

Ямочный ремонт цементобетонных покрытий затруднен необходимостью набора прочности ремонтного раствора на неорганическом вяжущем. В качестве пломбы для цементобетонного покрытия можно использовать геосинтетический цементно-композитный мат (продукция Concrete Canvas). Гибкий тонкий композиционный геоматериал, содержащий цементную смесь, при гидратации способен образовывать прочный слой бетона. Область применения гибкого бетона на сегодняшний день включает укрепление дна и стенок водотоков, защиту склонов, устройство обваловывания, восстановление бетонных конструкций и пр. Материал показывает хорошие эксплуатационные качества при работе во влажной среде, что актуально и для дорожных покрытий. Еще одним положительным аспектом гибкого бетона является возможность нарезки геомата на фигуры разного очертания и площади.

Наиболее эффективным путем снижения уровня травматизма, связанного с производством дорожных работ по содержанию, можно назвать полную автоматизацию. Разработка робота-комбайна силами исключительно дорожников невозможна и требует участия отрасли машиностроения, специалистов в области информационных технологий и пр.

Список литературы

1 ТКП 636-2019. Обустройство мест производства работ при строительстве, реконструкции, ремонте и содержании автомобильных дорог и улиц населенных пунктов = Падрыхтоўка месцаў правядзення работ пры будаўніцтве, рэканструкцыі, рамонце і ўтрыманні аўтамабільных дарог і вуліц населеных пунктаў. – Введ. 01.03.20. – Минск : М-во транспарта і камунікацый РБ, 2019. – 108 с.

2 **Балбуцкий, И. Г.** Структура экономических последствий дорожно-транспортных происшествий / И. Г. Балбуцкий // Молодежь и научно-технический прогресс : сб. докладов XVI Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Губкин, 6 апр. 2023 г. В 2 т. – Губкин-Старый Оскол : Ассистент плюс, 2023. – С. 462–463. – EDN VCRGRX.

3 **Габец, П. Д.** Производство асфальтобетонных плит для роботизированной заделки выбоин / П. Д. Габец // Наука – транспортной инфраструктуре : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, студентов и учащихся колледжей, Гомель, 21 марта 2025 г. – Гомель : БелГУТ, 2025. – С. 21–22. – EDN ZRISKC.

4 **Ямалиев, И. Я.** Использование технологии «бетонное полотно» для интенсификации работ при возведении бетонных конструкций / И. Я. Ямалиев // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. – 2019. – № 3. – С. 54–69. – DOI: 10.25558/VOSTNII.2019.13.3.004. – EDN YPXFRR.

УДК 625.142.44

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРОЧНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ШПАЛ

С. А. ГНЕЗДИЛОВ

АО «БетЭлТранс» (АО «БЭТ»), г. Москва, Российская Федерация

Бетонные и железобетонные конструкции, эксплуатируемые в промышленных, гражданских и сельскохозяйственных сооружениях, могут быть подвержены влиянию агрессивной среды. Прочность и долговечность конструкций зависит от стойкости как бетона, так и арматуры. Степень воздействия определяется наличием и концентрацией агрессивных агентов, температурой и влажностью [1].

Железобетонные шпалы и брусья работают в сложных условиях, связанных как со сменой сезона (осадки в виде снега и дождя), так и периодическим замораживанием, оттаиванием в межсезонье. При этом за календарный год переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С с одновременным увлажнением подрельсового основания может происходить более 50 раз.

Попадание химически активного груза на путь может происходить как в месте погрузки-разгрузки, сортировки, так и при транспортировке, при этом разные материалы по-разному влияют на железобетонное подрельсовое основание.

АО «БЭТ» совместно с ООО «Институт ВНИИЖелезобетон» провело исследование влияния агрессивных сред на прочностные свойства бетона, используемого при производстве железобетонного подрельсового основания (шпал и брусьев стрелочных переводов) [2].

Первой основной экспериментальной агрессивной средой выбран 5%-й водный раствор хлорида калия. Хлористый калий КС1 является концентрированным калийным удобрением, самым распространенным на территории РФ, а также может быть приобретен в чистом техническом состоянии по ГОСТу.

Водный раствор хлорида калия использовали исходя из предположения, что просыпанное удобрение под действием таяния снега, дождя, а также естественной влажности воздуха и балласта покрывало железобетонное основание, вызывая в нем необратимые химические процессы. Концентрация среды (водный раствор, 5%-й по массе) была назначена согласно методу испытания бетона на морозостойкость [3].

Для сравнения с хлористым калием на первом этапе эксперимента были включены вода и 5%-й водный раствор хлорида натрия (поваренная соль) (стандартные первый, второй и третий (ускоренный) методы по [3], [4]).

Образцы разных размеров и форм испытывали одновременно. Их изготовили из материала, используемого при серийном производстве шпал и брусьев для стрелочных переводов, по технологическим режимам виброуплотнения и тепловлажностной обработки, применяемым на филиалах АО «БЭТ». Внешний вид образцов контролировали после каждого цикла. В зависимости от интенсивности разрушения образцы с испытаний снимали и проводили их замораживание-оттаивание по первому методу, если разрушение образцов наступало слишком быстро, по третьему – если слишком поздно.

Отдельные серии образцов прошли до 27 циклов испытаний по второму методу. Нарушение прочности либо отсутствовало, либо было незначительным.

Значимое разрушение не наблюдалось несмотря на жесткость условий замораживания-оттаивания образцов.

Действующим веществом выбрали минеральные удобрения и мазут (нефть и нефтепродукты). Общий набор агрессивных сред дополнительно к хлориду натрия (ЧДА согласно [5]) к следующему этапу стал следующим: хлорид калия ЧДА [6], сульфат аммония, двойной суперфосфат, мазут.

Испытания проводились в рамках апробирования методики, разработанной согласно [4] в части изготовления образцов и определения прочностных характеристик, [3] в части режима проведения испытаний, назначения количества циклов замораживания-оттаивания, трактовки результатов.

Изменение прочности на растяжение при изгибе в основных образцах относительно контрольных, хранившихся в камере нормального твердения и в воде, следующее:

- раствор NaCl – снижение прочности на 36 %;
- раствор KO – снижение прочности на 29 %;
- кашица КС1 – снижение прочности на 60 %;
- кашица сульфата аммония – снижение прочности на 16 %;
- кашица двойного суперфосфата – снижение прочности на 15 %;
- мазут при +50 °С – снижение прочности на 13 %;
- мазут от –50 до +50 °С – снижение прочности на 8 %.

Насыщение образцов проходило перед циклами замораживания-оттаивания при полном погружении в агрессивную среду на 48 ч, замораживание – при –50(±2) °С, оттаивание – при +20(±2) °С.

Основные образцы-призмы в ходе испытания должны находиться в горизонтальном положении, перед началом попеременного замораживания-оттаивания их насыщают агрессивной средой.

Выводы.

1 Агрессивная среда на основе хлорида натрия и хлорида калия оказывает большее воздействие на бетон, чем другие исследованные в рамках настоящей работы. Причина этого может быть в том, что суперфосфат и сульфат аммония реагируют с цементом, образуют нерастворимые соединения кальция, и таким образом происходит поверхностное разрушение бетона. Глубина такого разрушения недостаточна для существенного влияния на прочность образцов на растяжение при изгибе.

2 Мазут оказывает большее негативное воздействие на бетон при длительном хранении образцов в данной среде при +50 °С, чем при замораживании-оттаивании от –50 до +50 °С в той же среде. Это, возможно, обусловлено тем, что образцы не насыщаются водой и не происходит промотирования процессов разрушения за счет замерзания жидкости в порах бетона.

3 К агрессивным средам можно отнести кашичу КС1, испытания в которой показали существенно большее разрушение бетона образцов, чем в стандартной среде 5%-го раствора хлорида натрия в воде.

4 При столь значительном снижении прочности бетонного камня на растяжение при изгибе до 3,1 МПа (при минимальном значении в 5,5 МПа) произойдет в целом и снижение прочности шпалы или бруса стрелочного перевода, что не допустимо и требует наличия специальной защиты (нанесение специальных покрытий/пропиток на поверхность бетона, либо включение в состав бетона специальных ингибирующих добавок).

5 Условия эксплуатации во взаимодействии с агрессивными к бетону средами высокой концентрации не относятся к типовым и, как следствие, к железобетонному подрельсовому основанию должны выдвигаться дополнительные требования по защите от коррозии и химического воздействия. В противном случае, незащищенная конструкция значительно сокращает свой срок службы (ресурс), который может оказаться даже ниже гарантийного.

Список литературы

- 1 **Баженов, Ю. М.** Технология бетона : учеб. пособие / Ю. М. Баженов. – 2-е изд., перераб. – М. : Высш. шк., 1987. – 415 с.
- 2 Отчет по результатам выполненного исследования и по разработке методики ускоренной оценки агрессивного воздействия вещества на бетон / ООО «Институт ВНИИЖелезобетон». – М., 2022.
- 3 ГОСТ 10060-2012. Бетоны. Методы определения морозостойкости. – Введ. 01.01.2014 ; изм. 16.12.2021. – М. : Стандартинформ, 2018. – 19 с.
- 4 ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – Введ. 01.07.2013 ; изм. 01.06.2018. – М. : Стандартинформ, 2018. – 36 с.
- 5 ГОСТ 4233-77. Реактивы. Натрий хлористый. Технические условия. – Введ. 01.01.1978 ; изм. 01.07.2008. – М. : Стандартинформ, 2008. – 19 с.
- 6 ГОСТ 4568-95. Калий хлористый. Технические условия. – Введ. 01.07.1997 ; изм. 01.10.2001. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 16 с.

УДК 656.2.053

ВЛИЯНИЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЙ ОБ ОГРАНИЧЕНИИ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ Поездов НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА

Е. Н. ГРИНЬ

Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва

Выполнение задач, стоящих перед железнодорожным транспортом по росту объемов перевозок и скоростей движения, требует новых подходов к оценке роли инфраструктуры в организации перевозочного процесса.

Основными факторами, определяющими роль инфраструктуры в современных условиях эксплуатации, являются: постоянное увеличение доли вагонов с осевой нагрузкой 25 тс, рост количества тяжеловесных поездов, рост грузонапряженности на основных направлениях сети и сокращение объемов ремонтных работ.

В настоящее время около 30 % магистральных линий обеспечивает выполнение свыше 80 % всех перевозок. Следствием этого является рост количества поездов и, как результат, сокращение межпоездных интервалов. Численной характеристикой этого фактора может служить показатель плотности поездопотока (среднее количество поездов), однако, к сожалению, в официальной статистике этот показатель не используется.

Результатом совокупности действия этих факторов является рост количества отказов технических средств инфраструктуры. Основными причинами отказов на сети в 2024 году явились неудовлетворительное содержание рельсовой колеи – 42 %, острodefектные (ОДР) и дефектные рельсы (ДР) – 20 %, отказы рельсовых цепей – 13 %.

Отказ технических средств железнодорожного пути вызывает задержку не только проходящего состава, но и задерживает часть последующих за ним. Вследствие чего возникают незапланирован-