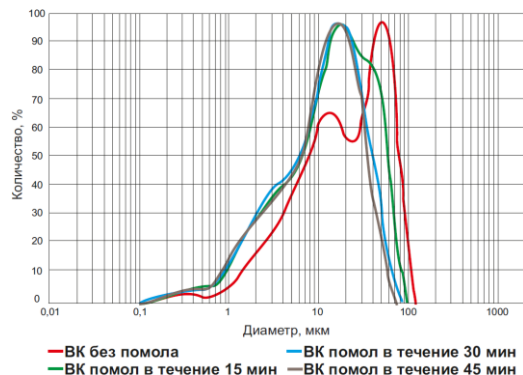


Рис. 3 – Сравнительные кривые гранулометрических составов вяжущих композиций с соотношением компонентов
портландцемент – отходы ММС = 80-20%

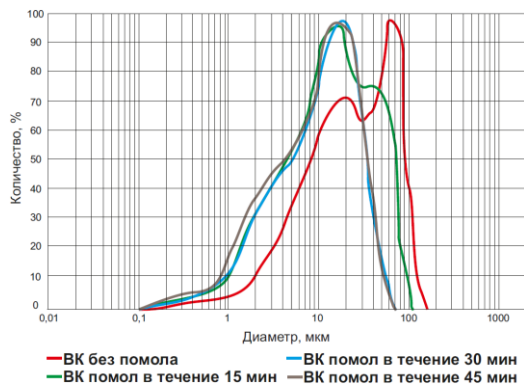


Рис. 4 – Сравнительные кривые гранулометрических составов вяжущих композиций с соотношением компонентов портландцемент – отходы MMC = 70-30%

Из всех составов вяжущих композиций были отформованы образцы-балочки размером 4×4×16 см (по 6 шт), которые хранились в нормальных условиях. Физико-механические испытания образцов вяжущих композиций проводили в возрасте 28 суток (рис. 5).

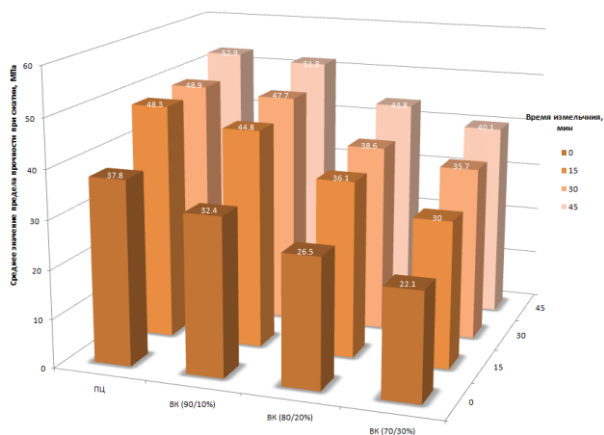


Рис. 5 – Сравнительные прочностные характеристики портландцементов и вяжущих композиций, измельченных в центробежном помольном агрегате

Установлено, что при увеличении длительности измельчения портландцемента в центробежном помольном агрегате удельная поверхность значительно увеличивается, что положительно

сказывается на создании благоприятных условий для формирования прочного цементного камня, о чем свидетельствует увеличение прочности от 28 до 40%. Такая же тенденция сохраняется при содержании в вяжущей композиции 10% добавки ММС. Сравнение прочностных характеристик вяжущих композиций при соотношении компонентов портландцемент – отходы ММС = 90-10% при увеличении длительности измельчения от 15 до 45 мин показывает прирост прочности от 38 до 60%. Для составов с соотношением компонентов портландцемент – отходы ММС = 80-20% прирост прочности составляет 36-65%; для составов с соотношением компонентов портландцемент – отходы ММС = 70-30% – 36-81%. Изложенное свидетельствует об эффективности работы центробежного помольного агрегата.

Полученные данные свидетельствуют, что использование минерального наполнителя до 10% обеспечивает уплотнение структуры за счет наличия тонкодисперсного минерального наполнителя, что позволит сократить расход портландцемента до 10%.

Применение техногенных отходов горнорудного производства при строительстве автомобильных дорог, позволит не только понизить стоимость конструктивных слоев дорожной одежды за счет замены дорогостоящих привозных каменных материалов дешевыми местными, повысить качество и долговечность дорожных покрытий, но и утилизировать техногенные отходы. Следует отметить, что использование данных техногенных отходов в дорожной отрасли будет способствовать расширению сырьевой базы каменных материалов и улучшить экологическую обстановку в регионе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Несветайло В.М. Многофункциональные бетоны нового поколения // Технологии бетонов. – 2018. № 11-12. С. 46-49.
2. Строительева Е.А. Мелкозернистые бетоны с минеральными добавками // Проектирование развития региональной сети железных дорог. 2018. № 6. С. 58-62.
3. Хасимова А.С., Морозова Н.Н., Хозин В.Г. Литой бетон на основе композиционного гипсового вяжущего // Технологии бетонов. 2015. № 3-4. С. 23-25.
4. Лесовик, Р.В. Мелкозернистые бетоны на композиционных вяжущих и техногенных песках: дисс. д-ра техн. наук. Белгород, 2009. 496 с.

5. Патент №2381837 РФ, 11.03.2008. Гридчин А.М., Севостьянов В.С., Лесовик В.С., Уральский В.И., Уральский А.В., Синеца Е.В. Помольно-смесительный агрегат // 2010.Бюл. №5.

УДК 691

Труфанов А.А., Ярмолюк В.В., Резанков А.В.
Научный руководитель: Уральский В.И., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ СТЕКОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

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

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

В связи с актуальностью применения стекольного боя при производстве различных строительных и отделочных материалов были проведены опытно-промышленные испытания тонкого измельчения стеклобоя в центробежном помольном агрегате [1-4].

Результаты рассева гранулометрического состава стеклопорошка представлены в таблице.

По результатам исследований можно сделать вывод о содержании фракции с размером частиц менее 50 мкм около 60%.

Таблица 1 – Соответствие весовой доли частиц (P , %) значениям размеров частиц

P , %	0,2	3	11,6	22	34	46,7	62,6	84,2	98	100
D , мкм	0,45	0,99	2,21	4,92	11	24,4	54,3	121	269	600

Такой тонкоизмельченный порошок может быть использован в дорожной разметке. Материал используется для посыпки свеженанесенной дорожной разметки для создания эффекта световозвращения (повышения видимости в свете фар в темное время суток). Однако, более эффективно применение специальных микростеклошариков. Они добавляются в объем маркировочных составов для дорожной разметки в количестве 10-20% или посыпаются на поверхность свеженанесенной разметки из расчета 200-300 г/кв. м (рис. 1).

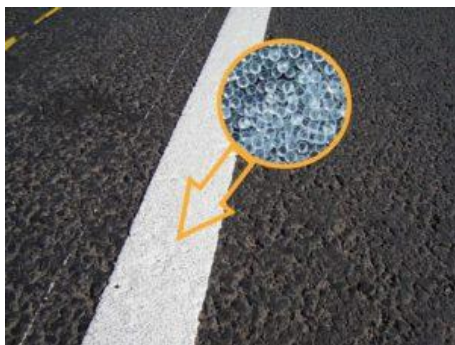


Рис. 1 – Дорожная разметка с микростеклошариками

Стеклянные микросферы получают из расплавленного тонкоизмельченного стеклосырья при распылении капель в воздухе. Микростеклошарики могут использоваться в составе материалов для нанесения дорожной разметки, как лакокрасочных, так и пластиковых. Стеклянные микросферы должны удовлетворять требованиям ГОСТ Р 53173-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Изделия для дорожной разметки. Микростеклошарики». Согласно ГОСТ

коэффициент преломления стекла должен быть не менее 1,5, а содержание дефектных сфер не должно превышать 20%.

Дорожная разметка с содержанием микростеклошариков должна обеспечивать:

- хорошую видимость разметки в темное время суток;
- увеличение сроков службы покрытий на 10-15%;
- повышение безопасности дорожного движения;
- увеличение пропускной способности автодорог.

Стекланные микросферы также применяются для изготовления светоотражающих дорожных знаков в соответствии с ГОСТ 32946-2014 «Знаки дорожные».

Кроме дорожной разметки и дорожных знаков тонкомолотый стеклопорошок применяется при изготовлении высокопрочных тяжелых бетонов для транспортных сооружений в качестве высокодисперсного заполнителя. При этом обеспечивается экономия цемента, заполнителей, улучшаются технологические свойства бетонной смеси, а также эксплуатационные показатели качества бетонов.

Допускается применять в составе бетона до 10 % по массе цемента молотого стеклобоя в качестве тонкомолотого заполнителя для получения высоких эксплуатационных характеристик прочности, морозостойкости, водонепроницаемости, истираемости и деформативности [5].

Производство высокодисперсного стеклопорошка может осуществляться в разработанной технологической линии тонкого измельчения стеклобоя, представленной на рис. 2. В качестве исходного материала для производства стеклопорошка используются отходы стекольного производства при соблюдении однородности их химического состава и чистоты.

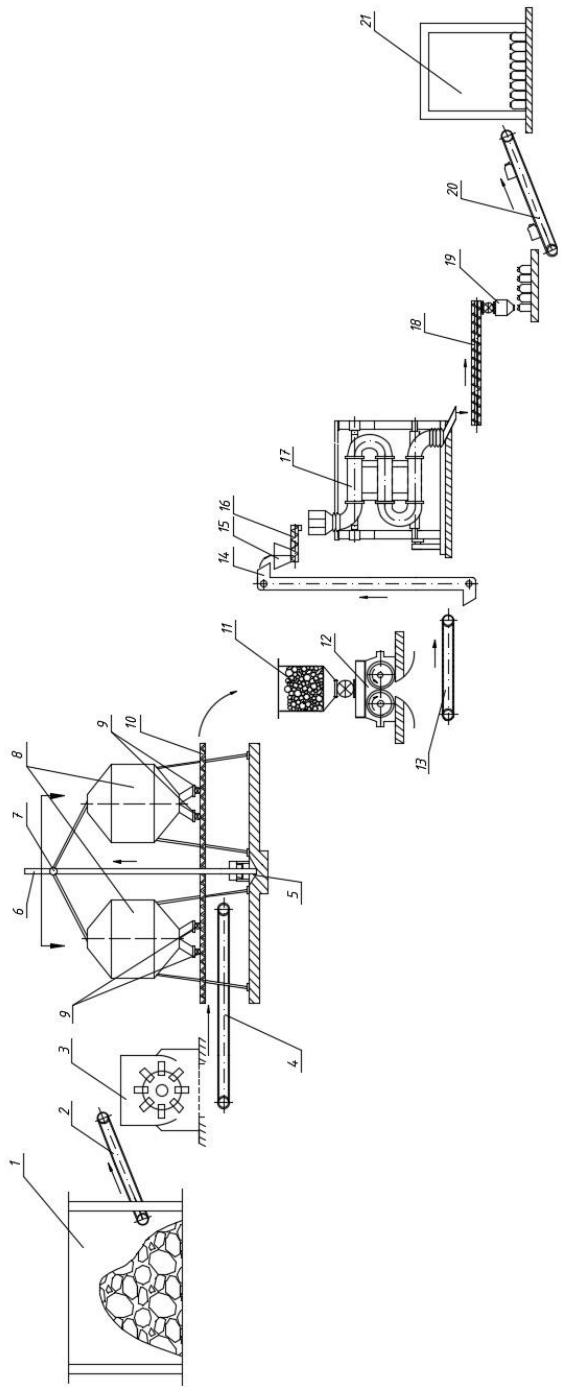


Рис. 2. Технологическая линия тонкого помола стеклобоя:

- 1 – склад стеклобоя; 2, 4, 13, 23 – пластинчатый питатель; 3 – молотковая дробилка; 5, 11, 15 – приемный бункер; 6, 14 – элеватор;
 7 – распределительное устройство; 8 – бункер исходного материала; 9 – ячийковый питатель; 10, 16, 18 – шнековый конвейер; 12 – пресс-валковый агрегат; 17 – центробежный помольный агрегат; 19 – весовой дозатор; 20 – ленточный транспортер; 21 – склад готового продукта

Полученные результаты исследований позволяют сделать вывод о целесообразности широкого применения высокодисперсных материалов, полученных из отходов стеклянного производства, в различных сферах дорожного строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пат. 2277973 Российская Федерация, В 02С 17/08. Помольно-смесительный агрегат / Гридчин А.М., Севостьянов В.С., Лесовик В.С., Уральский В.И., Синица Е.В.; заявитель и патентообладатель ООО «ТК РЕЦИКЛ»; опубл. 20.06.06, Бюл. №17.

2. 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., Синица Е.В.; заявитель и патентообладатель Белгородский государственный технологический университет, ООО «ТК РЕЦИКЛ»; опубл. 20.02.2010, Бюл. №5.

3. Пат. 114875 Российская Федерация, В 02С 17/00. Помольно-смесительный агрегат с автоматической балансировкой / Рубанов В.Г., Севостьянов В.С., Уральский В.И., Стативко С.А., Стативко А.А., Бушуев Д.А.; заявитель и патентообладатель Белгородский государственный технологический университет; опубл. 20.04.2012, Бюл. №11.

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

5. ФДА РОСАВТОДОР / методические рекомендации по разработке бетонов высокой прочности на основе высокодисперсных и тонкомолотых заполнителей / под ред. М.Н. Захаровой, Изд-во ФГБУ «ИНФОРМАВТОДОР», 68 с.

К ВОПРОСУ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ И БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Транспортные системы городов являются их важнейшей инфраструктурой и представляют собой совокупность линейных, узловых и сопутствующих им объектов социального и технического назначения, обеспечивающих надежное функционирование пассажирского и грузового транспорта, пешеходные передвижения жителей. Их основное назначение заключается в удовлетворении спроса населения и потребностей производства в транспортных услугах [1]. При этом обязательным является повышение эффективности работы транспортных систем, безопасности, экологичности, удобства и доступности перевозок пассажиров [2].

Оценка экологичности транспортных систем может включать в себя следующие аспекты [3]:

1. Выбросы загрязняющих веществ: анализ уровней выбросов углекислого газа (CO_2), оксидов азота (NO_x), твердых частиц и других загрязняющих веществ от различных видов транспорта.

2. Энергетическая эффективность: оценка потребления энергии на единицу перевозимого груза или количества пассажиров. Это может включать сравнение традиционных автомобилей с электрическими, а также общественного транспорта.

3. Использование альтернативных источников энергии: изучение доли транспорта, работающего на возобновляемых источниках энергии, таких как солнечная или ветровая энергия.

4. Уровень шума: измерение уровня шума, создаваемого транспортом, особенно в городских зонах, где это может негативно влиять на здоровье населения.

5. Плотность транспортных потоков: анализ загруженности дорог и общественного транспорта, что может влиять на эффективность и экологичность перевозок.

6. Инфраструктура: оценка состояния и доступности инфраструктуры для различных видов транспорта, включая

велосипедные дорожки, пешеходные зоны и остановки общественного транспорта.

7. Социальные аспекты: влияние транспортных потоков на качество жизни, доступность для населения и безопасность.

Связь между содержанием токсичных веществ в атмосферном воздухе и возникновением дорожно-транспортных происшествий (ДТП) может быть обусловлена несколькими факторами: загрязнение воздуха и здоровье водителей, когда токсичные вещества, такие как угарный газ и оксиды азота, могут негативно влиять на здоровье водителей, вызывая ухудшение когнитивных функций, замедление реакции и повышение утомляемости, что может привести к увеличению числа ДТП; проблемы с видимостью, когда загрязнение воздуха может приводить к образованию смога, который ухудшает видимость на дорогах и может стать причиной аварий, особенно в условиях низкой освещенности или плохой погоды; психологические факторы, когда высокий уровень загрязнения может вызывать стресс и раздражительность у водителей, что также может повлиять на их поведение на дороге и увеличить вероятность ДТП; адаптация водителей, когда в условиях повышенного загрязнения водители могут принимать более рискованные решения, пытаясь избежать задержек или ускорить свои поездки, что также может способствовать увеличению числа аварий. Изучение этой связи требует комплексного подхода, включая анализ данных о загрязнении воздуха, статистики ДТП и факторов, влияющих на поведение водителей [4].

Для экологической оценки транспортных потоков можно использовать различные модели и инструменты, а именно [5, 6]:

1. Life Cycle Assessment (LCA). Это методология для оценки экологических воздействий на всех этапах жизненного цикла продукта или услуги – от добычи сырья до утилизации. Применение на транспорте позволяет оценить выбросы и потребление ресурсов для различных видов транспорта, включая производство, эксплуатацию и утилизацию транспортных средств.

2. Экологические индикаторы. Это количественные показатели, которые помогают оценить состояние окружающей среды и воздействие на нее. Уровень выбросов CO₂ на пассажирокилометр, количество использованных альтернативных источников энергии, уровень загрязнения воздуха вблизи транспортных артерий.

3. Модели транспортного спроса. Эти модели помогают прогнозировать, как изменения в инфраструктуре или политике повлияют на выбор транспорта населением. Модели, учитывающие

параметры, такие как стоимость проезда, доступность общественного транспорта и плотность населения.

4. Модели оценки воздействия на окружающую среду (EIA). Эти модели используются для оценки потенциальных экологических последствий новых транспортных проектов или изменений в существующих. Анализ проектов строительства дорог, мостов или новых маршрутов общественного транспорта.

5. Системы мониторинга и управления транспортом (ITS). Используют технологии для сбора данных о транспортных потоках и их воздействии на окружающую среду. Помогают оптимизировать маршруты, сокращая время в пути и выбросы.

6. Географические информационные системы (GIS). Используются для визуализации и анализа пространственных данных. Помогают в планировании транспортной инфраструктуры с учетом экологических аспектов. Пример графического представления информации на одной из платформ GIS представлен на рис. 1.



Рис. 1 – Графическое представление индекса качества воздуха в режиме реального времени на одной из платформ GIS

7. Модели симуляции транспортных потоков. Эти модели позволяют смоделировать движение транспорта в различных сценариях. Модели, учитывающие поведение водителей, загруженность дорог и влияние различных факторов на выбросы.

Эти инструменты и модели могут помочь в принятии обоснованных решений для снижения негативного воздействия транспортных потоков на окружающую среду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Givoni, M. Transport and the Environment. European Journal of Transport and Infrastructure Research, 7(1). 2007

2. Карапетянц, И.В. Экология транспорта и устойчиво развитие: учебник / Л. И. Ведихина, В.В. Донченко и др. – М.: ФГБУ, 2019. – 370 с.

3. Теория транспортных потоков: Монография / А.А. Власов. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 124 с.

4. Трофименко, Ю.В. Пути повышения экологической и дорожной безопасности автотранспортного комплекса России / Ю.В. Трофименко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2010. – Т. 12. – № 1-9. – С. 235-239.

5. Ерохов, В.И. Токсичность современных автомобилей (методы и средства снижения вредных выбросов в атмосферу) / В.И. Ерохов // уч. пособие. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. – 448 с.

6. Лупандина Н.С., Порожнюк Л.А. Общая экология – Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. – 71 с.

УДК 504.064.45

Шамгулов Р.Ю., Ненарочкина Н.В., Панин Ю.А.

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

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ИННОВАЦИОННЫЕ СПОСОБЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ КОНЕЧНЫХ ПРОДУКТОВ

В настоящее время, в России, большое внимание уделяется проблемам экологии и ресурсосбережения. Об этом свидетельствует не только проходящая, в рамках стратегии экологической безопасности РФ, реформа в области обращения с отходами производства и потребления [1], но и различные федеральные проекты, в частности, «Чистая страна» [2]. Последний входит в национальный проект «Экология» [3]. Целью, проводимого в стране, комплекса мероприятий в области экологии, является снижение антропогенной нагрузки на биосферу путем внедрения в систему обращения с отходами производства и потребления, инновационных технологий их переработки с получением конечным продуктов. Последнее условие является основополагающим.

Исходя из вышеизложенного, для решения возникающих проблемных задач, коллективом научных сотрудников БГТУ им. В.Г. Шухова, совместно с ИТР индустриального партнера ООО «ТК «Экотранс», были разработаны патентозащищенные конструкции

оборудования для переработки органических техногенных отходов способом низкотемпературного термоллиза [4-7] с получением востребованных конечных продуктов: синтетический газ (СГ), жидкое углеводородное топливо (ЖУТ) и технический углерод (ТУ). На рисунке 1, представлена схема технологического комплекса по переработке, вышедших из эксплуатации автомобильных шин с использованием инновационной патентозащищенной термоллизной технологии. При переработке изношенных шин по предложенной схеме процентный выход товарных продуктов составляет: металлический корд – 20%; синтетический газ 1%; жидкое углеводородное топливо – 44%; технический углерод – 35%.

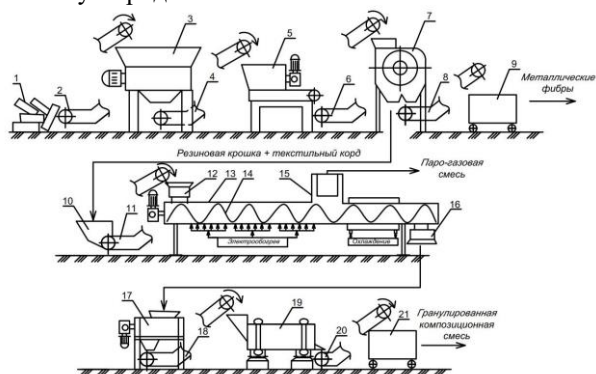


Рис. 1 Схема технологического комплекса переработки изношенных автомобильных шин по низкотемпературной термоллизной технологии
1-автомобильные шины, подлежащие утилизации; 2,4,6,8,11,18,20-транспортеры; 3-первичный шредер (100x150мм); 5-вторичный шредер (≤ 6 мм); 7-магнитный сепаратор; 9-контейнер сбора металлических фибр; 10-приемный бункер; 12-устройство герметичной загрузки; 13-реактор низкотемпературного термоллиза; 14-внутренний комбинированный транспортирующий орган; 15-высокотемпературный фильтр; 16-устройство герметичной выгрузки; 17-комбинированный смеситель; 19-барабанно-винтовой гранулятор; 21-контейнер накопления гранулированной композиционной смеси.

Принцип работы технологического комплекса заключается в следующем. Автомобильные шины, подлежащие утилизации 1, транспортером 2 подаются в первичный шредер 3, где происходит их предварительная дезагломерация до размеров 100x150 мм. Полученные «чипсы» транспортером 4 подаются во вторичный шредер 5, где происходит их дезагломерация до резиновой крошки с размером ≤ 6 мм. В данном случае, ограниченный размер фракции имеет немаловажное значение, т.к. позволяет удалить из резины металлический корд на

99,9%. Далее, полученная резиновая крошка, транспор-тером 6 подается на вход магнитного сепаратора 7, где происходит ее очистка. Отсепарированный металл транспортером 8 подается в контейнер сбора металлических фибр 9 и далее по технологическому назначению. Резиновая крошка, совместно с текстильным кордом, выводится из магнитного сепаратора 7 на дальнейшую переработку и подается в приемный бункер 10, а из него транспортером 11 в устройство герметичной загрузки 12 реактора низкотемпературного термолиза 13. Продвигаясь в последнем с помощью внутреннего комбинированного транспортирующего органа 14, резиновая крошка нагревается под действием температуры до $420\div 450^0\text{C}$ и деструктурирует с образованием парогазовой смеси и технического углерода. Парогазовая смесь через высокотемпературный фильтр направляется на дальнейшее охлаждение, конденсацию и фракционное разделение, а технический углерод выводится из реактора через устройство герметичной выгрузки 16. Далее ТУ направляется на вход комбинированного смесителя 17. В последнем, происходит смешение ТУ со связующим, а также, возможен ввод добавок для получения композиционных смесей различного технологического направления. Полученная композиционная смесь транспортером 18 направляется в барабанно-винтовой гранулятор комбинированного действия, где происходит ее агломерирование. Полученные гранулы транспортером 20 выводятся в контейнер накопления гранулированной композиционной смеси 21 и отправляются на дальнейшее затаривание.

Качество конечных продуктов, подтверждено исследованиями в специализированных лабораториях. Так, полученная в результате разгонки ЖУТ при температуре $T=180\text{-}250^0\text{C}$ фракция, была исследована в лаборатории моторных топлив «ОНКо – ВНИИНП» г. Старая Купавна, Московской области. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследования фракции $180\text{-}250^0\text{C}$, полученной при разгонке ЖУТ

Наименование показателя	Результат	Метод испытания
Детонационная стойкость: октановое число по исследовательскому методу	154	ГОСТ 8226
Концентрация смол, промытых растворителем, мг/100 см ³	108	ГОСТ 1567
Массовая доля серы, мг/кг	3500	ГОСТ Р 51947
Объемная доля бензола, %, не более для К5	0,89	ГОСТ 32507 (метод Б)
Плотность при 15^0C , кг/м ³	797,0	ГОСТ Р 51069

Полученные результаты являются обоснованным основанием для дальнейшего развития ресурсосберегающей технологии и технических средств переработки органических техногенных отходов.

Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках национального проекта «Наука и университет» по созданию новой лаборатории «Разработка, исследования и опытно-промышленная апробация наукоемких технологий и технических средств для производства полимерсодержащих композиционных смесей и изделий из техногенных органоминеральных компонентов» (проект FZWN-2024-0002).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Реформа в сфере обращения с отходами производства и потребления [Электронный ресурс] Режим доступа UR: <https://rg.ru>

2. Федеральный проект «Чистая страна» [Электронный ресурс] Режим доступа URL: <https://www.mnrg.gov.ru>

3. Национальный проект «Экология» [Электронный ресурс] Режим доступа URL: <https://inveb-docs.ru>

4. Пат. 2744225 C1 RU, МПК F23G 5/027, B09B 3/00 Способ низкотемпературной переработки органических твердых коммунальных отходов и установка для его реализации / Глаголев С.Н., Севостьянов В.С., Шеин Н.Т., Оболонский В.В., Севостьянов М.В., Шамгулов Р.Ю., Перельгин Д.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБОУВО «БГТУ им. В.Г. Шухова» - 2020124265 заявл. 22.07.2020; опубли. 03.03.2021, Бюл. №7.

5. Пат. 2773396 C1 RU, МПК F23G 5/027, B09B 3/00 Установка для низкотемпературного термолиза твердых коммунальных и промышленных отходов/ Глаголев С.Н., Севостьянов В.С., Шеин Н.Т., Оболонский В.В., Севостьянов М.В., Шамгулов Р.Ю., Перельгин Д.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБОУВО «БГТУ им. В.Г. Шухова»- 2021134475 заявл. 24.11.2021; опубли. 03.06.2022, Бюл. №16.

6. Ресурсосберегающая термолизная технология и оборудование переработки органических техногенных материалов / Р.Ю. Шамгулов, В.С. Севостьянов, С.В. Ключев [и др.] // Современные технологии в области защиты окружающей среды и техносферной безопасности : материалы Всероссийской научной конференции с международным участием молодых ученых и специалистов, Казань, 21–22 марта 2023 года. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2023. – С. 814-818. – EDN TGUFDN.

7. Проценко, А.М. Термолиз при переработке резинотехнических отходов / А.М. Проценко, Н.В. Ненарочкина // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова : Сборник докладов, Белгород, 20–21 мая 2024 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2024. – С. 207-211. – EDN JZUMKW.

УДК 614.841

Яндиев Х.А., Бычкова К.А.

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

ВЛИЯНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА ЭКОЛОГИЮ И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Беспилотный летательный аппарат (далее БПЛА)— воздушное судно без экипажа на его борту. БПЛА могут обладать разной степенью автономности — от управляемых дистанционно до полностью автоматических, а также различаются по конструкции, назначению и другим параметрам [1].

В современном мире квадрокоптеры успели занять не слабую позицию по актуальности используемых технологий в различных сферах деятельности, начиная от гражданского использования и разработке коммерческих заказов, заканчивая исследованиями в области науки и интеграции технологий в повседневную жизнь граждан для удобства. Но не стоит забывать о негативном влиянии таких дронов на окружающую среду и экологию в целом.

Изучение данного вопроса, а именно масштабной проблемы (негативное влияние БПЛА на экологию), в современном мире набирает обороты и актуальность в контексте постоянной эксплуатации БПЛА и увеличения их количества в воздушном пространстве. Использование инновационных технологий может сопровождаться как положительными, так и отрицательными воздействиями на экологию, следовательно, необходимо провести основополагающий интеллектуальный анализ влияющих элементов и воздействующих причин на окружающую среду в негативном плане, а также и разработать профилактические мероприятия для постоянной минимизации последствий [2].

В данной статье рассматривается влияние и негативные факторы БПЛА, оказывающие воздействие на окружающую среду.

В силу непрерывного использования БПЛА может увеличиться риск возникновения негативных факторов на окружающую среду и привести к значительным выбросам загрязняющих веществ (при эксплуатации, конструировании, разборе техники). Проблемные факторы и влияющие причины при эксплуатации БПЛА на окружающую среду можно представить в виде иерархической лестницы, как:

1. Влияющие на экологию при переработке деталей дронов, аккумуляторов и электроники, которые, в то же время, выделяют вредные химические вещества на производстве, выпуская их в окружающую среду.

2. При эксплуатации квадрокоптеров в воздушном пространстве и не только может быть повышен уровень шума, тем самым негативно оказывать воздействие на окружающую среду и создавать звуковые помехи [3].

По сравнению с пилотируемой авиацией у дронов есть большое количество положительных моментов для проведения анализа относительно экологической проблематики. БПЛА могут как отдалиться на максимальное расстояние от необходимого объекта с сохранением качественной наблюдательности, так и максимально приблизиться к нему с минимальной броскостью даже в сложных погодных-климатических условиях, при этом качественно передать собранные данные (фото и видео) с безопасного для пилота расстояния. К тому же брать в эксплуатацию квадрокоптеры целесообразнее с экономического взгляда, чем самолет или вертолет (цена, габариты, технические возможности). Области применения БПЛА для мониторинга экологической безопасности включают в себя большое количество направлений, способствующих качественно собирать необходимую и актуальную информацию, а также данные по объекту или территории (рис.1).

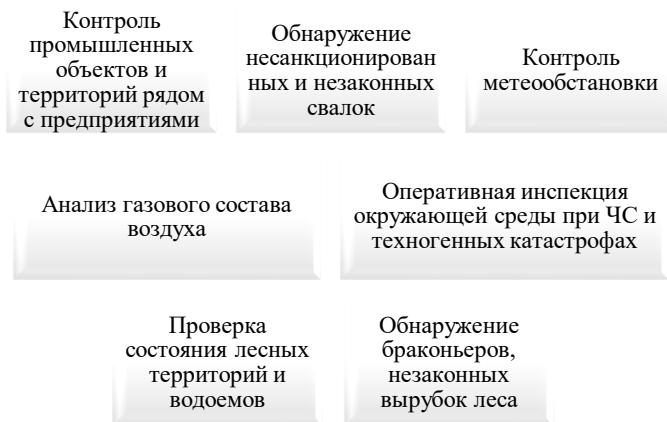


Рис. 1 – Области применения БПЛА для мониторинга экологической безопасности

Международные отношения в сфере внедрения и инновационных разработок беспилотных летательных аппаратов играет основополагающую функцию в обеспечении высокого уровня экологической безопасности. Сотрудничество и высокий уровень коммуникации стран способствует обмену знаниями и разработками, что, в том числе, позволяет странам конструировать и применять в эксплуатации более результативные и экологически безопасные решения.

БПЛА в современном мире конструируют и широко применяют в таких странах, как США, Италия, Китай Япония, Южная Корея, Бразилия Германия, Франция, Израиль, Австралия, Швеция, Великобритания, Новая Зеландия и в других. Лидерами в разработке квадрокоптеров на данный момент считаются - США, Япония, Китай, Германия и Франция [4]. Сотрудничество стран позволяет объединять усилия в борьбе с глобальными экологическими проблемами, такими как изменение температуры и климатических условий, а также утрата биоразнообразия, в том числе флора и фауна, через эксплуатацию инновационных технологий (БПЛА) для обработки собранной информации и интеллектуального анализа. Обмен информацией по созданию и разработке квадрокоптеров позволяет конструировать большое многообразие отличительных дронов (рис.2).



Рис. 2 – Виды беспилотных летательных аппаратов по типу конструкции

Подводя итог можно сказать, что учёт экологических факторов при расчётах, конструировании и применении беспилотных летательных аппаратов имеет решающее значение для дальнейшей качественной реализации и поддержания стабильного роста и сохранения окружающей среды [5]. Экологически безопасные дроны способствуют результативному наблюдению за количествами природных ресурсов, а также быстрым проявлениям положительных или отрицательных последствий на экологические чрезвычайные ситуации и снижение уровня негативного воздействия на природу. Интеграция концепции стабильного совершенствования в конструирование и эксплуатацию беспилотных систем и технологий, способствует сохранению флоры и фауны, а также гарантирует сохранности окружающей среды для будущих поколений [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боровской, А.Е. Внедрение интеллектуальных транспортных систем в рамках национальных программ повышения безопасности дорожного движения / А.Е. Боровской, И.А. Новиков, А.Г. Шевцова // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2013. – № 61-62. – С. 279-283.
2. Мучкин, М.С. Ключевые направления и тенденции в развитии беспилотных летательных аппаратов / М.С. Мучкин // Научно-исследовательский центр "Technical Innovations". – 2023. – № 18. – С. 141-145.
3. Пашкевич, М.А. Оценка качества окружающей среды с применением малогабаритных беспилотных летательных аппаратов /

М.А. Пашкевич, Ю.Д. Смирнов, А.С. Данилов // Записки Горного института. – 2013. – Т. 204. – С. 269-271.

4. Вторый, В.Ф. Перспективы экологического мониторинга сельскохозяйственных объектов с использованием беспилотных летательных аппаратов / В.Ф. Вторый, С.В. Вторый // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2017. – № 92. – С. 158-166.

5. Применение беспилотных летательных аппаратов для дистанционного мониторинга окружающей среды / А.А. Шарафутдинов, С.А. Имамутдинов, А.Н. Мухаметьянова [и др.] // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2018. – № 2. – С. 99-116.

6. Адамян, Д.А. Методология экологического мониторинга с применением БПЛА / Д.А. Адамян, Т.В. Ашихмина // Лучшие научные исследования студентов и учащихся : сборник статей VII Международной научно-практической конференции. В 2 ч., Пенза, 30 мая 2024 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2024. – С. 43-46.

УДК 623.746

Яремчук Д.В., Калашников Л.С.

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

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

ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЙ СФЕРЫ

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) становятся неотъемлемой частью современных транспортных систем, внося революционные изменения в способ доставки грузов и перемещения людей. Использование дронов в транспортной сфере открывает новые горизонты скорости и эффективности, позволяя минимизировать количество заторов на дорогах и снижать нагрузки на инфраструктуру. Эти устройства способны преодолевать значительные расстояния с высокой скоростью, что делает их идеальной альтернативой традиционным транспортным средствам в условиях плотной городской застройки и в сельских районах. Внедрение БПЛА также способствует значительному снижению эксплуатационных расходов, поскольку их обслуживание требует меньше ресурсов по сравнению с наземными транспортными средствами. Вдобавок к этому, использование дронов способствует уменьшению вредных выбросов в атмосферу,

поддерживая глобальные экологические инициативы по сокращению углеродного следа.

Применение БПЛА в логистике открывает возможности для осуществления мгновенной доставки, повышение точности и надежности выполнения транспортных операций, включая мониторинг и оптимизацию маршрутов в реальном времени. Эти устройства уже используются для доставки медицинских препаратов, товаров первой необходимости и других грузов в труднодоступные районы, расширяя возможности транспортной инфраструктуры. Развитие технологий автономного управления, а также внедрение систем машинного обучения и искусственного интеллекта увеличивает потенциал использования дронов в транспортной сфере, обеспечивая более высокий уровень безопасности и операционной эффективности. В перспективе, интеграция БПЛА в системы управления воздушным пространством позволит создать новую экосистему воздушных транспортных коридоров, что потребует разработки соответствующих нормативных актов и стандартов.

Изучение потенциала использования беспилотных авиационных систем в гражданской авиации России охватывает множество аспектов, начиная с классификации БПЛА и заканчивая их практическим применением в различных областях гражданской деятельности. Беспилотные технологии открывают новый вектор в транспортно-логистической инфраструктуре страны, предлагая инновационные решения для оптимизации перевозок на обширной территории России с её разнообразными экономико-географическими условиями. Важным моментом является выделение критериев выбора БПЛА для региональных грузоперевозок, что актуально для улучшения логистических цепочек. Однако наряду с потенциальными возможностями существует ряд серьёзных проблем, препятствующих массовому внедрению таких технологий. Среди них выделяются правовые вопросы, касающиеся нормативно-правового регулирования беспилотных систем, технические проблемы, связанные с разработкой и тестированием оборудования, а также организационные трудности, требующие скоординированных действий со стороны как государственных структур, так и частного бизнеса. Эффективная интеграция БПЛА в транспортную систему требует объединения усилий всех заинтересованных сторон для создания технологической платформы, способной адаптироваться к современным вызовам. В конечном итоге, такое сотрудничество может привести к трансформации транспортной инфраструктуры, которая будет лучше

адаптирована к требованиям времени, способствуя тем самым развитию региональных и межрегиональных связей [1].

Использование дронов в железнодорожной сфере рассматривается как перспективное направление, находящееся в фазе активного изучения и внедрения. В современном контексте возрастания роли технологий в управлении и эксплуатации транспортной инфраструктуры, дроны становятся важным инструментом для повышения ситуационной осведомленности. Они обеспечивают мониторинг и разведку обстановки на различных участках сети, что открывает возможности для повышения эффективности аварийно-восстановительных работ. Передавая данные в Ситуационный центр ОАО «РЖД» в режиме реального времени, дроны позволяют сократить время, необходимое на восстановление движения на аварийных участках, и усовершенствовать процессы прогнозирования потенциальных инцидентов. Концепция использования дронов, разработанная в ОАО «РЖД», закладывает основу для их широкого применения в различных сферах деятельности компании. Это включает в себя контроль за исполнением ремонтных работ, что позволяет снизить затраты и повысить качество инфраструктурных проектов; мониторинг электроэнергетической и тепловодоснабжительной сфер, что критично для предотвращения аварий и оптимизации ресурсов; кадастровый контроль, способствующий упрощению управления земельными ресурсами; и наблюдение за опасными геологическими процессами, помогающее в предотвращении и минимизации последствий стихийных бедствий. Несмотря на то, что использование дронов в железнодорожной отрасли находится на этапе начального внедрения, это направление оценивается как обладающее значительным потенциалом для научно-технического прогресса и инновационного развития. Ожидается, что дальнейшее развитие данной технологии откроет многочисленные перспективы повышения эффективности и безопасности транспортных процессов [2].

Интеграция БПЛА в систему организации дорожного движения представляет собой значительный шаг вперед в совершенствовании транспортных инфраструктур. Основное внимание уделяется использованию интеллектуальных транспортных систем (ИТС), где важную роль играют нормативные документы, такие как ГОСТы и ОДМ. Эти документы способствуют унификации терминологии, установке требований к архитектурам и предоставляют рекомендации для обоснованного внедрения ИТС, облегчающего включение БПЛА. Совмещение дронов с интеллектуальными транспортными системами значительно улучшает качество управления дорожным движением,

повышая безопасность и эффективность функционирования транспортной инфраструктуры. Также подчеркивается снижение негативного воздействия транспортной системы на окружающую среду, подчеркивая экологические преимущества новейших технологий. Этот подход рассматривает управление транспортными потоками с точки зрения комплексности и стандартизации в интеграции беспилотных технологий. Он способствует не только улучшению качества предоставляемых транспортных услуг, но и укреплению безопасности на дорогах. Важность соблюдения норм ИТС обеспечивает безопасную и успешную эксплуатацию дронов в транспортных системах. Такой подход открывает новые возможности для дальнейшего развития в области интеграции дронов и интеллектуальных систем, подчеркивая необходимость следования стандартам и рекомендациям для достижения максимальной эффективности, и безопасности.

Роль БПЛА в ИТС выходит на передний план как важнейший элемент новых технологий управления и контроля за дорожной инфраструктурой. Дроны, благодаря своим передовым технологиям, становятся важным инструментом в сборе и обработке данных, касающихся состояния дорожного полотна и инфраструктуры. Эти устройства обладают возможностью эффективно обнаруживать дефекты на дорогах, такие как выбоины, трещины или другие повреждения, и передавать полученную информацию в различные подсистемы интеллектуальных транспортных систем, а также соответствующим дорожным службам. Данные, полученные БПЛА, играют ключевую роль в проведении дальнейшего анализа и принятия оперативных решений для улучшения состояния дорог и инфраструктуры. Способность дронов осуществлять мониторинг дорожного движения в реальном времени позволяет использовать их в динамическом управлении транспортными потоками. Они становятся важной частью автоматизированного контроля за дорожной обстановкой, оказывая неоценимую помощь в видеонаблюдении и быстром реагировании на дорожные происшествия и чрезвычайные ситуации. Функция фото- и видеонаблюдения, заложенная в БПЛА, также дает возможность хранить полученные данные и передавать их в экстренные службы и правоохранительные органы для оперативного реагирования и принятия мер. Дополнительно, уделяется внимание применению дронов в системах контроля за соблюдением правил дорожного движения. БПЛА обладают технологией, которая позволяет выявлять случаи нарушений ПДД, фиксировать детали инцидентов и транспортные средства, участвующие в них. Возможность обработки и хранения значительных объемов данных является полезной для

последующего анализа и применения мер ответственности. Дроны, таким образом, становятся незаменимыми в процессе обеспечения безопасности и улучшения качества дорожного движения, способствуя усовершенствованию методов контроля и управления в системах ИТС [4].

Применение дронов охватывает широкий диапазон задач: от доставки товаров и медикаментов в труднодоступные регионы до мониторинга дорожной инфраструктуры и обеспечения безопасности на дорогах. Ключевым аспектом использования БПЛА является их способность проводить сбор и анализ данных в реальном времени, что существенно повышает оперативность принятия решений. Это позволяет не только оптимизировать маршруты доставки и транспортных потоков, но и значительно снижать риски и затраты, связанные с эксплуатацией транспортной инфраструктуры. Однако для полной реализации потенциала БПЛА необходимо преодолеть ряд технических, правовых и организационных барьеров. Совместные усилия государства, бизнеса и исследовательских учреждений могут обеспечить разработку надежной нормативно-правовой базы и создание соответствующей технологической инфраструктуры, способствующей безопасной и эффективной интеграции дронов в транспортные процессы. [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Матюха С.В. Анализ перспективы использования беспилотных летательных аппаратов в авиаперевозках //Транспортное дело России. – 2021. – №. 3. – С. 26-27.
2. Малышев А.А., Скурихин И.М. Дроны на железнодорожном транспорте //Молодежная наука. – 2023. – С. 180-183.
3. Феофилова А.А., Капула А.С. Беспилотные летательные аппараты в сфере организации дорожного движения с применением ИТС //arpi.ru Редакционная коллегия. – 2020. – С. 39.
4. Феофилова А.А., Капула А.С. Беспилотные летательные аппараты как элемент интеллектуальной транспортной системы //Актуальные проблемы науки и техники. 2020. – 2020. – С. 1287-1289.

Оглавление

Андреева С.О., Петрова Д.В., Семькина А.С.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	3
--	---

Андреева С.О., Петрова Д.В., Семькина А.С.

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ В СЛОЖНЫХ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЯХ.....	8
---	---

Бодяков А.Н., Шестаков Д.В., Рыбаков А.Г.

ПЛОТНОСТЬ УПАКОВКИ ЗЕРЕН В ЩЕБЕНОЧНЫХ СМЕСЯХ.....	13
--	----

Бодяков А.Н., Шестаков Д.В., Рыбаков А.Г.

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ЩЕБЕНОЧНЫХ СМЕСЕЙ.....	15
---	----

Бодяков А.Н.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБЪЕМОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЩЕБНЯ В РОССИИ	18
---	----

Быценко М.В., Польшин А.А., Мальцев А.К.

ОБЗОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ SLM 3D ПЕЧАТИ МЕТАЛЛОМ.....	21
---	----

Быценко М.В., Польшин А.А., Тихонов А.А.

ТЕХНОЛОГИИ ПОСТОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ, ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ SLM 3D ПЕЧАТИ.....	26
--	----

Высочин А. А.

ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА В ГИБДД ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТРАНСПОРТНОГО ДВИЖЕНИЯ	31
--	----

¹Гнездилова С.А., ²Фотиади А. А., ¹Логвинов П.Р.

АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ СЛАБОПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ, ПОЛУЧИВШИХ РАСПРОСТРАНЕНИЕ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	34
Головин О.В., Бородина А.В., Бабич Д.Р.	
АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ АВТОГРЕЙДЕРОВ	37
Головин О.В., Бородина А.В., Москалев Д.М.	
АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СКРЕПЕРОВ	42
Каблучко И.П., Семькина А.С.	
ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.....	47
Калашников Л.С., Яремчук Д.В.	
ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА В ЭНЕРГЕТИКЕ.....	51
Карпенко К.А.	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА СЛАБЫХ ГРУНТАХ	54
Кузнецов В.А.	
ПЕРЕВОЗКА ГРУЗОВ С ПОМОЩЬЮ БПЛА	59
Лапшина Д.И.	
ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ	62
Логвинов П.Р.	
ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ	66
Логвинов П.Р.	

ПРИМЕНЕНИЕ ВИМ-МОДЕЛЕЙ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	70
Логвинов П.Р.	
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ БУРЕНИЯ И УКРЕПЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ	74
Махонина К.А.	
ВЛИЯНИЕ НАРУЖНОЙ РЕКЛАМЫ НА ВОСПРИЯТИЕ ВОДИТЕЛЕМ ДОРОЖНОЙ ОБСТАНОВКИ.....	79
¹ Микеладзе Г.В., ¹ Фотиади А.А., ² Гнездилова С.А.	
ОРГАНИЗАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОДРЯДНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ И ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ЗАКАЗЧИКОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОДРЯДНЫХ РАБОТ	83
Новоселов А.А., Роговая Л.А., Подпрятков Д.В.	
ИЗУЧЕНИЕ УГЛА СКОЛЬЖЕНИЯ ШИН И БОКОВОГО РАССТОЯНИЯ АВТОГРЕЙДЕРОВ	86
Полторыхин В.В.	
РОЛЬ МУЛЬТИРОТОРНЫХ БЕСПИЛОТНИКОВ В ТРАНСПОРТНОЙ СФЕРЕ: МОНИТОРИНГ ТРАФИКА И ИНСПЕКЦИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ	90
Потапов Д.Ю., Степаненко М.А, Чурсанов Д.А.	
ОСОБЕННОСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	95
Пугачев О.Е.	
МОДУЛЬНОЕ ОГРАЖДЕНИЕ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИТОВ	100
Рассоха А.Д.	

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОГО УЗЛА В Г. МАРИУПОЛЬ	104
Румянцева К.О.	
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕРОВНОСТЕЙ НА ДОРОГАХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ	110
Савенкова А.Ю.	
ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА АВАРИЙНОСТЬ: АНАЛИЗ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ	114
Савенкова А.Ю.	
ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОСВЕЩЕНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТЫ СНИЖЕНИЯ АВАРИЙНОСТИ НА ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДАХ	117
Семькина О.С., Сильченко Д.В.	
ЭКЗОСКЕЛЕТЫ КАК СРЕДСТВО ПРОФИЛАКТИКИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ	121
Токарев В.А., Лукьяненко Н.О., Курлыкина А.В., Грищенко М.С.	
ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СОДЕРЖАНИЯ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ, КАК НЕОБХОДИМОСТЬ	126
Топский А. А., Бычкова К.А.	
ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ РАЗВИТИЯ БЕСПИЛОТНОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА .	130
Труфанов А.А., Резник Д.И.	
ЭФФЕКТИВНЫЕ ВЯЖУЩИЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ...	134
Труфанов А.А., Ярмолюк В.В., Резанков А.В.	

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ СТЕКОЛЬНОГО
ПРОИЗВОДСТВА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ140

Фирсов М.К.

К ВОПРОСУ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ И БЕЗОПАСНОСТИ
ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ145

Шамгулов Р.Ю., Ненарочкина Н.В., Панин Ю.А.

ИННОВАЦИОННЫЕ СПОСОБЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ
СРЕДСТВА ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ
ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ КОНЕЧНЫХ
ПРОДУКТОВ.....148

Яндиев Х.А., Бычкова К.А.

ВЛИЯНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
НА ЭКОЛОГИЮ И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ152

Яремчук Д.В., Калашников Л.С.

ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЙ СФЕРЫ....156