

Рентгеноспектральный анализ позволил установить, что в зоне плазменного воздействия при комплексном упрочнении происходит диффузия легирующих элементов вглубь металла. Толщина поверхностного слоя, насыщенного легирующими элементами, при этом увеличивается в 2,5–3 раза, достигая 0,2–0,3 мм.

С целью экспериментального подтверждения эффективности комплексного метода упрочнения для дереворежущего инструмента были проведены испытания упрочненных стальных круглых пил при торцовке заготовок из древесины сосны влажностью 120–150 % и температурой -15–18°C. Установлено, что износостойкость исследуемого инструмента при применении упрочняющей обработки возрастает в 2,9–3,5 раза.

Для практического использования метода комплексного упрочнения стальных круглых и рамных пил рекомендуются следующие режимы упрочняющей обработки: сила тока короткого замыкания – 3,8–4,0 А, плотность разрядов на 1 см² 320–340, материал легирующих электродов – Cr, W, Mo, погонная мощность плазменной струи – 0,25–0,28 кДж/см, число циклов плазменного воздействия – 2–3. Использование данных рекомендаций позволяет повысить износостойкость инструмента, обеспечить его более продолжительную работу между переточками и увеличить срок службы.

УДК 691.175

Н. В. Спиридонов, А. С. Володько, Л. И. Пилецкая, Д. В. Степук

ДЕКОРАТИВНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Белорусская государственная политехническая академия
Минск, Беларусь*

Одной из важнейших областей применения термопластических материалов является антикоррозионная защита, независимо от того, применяется ли пластмасса в качестве конструкционных элементов или как покрытие на несущие конструкции. С помощью полимеров и композиций на их основе можно решать такие технические задачи, которые невозможно решить при использовании обычно применяемых при напылении материалов.

При газоплазменном напылении применяется в основном порошковый полимерный материал, частицы которого оплавляются при прохождении через пламя, а нагретая до температуры плавления полимера поверхность изделия способствует полному расплавлению напыленного слоя и образованию однородного покрытия.

Напыление полимеров в виде проволоки невозможно, т.к. низкая теплопроводность полимеров и низкая температура их разложения препятствуют расплавлению проволоки в пламени: она у поверхности разлагается прежде, чем ее внутренняя зона нагревается до температуры плавления.

При напылении полимеров наибольшее распространение получили полиолефины (полиэтилен, полипропилен), пентопласт, фторпласт, эпоксидные, акриловые и полиэфирные материалы. Полиолефиновые покрытия выполняют преимущественно защитную функцию, т.к. отличаются высокой химической стойкостью к действию многих агрессивных сред. Полиэтиленовые покрытия также обладают хорошей эластичностью, ударной стойкостью и сопротивлением истиранию. Покрытия обладают высокой стойкостью к моющим средствам, солям, влаге, кислотам. Благодаря высокому электрическому сопротивлению их можно применять как электроизоляционные.

Обладая защитно-декоративными свойствами, полимерные композиции на основе полиэтилена с красящими добавками должны найти применение при нанесении защитных покрытий на элементы зданий, сооружений, оборудования.

В настоящее время метод газотермического напыления защитных покрытий применяется в основном для упрочнения и восстановления деталей машин и технологического оборудования.

Однако в начале своего развития метод газопламенного напыления применялся в основном для нанесения покрытий с целью декорирования различных предметов. Например, на изделия из обожженной глины можно наносить покрытия из бронзы или меди. В этой связи можно рекомендовать этот метод для декоративной отделки элементов зданий и сооружений из красного кирпича. Покрытия из бронзы, меди или латуни применяются только для внутренней отделки сооружений, где нет наружной коррозии, в противном случае применяются цинковые или алюминиевые напыленные покрытия. Толщина таких покрытий не превышает 0,5 мм, а подготовка поверхности в этом случае не нужна [1]. Имеется ряд неметаллических материалов, на поверхности которых можно напылять покрытия. На стекло и фарфор покрытия наносят с применением струйной обработки. На гипс, бетон, камень можно напылять покрытия без специальной подготовки поверхности, однако на таких поверхностях не должно быть следов грязи, масла, краски или влаги, т.к. образовавшиеся водяные пары могут отделить покрытие от основы.

Из целого ряда элементов здания для напыления была выбрана металлическая кровля – наиболее подверженная коррозии часть сооружения. Из оборудования для восстановления были выбраны раскатные валики красочных аппаратов типа «Котаиог», служащие для растирания типографской краски и корродирующие под ее воздействием. В качестве основы полимерной композиции был выбран ПЭВД (полиэтилен высокого давления) и ПЭНД (полиэтилен низкого давления) грануляцией до 200 мкм в состоянии поставки.

Покрyтия при применении чистого полиэтилена низкого давления имеют склонность к растрескиванию и поэтому предпочтение отдается смесям из полиэтилена низкого и высокого давления [1].

Широкому использованию полиэтилена для защиты изделий препятствует низкая адгезия его к металлу, обусловленная невысокой полярностью полимера. Для увеличения адгезии полиэтилена и других полярных полимеров применяются различные методы: введение катализаторов, активизирующих процесс окисления; нанесение полимеров на окисленный слой металла; нанесение подслоя с развитой шероховатостью; струйная обработка.

В настоящее время на практике не применяются покрытия из чистого полиэтилена, все они соответствующим образом модифицированы различными добавками.

В качестве катализатора применялась окись хрома (Cr_2O_3) – для повышения прочности сцепления с основой и как декоративная красящей добавки в покрытие. Хорошие декоративные свойства покрытия получаются при напылении композиции с применением добавки, начиная с 7% от общего веса. Основным критерием при выборе композиции была взята прочность сцепления покрытия с основой, которая позволяет определить область применения и эксплуатационные характеристики покрытия. Прочность сцепления в основном зависит от подготовки поверхности и свойств напыляемого и основного материалов. Соединение напыленного слоя с основой происходит преимущественно путем механического сцепления распыляемых частиц с неровностями шероховатой и увеличенной поверхности обрабатываемого изделия, а также возможной адгезии, сил усадки, частичного приваривания.

Для повышения прочности сцепления напыленного слоя с основой широко применяется дробеструйная обработка. Такая подготовка очищает поверхность и выводит ее из состояния динамического равновесия со средой, освобождает межатомные связи поверхностных атомов, т.е. активизирует подложку.

Для определения прочности сцепления применялся известный штифтовой метод.

Напыляемая поверхность образца подвергалась струйной обработке. Шероховатость поверхности определяли на профилографе-профилометре 252. Наносилось покрытие толщиной 3 мм из ПЭВД в состоянии поставки и ПЭВД, модифицированного 10% Cr_2O_3 . Введение наполнителя Cr_2O_3 позволяет повысить прочность сцепления покрытия, поскольку Cr_2O_3 является катализатором, активизирует процесс окисления и образования полярных кислородосодержащих групп на поверхности раздела металл–полимер.

На рис. 1 показана зависимость прочности сцепления покрытия из полиэтилена с основой из стали 3 от шероховатости поверхности.

Следует учитывать то обстоятельство, что на участке между поверхностью штифта и основой происходит концентрация напряжений, приводящая к разрушению покрытия при более низких значениях нагрузок. Поэтому полученные значения прочности сцепления несколько занижены. Применение других катализаторов, например активной сажи, не позволяет получить хороший декоративный вид.

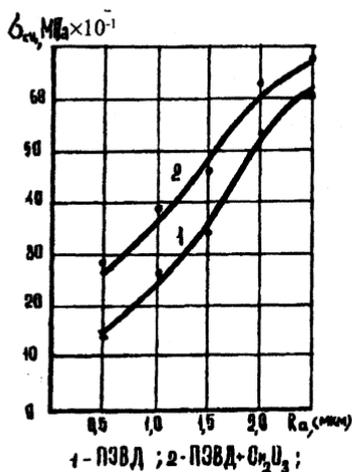


Рис. 1. Зависимость прочности сцепления покрытий из ПЭВД с основой из ст. 3 от шероховатости поверхности

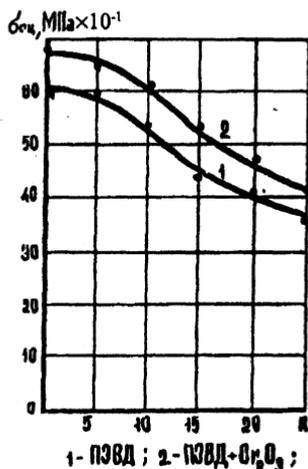


Рис. 2. Зависимость прочности сцепления покрытий из ПЭВД с основой из ст. 3 от количества циклов в морозильной камере

Поэтому составлялась композиция ПЭВД + 10% Cr₂O₃, что позволяет повысить прочность сцепления и получить насыщенный зеленый цвет.

Повышение шероховатости также приводит к увеличению прочности сцепления. Поэтому следует рекомендовать струйную обработку для подготовки поверхности под напыление полимерных композиций.

Так как кровля здания находится на открытом воздухе и зимой подвержена перепадам температур, были проведены исследования по определению морозостойкости покрытий.

Образцы закаливались в воде в течение 24 ч., затем замораживались при -20°C в морозильной камере (4 ч.), затем оттаивались в водопроводной воде (2 ч.) График зависимости прочности сцепления от количества циклов в морозильной камере приведен на рис. 2.

Термораспылительная установка ТРУ обеспечивает высокую производительность, равномерную подачу порошковой композиции, которая подается в горелку от отдельного питателя.

При выборе режимов напыления учитывалось то обстоятельство, что полиэтилен имеет температуру плавления 220–240°C. Поэтому газопламенную горелку настраивали на короткий факел пламени и высокую скорость подачи газопорошковой смеси. Напыление осуществлялось на пропан-бутан-кислородной смеси, для транспортировки порошка, обжима факела и охлаждения сопла применялся сжатый воздух.

После напыления покрытия имеют избыточную пористость и шероховатость. С целью ликвидации пор для улучшения прочности сцепления и коррозионной стойкости применяют термообработку покрытий.

На рис. 3 показаны графические зависимости прочности сцепления от температуры и времени термообработки покрытия. В результате термообработки улучшаются и декоративные свойства – покрытие приобретает ровную глянцевую поверхность.

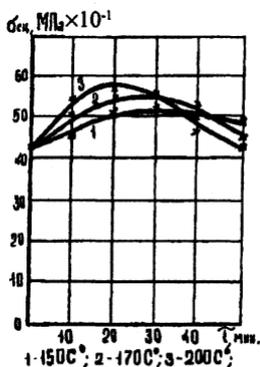


Рис. 3. Влияние температуры и времени термообработки на прочность сцепления покрытий из ПЭВД на ст. 3.

Для испытания защитных покрытий в различных климатических условиях были смоделированы условия, соответствующие испытанию на морозоустойчивость, стойкость к ультрафиолетовому излучению (солнечному воздействию) и возможность попадания покрытий под кислотный дождь (коррозионную стойкость).

Так как подобному характеру воздействия больше других элементов зданий подвержена кровля, то выбрали для изготовления образцов кровельное железо с напыленным покрытием (ПЭВД+10% Cr_2O_3) толщиной 0,3...0,4 мм.

Поскольку в естественных условиях процесс занял бы много времени, применяли камеры для климатических испытаний строительных материалов при интенсивных нагрузках. Одна партия образцов замачивалась в течение 24 ч., затем замораживалась в морозильной камере 42 ч., а после оттаивалась в водопроводной воде. Образцы выдержали 30 циклов без отслоения покрытия и изменения внешнего вида.

Таким образом, разработанные полимерные композиции могут применяться в качестве защитно-декоративных покрытий на элементы зданий, сооружений и оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудинов В.В., Бобров Г.В. Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование. – М.: Металлургия, 1992. – 429 с.