

УДК 621.793.72

DOI 10.51691/2541-8327_2021_5_1

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ

Егоров В.А.

Магистрант 2 курса кафедры «Трубопроводный транспорт»

Самарский государственный технический университет

г. Самара, Россия

Истомова М.А.

К.х.н., доцент кафедры «Трубопроводный транспорт»

Самарский государственный технический университет

г. Самара, Россия

Аннотация: в данной статье рассматривается применение технологии электродуговой металлизации, как перспективного способа защиты от коррозии и увеличения остаточного ресурса оборудования, а также снижения затрат на восстановление лакокрасочных покрытий (ЛКП) и антикоррозионной защиты (АКЗ). Приводится краткое описание данного метода, его преимущества и недостатки, перед существующими на сегодняшний день способами. Проведен сравнительный анализ антикоррозионных покрытий (АКП) и сделан расчет экономической эффективности на примере использования технологии электродуговой металлизации двухфазного сепаратора.

Ключевые слова: коррозия, антикоррозионные покрытия, явление диффузии, адгезия, коррозионная стойкость, остаточный ресурс оборудования.

APPLICATION OF ELECTRIC ARC METALLIZATION TECHNOLOGY FOR EQUIPMENT

Egorov V.A.

2nd year master's student of Pipeline Transportation Department

Samara State Technical University

Samara, Russia

Istomova M.A.

*Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of Pipeline Transportation
Department*

Samara State Technical University

Samara, Russia

Annotation: this article discusses the use of electric arc metallization technology as a promising method of protection against corrosion and increasing the residual life of equipment, as well as reducing the cost of restoring paint and varnish coatings (PVC) and anti-corrosion protection (ACP). A brief description of this method, its advantages and disadvantages, over the currently existing methods, is given. A comparative analysis of anticorrosive coatings (ACC) is carried out and a calculation of economic efficiency is made on the example of using the technology of electric arc metallization of a two-phase separator.

Key words: corrosion, anticorrosive coatings, diffusion phenomenon, adhesion, corrosion resistance, residual equipment life.

На сегодняшний день одной из основных задач при изготовлении, а также эксплуатации изделий из металла является его защита от коррозии. Коррозия наносит огромный ущерб деталям и металлоконструкциям. Ежегодно этот невидимый враг «съедает» около 13 млн. т металла. И это только – прямые потери. А длительная эксплуатация металлических изделий без их эффективной защиты от коррозии совершенно невозможна.

Существует несколько подходов к классификации коррозии. Если говорить о внутренней поверхности оборудования, то она, как правило, подвергается равномерной, язвенной, щелевой и ножевой коррозии [1]. Скорость равномерной коррозии составляет от 0,04 до 1,1 мм/год. Скорость язвенной коррозии при этом превышает равномерную в 3–6 раз и может

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

достигать 8 мм/год. Однако основной ущерб, причиняемый коррозией, заключается не в потере металла как такового, а в огромной стоимости изделий, разрушаемых коррозией. Истинные убытки от неё нельзя определить, оценив только прямые потери, к которым относятся стоимость разрушившейся конструкции, стоимость замены оборудования, затраты на мероприятия по защите от коррозии [4]. Ещё больший ущерб составляют косвенные потери. Это простой оборудования при замене деталей и узлов, утечка продуктов, нарушение технологических процессов.

На сегодняшний день в качестве антикоррозионных покрытий применяются полиуретановые или эпоксидные покрытия различных составов. В то же время они не обеспечивают полной защиты, т.к. коррозия металла под покрытием начинается задолго до визуально обнаруживаемых признаков разрушения. Отсюда можно сделать вывод, что используемые в настоящее время способы защиты от коррозионного воздействия недостаточно эффективны и экономны. Согласно статистике, средний фактический срок службы антикоррозионных покрытий до проведения местных ремонтов находится в пределах от 5 до 10 лет. Общий срок службы покрытий до их замены находится в пределах от 8 до 15 лет. Однако, в соответствии с технологическими инструкциями многих нефтегазодобывающих компаний, срок службы АКП должен составлять не менее 10–20 лет для разных типов покрытий. Следовательно, увеличение срока службы АКП, является одной из самых актуальных задач при эксплуатации оборудования, и её решение повысит уровень промышленной безопасности производства и его экономическую эффективность. Одним из альтернативных способов решения данной задачи является антикоррозионная защита оборудования с помощью электродуговой металлизации [2]. Данная технология позволяет повысить коррозионную стойкость защищаемых материалов за счет увеличения уровня адгезии, что ведет к увеличению срока надежной и безопасной эксплуатации, а также снижению затрат на восстановление ЛКП и АКЗ.

В основе процесса электродуговой металлизации лежит явление диффузии. При более высокой температуре скорость молекул больше и соответственно, диффузия происходит быстрее. Напыляемый металл в виде мелких расплавленных частиц вылетает из сопла аппарата со сверхзвуковой скоростью, которая обеспечивает значительную силу соударения частиц с покрываемой поверхностью. При соударении происходит расплющивание частиц наплавляемого металла и их отверждение с одновременным диффузионным проникновением части наплавленного металла в стенку оборудования, подготовленную методом абразивоструйной обработки. Этим и достигается высокая адгезионная прочность покрытия. А в качестве материалов в основном используются легкоплавкие металлы (Zn, Al, их сплавы) в виде проволоки и порошка.

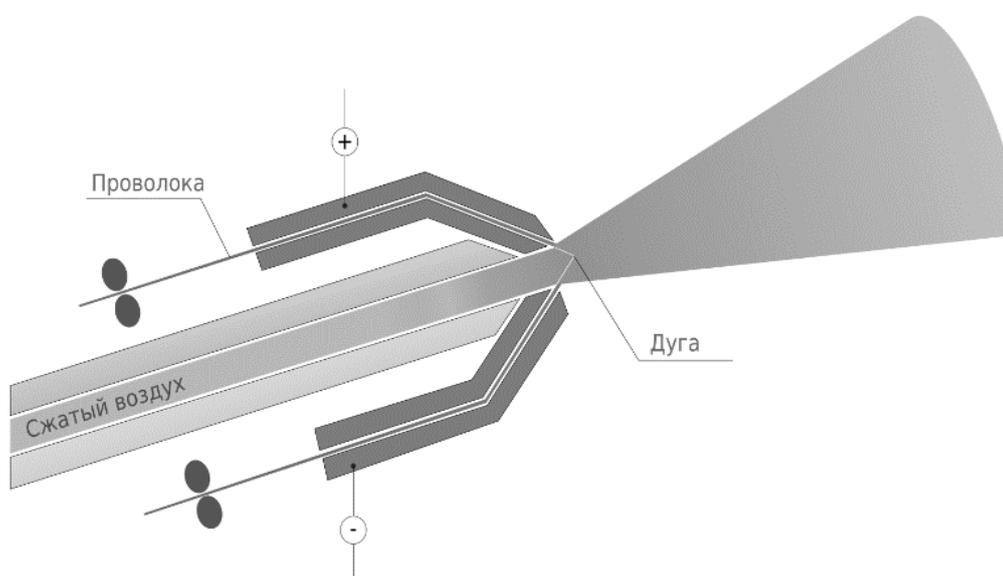


Рисунок 1 – Принцип работы металлизационного оборудования [6]

Электродуговая металлизация предполагает использование электрической энергии для расплавления материала. Постоянный ток различной полярности подается на две расходные проволоки (рисунок 1), благодаря чему зажигается дуга, происходит расплавление проволок и отделяемые частицы материала потоком сжатого воздуха переносятся на поверхность напыления. При этом температура изделия в ходе напыления не

превышает 70-100 °С. А отсутствие открытого пламени и горения, как такового, позволяют применять электродуговую металлизацию в закрытых пространствах.

На сегодняшний день за рубежом практически все крупногабаритные конструкции в той или иной степени защищены металлизационными покрытиями [3]. В России данные покрытия также нашли довольно широкое применение. Их используют на различных предприятиях ПАО «Газпром» («Газпром Добыча Астрахань», «Газпром Трансгаз Москва»), ОАО «Салаватнефтеоргсинтез», ООО «Лукойл-Волгограднефтепереработка», ООО «Лукойл – Пермьнефтегазпереработка». Это связано с их существенными техническими преимуществами, перед остальными АКП:

- Высокая адгезия;
- Высокая прочность и стойкость к механическим воздействиям;
- Длительный срок службы (до 50 лет);
- Металлизационные покрытия пластичны и сжимаемы;
- Способность самовосстановления (это происходит благодаря тому, что в процессе коррозии покрытия при его местном повреждении образуются химически стойкие продукты коррозии (слой оксидной пленки), которые заполняют дефекты покрытия, восстанавливая его работоспособность);
- Напыленный металл имеет высокую электропроводность (что исключает образование статического заряда в процессе налива и слива продукта, и снижает вероятность взрыва или пожара);
- При применении таких покрытий в принципе невозможно развитие подпленочной коррозии;
- Нанесение данного АКП возможно в условиях зимы;
- Коэффициент термического линейного расширения покрытия близок к коэффициенту основного металла;
- Металлизационные покрытия не требуют какой-либо промежуточной или окончательной сушки и полимеризации, и «готовы» к эксплуатации сразу

после нанесения, что крайне важно при ограниченных сроках строительства или ремонта.

К основным недостаткам электродуговой металлизации можно отнести некоторую дороговизну покрытий на начальном этапе. Кроме того, физика взаимодействия данных покрытий со стальной поверхностью такова, что при серьезных нарушениях технологии напыления уже перепад температур в 4-5°C приводит к отслоению покрытия.

Чтобы доказать экономическую эффективность от применения данного метода, рассмотрим пример использования электродуговой металлизации [5] в сравнении с ЛКП на двухфазном сепараторе объемом 100 м³ (таблица 1). Общая площадь поверхности сепаратора составляет 151 м².

Таблица 1 – Сравнительный анализ экономической эффективности покрытий

| Параметр | Лакокрасочное покрытие | Металлизационное алюминиевое покрытие |
|--|------------------------|---------------------------------------|
| Абразивоструйная обработка (очистка от коррозии + обеспыливание), руб./м ² | 300 | 300 |
| Стоимость материала, руб./м ² | 253 | 385 |
| Стоимость нанесения, руб./м ² | 2427 | 2315 |
| Итого затраты, руб./м ² | 2980 | 3000 |
| Срок службы, лет | 10 | 50 |
| Затраты, руб./м ² /год | 298 | 60 |
| Стоимость работ по АКЗ сепаратора объемом 100 м ³ (151 м ²), тыс.руб. | 450 | 453 |
| Периодичность нанесения, лет | 10 | 50 |
| Итоговые затраты за 50 лет эксплуатации, тыс.руб. | 2250 | 453 |
| Экономия, тыс.руб. | 1797 | |

Результаты анализа показывают, что первоначальные затраты на АКЗ первым способом немного ниже, чем вторым, однако срок безремонтной

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

эксплуатации металлизационных покрытий составляет 50 лет, а лакокрасочных – 10 лет максимум. Очевидно, что с экономической точки зрения выгоднее использовать металлизационные защитные покрытия, так как затраты на восстановление АКЗ в первые 50 лет эксплуатации вообще отсутствуют. Суммарная экономия, при использовании металлизационных покрытий вместо лакокрасочных, за это время составит 1797000 рублей.

Таким образом, использование технологии электродуговой металлизации, благодаря очень высокой адгезионной прочности и антикоррозионной стойкости покрытия, позволяет увеличить остаточный ресурс оборудования, а значит и его фактический срок службы. Кроме того, нанесение предлагаемых антикоррозионных покрытий существенно снижает затраты на восстановление и ремонт АКЗ.

Библиографический список:

1. Абрамов Д.А. Способы защиты резервуаров от коррозии // Материалы X Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум»
2. Антонов В.Г., Балдаев Л.Х., Гераськин В.В. «Опыт и перспективы применения газотермических покрытий в нефтегазовой отрасли» // Территория Нефтегаз. – 2008. - № 3(11)
3. Антонов В.Г., Соловьев С.А., Рябец Ю.С. «Оценки применимости противокоррозионных защитных покрытий технологического оборудования и наземных металлоконструкций» // Территория Нефтегаз. – 2008. - № 3(11)
4. Малин А.Д. Повышение надежности резервуаров вертикальных стальных // Форум молодых ученых
5. «NeoMetall». Современные технологии антикоррозионной защиты [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <http://neo-metall.ru/metallizacija> (дата обращения: 05.05.2021)

6. «ТСЗП». Технологические системы защитных покрытий [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://www.tspc.ru/competence/technology/electric-arc-metallization> (дата обращения: 05.05.2021)

Оригинальность 78%