

## Краткие сообщения

УДК 620.197

**Н.Г. Кац**

Самарский государственный технический университет  
Россия, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

*Рассмотрены вопросы использования способа контроля качества полимерных и лакокрасочных покрытий. Представлены зависимости, по которым можно определить момент проникновения среды через защитное полимерное или лакокрасочное покрытие. Представлены характеристики полимерного покрытия с искусственным дефектом и без него. Проведены испытания по определению момента проникновения среды через защитное полимерное или лакокрасочное покрытие. Даны рекомендации по определению срока службы покрытия, момента проникновения среды через защитное покрытие и представлен способ, с помощью которого можно легко определить момент проникновения среды через полимерное или лакокрасочное покрытие.*

**Ключевые слова:** диффузия, срок службы, электрохимический потенциал.

Для обеспечения защиты оборудования от коррозионного разрушения можно использовать полимерные и лакокрасочные покрытия, которые несмотря на большие преимущества со временем под действием агрессивной среды становятся проницаемыми и теряют свои защитные свойства, поэтому подвергаются обязательному контролю [1].

Контролировать необходимо такие важные характеристики, как проницаемость, твердость, адгезия к подложке, химическая стойкость и т. д.

Для оценки проницаемости используют три группы методов [2]:

- методы, основанные на измерении проницаемости;
- методы, основанные на измерении физико-химических свойств полимерных материалов;
- методы, основанные на регистрации положения движущейся границы вещества в полимерном материале.

Проницаемость может быть определена по регистрации количества жидкости, проникшей через единицу поверхности полимерного материала в единицу времени. Для этого необходимо определить коэффициент диффузии, который может быть рассчитан двумя методами: по проницаемости и по значению времени запаздывания.

Согласно первому методу необходимо знать количество агрессивной среды, проникшей в полимерный или лакокрасочный материал. Для этого

---

*Николай Григорьевич Кац (к.т.н., доц.), доцент кафедры «Машины и оборудование нефтегазовых и химических производств».*

можно воспользоваться формулой, полученной из решения первого закона Фика [1–3]:

$$D = \frac{dc_p}{dt} \cdot \frac{\delta \cdot V}{c_0 F},$$

где  $V$  – объем ячейки, в которой регистрируется вещество;

$\delta$  – толщина слоя полимера;

$F$  – площадь пленки полимера;

$t$  – время;

$c_0, c_p$  – концентрация вещества в поверхностном слое полимерного материала со стороны раствора вещества постоянной концентрации и со стороны измеряемого раствора соответственно.

По второму методу необходимо знать время, в течение которого агрессивная среда не может быть замечена в специальной емкости. Для расчета коэффициента диффузии в этом случае можно воспользоваться следующей формулой:

$$D = 0,0494 \frac{x^2}{\tau},$$

где  $x$  – глубина проникновения среды;

$\tau$  – время, за которое произошло проникновение.

Проницаемость покрытия может быть оценена и по регистрации границы проникновения агрессивной среды в полимерном материале, при этом скорость перемещения зоны заданной концентрации вдоль направления диффузии может быть рассчитана по уравнению [2]

$$X_t = \lambda \sqrt{t},$$

где  $X_t$  – глубина границы заданной концентрации за время  $t$ ;

$\lambda$  – константа проникновения.

В общем случае время защитного действия полимерного или лакокрасочного покрытия складывается из трех составляющих: времени непроницаемости покрытия, характеризующемся нестационарным переносом среды в материал ( $\tau_1$ ); времени накопления среды в покрытии, характеризующемся стационарным переносом среды ( $\tau_2$ ); времени достижения недопустимых изменений на защищаемой поверхности ( $\tau_3$ ), т. е.

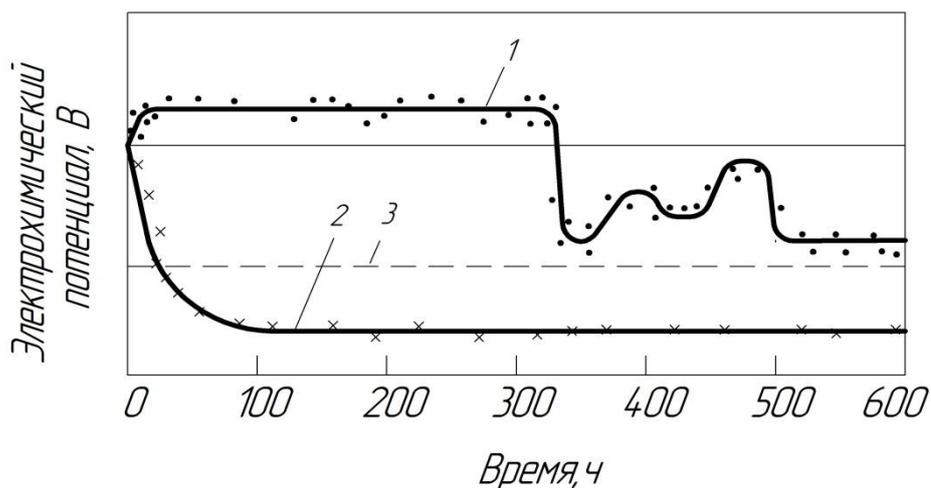
$$\tau_{защ} = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3.$$

Для определения работоспособности защитных покрытий можно воспользоваться только первым членом этого уравнения, для этого необходимо зафиксировать время контакта агрессивной среды с подложкой. Это электрохимический метод исследований, который основан на измерении величины электродного потенциала, возникающего на межфазной границе «подложка – покрытие».

Были изготовлены образцы из стальной проволоки диаметром 4,0 мм, на которую наносился слой покрытия из полимерного материала. В некоторых образцах изготавливались искусственные дефекты.

В результате проведенных измерений установлено (см. рисунок), что по мере проникновения агрессивной среды к подложке наблюдается скачкооб-

разное изменение электродного потенциала в отрицательную сторону. Непостоянство электрохимического потенциала в начальный период контакта агрессивной среды с подложкой можно объяснить небольшим количеством проникшего к подложке электролита [1, 4]. В дальнейшем количество электролита увеличивается, повышается надежность его контакта с подложкой, в результате этого стабилизируется значение электрохимического потенциала в системе «подложка – полимер – среда».



Зависимость электрохимического потенциала покрытия (1), металла (2) и покрытия с дефектом (3) от продолжительности выдержки образца в 5%-ном растворе серной кислоты

Для подтверждения полученных данных были проведены исследования на образцах с искусственными дефектами в виде отверстия малого диаметра в покрытии. В результате установлено, что значение электродного потенциала образцов с дефектами близко к значениям электродного потенциала, через которые проникла агрессивная среда.

После вскрытия образцов можно было визуальнo наблюдать за состоянием подложки, на которой видны следы коррозионного разрушения в виде пятен.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кац Н.Г., Стариков В.П., Парфенова С.Н. Химическое сопротивление материалов и защита оборудования нефтегазопереработки от коррозии: Учеб. пособие. – М.: Машиностроение, 2011. – 436 с. ISBN 978-5-94275-555-3.
2. Шевченко А.А. Химическое сопротивление неметаллических материалов и защита от коррозии. – М.: Химия, КолосС, 2004. – 248 с. ISBN 5-9532-0222-9.
3. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии. – М.: Физматлит, 2002. – 336 с. ISBN 5-9221-0246-10.
4. А.с. № 1260761 СССР, МКИ<sup>3</sup> G 01 № 15/8 Способ контроля работоспособности графитонаполненных полимерных покрытий / А.А. Шевченко, Н.Г. Кац, В.П. Стариков, Р.О. Чак (СССР). – № 3751566/31-25; заявл. 13.06.84; опубл. 30.09.86. Бюл. № 36. – 1 с.

Статья поступила в редакцию 17 января 2015 г.

## ESTIMATION OF POLIMERIC AND VARNISH AND PAINT COVERS WORKING CAPACITY

***N. G. Kats***

Samara State Technical University  
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100, Russian Federation

*Questions of quality control of polymeric and varnish-and-point covers are considered. Dependences that allow to determine a moment when the medium has penetrated through the cover are offered. Characteristics of polymeric cover with and without induced defect are presented. Experiments in which penetration moment was measured are carried. Recommendations for cover lifetime determining are considered. Method of penetration moment registration are considered. Method of penetration moment registration are presented.*

***Keywords:*** *diffusion, working capacity, electrochemical potential.*