

*Загоруйко Татьяна Викторовна*

канд. техн. наук, преподаватель

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия

им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

г. Воронеж, Воронежская область

## **РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОСТОЙКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СООРУЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

*Аннотация:* в статье представлены экспериментальные данные исследований по оценке взаимосвязи структурообразования, минерально-фазового состава и свойств эффективных термостойких композиционных материалов, применяемых для строительных конструкций сооружений объектов транспортного назначения, подвергающихся высоким температурным воздействиям.

*Ключевые слова:* термостойкие композиты, огнезащитные материалы, конструкции, сооружения объектов транспортного назначения.

Влияние объектов, обеспечивающих аэродромный, автомобильный и другие виды транспортного обслуживания населения в различных регионах, существенно сказывается на экономической безопасности страны.

События последних лет наглядно свидетельствуют, что при ведении военных действий или вследствие этих действий объекты транспортного назначения могут подвергаться комбинированному огневому и динамическому ударно-волновому воздействиям в различных сочетаниях и последовательностях, в том числе с участием пожара, что приводит к большому количеству жертв и значительному материальному ущербу.

В сегодняшних условиях перспективным направлением является разработка новых конструктивных решений для таких объектов, отвечающих современным требованиям по обслуживанию транспортных средств. Кроме того, с учетом технического состояния и выработанных сроков, все чаще возникает необ-

---

ходимость реконструкции, ремонта и восстановления объектов транспортного назначения, с целью их дальнейшей эксплуатации.

Для реализации указанных направлений актуально применение эффективных материалов, обладающих термо- и огнезащитными свойствами в строительных конструкциях различных сооружений. Так, применение термостойких композитов в аэродромных конструкциях позволит обеспечить устойчивость при интенсивном воздействии газоздушных струй авиационных двигателей современных воздушных судов [1–3].

Кроме этого, применение термо- и огнезащитных композиционных материалов в конструкциях позволит обеспечить требуемые параметры огнестойкости и конструктивной пожарной опасности в сооружениях, предназначенных для хранения взрыво- и пожароопасных материалов [4].

Основой получения материалов, обладающих улучшенными свойствами, а также повышенной термостойкостью, являются методологические подходы по разработке их составов и технологии приготовления. При этом состав таких материалов требует целенаправленного выбора исходных компонентов и рассматривается как необходимое условие получения термостойких композитов, значительно превосходящие по своим свойствам существующие аналоги.

При создании высококачественных строительных композиционных материалов, обладающих заданным комплексом свойств, определяющее значение имеет качественная и количественная оценка процессов структурообразования, изменения минерально-фазового состава и свойств на основе комплекса современных физико-химических методов, включая рентгенофазовый анализ.

В данной работе представлены результаты экспериментальной оценки изменения минерально-фазового состава при структурообразовании термо- и огнезащитных композитов в условиях высокотемпературного воздействия до 1100°С. Исследования проводили на образцах термо- и огнезащитных композитов, включающих портландцемент, гранулированный шлак – наполнитель, асбест – армирующий компонент, природный шунгит – структурообразующий компонент [5].

---

Для моделирования и прогнозирования поведения исследуемых композиционных материалов в условиях высокотемпературного воздействия проводили оценку изменения прочности после нагрева в температурном диапазоне 700–1100 °С в течение 60 минут.

Для рентгенофазового анализа после огневого испытания образцы измельчали и просеивали через сито №008 для исключения попадания в исследуемую пробу фракций мелкого заполнителя. Оценку изменения минерально-фазового состава композитов проводили путем сопоставления рентгенограмм полученных на дифрактометре ARL X'TRA [5].

Проведенные испытания показали, что образцы термо- и огнезащитного композита предложенного состава после высокотемпературного воздействия сохранили целостность. Показатели прочности составили: при 700 °С – 11,2 МПа; при 900 °С – 10,6 МПа; при 1100 °С – 5,1 МПа. Это свидетельствует о высокой термической стойкости предлагаемых композитов. В отличие от них, образцы рядового бетона при температуре 1100 °С полностью разрушились [5; 6].

Установлено, что для исследуемых композитов без огневого воздействия (при 20 °С) в структуре формируются следующие характерные минералы: гидросиликаты кальция CSH (I) с соотношением Ca/SiO<sub>2</sub> менее 1,5; гидросиликаты кальция CSH (II) с соотношением Ca/SiO<sub>2</sub> от 1,5 до 2; портландит; кварц; кальцит. При высоком температурном воздействии до 1100 °С в структуре композита происходят значительные изменения. По причине протекающих процессов дегидратации и диссоциации гидросиликаты кальция, портландит и кальцит отсутствуют. Основные фазы в данной системе представлены комплексными соединениями типа силикатов кальция. Проявленные особенности изменения минерально-фазового состава позволяют сделать вывод об активном влиянии предложенных компонентов в составе исследуемых композитов на их структурообразование и сохранение прочностных показателей при высоких температурных воздействиях.

Представленные в работе экспериментальные данные позволяют расширить представления о процессах структурообразования, изменении минерально-

---

фазового состава и свойств композитов, рекомендуемых для применения в качестве эффективных термо- и огнезащитных материалов для конструкций сооружений, подвергающихся высоким температурным воздействиям.

### *Список литературы*

1. Изыскания и проектирование аэродромов / Г.И. Глушков, В.Ф. Бабков, В.Е. Тригоны [и др.]; под ред. Г.И. Глушкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1992. – 463 с.

2. Кульчицкий В.А. Аэродромные покрытия. Современный взгляд / В.А. Кульчицкий, В.А. Макагонов, Н.Б. Васильев [и др.]. – М.: Физико-математическая литература, 2002. – 528 с. – EDN UGLCEL

3. Загоруйко Т. В. Обоснование применения термостойких бетонов для аэродромных покрытий / Т. В. Загоруйко, А. А. Загоруйко // Научная опора Воронежской области: сборник трудов победителей конкурса научно-исследовательских работ студентов и аспирантов ВГТУ по приоритетным направлениям развития науки и технологий. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2021. – С. 118–120. EDN QAZKAC

4. Ройтман В.М. Механизм формирования огнезащитного эффекта вспучивающихся покрытий железобетонных конструкций при их нагреве / В.М. Ройтман, Р.Ш. Габдулин, С.В. Щербина // Наука и безопасность. – 2012. – №4. – С. 40–50.

5. Леденев А.А. Регулирование состава и свойств композитных покрытий для огнезащиты строительных конструкций / А.А. Леденев, Т.В. Загоруйко, В.Т. Перцев [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2023. – №9 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2023/8700](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2023/8700). – EDN ACIDCQ

6. Перцев В.Т. Влияние наноструктурирующих компонентов на характеристики цементного камня и свойства высокопрочных и термостойких бетонов / В.Т. Перцев, Н.С. Перова, А.А. Леденев [и др.] // Известия КГАСУ. – 2019. – №3 (49). – С. 163–171. – EDN LBEJEP