

УДК 665.7

## КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОРРОЗИОННОГО РАЗРУШЕНИЯ

**Илья Юрьевич Дмитриев**

студент

dmitriev17id@mail.ru

**Денис Евгеньевич Молочников**

кандидат технических наук, доцент

denmol@yandex.ru

Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина

г. Ульяновск, Россия

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные количественные и качественные показатели коррозионного разрушения, методы визуального наблюдения, фотографирования, исследования поверхности с помощью микроскопа, а также гравиметрический метод, объективно отражающий процесс коррозии в случае ее равномерного протекания.

**Ключевые слова:** коррозия, наблюдение, металл, среда, масса, разрушение.

К качественным показателям относятся результаты визуального наблюдения: описание, фотографирование и наблюдение за изменением внешнего вида, установление характера разрушения, проводимого с помощью микроскопа. Это практически первый этап обнаружения коррозии, а изучение поверхности под микроскопом и расчет коррозионных поражений по программе Siams дает возможность количественно определить число точек коррозии на единицу площади поверхности, т. е. вычислить скорость коррозии по количеству мест поражения [1-3]. Однако метод имеет свои достоинства и недостатки: он служит неразрушающим методом контроля и в случае обнаружения критического поражения позволяет своевременно принять защитные меры. Недостатком этого метода является то, что наблюдение может вестись за поверхностью достаточно гладкой, полированной, поскольку точное микроскопическое определение точек коррозионного поражения в значительной степени зависит от глубины резкости при данном увеличении микроскопа. Этот метод, как и другие, очень перспективен в сочетании с независимыми иными методами изучения коррозии [4, 5].

Наиболее важной характеристикой процесса коррозии, как указывалось выше, является скорость коррозии металла в данной среде. Скорость коррозии определяют как мгновенную (ускоренные методы коррозионных испытаний) в данный момент времени, так и в процессе коррозии, и в течение длительных коррозионных испытаний.

Главной задачей при выборе способа коррозионных испытаний является сохранение механизма коррозионного процесса.

Для наиболее объективного определения скорости коррозионного поражения обычно наблюдают за изменением какой-либо характеристики металла, изменяющейся в процессе коррозии или характеризующей результат коррозии. Это может быть изменение внешнего вида поверхности, изменение массы, выделение газообразных веществ или образование продуктов коррозии, изменение электросопротивления, механических свойств и др. [3, 6-8].

Наиболее простым и достаточно достоверным способом определения

скорости коррозии является гравиметрический. Однако он дает достоверную информацию лишь в том случае, если коррозия является равномерной, распространяется по всей поверхности, и тем объективнее, чем меньше отношение массы корродирующего образца к его поверхности.

В зависимости от условий коррозии и в основном от образующихся продуктов коррозии определяют скорость коррозии

- по положительному показателю изменения массы

$$K_m^+ = \frac{\Delta m^+}{S \cdot \tau}, \quad (1)$$

где  $\Delta m^+$  - увеличение массы металла на корродирующей поверхности за счет образования продуктов коррозии, плотно сцепленных с поверхностью металла;

$S$  - площадь корродирующей поверхности,  $\text{см}^2$ ;

$t$  - время коррозии, ч.

Если продукты коррозии металла легко отделяются от поверхности, такой показатель коррозии не применим, так как он не дает объективного показателя изменения массы [9, 10].

- по отрицательному показателю изменения массы

$$K_m^- = \frac{\Delta m^-}{S \cdot \tau}, \quad (2)$$

где  $\Delta m^-$  - уменьшение массы металла после удаления продуктов коррозии.

При необходимости можно пересчитать значения из положительного показателя скорости коррозии в отрицательный и наоборот, если известен состав продуктов коррозии. Продукты коррозии можно определить рентгеноструктурным, аналитическим, микрорентгеноструктурным, микрорентгеноспектральным и другими методами.

Весовые показатели коррозии наиболее объективно отражают процесс коррозии в случае ее равномерного протекания, т. е. при общей или сплошной коррозии. Прямые методы расчета скорости коррозии, основанные на измерении массы металла (как потеря, так и прибыли), не могут быть

использованы для оценки скорости локальной коррозии в связи с невозможностью удаления продуктов коррозии из зон локального поражения и точного определения площади прокорродировавшей поверхности. В этом случае используют косвенные методы, основанные на измерении какого-либо свойства, зависящего от степени коррозионного поражения.

### Список литературы:

1. Модель коррозионного износа днища резервуара для нефтепродуктов / Д.Е. Молочников, С.А. Яковлев, М.М. Замальдинов, Е.Е. Рузаев, М.Ю. Пальмов // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: сборник научных трудов XII Международной научно-практической конференции в рамках XXII Агропромышленного форума юга России и выставки «Интерагромаш».- Ростов-на-Дону, 2019.- С. 376-380.

2. Молочников, Д.Е. Методы неразрушающего контроля материалов / Д.Е. Молочников, Р.Ш. Халимов, С.А. Яковлев, Лисин А.В., И.Н. Гаязиев // Теория и практика современной аграрной науки: Сб. III национальной научной конференции с международным участием, Новосибирский государственный аграрный университет. Новосибирск, 2021. С. 521-524.

3. Коррозия и защита металлов. В 2 ч.Ч. 1. Методы исследований коррозионных процессов: учебно-методическое пособие/ Н.Г. Россина, Н.А. Попов, М.А. Жилякова, А.В. Корелин. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019.— 108 с.

4. Технологии ремонта емкостей для перевозки нефти и нефтепродуктов / С.А. Яковлев, Д.Е. Молочников, М.В. Сотников // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Национальной научно-практической конференции, Ижевская ГСХА, г. Ижевск, 2019. – С. 96-99.

5 Молочников, Д.Е. Прогнозирование ресурса вертикальных резервуаров для нефтепродуктов при циклическом нагружении / Д.Е. Молочников, С.А.

Яковлев, Р.Н. Мустякимов, М.Ю. Пальмов, Е.Е. Рузаев // Материалы Всероссийской научно-практической конференции посвященной 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро. Рязанский ГАУ, Рязань, 2020. С. 63-67.

6. Иванов Д.А., Засухин О.Н. Повышение коррозионной стойкости конструкционных сталей газоимпульсной обработкой // Технология металлов. – М., 2015, №10, с. 27-31.

7. Особенности коррозии вертикальных резервуаров для нефтепродуктов / Д.Е. Молочников, Р.Н. Мустякимов, В.А. Голубев, Ю.В. Козловский, М.Ю. Пальмов // Наука в современных условиях: от идеи до внедрения: материалы Национальной научно-практической конференции. Том II. Димитровград, ТИ - филиал УлГАУ, 2018. С. 215-220.

8. Коррозионные повреждения стальных резервуаров для нефтепродуктов / Д.Е. Молочников, С.А. Яковлев, М.М. Замальдинов, М.В. Сотников, Ю.В. Козловский // Инновационная деятельность науки и образования в агропромышленном производстве: материалы Международной научно-практической конференции, Курская ГСХА, г. Курск, 2019. –С. 102-107.

9. Прогнозирование коррозионного износа вертикальных резервуаров / Д.Е. Молочников, С.А. Яковлев, М.М. Замальдинов, Е.Е. Рузаев, М.Ю. Пальмов // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации: материалы Всерос. науч.-практ. конф. Чувашская ГСХА, Чебоксары, 2019. - С. 182-186.

10. Молочников, Д.Е. Экспериментальная установка для прогнозирования ресурса вертикальных резервуаров / Д.Е. Молочников, Х. Карадаг // Актуальные вопросы аграрной науки: Материалы Национальной научно-практической конференции, Ульяновск, 20–21 октября 2021 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2021. – С. 386-390.

**UDC 665.7**

# QUALITATIVE AND QUANTITATIVE INDICATORS CORROSION DESTRUCTION

**Ilya Yu. Dmitriev**

student

dmitriev17id@mail.ru

**Denis E. Molochnikov**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

denmol@yandex.ru

Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin

Ulyanovsk, Russia

**Abstract.** The article considers the main quantitative and qualitative indicators of corrosion destruction, methods of visual observation, photographing, surface examination using a microscope, as well as a gravimetric method that objectively reflects the corrosion process in the case of its uniform flow.

**Key words:** corrosion, observation, metal, medium, mass, destruction.

Статья поступила в редакцию 29.03.2022; одобрена после рецензирования 11.04.2022; принята к публикации 12.05.2022.

The article was submitted 29.03.2022; approved after reviewing 11.04.2022; accepted for publication 12.05.2022.