

При выполнении ямочного ремонта не обязательно использовать тяжелые катки, в некоторых случаях достаточно ручных вибрационных плит. Также ямочный ремонт асфальта выполняют с использованием небольших тротуарных или вибрационных катков.

Традиционный метод ремонта. При таком способе ремонта сначала отделяется поврежденный участок от покрытия, делается это при помощи дорожной фрезы. Затем обрубается кромка выбоины с приданием им прямоугольных очертаний. Затем производится очищение дефектного сектора от пыли и крошек его кромки и дно обрабатывают жидкой битумной эмульсией или разогретым битумом, после чего заливают асфальтобетонную смесь. Ямочный ремонт дорожного покрытия, технология которого традиционная, позволяет получать высококачественный результат работы, однако при этом требуется проводить существенное количество операций. Его используют в процессе ремонта различных видов покрытий из битумо-минеральных и асфальтобетонных материалов.

Но специалисты создали «самоисцеляющийся» материал, путём насыщения асфальта электропроводящими волокнами-наполнителями в конфигурации замкнутых контуров.

Инновационная система действует следующим образом: электрический ток пропускается через волокна-наполнители в непосредственной близости с дорожной трещиной.

Электрическая цепь генерирует внутреннее тепло необходимой температуры. Под действием нагрева битум расплавляется и уплотняется.

Также учёные решили подмешивать в битум богатую магнетитом железную руду, обнаруженную в породе горного хребта Месаби.

Таким способом им удалось создать модифицированный материал, которым можно эффективно ремонтировать дорожные полотна, используя специальное транспортное средство.

Инновационный строительный материал содержит следующие компоненты: магнетит (1–2 %), измельченный асфальт, крошка переработанных тротуарных покрытий, крошка переработанной черепицы.

Обнаруженные выбоины дорожного полотна заливаются такой смесью, после чего смесь нагревают микроволновым блоком. Излучающий микроволны сервисный блок прикрепляется к специальному ремонтному грузовику.

Дополнительным преимуществом этой технологии видится использование переработанных строительных материалов вместо первичных связующих материалов.

Тем самым данная технология существенно удешевляет содержание давно построенных дорог. Хотя они и надёжны, но материал стареет и нуждается в усовершенствовании и восстановлении, чем является данная технология.

#### Список литературы

1 Поддубный, А. А. Оценка изменения гидрофобности поверхности дорожно-строительных материалов посредством определения краевого угла смачивания / А. А. Поддубный, В. В. Петрусевич, П. А. Кацубо // Горная механика и машиностроение : науч.-техн. журнал. – № 3. – 2021.

2 Петрусевич, В. В. Подбор оптимального состава профилактической обработки и анализ его влияния на физико-механические свойства материалов асфальтобетонных покрытий / В. В. Петрусевич // Горная механика и машиностроение : науч.-техн. журнал. – № 2. – 2019. – С. 73–77.

УДК 004.031.4

## ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНИКОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

*А. Д. ОБУХОВ, Д. А. СЕМЕНОВ, И. А. СОРОКИН*

*Нижегородский государственный инженерно-экономический университет,  
г. Княгинино, Российская Федерация*

Беспилотные летательные аппараты (которые нередко обозначаются также как «БПЛА», «дроны»), являются революционным изобретением в области транспортной безопасности. На дронах используются самые передовые технологии, которые непрерывно совершенствуются для обеспечения высокой производительности и автономности, универсальности, что делает их использование подходящим для многих сфер человеческой деятельности.

В настоящее время БПЛА широко применяются в различных областях народного хозяйства. Использование подобных средств экономически оправдано при мониторинге различных объектов (сельхозугодий, лесных массивов, в системе силовых структур и т. п.). В частности, в ОАО «РЖД» планируется оснастить ремонтно-восстановительные поезда авиационными беспилотниками.

Основная функция БПЛА, востребованная у железнодорожников, состоит в разведке местности и передаче визуальной информации в условиях экстремальных температур, значительной скорости ветра, ограниченности связи, удаленности от населенных пунктов. Как правило, БПЛА в аварийно-восстановительных поездах предлагается использовать для предварительной оценки состояния пути и подвижного состава на месте аварии и принятия оперативных решений о перечне первоочередных работ, составе оборудования и оснастки, необходимых для их выполнения.

Но что, если от места предполагаемой аварии до места базирования аварийно-восстановительного поезда достаточно большое расстояние? Ведь в таком случае время прибытия поезда может быть отложено на достаточно большой срок, что в условиях оказания срочной медицинской помощи, либо же устранения последствий схода поезда может быть крайне критично.

На данный момент на рынках как отечественном, так и международном нет решений, позволяющих в должной мере произвести эффективную оценку места аварийной ситуации. Попытки выполнения таких проектов связаны с их высокой стоимостью, массогабаритными параметрами и возможностью передачи данных на относительно небольшие расстояния.

Эти проблемы также важны по своей актуальности, как и проблемы, связанные с аварийностью на любых транспортных объектах. В современном обществе вопросам, связанным с безопасностью, как человека, так и имущества, уделяется очень большое внимание. Появление все более оснащенных электронными средствами локомотивов и вагонов с большим количеством датчиков, являющихся частью АСУ управления тормозной системой, и разработка в будущем автопилотируемых поездов нового поколения обусловлено высокой степенью рисков перехвата управления этими транспортными средствами злоумышленниками. В скором времени вероятность возникновения таких угроз может резко увеличиться, а автоматизированные системы могут стать оружием в руках злоумышленников.

В повседневной действительности сход подвижного состава с рельс, не говоря уже о перехвате управления поездом, явление довольно редкое, ввиду отсутствия полномасштабной автоматизации процессов управления перевозочным процессом. Однако в условиях развития современных бортовых систем автоведения в ближайшем будущем стоит ожидать повышения степени автоматизации управления, а возможно и полной автономности, а также телеуправления тяговым подвижным составом непосредственно из единого диспетчерского центра.

В таких условиях вопрос об устранении последствий происшествий встает наиболее остро. В отличие от других сфер деятельности железнодорожные перевозки имеют одну важную специфику. Как правило, составы передвигаются постанционно от одной к другой, в результате чего основной угрозой является именно сход подвижного состава. Ликвидация последствий схода подвижного состава осуществляется путем отправки специального восстановительного поезда к месту аварии. Восстановительный поезд – это специальное формирование ОАО «РЖД», предназначенное для ликвидации последствий сходов и столкновений подвижного состава, а также оказания помощи в пределах своих технических возможностей при ликвидации последствий природного и техногенного характера.

Кроме того, состав восстановительного поезда может быть увеличен при необходимости использования дополнительного количества оборудования и оснастки. Как правило, такие поезда находятся в постоянной оперативной готовности, но ввиду того, что ситуация может быть дополнительно осложнена обстоятельствами конкретной аварии, может потребоваться прицепка дополнительных вагонов с оборудованием, техникой или т. п.

Исходя из этого, для уменьшения времени реагирования и для повышения оперативности работы аварийно-восстановительных служб требуется проведение своевременной и точной разведки на местности, которая позволяет на основании достоверных сведений принять решение о прицепке дополнительных вагонов и платформ. В целях упрощения оценки возникшей ситуации предлагается использовать систему, в основе которой будет находиться БПЛА.

Основными эффектами от внедрения такого комплекса являются сокращение времени развертывания системы мониторинга последствий и повышение достоверности объективной оценки повреждений, основанной на интеллектуальном анализе получаемых фото- и видеоданных.

В последнее время все большее количество предприятий и производств доверяют автоматическим системам работу по распознаванию образов, либо изображений. Такие системы используются, к примеру, для выбраковки деталей на крупном производстве, где они позволяют в несколько раз увеличить скорость и качество оценки деталей по сравнению с анализом, производимым человеком. Также такие системы используются в автопилотируемых транспортных средствах для анализа ситуации на дороге, который происходит через распознавание образов и вычленение определенных объектов, соответствующих их базе данных из общей массы. Авторами предлагается использовать подобную систему для оценки качества и количества повреждений в местах схода подвижного состава при помощи БПЛА. Такая система позволит качественно осуществить оценку мест повреждений, провести аэровидео съемку места аварии, а установленная на его борту система компьютерной идентификации позволит произвести разграничение и выделение мест повреждений и дать комплексную оценку требуемых действий. Все это позволит повысить эффективность работы бригады восстановительного поезда.

Предлагаемая комплексная система должна быть оснащена мощным процессором, который позволяет обрабатывать полученные изображения в режиме реального времени. Принцип распознавания изображения заключается в следующем. Сначала изображение поступает в память устройства, где происходит разбиение этого изображения на определенные секторы. В каждом из этих секторов находится в соответствие с уже имеющейся базой данных. К примеру, изображение должно четко определять границы железнодорожного полотна и соответственно расположение на нем подвижного состава. В том случае, если подвижный состав смещается с железнодорожного пути, система должна выделять это для себя и сигнализировать оператору БПЛА о таких местах. Кроме того, подобные системы способны определять визуальные места повреждений, расцеп вагонов в составе поезда, а также наличие посторонних предметов на железнодорожном пути или подвижном составе.

Авторами предложен концептуальный подход к разработке системы автоматической оценки мест повреждений, основанной на применении беспилотных летательных аппаратов с возможностью управления БПЛА при помощи пульта дистанционного управления непосредственно с земли. Такая система позволит обезопасить оператора от возможных последствий схода подвижного состава, а также минимизировать потери времени на ликвидацию последствий аварий.

Как результат работы получаем такую систему, которая способна не только обезопасить человека при проведении осмотра мест повреждений подвижного состава, но и качественно оценить последствия аварии, а также провести видеофиксацию возможных мест повреждений. Время проведения аварийно-восстановительных работ в этом случае снижается за счет использования уже заранее выбранного оборудования, а также разработанного плана мероприятий, который может быть составлен в штате аварийно-восстановительной бригады непосредственно за время движения восстановительного поезда к месту аварии.

УДК 656.2.08

## **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ**

*А. А. ПАРФЕНКОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

**Железнодорожный транспорт** – это один из основных видов транспорта. Преимуществами его являются возможность обеспечения самых объемных грузовых и пассажирских перевозок и независимость функционирования от метеорологических условий, сезона или времени суток. Железные дороги имеют колоссальную протяженность, высокую надежность и обеспечивают большую пропускную способность во всех регионах страны. Изложенные достоинства и преимущества железно-