**УДК 621.793**

# ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОРРОЗИОННО-СТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ АКТИВИРОВАННОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИЕЙ

***канд. техн. наук, доц. М.А. БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ, канд. техн. наук В.М. ИЗОИТКО, А.С. ПРЯДКО, А.Е. ЧЕРЕПКО, Л.М. КУРНЫШ***
***(Институт механики и надежности машин НАН Беларуси, Минск)***

*Рассмотрен опыт применения оборудования собственного изготовления для защиты от коррозии крупногабаритных металлических конструкций. Приведены рекомендации по технологии предварительной подготовки поверхности.*

Нанесение защитных покрытий с использованием активированной электродуговой металлизации (АДМ) на металлоконструкции технологического оборудования используется в промышленности как средство борьбы с коррозией и, как средство ремонта различного оборудования. Оно позволяет сберечь средства и максимально увеличить срок службы этого оборудования.

Технологии, использующие метод АДМ, прочно завоевали свое место среди прочих способов защиты поверхностей вследствие своей относительной дешевизны и высоких эксплуатационных характеристик обработанных поверхностей.

Методы газотермического напыления уже давно используют судоремонтные предприятия Балтийского региона для защиты различного корабельного оборудования.

На корпуса ремонтируемых судов, а также корабельную оснастку перед покраской производится напыление протекторного слоя металлизационного покрытия.

При электродуговых способах нанесения покрытий в качестве наносимого материала используется проволока различного диаметра, в зависимости от требуемой производительности нанесения покрытия. Использование проволоки позволяет осуществлять непрерывную и равномерную подачу напыляемого материала в высокотемпературную зону металлизатора, что повышает устойчивость процесса напыления и качество получаемого покрытия.

Установки АДМ впервые были применены в 1987 году для нанесения антикоррозионных покрытии на металлоконструкции морских буровых платформ, находящихся в Каспийском море. Коррозия представляет собой основную опасность для технологического оборудования, так как оно постоянно находится под воздействием солевого тумана и высокой влажности. Кроме того, лакокрасочные барьерные покрытия элементов различных металлоконструкций могут подвергаться механическому разрушению во время монтажа или при эксплуатации.

Первый опыт защиты металлоконструкций был получен при нанесении электродуговой металлизацией алюминиевых покрытий на опоры буровой платформы. Трубные элементы металлоконструкций были изготовлены из углеродистой стали и окрашены краской для защиты от коррозии, срок их службы определялся временем начала отслоения краски. Разрушение лакокрасочного покрытия происходило под воздействием соляного тумана и влаги воздуха, погружений в солёную воду во время приливов и из-за истирания под воздействием перемещения обслуживающего персонала.

До внедрения технологии электродуговой металлизации в подобных случаях металлоконструкции очищали обдувкой, снимая коррозионный слой, повторно окрашивали или заменяли. Во время осмотра в 1988 году было обнаружено, что покрытия труб, напыленные электродуговой металлизацией, имели повреждения, в то время как просто покрашенные краской трубы оказались настолько сильно изъеденными ржавчиной, что требовали срочной замены.

Рисунок 1 иллюстрирует разрушение трубы буровой платформы, находящейся в Каспийском море, под воздействием коррозии.

На рис. 2 представлены очищенные и установленные для термического нанесения покрытий трубы, а также уже обработанный опорный блок морской стационарной платформы с алюминиевым покрытием.

Типичная толщина покрытия составляет 0,15...0,25 мм. На металлизационный слой после напыления наносятся герметизирующие и декоративные лакокрасочные покрытия.

В середине 90-х годов были разработаны установки для восстановления и защиты от коррозии деталей машин и конструкций путем нанесения на подготовленные поверхности защитных покрытий высокоскоростной электродуговой металлизацией.

Одно из направлений деятельности - изготовление установок собственной разработки для нанесения защитных покрытий на оборудование и конструкции кораблей во время их капитального ремонта. Установки АДМ используются также и для ремонта, и технического обслуживания различного оборудования судостроительных заводов. Этими установками производится нанесение антикоррозионных покрытий и ремонт различного оборудования для сухих доков.

Рис. 1. Разрушенные трубы элементов верхних строений морской стационарной платформы

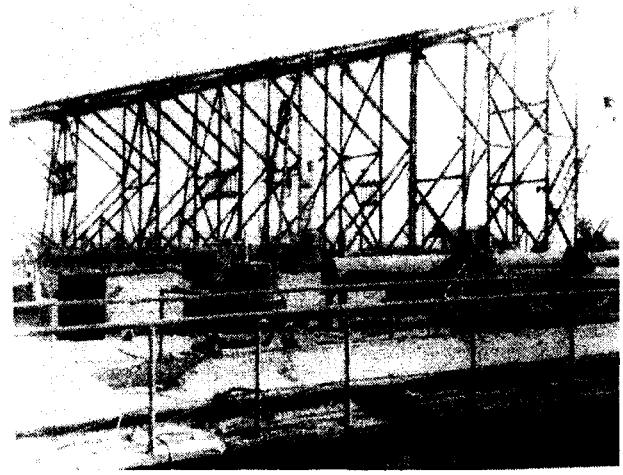

Рис. 2. Опорный блок морской стационарной платформы

В 1998 году проведена большая работа по разработке технологии нанесения металлизацией цинковых и алюминиевых покрытий на корпуса судов и оснастку из углеродистой стали, подверженные коррозии. Это - различные несущие конструкции и вспомогательное оборудование (палубные решётки, крышки для насосных колодцев и грязевые ёмкости).

В аппаратах для активированной дуговой металлизации в качестве транспортирующего газа используются высокоскоростная (1500 м/с, 2200 К) струя продуктов сгорания пропано-воздушной смеси; пористость стальных покрытий 2...4 %; плотность покрытий из алюминиевых сплавов приближается к плотности литого металла. Это особенно важно для антикоррозионных покрытий, где прочность сцепления с основой и плотность - основной параметр качества, определяющий срок службы изделий. Кроме того, достигается значительная экономия наносимого материала за счет толщины покрытия, необходимого для закрытия сквозной пористости. Диаметр применяемой проволоки - 1,5...2,2 мм; максимальный рабочий ток дуги - 240 А; расход воздуха - 60 м$^3$/ч; расход пропан-бутана - 0,011 кг/ч; масса аппарата - 3,1 кг.

Для защиты от коррозии металлизатором на поверхностность наносят покрытие из цинка и алюминия, на которое затем наносится слой краски. Использование такой комбинации дает максимальный эффект - защита поверхности от коррозии и прочное закрепление краски на поверхности. Более прочное закрепление краски к шероховатой поверхности уменьшает её истирание, а в тех местах, где она всё же разрушается, покрытие из цинка и алюминия обеспечивает хорошую защиту от коррозии. Толщина напыляемых металлических покрытий составляла до 0,25 мм.

Работы по защите корпуса судна обычно выполняются специализированными бригадами поэтапно. Очистка поверхности судна от загрязнений производится струей воды, подаваемой по бронированным шлангам от насосов высокого давления. До 1990-х годов очистка производилась вращающимися металлическими щетками, установленными на стреле переоборудованного погрузчика, качество выполненных работ было нестабильно.

С началом ремонтов иностранных судов от очистки щетками отказались. В течение нескольких лет очистка производилась при помощи пескоструйных аппаратов с использованием компрессоров высокого давления, а также воздушно-топливных ускорителей. Экологическая обстановка в районе проведения работ была сложной, поэтому вынуждены были перейти на более «чистый» - водоабразивный метод. После очистки поверхности придается заданная шероховатость. Каждая операция принимается экспертом, с составлением соответствующих документов.

Для создания металлизационного слоя использовались передвижные посты (рис 3). Конструктивно пост состоит из контейнера, укомплектованного источником постоянного тока ВДУ-506, бло-

ком подготовки воздуха, баллоном со сжатым газом, тормозным устройством для катушек с проволокой и металлизатором с блоком управления. Пост при помощи подъемно-транспортных механизмов устанавливается в сухом доке, в непосредственной близости от корпуса судна, а затем по мере необходимости переставляется.

Рис. 3. Оборудование для активированной электро дуговой металлизации
в составе передвижного поста

Нанесение прочных слоев методом термического распыления требует работы операторов, обладающих высокой квалификацией.

Практика показала, что наиболее качественно с нанесением покрытий на большие площади справляются профессиональные маляры. Один оператор за смену способен нанести покрытие на площади до двухсот квадратных метров.

Для оценки стоимости напыления металлизационных покрытий фирмы используют расценки, применяющиеся для покрасочных работ. Такое сравнение металлизации и окраски можно сделать по той причине, что оба эти процесса предполагают первоначальную подготовку поверхности и нанесение специального подслоя в качестве обязательных подготовительных этапов.

В некоторых случаях, когда выполняются дополнительные работы по обработке поверхностей, стоимость нанесения покрытий методом термического распыления может быть выше значения, определяемого согласно расценкам. Например, для создания шероховатостей на поверхности может производиться более продолжительная её обработка абразивом. Кроме того, наносимые металлизацией покрытия могут покрываться специальным изолирующим слоем. Сложность выполняемых операций и другие параметры вспомогательных процессов определяют в конечном итоге используемый технологический маршрут обработки поверхности.

Нанесение покрытий методом термического распыления рекомендуется использоваться в качестве метода ремонта исходя из следующих факторов:

- оборудование с такими покрытиями может работать в довольно жёстких условиях внешней среды;
- этот метод позволяет производить ремонт в короткие сроки;
- периодические исследования покрытий с металлизацией подтвердили их высокую прочность;
- экономическая оценка показала, что затраты на напыление алюминиевых покрытий примерно такие же, как и на окраску;
- длительный срок службы без ремонта для оборудования с покрытиями, выполненными методом термического распыления приводит к значительной экономии средств.