

4. Бакуль В.Н., Никитин Ю.И., Верник Е.Б. Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента. - М.: Машиностроение, 1975. — 296с.
5. Вережуб В.Н. Шлифование абразивными лентами. - М.: Машиностроение, 1972. - 238с.
6. Ковальчук Ю.М., Букин В.А., Тлаговский Б.А. Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента. - М.: Машиностроение, 1984. — 288с.
7. Кириенко А.С., Пинчук Ю. М., Модолинская М.П «Оптимизация исследования износостойкости и режущей способности гибкого абразивного инструмента с различными углами ориентации зерен абразива»//Труды молодых специалистов УО«Полоцкого государственного университета». Прикладные науки. Выпуск 16. - Новополоцк ПГУ, 2006. - С.32-34.

УДК 678.029

ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ И ПОСЛОЙНОГО НАПЫЛЕНИЯ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ МЕТОДОМ ГАЗОПЛАМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ

Завистовский С.Э., Молчанов С.В.

Полоцкий государственный университет, г. Новополоцк

Использование газопламенного напыления (ГПН) защитных износостойких покрытий из порошковых композиционных материалов на полимерной основе на металлические детали позволяет снизить материальные затраты при повышении качества продукции.

Метод ГПН особенно эффективен при необходимости получения покрытия на деталях сложной пространственной формы. Долговечность и работоспособность газотермических покрытий в первую очередь зависят от характеристик (свойств) как поверхностного слоя, так и всего объема покрытия, а также от величины прочности сцепления с основой, являющейся одним из немногих критериев, который используют в практике напыления для оценки применимости способа нанесения покрытия [1]. Также долговечность композитных полимерных материалов в значительной степени определяется скоростью накопления необратимых изменений, обусловленных возникновением объемно-напряженного состояния в полимере на атомарно-молекулярном уровне. Возникающие напряжения имеют анизотропный характер: сжатие полимера в локальных объемах вызывает напряжения растяжения в зонах контакта разнородных материалов.

Уменьшение негативного влияния напряжений и деформаций на покрытия составляет важную задачу, которая должна решаться при проектировании и расчете на прочность деталей и узлов современных машин и конструкций. Истинные значения возникающих напряжений и деформаций необходимо определять с учетом формы, механических характеристик материалов и конструктивного и технологического выполнения деталей и узлов, а также действующих нагрузок и условий работы рассматриваемой машины при эксплуатации [2].

Полимерный материал в твердом состоянии является неоднородным по своей структуре; наиболее распространенная модель — кристаллические зоны в аморфной матрице. Они имеют разные коэффициенты термического расширения и неодинаковую способность реагировать на нагрузки. При резкой смене температуры в полимерном материале возникают остаточные деформации, обусловленные в основном аморфной фазой. Кристаллические области, упруго восстанавливая свои размеры под действием увеличивающейся в объеме некристаллической зоны, испытывают напряжения сжатия. При многократном перепаде температур в результате сжатия происходят одновременно два процесса — дополнительная кристаллизация на границе раздела фаз и пластическая деформация. К перепадам температур чувствительны композитные материалы и металлополимерные изделия [3].

На основании анализа литературы, было сделано предположение о возможности стабилизации полимерных покрытий, получаемых методом термоструйной напылки применением модифицирования и послойного напыления порошковых материалов.

Экспериментальные исследования производились с использованием специальной горелки для ГПН «Терко-П» с использованием разработанного дозирующего устройства, способствующего созданию благоприятных условий для стабилизации смешивания и порционного послойного массопереноса многокомпонентных порошковых шихт, за один цикл нагрева металлической поверхности. Это возможно благодаря специальному многокамерному бункеру с системой вихревого смешивания компонентов, в зависимости от напыляемой поверхности и условий эксплуатации покрытия.

Основными методами регулирования долговечности полимерных материалов являются: обеспечение термодинамически устойчивых во времени молекулярных и надмолекулярных структур; создание эластичных демпфирующих прослоек между компонентами системы (полимер - металл); способных компенсировать разницу коэффициентов термического расширения, подавлять рост развивающихся трещин; введение наполнителей, в присутствии которых реализуется возможность многократного сжатия и растяжения элементов структуры полимера; получение в процессе формирования композитного материала энергетически стабильной структуры полимера путем введения структурирующих веществ; реализация анизотропного материала, обуславливающего сжимающие поверхностные напряжения вследствие полимеризации мономеров в поверхностном слое, термообработки и конструкторских решений [4].

Разработана методика нанесения покрытий, позволяющая на основе оценки возникающих напряжений осуществлять рациональный выбор режимов напыления покрытия и состава защитного покрытия.

В результате реализации способа на поверхности детали формируется плотное многослойное полимерное покрытие. Известно, что составной частью порошковых составов для ГПН являются пленкообразующие вещества — синтетические полимеры, получаемые из низкомолекулярных органических веществ—мономеров. Выбор полимера для порошковых покрытий представляет собой сложную задачу; так как большинство полимеров обладает высокой вязкостью расплава. Уменьшение молекулярного веса снижает вязкость расплава полимера и облегчает получение из него сплошного покрытия, но вместе с этим снижается прочность пленок, покрытия растрескиваются от внутренних напряжений [5].

Разработан состав компонентов для формирования промежуточного подслоя, отличающегося от известных повышенными значениями адгезии полимерного материала к основе.

В качестве подложки при формировании покрытия на углеродистой стали использовался поливинилбутираль — производное поливинилового спирта. Поливинилбутираль обладает чрезвычайно высокой адгезией к углеродистой стали, алюминию, цинку, кадмию, хрому, никелю, меди, нержавеющей стали, оцинкованному железу, анодированному алюминию, магнию, стеклу, дереву, бумаге, тканям и пластмассам. Для повышения разрывной и адгезионной прочности, эластичности и снижения внутренних напряжений в поливинилбутираль вводились наполнители, оказывающие структурирующее действие. В качестве присадочного материала, повышающего физико-механические свойства полимера, в композиции были использованы диспергированные промышленные отходы и стабилизирующие добавки. Исследования показывают, что введение до 20% измельченного литейного шлака в качестве композиционного наполнителя в полимерный присадочный материал, используемый для получения антикоррозийного покрытия, позволяет при повышении качества получаемого покрытия значительно сократить расходы. Также возможно использование отходов производства полиамида и полиэтилентерефталата и из вторичного сырья на их основе. Таким образом, помимо решения задачи коррозионной защиты поверхностей, возможно решение проблемы утилизации промышленных отходов.

Адгезионную прочность полимерных покрытий, сформированных газопламенным напылением, исследовали с помощью штифтового метода оценки прочности сцепления на специальных образцах, состоящих из оправки и конусного штифта.

В качестве материала для наружного слоя использовался композиционный порошок состав на базе полиэтилентерефталата (ПЭТФ) производства Могилевского ПО «Химволокно» (ТУ-6-06-С199-86), физико-механические и эксплуатационные свойства которого достаточно хорошо изучены, как в условиях действия кислот, щелочей, воды и водяного пара, так и в органических и биологически активных веществах.

Дополнительно после напыления ПЭТФ на поверхность покрытия наносился слой стеклянной пыли, которая представляет собой отходы при производстве стекловолокна. Дополнительный слой необходим для создания износостойкого покрытия, которое может быть использовано в узлах с/х техники, производимой в республике. Модифицирование полиамидов и их смесей с полиолефинами ультрадисперсными частицами стекла существенно улучшает прочностные характеристики газопламенных покрытий (рисунок 1, рисунок 2).

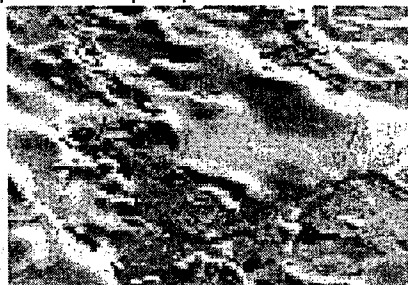


Рисунок 1. Покрытие без ультрадисперсных частиц.

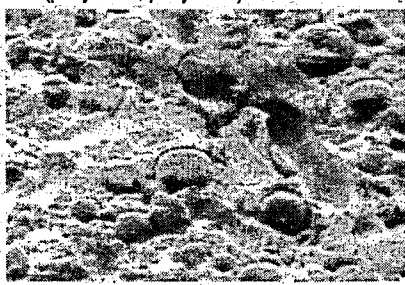


Рисунок 2. Покрытие с ультрадисперсными частицами стекла

Такое покрытие обладает повышенной износостойкостью и высокой адгезией к основанию (сталь, алюминий, оцинкованное железо, стекло, дерево, бетон и т.д.).

По итогам проведенных экспериментов определено, что композиционные покрытия на полимерной основе, модифицированные ультрадисперсными стеклянными частицами, не только не уступают покрытиям из материалов фирм SNMI (Франция), ZIS (Германия) и БМЗ (РФ), кроме того, они в несколько раз дешевле, т.к. возможно их изготовление из вторичного сырья.

Литература

1. Шуринов В.А., Голопятин А.В., Белоцерковский М.А., Леванцевич М.А. Разработка технологии и оборудования для нанесения полимерного покрытия на поверхность шарнирных сферических сочленений зерноуборочных комплексов // Теория и практика машиностроения. – 2004. – №3, с. 72-76.
2. Напряжения. Деформации, разрушение. Колмогоров В. Л. – М.: Изд-во «Металлургия», 1970. – 229 с.
3. Бартеңев Г.М. Физика полимеров / Г. М. Бартеңев, С. Я. Френкель. - Л.: Химия, 1990. – 429с.
4. Довгяло В. А., Юркевич О.Р. Композиционные материалы и покрытия на основе дисперсных полимеров. Технологические процессы. — Мн.: Навука і тэхніка, 1992. – 256с.
5. Лебедев Г. А., Кракович Г. А., Безкоровайный К. Г. Напыление. Сварка. Склеивание. (Библиотечка рабочего по переработке пластмасс). - Л., «Химия», 1973. - 202 с.
6. Охлопкова А.А. Адрианова О.А., Попов С.Н. Модификация полимеров ультрадисперсными соединениями. - Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2003. - 224с.