

В том числе, наряду с конструктивными решениями, необходимо рассматривать комплекс мероприятий повышения живучести объектов, включающий в себя систему водяных завес по линии мостового перехода (далее – система).

Система, показанная на рисунке 4, способствует защите объекта от визуального наблюдения со стороны противника, а также невозможности приближения БЛА противника в зону действия распыления воды.



Рисунок 4 – Варианты применения водяных завес

Такая система была апробирована на учениях транспортных войск в 2021 году и показала свою эффективность.

Список литературы

1 **Гулевич, В. В.** Современная война и мир: истоки и предпосылки вооруженных конфликтов XXI века (на примере украинского кризиса) / В. В. Гулевич. – Минск : ИВЦ Минфина, 2024. – 208 с.

УДК 669.91.012

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ВОДОСТОЙКОСТИ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ

Д. В. МАЛАШКОВ, А. С. НЕВЕРОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Одной из ключевых проблем отечественного жилищно-гражданского строительства является необходимость снижения материалоемкости возводимых зданий [1]. Наиболее значимыми проблемами являются снижение цемента- и энергоемкости, экологической нагрузки на окружающую среду и повышение производительности труда в производстве строительных мате-

риалов и строительстве [2], пожаробезопасности и обеспечение санитарно-гигиенических требований, предъявляемых к помещениям [3].

Расширение производства и применения гипсовых материалов позволит в значительной степени решить перечисленные проблемы, так как гипсовые материалы отличаются пониженной плотностью, тепло- и звукопроводностью, декоративностью, экологической безопасностью, огне- и пожаростойкостью [4] и позволяют создавать благоприятный микроклимат помещений в течение короткого времени [5]. Их производство отличается более низкими по сравнению с материалами и изделиями на основе цемента расходами топлива и энергии (в 5 раз), значительно меньшими капиталовложениями и металлоемкостью оборудования (в 3 раза) и в 10–15 раз ускоряется производство изделий [6].

К основному недостатку гипсовых изделий относится невысокое значение водостойкости. При взаимодействии с водной средой гипсовый камень подвергается увлажнению, в следствие чего происходит уменьшение прочности материала.

Существует три основных направления повышения водостойкости гипсовых изделий:

- уменьшение растворимости затвердевшего гипса;
- изменение капиллярно-пористой структуры гипсового камня с целью уменьшения водопоглощения;
- поверхностная гидрофобизация, пропитка и поверхностная защита материалов, препятствующими водонасыщению гипсовых изделий.

Наиболее перспективными являются первые два направления, так как в этих случаях происходит повышение водостойкости материала по всему объёму. Для успешной реализации этой задачи необходимо использовать добавки, позволяющие одновременно снизить растворимость гипса в водной среде, а также уменьшить водонепроницаемость гипсового камня.

К одной из таких добавок относится добавка цемента, содержащего сульфатированные клинкерные фазы. Использование этой добавки было подробно рассмотрено в статье [2] Михеенкова М. А. и Кабирова И. Ж.

Помимо использования добавок цементов, одним из вариантов повышения водостойкости гипсового вяжущего является применение строительных отходов, отходов угольной промышленности. В своей работе [3] Козлов С. Д. и Коридзе В. Г. считают, что применение промышленных отходов в производстве гипсового вяжущего позволяет получить материал, обладающий повышенной водостойкостью и прочностью. Наиболее эффективным, по мнению авторов, видом промышленных отходов является силикагель с применением гидросиликата кальция. Альтернативой силикагеля являются кремнийсодержащие добавки, которые в отличие от силикагеля требуют дополнительной химической обработки.

Полученные в ходе многократных экспериментов результаты позволили Аласханову А. Х. сформулировать теорию составов гипсового вяжущего, в основе которой существуют два направления повышения водостойкости.

Одним из направлений повышения водостойкости гипсовых вяжущих является создание гипсоцементнопуццолановых вяжущих (ГЦПВ), а также разработка технологии ГЦПВ.

Другим достаточно известным направлением является использование гипсоизвесткового шлакового вяжущего (ГИШВ). Внедрение минеральных добавок в состав гипсоцементного вяжущего позволит влиять на этапы твердения и способствовать изменению конечных свойств материала.

Разработанный состав вяжущего, в отличие от неводостойких гипсовых вяжущих, обладает универсальностью свойств, проявляющихся в способности к гидравлическому твердению и меньшей склонностью к ползучести. Помимо этого, использование отходов промышленности положительным образом сказывается на экологическом и экономическом аспекте строительства.

Альтернативный способ создания водостойких гипсовых вяжущих представлен в работе [5] Халиуллина М. И. В своей статье автор разработал водостойкие бесклинкерные композиционные гипсовые вяжущие, обладающие повышенными физико-техническими характеристиками. В качестве добавки были использованы:

- молотый доменный гранулированный шлак;
- молотая керамзитовая пыль;
- суперпластификатор.

В результате выполнения комплексных исследований с применением методов рентгенографического и дифференциально-термического анализа установлено, что благодаря использованию добавок была сформирована прочная и водостойкая структура искусственного камня. Полученные в результате опытов штукатурные гипсовые сухие смеси по основным физико-техническим показателям соответствуют нормативным требованиям, а по ряду показателей превосходят их.

Достаточно интересным решением видится использование микрокристаллической целлюлозы [5] (МКЦ) в качестве добавки, необходимой для формирования плотной, прочной и менее водопроницаемой гипсовой матрицы. Благодаря анализу, проведённому Лукутцовой Н. П., было выяснено, что использование МКЦ снижает водопотребность строительного гипса в 1,2 раза, сокращает сроки схватывания, а также повышает прочность (на изгиб в 1,8 раза, на сжатие в 1,5 раза) и коэффициент размягчения гипсового камня в 1,2 раза.

Таким образом, обзор известных литературных источников показывает, что для повышения прочности, а также водостойкости гипсовых изделий, необходимо использовать тонкодисперсные минеральные добавки, а также

добавки искусственного происхождения, как отдельно, так и в комплексе друг с другом. Особую роль необходимо уделить минеральным добавкам, так как их использование поможет как частным, так и государственным компаниям уменьшить свои капиталовложения в ходе производства строительных материалов, изделий и конструкций.

Список литературы

1 Гипсовые вяжущие повышенной водостойкости на основе промышленных отходов / Козлов Н. В. [и др.] // Научное обозрение. – 2013. – № 9. – С. 200–205.

2 **Михеенков, М. А.** Разработка гидравлического гипса с добавкой цементов, содержащих сульфатированные клинкерные фазы / М. А. Михеенков, И. Ж. Кабиров, В. М. Михеенков // Вестник МГСУ. – 2012. – № 5. – С. 107–113.

3 **Козлов, С. Д.** Водостойкие гипсовые вяжущие с применением промышленных отходов / С. Д. Козлов, В. Г. Коридзе // Бюллетень науки и практики. – 2017. – С. 23–34.

4 **Аласханов, А. Х.** Рецептура водостойких композиционных гипсовых вяжущих с компонентами техногенного происхождения / А. Х. Аласханов, С. А. Алиев, С. А. Муртазаев // Вестник ДГТУ. – 2015. – С. 48–54.

5 Свойства и структура строительного гипса с микрокристаллической целлюлозой / А. А. Пыкин [и др.] // Вестник БГТУ. – 2017. – № 12. – С. 67–73.

УДК 656.2(510)

ХАРАКТЕРИСТИКА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ КИТАЯ

А. А. МАРЦИНОВСКИЙ, И. Д. ГОЛОВАЧ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Территория Китая огромна, население многочисленно, распределение ресурсов неравномерно, а также несбалансированно экономическое развитие регионов. Таким образом, железная дорога уже давно играла ключевую роль в транспортной системе Китая, к тому же благодаря техническим и экономическим особенностям железной дороги, развитие железнодорожной отрасли имеет большое значение в экономическом росте Китая.

Система управления министерством путей сообщения объединяет три ответственных подразделения: управление действующих железнодорожных путей, администрация железнодорожных путей и подразделение администрации железнодорожных веток. В настоящее время национальная железная дорога включает 14 железнодорожных бюро в Харбине, Шэньяне, Пекине, Цзинане, Шанхае, Наньчане, Гуанчжоу, Чжэнчжоу, Лючжоу, Куньмине, Чэнду и Хух-Хото, Ланьчжоу, Урумчи, а также 50 филиалов.