

СЕКЦИЯ Е

ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА, ТОРГОВЛИ, РЕКЛАМЫ

УДК 621.793.

ВЛИЯНИЕ РАСХОДА ПОРОШКА, РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ И ДИСТАНЦИИ НАПЫЛЕНИЯ БРОНЗЫ НА КАЧЕСТВО ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ ПОД ПОСЛЕДУЮЩЕЕ ЛАЗЕРНОЕ ЛЕГИРОВАНИЕ

А.А. Болдуева, доктор техн. наук, профессор О.Г. Девойно, канд. техн. наук, доцент М.А. Кардаполова, И.М. Косякова, БНТУ г. Минск

Резюме – в статье приведены результаты исследований влияния условий газотермического напыления на свойства получаемых покрытий, вытекающие из требований последующей лазерно-химико-термической обработки.

Ключевые слова: качество газотермического покрытия, расход порошка, дистанция напыления, температура поверхности.

Введение. Среди методов упрочнения-восстановления весьма перспективными являются методы газотермического напыления, позволяющие наносить на поверхность широкую гамму материалов, что позволяет получать на рабочих поверхностях покрытия с заданным комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств. Среди износостойких покрытий большой интерес представляет покрытие на основе медных сплавов, обладающее высокими противозносными свойствами. Еще более широкие возможности в управлении поверхностными свойствами трущихся поверхностей открывает использование легирующих компонентов при ЛХТО. Варьирование режимами лазерной обработки обеспечивает управление физико-механическими свойствами покрытия. Сверхвысокие скоростные процессы нагрева и охлаждения в процессе лазерной обработки обеспечивают формирование в слое характерной мелкодисперсной структуры с равномерным распределением упрочняющей фазы, высокую степень легированности матрицы, что и приводит к резкому повышению износостойкости газотермических покрытий [1-5]. Однако, исходя из специфики лазерно-химикотермической обработки, к газотермическим покрытиям под последующее лазерное легирование предъявляются следующие требования: минимальная пористость покрытия; максимальная прочность сцепления с основой; стабильность толщины напыляемого покрытия.

Основная часть. Расход напыляемого материала при плазменном нанесении покрытий оказывает существенное влияние на свойства получаемого покрытия и фактически определяет производительность процесса напыления. Исходя из экономических соображений, доступности получения материалов для напыления была выбрана порошковая алюминиевая бронза БрА7Н6Ф (Al – 7%, Ni – 5,5%, Р- 1%, Cu – 86,5%). Для нанесения покрытия из алюминиевой бронзы использовали установку плазменного напыления УПУ-3Д с плазмотроном ПП-25. Газ, используемый для плазмообразования и одновременно выполняющий функцию транспортировки порошковых материалов – азот технический ГОСТ 9293-74. С возрастанием расхода порошка алюминиевой бронзы при газотермическом напылении происходит снижение удельных затрат на нагрев частиц и обнаруживается линейная зависимость: снижение прочности сцепления напыленных покрытий с железной основой; увеличение пористости полученных покрытий.

Однако такие результаты влияния расхода порошка на свойства газотермических покрытий носят общий характер. При детальном рассмотрении процессы, протекающие при взаимодействии нагретых и ускоренных в плазменной струе частиц порошковой алюминиевой бронзы и поверхности основы для напыления более глубокие и неоднозначные. Проведенные эксперименты позволили определить: при повышении расхода порошковой алюминиевой бронзы до величины 6-8 кг/ч происходит повышение прочности сцепления до 22-23 МПа (рисунок 1). Последующее увеличение расхода напыляемого материала приводит к закономерному уменьшению прочности сцепления.

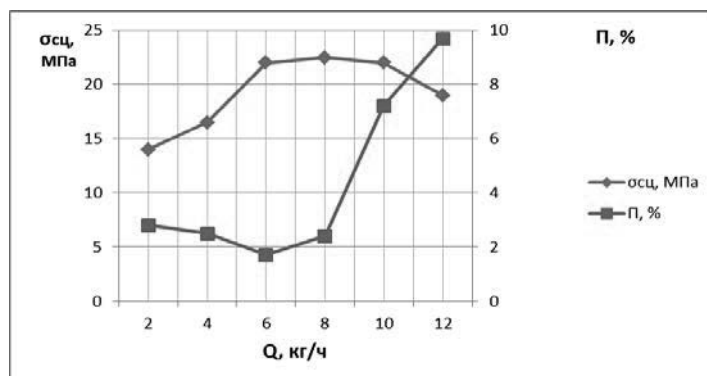


Рисунок 1 – Зависимость прочности сцепления ($\sigma_{сц}$, МПа) на отрыв и пористости (П, %) покрытия БрА7Н6Ф от величины расхода порошка (Q, кг/ч)

На рисунке 1 можно выделить наиболее значимые для исследования участки:

- 1) участок с возрастающим расходом порошка (6-8 кг/ч) на котором наблюдается снижение увеличения пористости, при этом данный участок характеризуется наибольшими значениями прочности сцепления;
- 2) участок с небольшим увеличением расхода порошкового материала (8-9кг/ч), на котором происходит сильное возрастание пористости и уменьшение прочности сцепления.

Наблюдаемые на первом участке процессы объясняются следующим. Снижение температуры частиц напыляемого материала и увеличение их концентрации в потоке происходит за счет возрастания расхода порошка. Эффект повышения концентрации частиц в потоке приводит к тому, что некоторые напыляемые частицы попадают на нагретые от других частиц незанятые участки поверхности. На первом участке – с расходом порошка (6-8 кг/ч) влияние повышения концентрации частиц на прочность сцепления преобладает над влиянием снижения температуры наносимых частиц. В результате происходит повышение прочности сцепления первого напыленного слоя за счет локального увеличения температуры поверхности образца. Последующее возрастание концентрации напыляемых частиц в потоке, что характерно для второго участка рисунка 1 с расходом материала 8-9кг/ч приводит к снижению прочности сцепления в связи со снижением температуры напыляемых частиц.

Экспериментальным путем удалось определить, что для газотермического напыления порошковой алюминиевой бронзы БрА7Н6Ф эффективный расход порошка может быть установлен до 7,0 кг/ч. Для газотермического покрытия толщина слоя обычно составляет около 1 мм, исходя из результатов исследований физико-механических свойств. Величина нагрева поверхности образца будет напрямую зависеть от способа нанесения покрытия: за один проход – температура нагрева основы увеличивается, а за несколько проходов – температура нагрева поверхности образцов уменьшается за счет теплообмена с окружающей средой. При газотермическом напылении на поверхности деталей небольших размеров, теплоотвод ухудшается и температура нагрева поверхности напыления и детали в целом может значительно возрасти. Поэтому, целесообразно применять дополнительный теплоотвод, т.е. охлаждение сжатым воздухом. Снижение пористости покрытия наблюдается за счет возрастания времени кристаллизации частиц порошка при растекании, что достигается в результате предварительного подогрева основы. Однако увеличение температуры нагрева основы приводит к увеличению степени ее окисления, что неблагоприятно сказывается на прочности сцепления. Опытным путем была определена оптимальная температура (410 – 450 К) предварительного нагрева основы под последующее газотермическое напыление бронзового порошка.

В ходе проведенных экспериментов было выявлено значительное влияние дистанции напыления на свойства получаемых покрытий. На рисунке 2 хорошо прослеживается: при увеличении дистанции напыления до 120 мм у полученных образцов наблюдается возрастание прочности сцепления, а при дистанции свыше 120 мм – резкое уменьшение. Такое снижение параметра прочности сцепления объясняется остыванием частиц напыляемого материала и уменьшением термического воздействия на поверхность основы, осуществляемого плазменной струей и частицами порошка.

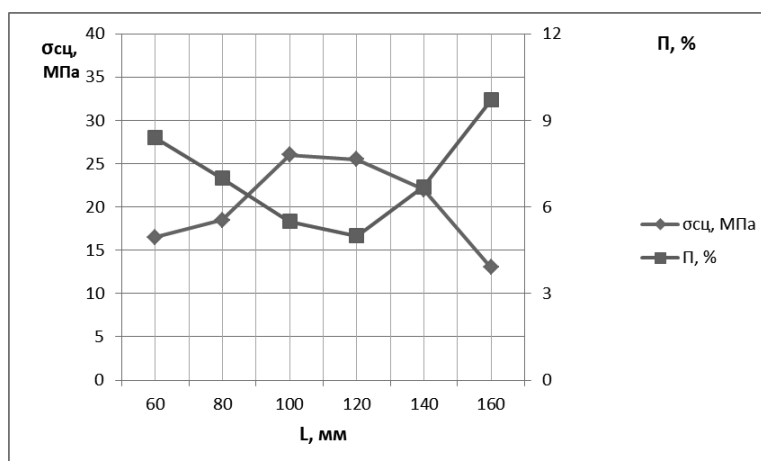


Рисунок 2 – Зависимость прочности сцепления (σсц, МПа) покрытия БрА7Н6Ф с основой и пористости (П, %) покрытия от дистанции напыления (L, мм)

На рисунке 2 так же можно увидеть, что при одинаковых значениях дистанции нанесения покрытия, были получены образцы с максимальными значениями прочности сцепления и при этом обладающие минимальной пористостью. Для бронзовых покрытий эта дистанция находится в пределах 100 - 120 мм. Минимальная пористость при этом составляет 5 – 6%. В проведенных экспериментах минимальная дистанция напыления составляла 60 мм, а максимальная 160 мм. Связано это с тем, что несоблюдение указанного интервала в меньшую или большую сторону приводит к образованию очень высокой пористости у полученных образцов.

Заключение. На основании проведенных экспериментов по влиянию параметров плазменного напыления бронзы БрА7Н6Ф были определены оптимальные величины расхода порошка, температуры поверхности и

дистанции напыления для получения качественных бронзовых покрытий под последующее лазерное легирование.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бойцов, А.Г. Инновации в области нанесения покрытий // РИТМ. – 2020. – №2. – С. 27-33.
2. Попов, В.О. Лазерное модифицирование бронз и нержавеющей сталей. /В.О.Попов, Т.Г.Чеснокова// РИТМ. – 2018. – №7. – С. 32-33.
3. Балдаев, Л.Х. Особенности процесса лазерного оплавления газотермических покрытий / Л.Х. Балдаев, Д.З. Ишмухаметов, М.В. Ершов, В.С. Шарыгин // ТПА. Новые технологии. – 2014. – №6(75). – С. 40-42.
4. Болдуева, А.А. Лазерное модифицирование бронзовых плазменных покрытий /А.А.Болдуева, О.Г. Девойно, М.А.Кардаполова, И.М.Косьякова // Мировая экономика и бизнес-администрирование малых и средних предприятий: Материалы 16-го Междунар. науч. семинара, проводимого в рамках 18-ой междунар. научно-техн. конф. – Программный комитет С.В. Харитончик, А.В. Данильченко [и др.]. – 2020.
5. Девойно, О.Г. Получение износостойких композиционных порошковых покрытий оплавлением модифицирующих обмазок лазерным лучом /О.Г.Девойно, М.А. Кардаполова// прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. – Донецк: ДонГТУ, 2001. – Вып.16. – С. 56-65.

УДК 332.055.2

ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА СТАДИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТА НЕДВИЖИМОСТИ

доктор экон. наук, профессор В.П. Грахов, канд. экон. наук, доцент С.А. Мохначев, канд. пед. наук, доцент Ю.Г. Кислякова, У.Ф. Симакова, ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», г. Ижевск, Россия

Резюме – в статье анализируются управленческие аспекты внедрения управляющей компанией новой активно развивающейся технологии цифрового двойника объекта недвижимости. Актуальность данной статьи заключается в том, что процесс внедрения новых технологий требует финансовых, материальных и временных ресурсов, но в будущем применение управляющей компанией технологии цифрового двойника позволит сократить затраты управляющей компании на эксплуатацию, минимизировать возникновение аварийных ситуаций на инженерных сетях; сократить время на поиск систем эксплуатации объектов недвижимости, находящихся в критическом состоянии и заранее сообщать о возможных проблемах, осуществлять постоянный мониторинг эксплуатируемых объектов капитального строительства.

Ключевые слова: управляющая компания, технология цифрового двойника объекта недвижимости, управленческие аспекты внедрения новой технологии.

Введение. Современный этап социально-экономического развития разных стран характеризуется тем, что многие из них ведут активный поиск путей, повышающих эффективность эксплуатации объектов капитального строительства. В науке применительно к самой продолжительной из всех стадий жизненного цикла объектов недвижимости сформировались концепции «умного дома» и «умного города» [1, 3]. Необходимость поиска эффективных точных и быстрых решений проблем в жилищно-коммунальном хозяйстве привела к использованию новых технологий, активно развивающихся в сфере строительства, К примеру, цифровой двойник здания, может взять на себя управление объектом на стадии эксплуатации. Цифровой двойник здания – это цифровая копия здания, его гибридная модель, которая создается для упрощения и усовершенствования работы бизнессистем и отдельных процессов. Он включает в себя обширный комплекс программных продуктов, основные принципы которых включают обширный набор данных и технологий, искусственный интеллект, компьютерное и программное обучение, включающее в себя сведения для реализации цифровых аналогов объектов [4].

Основная часть. В условиях сохраняющихся высоких рисков в инвестиционную деятельность отечественных организаций [2] внедрение управляющей компанией цифрового двойника позволит усовершенствовать работу, повысить эффективность, снизить затраты на обслуживание многоквартирных домов и предотвратить непредвиденные отключения или выход из строя систем эксплуатации [5]. Как и на начальном этапе внедрения любых инноваций в организации следует провести функциональный анализ и подготовку. Адекватно оценить необходимость введения новых технологий в компанию, составить алгоритм работы и спланировать результат. Руководитель управляющей компании должен понимать для чего нужен ввод цифрового двойника, какой экономический эффект он получит от внедрения и насколько работа компании станет более продуктивной. Программа проведения мероприятий аудиторской проверки, увязанных между собой по срокам, исполнителям и ресурсам, для данной управляющей компании требует 272 рабочих часа или 34 рабочих дня. Аудиторская проверка выявит достоверность бухгалтерской отчетности управляющей компании и проверит на соответствие порядок бухгалтерского учета законодательству Российской Федерации. Анализ и подготовка нововведений предоставят четкое понимание слабых мест компании, требуемые нововведения, которые необходимо ввести, предоставят конкретный результат, который стремится достичь компания.