

Н. А. Моисеева, Д. Г. Богатеев, Г. Г. Богатеев,  
И. А. Абдуллин, А. А. Баландина

## МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ

*Ключевые слова: теплозащитные материалы и покрытия, композиционный материал, связующее, генератор аэрозоля, наноразмерные и гранулированные наполнители, эпоксидно-каучуковый компаунд.*

*Разработана универсальная полимерная композиция нового поколения как основа защитных материалов и покрытий многоцелевого назначения, имеющая важное практическое значение. Использование в составе композиции наполнителей различной природы и дисперсности позволяет регулировать реологические, физико-химические и физико-механические характеристики покрытия.*

*Keywords: thermal protection materials and coatings, composition material, binder, nanosized and granulate reinforcements, epoxy-rubber compound.*

*Universal polymer composition as a basis for a new generation of materials and protective coating of multi-purpose, which has important practical significance was developed. The use of fillers in the composition of different nature and can adjust the dispersion rheology, physico-chemical and physico-mechanical properties of the coating.*

Защитные материалы и покрытия предназначены для уменьшения теплоподвода извне к защищаемой поверхности, защиты металлоконструкций от воздействия агрессивных сред и предохранения рабочих органов энергосиловых установок от перегрева [1-6]. Существующие защитные материалы различаются как по назначению, свойствам, так и по содержанию основных ингредиентов, что существенно усложняет процессы их переработки в изделия известными методами.

Диапазон использования защитных материалов и покрытий в настоящее время довольно широк – это и составляющие конструкционно-композиционного материала или изделия, тепловая защита в энергомашиностроении – в качестве защитных покрытий энергетических установок, газогенераторов, теплонагруженных двигателей и конструкций, эрозионно- и коррозионностойкие материалы, декоративные и упрочняющие покрытия и многое другое.

Особенно остро возникла необходимость создания эффективных теплозащитных материалов и покрытий нового поколения с целью обеспечения нормального температурного режима функционирования установок и оборудования, высокой эрозионной и коррозионной стойкости материалов и покрытий и долговременной и прогнозируемой работоспособности таких материалов в условиях эксплуатации.

С целью повышения уровня гидрометеорологической безопасности и сохранение качества окружающей среды, уменьшение экономического и экологического ущерба от стихийных бедствий и техногенных катастроф, в том числе и от пожаров, необходимо разрабатывать новые материалы, применение которых позволит одновременно решать несколько взаимосвязанных задач. Одним из направлений решения проблемы является использование универсальных защитных материалов, позволяющих в зависимости от условий применения генерировать аэрозоль заданного качества.

В связи с изложенным, разработка универсальной полимерной композиции нового поколения

как основы защитных материалов (ЗМ) многоцелевого назначения, имеет важное практическое значение.

Большинство используемых защитных материалов и покрытий представляют собой довольно сложные композиции, состоящие из наполнителя и связующего. Использование в составе композиции наполнителей различной природы и дисперсности позволяет регулировать реологические, физико-химические и физико-механические характеристики, адгезионные и диэлектрические свойства, усадку отвержденного материала и т.д. В некоторых случаях введение наполнителя способствует увеличению не только прочности, но специальных характеристик изделия.

Результаты выполненных исследований позволили разработать универсальные защитные материалы на основе эпоксидно-каучукового компаунда, а использование нетривиальных порошкообразных и гранулированных наполнителей позволяет регулировать комплекс показателей ЗМ, применять различные технологические режимы переработки и формования изделий с различными габаритно-массовыми характеристиками.

Существующие составы для борьбы с градобитием имеют недостаточно высокий выход активных центров кристаллизации (АЦК), а продукты сгорания огнетушащих составов при горении имеют высокие температуры, вызывающие разогрев корпуса генератора, что может стать источником «вторичных» пожаров. Кроме того, защитные материалы и покрытия применяют для проведения ремонтно-восстановительных работ по восстановлению заводских защитных покрытий на продуктопроводах. К таким покрытиям предъявляют требования по технологичности нанесения на тело трубы, экономичности и высокой адгезии к металлической поверхности.

Для решения указанных задач в качестве наполнителей в универсальных защитных материалах предложено использовать льдообразующие реагенты или ингибиторы процесса горения, использование которых позволяют генерировать аэрозоль за

данного качества с ультра- и нанодисперсными частицами продуктов сгорания, способного либо увеличить выход активных центров кристаллизации воды в переохлажденных облаках и туманах с целью предотвращения градобития, либо – ингибировать процессы горения и тушить пожары в замкнутых и условно-замкнутых помещениях. К таким наполнителям относят йодиды калия и/или аммония в сочетании с термостойкими наноразмерными наполнителями в виде порошков и/или гранул, например, оксидом кремния и полиборидом магния.

Предлагаемые универсальные защитные материалы нового поколения с наполнителями различной природы обладают необходимыми реологическими свойствами, позволяющими перерабатывать наполненные композиции в изделия с различными габаритно-массовыми характеристиками по технологическим режимам и на действующем в отрасли оборудовании.

Исследования характеристик образцов из предлагаемой универсальной композиции с наполнителями показали, что они обладают необходимым уровнем физико-механических характеристик и способны выдерживать значительные (до 3-5 МПа) статические и динамические нагрузки. Изделия из универсальных защитных материалов превосходят по прочности адгезионной связи с металлической поверхностью все известные материалы, используемые для защиты продуктопроводов, а технология их нанесения на защищаемые поверхности в нестационарных условиях в 3-5 раз экономичнее.

Такие защитные материалы рекомендованы к применению в генераторах аэрозоля – как дополни-

тельных источников АЦК в противорадиационных ракетах нового поколения для борьбы с градобитием, и в генераторах огнетушащего аэрозоля для объемного пожаротушения в замкнутых и условно-замкнутых объектах, а защитные материалы на основе эпокси-каучукового компаунда с нетривиальными наполнителями в виде ультра-нанодисперсных порошков и/или гранул на основе оксида кремния и полиборида магния рекомендованы в качестве покрытий для ремонта заводских покрытий продуктопроводов.

## Литература

1. Душин, Ю. А. Работа теплозащитных материалов в горячих газовых потоках / Ю.А. Душин. – Л.: Химия. Ленингр. отд-ние, 1968. – 224 с.
2. Солнцев, С.С. Высокотемпературные композиционные материалы для перспективных изделий авиа- и машиностроения / С.С. Солнцев, Д.Р. Гращенков, Н.В. Исаева // Конверсия в машиностроении. – 2004. – №4. – С. 60-64.
3. Буланов, И.М. Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов / И.М. Буланов, В.В. Воробей. – М.: МГТУ, 1998. – 514 с.
4. Богатеев Д. Г., Михайлов А.С., Абдуллин И. А., Михайлов В.А., Моисеева Н. А., Вестник Казанского Технологического университета, 7, 350-356 (2010).
5. Богатеев Д. Г., Абдуллин И. А., Димухаметов Р.Р., Моисеева Н. А., Вестник Казанского Технологического университета, 7, 357-362 (2010).
6. Богатеев Д. Г., Абдуллин И. А., Моисеева Н. А., Вестник Казанского Технологического университета, 10, 528-533 (2010).

---

© **Н.А. Моисеева** - асп. каф. химии и технологии гетерогенных систем КНИТУ, spektr@kstu.ru; **Д.Г. Богатеев** - канд. техн. наук, асс. той же каф., spektr@kstu.ru; **Г.Г. Богатеев** - канд. техн. наук, доц. той же каф., spektr@kstu.ru; **И. А. Абдуллин** – д-р техн. наук, проф., зав. той же каф., ilnur@cnit.ksu.ras.ru; **А.А. Баландина** – студ. той же каф., spektr@kstu.ru.