

*Артамонов А.М.,  
магистрант 2 курса кафедры  
«Механика материалов, конструкций и машин»  
Оренбургский государственный университет  
Россия, г. Оренбург;*

## **ЗАЩИТНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ ПОКРЫТИЯ И МЕТОДЫ ИХ ИСПЫТАНИЯ**

***Аннотация:** Статья посвящена рассмотрению полимерных покрытий для защиты от коррозии нефтегазового оборудования. В статье рассматриваются несколько видов покрытий. Так же рассматриваются методы испытания этих покрытий. В конце работы приведены результаты испытаний.*

***Ключевые слова:** полимерные покрытия, защита от коррозии, лабораторные испытания.*

***Annotation:** The article is devoted to the consideration of polymer coatings for corrosion protection of oil and gas equipment. The article discusses several types of coatings. Methods for testing these coatings are also considered. At the end of the work, the test results are given.*

***Key words:** Polymer coatings, corrosion protection, laboratory tests.*

Отличительной особенностью при изготовлении оборудования нефтегазового сектора является необходимость защиты поверхностей технологических аппаратов от коррозии. Основным превентивным методом защиты от коррозии считается прибавка на компенсацию коррозионных и эрозийных процессов (прибавка на коррозию). Однако при планировании

длительного срока эксплуатации оборудования возникает необходимость учета дополнительной защиты.

В процессе переработки нефти и газа возникают следующие технологические осложнения, например, вспенивание реагентов, их разложение под действием высоких температур, вследствие чего один из эффективных методов защиты от коррозии – ингибиторы коррозии не является успешным. Агрессивные среды требуют особого подхода, поэтому более эффективным считают применение защитных покрытий [1]. Разнообразие технологических сред и коррозионных агентов не позволяет выбрать единственно верное защитное покрытие, поэтому для каждой среды необходимо подбирать покрытие на основании лабораторных и опытно-промышленных испытаний.

На основании ранее проведенных исследований [2], было выявлено, что срок службы антикоррозионных покрытий в большинстве случаев не соответствует информации о качестве продукции, предоставляемой производителями. В основном испытания покрытий производятся путем установки образцов защитных материалов в коррозионную среду, выдержки в ней в течение определенного времени и выдаче заключения по результатам визуального осмотра. При таком методе исследования отбраковка проводится только при видимых признаках разрушения, таких как пузыри и трещины. В следствие чего, для получения объективных результатов и качественной оценки состояния оборудования необходимо проводить лабораторные испытания с использованием приборных методов контроля. Поэтому методы должны быть подобраны таким образом, чтобы в совокупности могла быть получена объективная оценка, определены адгезионные свойства, вычислена диэлектрическая сплошность. Анализ коррозионного состояния оборудования основных процессов переработки нефти и газа выявляет, что влиянию коррозии в основном подвержены нижние части внутренних поверхностей обечаек, внутренние поверхности нижних днищ, верхние части внутренних

поверхностей обечаек. В ходе анализа имеющихся методов лабораторных испытаний были выявлены следующие методы, позволяющие качественно определить степень коррозионного поражения оборудования.

Одним из наиболее простых является метод решетчатых надрезов. Этот метод позволяет определить адгезионные свойства покрытия – его устойчивость к отслаиванию. Метод является универсальным в связи с тем, что он применим как для лабораторных исследований, так и для полевых условий. Суть проведения испытаний заключается в нанесении на готовое покрытие решетчатых надрезов V-формы и визуальной оценке с определением класса испытуемого покрытия. На испытуемый образец наносят параллельные надрезы до металла, затем делают надрезы в перпендикулярном направлении, в результате чего получается решетка из квадратов. Адгезионные свойства покрытия оцениваются с применением таблицы классификации оценки результатов. Кроме того, применяется метод отрыва, необходимый для количественного определения адгезии многослойных покрытий. Испытание проводится специальным прибором, обеспечивающим приложение растягивающего усилия перпендикулярно поверхности подложки. Для проведения испытания необходимы «грибки» диаметром 20 мм и длиной не менее половины диаметра и режущее устройство для прорезания покрытия до металла. Испытания проводят на трех образцах для каждого покрытия при определенных условиях. Характер разрушения может быть выражен в процентах отношением площади отрыва покрытия к площади поверхности грибка. Следующий метод предполагает определение диэлектрической сплошности покрытия при помощи электроискрового дефектоскопа постоянного тока при определенном напряжении на 1 мм толщины. Метод применяется при обнаружении дефектов в непроводящих покрытиях, нанесенных на проводящее основание. При проведении испытания дефект определяется по сигналу системы сигнализации дефектоскопа. Кроме того, для определения толщины покрытия применяют магнитоиндукционный метод

с совокупности с предыдущим. Метод основан на определении изменений магнитного сопротивления участка цепи и применим для определения толщины нетокопроводящих покрытий на ферромагнитных сталях. По результатам исследований данными методами можно сделать вывод о том, что изменение защитных свойств характеризуют следующие виды разрушений:

- растрескивание, характеризующееся появлением разрывов в покрытии;
- отслаивание, представляющее собой отделение участков одного или более слоев системы от нижележащих слоев или отделение всей системы покрытия от окрашиваемой поверхности;
- образование пузырей, происходящее от воздействия влаги;
- сморщивание;
- коррозионные повреждения.

Все виды разрушений оцениваются по площади разрушенного покрытия и по размерам разрушения, за исключением сморщивания, которое оценивают только по площади разрушенного покрытия. В результате, как показывает практика, применяемые покрытия позволяют защитить внутреннюю поверхность оборудования от коррозии, на оборудовании, эксплуатирующемся при температуре выше 100 °С и выше – защитные покрытия сохраняются не более одного года. По итогам контроля определяются следующие факторы, ухудшающие свойства покрытий:

- исполнитель работ по нанесению защитных покрытий не всегда выдерживает требования производителя покрытия по степени подготовки поверхности, толщине, времени сушки;
- покрытие может быть введено в эксплуатацию, не достигнув окончательной полимеризации из-за недостаточного времени на сушку по причине ограниченного времени остановки на ремонт;
- покрытие может быть повреждено вследствие проведения ремонтных работ после нанесения;

- на отдельных аппаратах, покрытие может наноситься на поверхность, не соответствующую необходимой степени подготовки;
- при отсутствии вентиляции внутри аппарата покрытие может полностью не полимеризоваться из-за скопления паров растворителя.

Поэтому были выдвинуты следующие рекомендации по проведению нанесения защитных покрытий:

1. При проведении работ необходимо соблюдать требования производителя покрытия по степени подготовки поверхности, толщине покрытия, количеству слоев, времени сушки.
2. При невозможности подготовить защищаемую поверхность для нанесения защитного покрытия требуемого качества стоит отказаться от нанесения данного вида покрытия.
3. При выборе типа защитных покрытий отдавать предпочтение покрытиям с наименьшим сроком сушки и количеством наносимых слоев.
4. Для сокращения времени сушки и полимеризации покрытия применять тепловые сушки и принудительную вентиляцию.

Практической частью данной работы был проведение испытаний и анализ результатов, полученных при определении стойкости применяемых покрытий. Испытания защитных покрытий проводились в различных средах (различные растворы для проверки).

Таким образом, при проведении испытаний в растворе КТК при температуре 100 °С, с последующей пропаркой в течение 3,5 суток определено: покрытие Phenoline 1205 показало низкую коррозионную стойкость – сильное коррозионное растрескивание покрытия на всей поверхности образца, низкая адгезия, наличие пробоев при определении диэлектрической сплошности. Покрытие Акрус-уралкид при визуальном осмотре находится в удовлетворительном состоянии, за исключением изменения цвета, установлено значительное снижение адгезионной прочности и наличие пробоев при определении диэлектрической сплошности. Покрытие

Акрус-терма находится в удовлетворительном состоянии, однако незначительно изменен цвет, наблюдается небольшое снижение адгезии, а также наличие пробоев. Кроме того, при проведении испытаний в растворе МЭГ при температуре 140 °С с последующей пропаркой в течение 3,5 суток определено: покрытие Phenoline 1205 показывает низкую коррозионную стойкость — наблюдается сильное растрескивание покрытия по всей поверхности образца, низкая адгезия, наличие пробоев при определении диэлектрической сплошности. Покрытие Акрус-терма находится в удовлетворительном состоянии, снижена адгезия, характерно наличие большого количества пробоев. Покрытие Tankguard Storage установлено незначительное образование пузырей, вследствие чего снизилась адгезия и отмечено наличие пробоев. Испытания в увлажненной сере при температуре 25-30 °С выявили следующее: покрытие Primastic+HardtiopXP обладает хорошей коррозионной стойкостью по всем показателям. Покрытие марки Акрус-полиур обладает хорошей коррозионной стойкостью по всем показателям за исключением изменения цвета. Так же TankguardCV обладает хорошей стойкостью по всем показателям. После проведения пропарки образцов в увлажненной сере установлено, что на покрытии Primastic+HardtiopXP образовались пузыри, и как следствие имеется наличие пробоев при определении диэлектрической сплошности. Адгезия не изменилась и соответствует норме. Акрус-полиур характеризуется наличием пузырей и снижением адгезии. Покрытие TankguardCV показало наличие больших пузырей диаметром до 5 мм, а также сильное снижение адгезии. По результатам данных испытаний можно сделать рекомендации для использования конкретных защитных покрытий в зависимости от условий эксплуатации.

### **Использованные источники:**

1. Кушнарченко, В.М. Оценка потенциальной опасности дефектов и остаточного ресурса оболочковых конструкций нефтегазовой отрасли / В.М. Кушнарченко, Ю.А. Чирков, Е.В. Пояркова, Г.А. Клещарева // Актуальные проблемы и тенденции развития техносферной безопасности в нефтегазовой отрасли / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Уфим. гос. нефт. техн. ун-т". - Электрон. дан. – Уфа: УГНТУ, 2018. – С. 100 – 106.
2. Пояркова, Е.В. Оценка дефектности структуры сварных соединений по наличию неметаллических включений / Е.В. Пояркова, И.Р. Кузеев, К.Л. Забелин // Машиностроение: сетевой электрон. науч. журнал Russian Internet Journal of Industrial Engineering, 2017. – Т. 5, №1. – С. 32–35.