ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОРАЗМЕРНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

У.А.Зиямухамедова, А.А.Запаров, Л.Й. Бакиров

Мақолада машинасозлик объектларини ҳимоялаш, уларнинг ишлатилиш муддатларини узайтиришни таъминлаш учун ҳимоя қопламларини танлаш ва уларни ишлаб чиқариш технологясини ишлаб чиқиш илмий асосланган.

Калит сўзлар: *композицион материаллар, полимер материаллар, механик фаоллаштириш, минерал тўлдиргичлар.*

В статье приведены научное обоснование выбора защитных покрытий и разработка технологий их производства для обеспечения сохранности машиностроительных объектов и повышения долговечности при эксплуатации.

Ключевые слова: *композиционные материалы, полимерные материалы, механоактивация, минеральные наполнители.*

The article describes the scientific rationale for the choice of protective coatings and the development of manufacturing technologies to ensure the safety of engineering objects and increase their longevity in service.

Keywords: *composite materials, polymeric materials, mechanical activation, mineral fillers.*

В промышленно-производственном комплексе народного хозяйства Республики Узбекистан широко используются технологическое и вспомогательное оборудования, эксплуатируемые при воздействии выраженных неблагоприятных факторов, таких, как коррозионная среда, абразивные компоненты, перепад температур, ультрафиолетовое излучение. В ряде случаев эти негативные факторы действуют одновременно, приводя к сокращению эксплуатационного ресурса машин, механизмов, транспортных систем, подъёмно-транспортного оборудования и специализированных металлоконструкций, резервуаров, ёмкостей и технологического оборудования по переработке и хранению сырьевых продуктов.Для обеспечения сохранности этих объектов и повышения их долговечности при эксплуатации перечень защитных покрытий и технологий их формирования непрерывно расширяется, что обеспечивает обоснованный выбор полифункциональных гетерокомпозитных полимерных покрытий (ГКПП) для целенаправленного применения в машиностроении.

Установлено, что важнейшими аспектами эффективного применения полифункциональных защитных покрытий являются стоимость и доступность компонентов, отсутствие отрицателыного влияния на экологическое состояние окружающей среды в условиях действующего промышленного производства, а также энергетические затраты при изготовлении полуфабрикатов и формировании полифункциональных покрытий с использованием местного минерального сырья [1].

Также известно, что одним из эффективных способов получения наноразмерных местных минералов, в частности, ангренских каолинов, является предварительная механоактивация, которая описывается как следствие изменений вида и количества дефектов структуры при получении наноразмерных наполнителей изместных минералов [2]. Например, в дисмембраторных установках их развитие достигает некоторого максимального значения. Причём, в продолжающемся процессе обработки часть ранее возникших дефектов исчезает. В таких случаях механическая активация может быть усилена путём более интенсивной обработки не только для достижения максимального эффекта диспергирования (измельчения) до наноразмеров природных минералов, но и для обеспечения дополнительных физических и химических связей за счёт образования электрополяризованных частиц минеральных наполнителей [1,2].

На наш взгляд, определяющими дальнейшего технического прогресса в технологии производства наполнителей для композиционных полимерных материалов(ГКМ) на основе физико-химической механики, можно считать:

– увеличение физико-химической активности веществ на поверхности раздела фаз;

– достижение максимальной гомогенности (однородности) перерабатываемых смесей, особенно при смешении и уплотнении многокомпонентных систем;

– соблюдение принципа минимальной энергоёмкости всех технологических процессов;

– повышение интенсификации процессов с целью резкого сокращения их продолжительности.

С позиции принципа минимальной энерго- и трудоёмкости полного цикла «активационно-технологической механики» более выгодными являются местные минеральные наполнители,так как в республике существуют неисчерпаемаяминерально-сырьевая база и производство по их переработке.Такими местными минеральными наполнителями могут служить ангренские обогащённые каолины марок АКF–78, АКС–30, АКТ–10, производимые ООО «Ангрен Каолин» [1,2].

Широкомасштабные исследования, проведенные нами по разработке и применению ГКМ на основе термореактивной эпоксидной смолы (ЭД-20) и механоактивированных наночастиц ангренских каолинов выше указанных промышленных марок показывают их перспективность при получении полифункциональныхпокрытий для внешних и внутренних поверхностей крупногабаритных изделий.Эти гетерокомпозиты представляют собой смесь, состоящую из связующего (эпоксидного компаунда,70-80%) и механоактивированных наноразмерных ангренских каолинов (20-30 %).

При этом следует отметить, что для внутренных и внешних покрытий крупногабаритных изделий и технологических оборудований, например, для подземных систем сбора нефти и систем поддерживания пластового давления, горячего и холодного водоснабжения, трубопроводов специального назначения, где важно обеспечить коррозионную стойкость и износостойкость при гидроабразивном изнашивании, необходимо разработать новые материалы и технологии, существенно превосходящие известные материалы. Такие материалы можно создать с использованием новых научных и технологических методов, эффективными физическими, механическими и химическими методами модификации.

Основным связующим для заливочных ГКМ и покрытий из них являются: термореактивная эпоксидиановая смола ЭД-20 (ГОСТ 10587–93), отвердитель полиэтиленполиамин (ПЭПА, ТУ–02–594–70), пластификатор – дибутилфталат ДБФ (ГОСТ 8728–76) и (или) госсиполовая смола ГС (ТУ Уз 10-108-95) – отход масложировой промышленности.

На рис. 1 и 2 представлены технологические схемы получения композиций для заливочных материалов и покрытий из них. Для приготовления композиций для деталей рабочих органов машин и механизмов исходные компоненты смеси необходимо дозировать в правильном соотношении и перед смешиванием подогреть полимерное связующее до 50–60°С. Смешивание производят на механической мешалке или шаровой мельнице.

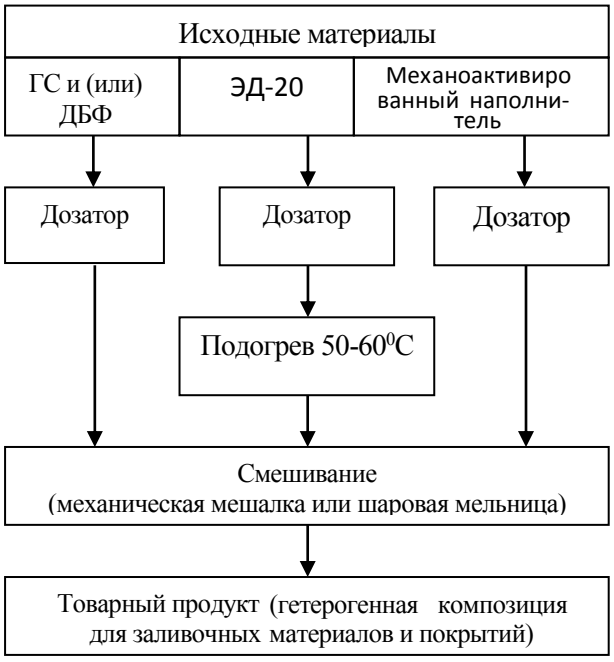

Рис. 1. Технологическая схема получения композиций для заливочных материалов и покрытий.

Концентрация наполнителей зависит как от типов полимера и наполнителя, так и от требуемых свойств изделий.

При выборе рецептуры смеси следует учитывать воздействие отдельных компонентов смеси на полимер, а также взаимодействие компонентов между собой. От правильного выбора рецептуры смеси в значительной степени зависит равномерность физических и химических свойств готовых изделий.

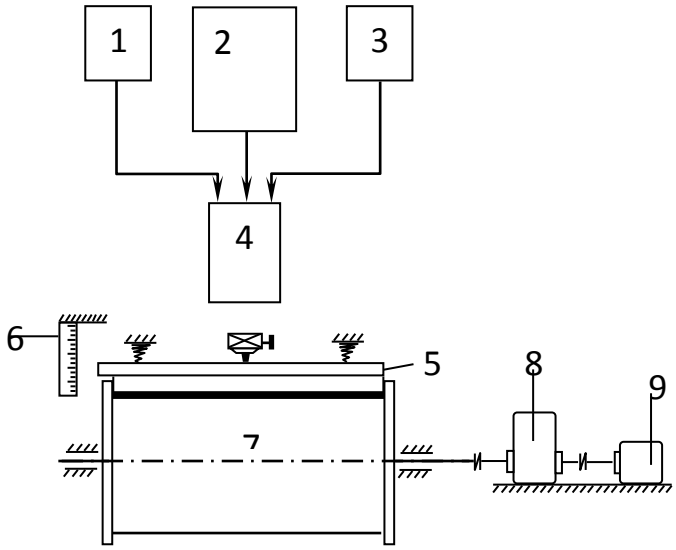

Рис. 2. Технологическая схема получения антикоррозионно-износостойких гетерокомпозитных покрытий.

1 - емкость для растворителя, 2 - для готовой композиции, 3 - для отвердителя (ПЭПА), 4 - смеситель, 5 - регулятор толщины покрываемого слоя, 6 - измерительная линейка, 7 - барабан, надетый с покрываемым листовым материалом, 8 - редуктор, 9 - электродвигатель.

Полимерная композиция и отвердитель ПЭПА (Рис.2) в соотношении 1:10 от массы термореактивного связующего из ёмкостей 2,3 поступают в смеситель 4. В смесителе 4 происходит перемешивание композиции с отвердителем в течение 3-5 мин. Следует отметить, что увеличение времени перемешивания в смесителе 4 не приводит к хорошим результатам, т.к. после добавления ПЭПА повышается вязкость композиции, связанная с процессом отвердения и отрицательно влияет на качество получаемого покрытия.

Смесь сливается самотеком на специальную формовочную ёмкость или на поверхность покрываемого листового материала, надетого на вращающийся барабан, который получает крутящий момент от электродвигателя постоянного тока 9, через червячный редуктор 8. Необходимая скорость вращения барабана 7 в пределах 50–100 об/мин., в зависимости от вязкости композиции, осуществляется изменением числа оборотов электродвигателя постоянного тока. Время вращения составляет 30-60 мин, что связано с образованием пространственной сетчатой структуры, состояние которой можно контролировать визуально, деформируемостью покрытий на ощупь. Необходимая толщина покрытия устанавливается при помощи регулятора 5 и измерительной линейки 6.

Композиционные полимерные материалы антикоррозионного-износостойкого назначения наиболее эффективны, когда их применяют в виде тонкослойного покрытия до 0,5–1,0 мм. При меньших значениях трудно обеспечить односезонную долговечность в результате изнашивания или отслаивания покрытий. Поэтому композиционные полимерные материалы и покрытие полифункционального назначения наиболее эффективны, когда их применяют в виде двухслойных. Первым слоем наносится покрытие, обеспечивающее хорошие адгезионные и антикоррозионные свойства, вторым - износостойкие свойства. По такой же технологической схеме можно получить заливочные материалы в требуемых формах.

Следует отметить, что в производственных условиях данная технологическая схема используется для нанесения покрытий на поверхность деталей или прокатной листовой стали, из которой изготавливаются транспортирующие трубы. Для отдельных узлов труб работа выполняется, в основном, визуально и вручную с использованием простейших методов нанесения. После чего для крупногабаритных технологических оборудований (например, зумпфы обогатительных предприятий, технологические ёмкости и т.д.) подвергается воздействию естественной солнечной радиации в течение 25-50 часов при средней температуре окружающей среды 30–40^{0}С, в остальных случаях покрытия формируются холодным отверждением в течение 1,5-2 часа с последующей термической обработкой при температуре 110–120 ^{0}С в течение 2 часов.

Качество заливочного материала оценивается контролированием плотности, методом взве-

шивания образцов (деталей). Долговечность таких покрытий в 1,5-2,0 раза выше чем обычные,что обеспечивает требуемую работоспособность защитных покрытий.

Технология формирования заливочных ГКМи ГКПП из них связана с существенными трудовыми и энергетическими затратами, что требует применя возобновляемых источников энергии.

По своему географическому расположению наша страна находится ближе к экватору, и поэтому количество солнечных дней в году доходит до трёхсот. Произведённые расчёты и построенные графики по данным Гидрометцентра Узбекистана, с учётом динамики месячных максимальных нагрузок потребителей и распределения солнечного излучения по всем регионам республики, показывают перспективность использования солнечной энергетики в новых технологиях. Поэтому при отвердении ГКМ и ГКПП из них нами был использован гелиотехнологический (непосредственное воздействие энергии солнца) метод структурообразования (отвердение) ГКПП.

Результаты исследования показали, что наилучшими защитными свойствами от коррозии в солевой среде обладают композиции, наполненные каолином производственной марки АКТ–10, а в кислой среде – композиции, наполненные каолином производственной марки АКF–78. Такое различие свойств покрытий, наполненных каолинами, объясняется их химическим составом и размерами частиц, оно обусловлено тем, что в каолине АКТ–10 по сравнению с АКF–78 содержания оксидов (окиси железа, двуокиси кремния) больше, а преобладание оксида алюминия в АКF–78 даёт преимущество покрытию за счёт антикоррозионных свойств к агрессивно-кислым средам. Содержание данных элементов даёт возможность образования нанокомплексных соединений при механохимической модификации их получения, что было доказано нами ИК-спектроскопическими и другими методами структурного анализа.

Разработан ряд композиций с оптимальным использованием наноразмерных частиц каолинов для заливочных материалов и покрытий антикоррозионного и износостойкого назначения с достаточно высокими прочностными свойствами, защищёнными патентами № IAP 04645 и № IAP04774 АИС Республики Узбекистан.

Оптимальным количеством содержания ангренских каолинов в заливочных материалах и покрытиях является 20–30 массовых частей. Причём, с экономической позиции, в композициях более выгодны каолины с крупными частицами, что связано с расходом дорогостоящих эпоксидных олигомеров.

Резюмируя вышесказанное, можно отметить, что композиционные материалы с использованием наноразмерных местных минералов (на примере Ангренских каолинов) являются материалами будущего с большой перспективой. При этом следует отметить, что существующие физические методы обработки композиционных полимерных материалов и механоактивация наполнителей на традиционных установках, например, шаровые мельницы, дисмембраторные активаторы и т.п., морально устарели и требуют дальнейшего совершенствования конструктивных и кинематико-динамических параметров. Также остро стоит проблема создания и применения новых, более эффективных видов химических модификаторов из местных сырьевых ресурсов.

Дальнейшее развитие научно-методических принципов создания высокоэффективных гетерокомпозитных материалов полифункционального назначения с использованием местных наноразмерных минералов возможно при эффективной и целенаправленной интеграции учёных, конструкторов, технологов, энергетиков и других специалистов, а также предпринимателей и производителей. Это может стать одним из перспективных инновационных направлений при развитии местной промышленности.

Литература:

1. Зиямухамедова У.А. Перспективные композиционные материалы на основе местных сырьевых и энергетических ресурсов.- Т.: ТГТУ, -2011.-160 с.

2. Зиямухамедова У.А. и др. Антикоррозионные и гидроабразивно-износостойкие гетерокомпозитные материалы на основе полимеров и местных минералов.- Т.: ТГТУ, 2015.-192 с.

Ташкент давлат техника университети,
Андижон давлат университети,
Андижон машинасозлик институти.
2016 йил 7 декабрда қабул қилинган
(Тақризчи: проф. А.Б.Джумабаев)