

4

Методика прогнозирования ожидаемого срока службы наружного ленточного или экструдированного покрытия нефтегазопроводов по критерию «время до отслаивания от металла при катодной поляризации»

В.Н. Протасов
РГУ нефти и газа
им. И.М.Губкина

В работе [1] были рассмотрены существенные недостатки широко применяемого в РФ и за рубежом стандартизованного метода контроля сопротивления наружных полимерных покрытий нефтегазопроводов катодной поляризации, заключающегося в определении площади или радиуса отслаивания покрытия вокруг искусственно созданного дефекта, и предложен метод прогнозирования ожидаемого срока службы покрытия нефтегазопровода по критерию «время до отслаивания при катодной поляризации». Сущность этого метода была рассмотрена в работе [1] на примере контроля адгезионной прочности покрытия методом отрыва «грибка» после катодной поляризации на двух базах времени с последующим расчетом энергии активации процесса разрушения адгезионных связей, определяющей время до отслаивания покрытия или время снижения его адгезионной прочности до минимально допустимой величины.

Известно, что для контроля адгезионной прочности наружных покрытий нефтегазопроводов на основе термопластов, в частности ленточных и экструдированных покрытий на основе полиэтилена, обычно используют метод отслаивания полосы покрытия от поверхности трубы. В данной статье рассматривается методика применения метода отслаивания полосы покрытия от поверхности стали при прогнозировании ожидаемого срока службы наружного покрытия нефтегазопровода в условиях катодной поляризации.

На рис. 1. приведен образец для испытаний. Образец представляет собой стальную пластину с испытываемым покрытием. На поверхности покрытия выделена в направлении продольной оси пластины полоса шириной не менее 20 мм, края которой прорезаны в продольном направлении до металла лезвийным инструментом.

Образец устанавливают в ячейку для испытаний на сопротивление



ЛИДЕР в производстве
и поставке битумно-полимерных
материалов для изоляции магистральных
нефтегазопроводов в трассовых
условиях.

ЛАУРЕАТ премии ОАО «ГАЗПРОМ»
в области науки и техники
за 2005 год.

ДЕЛАН

группа компаний

WWW.DELAN.SU



15 ЛЕТ МЫ ВМЕСТЕ С ВАМИ!

143900, Московская обл., г. Балашиха,
шоссе Энтузиастов, 30
т/ф.: (495) 521.80.23 521.80.29
521.21.13 521.69.74

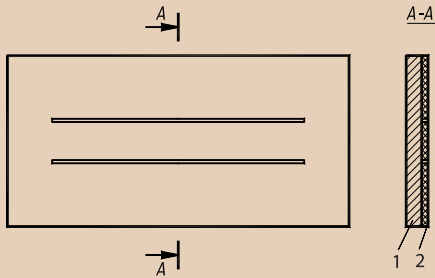


Рис. 1. Схема образца для испытания покрытия на сопротивление отслаиванию при катодной поляризации. 1 – стальная пластина; 2 – полимерное покрытие.

катодному отслаиванию, схема которой представлена на рис. 2. При этом анодный электрод, входящий в состав ячейки, должен перекрывать канавки, прорезанные до металла по обе стороны выделенной на образце полосы покрытия, по всей их длине.

Испытания образцов в условиях катодной поляризации проводят по известной методике [1] на двух базах времени τ_1 и τ_2 при заданной температуре. Значение τ_1 задают исходя из условия $\tau_1 > \tau_c$, где τ_c минимальное время испытаний образца в условиях катодной поляризации, в течение которого стабилизируется характер разрушения покрытия при последующем отслаивании. Если после испытаний на большей базе времени τ_2 характер разрушения при отслаивании все же существенно изменяется, например, переходит от когезионного к адгезионному или

смешанному, то базу времени τ_2 следует принять за τ_1 , а базу времени τ_2 соответственно увеличить.

После окончания испытания в ячейке определяют с помощью динамометра усилие отслаивания полосы покрытия от стальной пластины соответственно $Q(\tau_1)$ и $Q(\tau_2)$. Отслаивание производят при той же температуре, при которой проводили испытание в ячейке. На рис. 3 приведена схема установки для определения усилия отслаивания при различных температурах.

Затем рассчитывают удельное усилие отслаивания

$$P^{ад}(\tau_1) = Q(\tau_1)/B \text{ и } P^{ад}(\tau_2) = Q(\tau_2)/B,$$

где B – ширина отслаиваемой полосы покрытия;

Кинетика изменения адгезионной прочности покрытия при отрыве методом отслаивания описывается уравнением [2]

$$P^{ад}(\tau) = P_k^{ад} \left[1 - \left(\frac{\tau}{\tau_{пр}^{ад}} \right)^{0,083} \right],$$

где $P^{ад}(\tau)$ – удельное усилие отслаивания покрытия в конкретный момент времени τ в условиях катодной поляризации при заданной температуре; $P_k^{ад}$ – предельно возможное удельное усилие отслаивания покрытия в исходном состоянии, определяемое прочностью его адгезионных связей с поверхностью стали; $\tau_{пр}^{ад}$ – время до полного отслаивания покрытия в условиях катодной поляризации при заданной температуре;

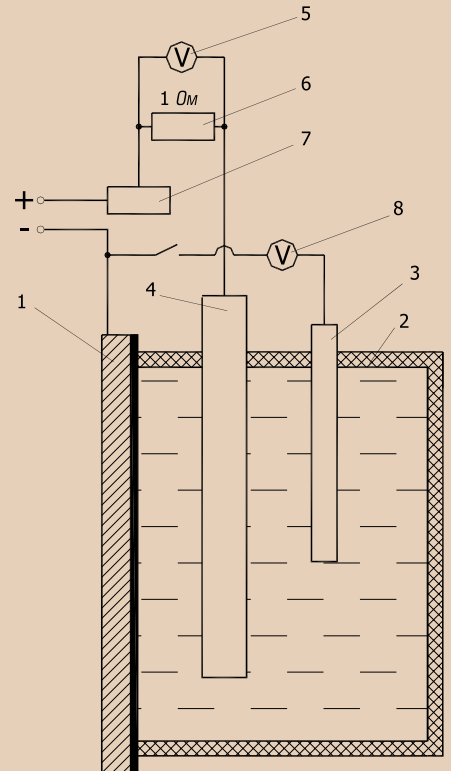


Рис. 2. Схема ячейки для испытания покрытия в 3%-ном водном растворе NaCl при катодной поляризации. 1 – образец с покрытием; 2 – корпус ячейки; 3 – электрод сравнения; 4 – электрод угольный (анод); 5, 8 – вольтметр; 6 – сопротивление эталонное; 7 – реостат

На основании полученных экспериментальных данных решаем систему из двух уравнений

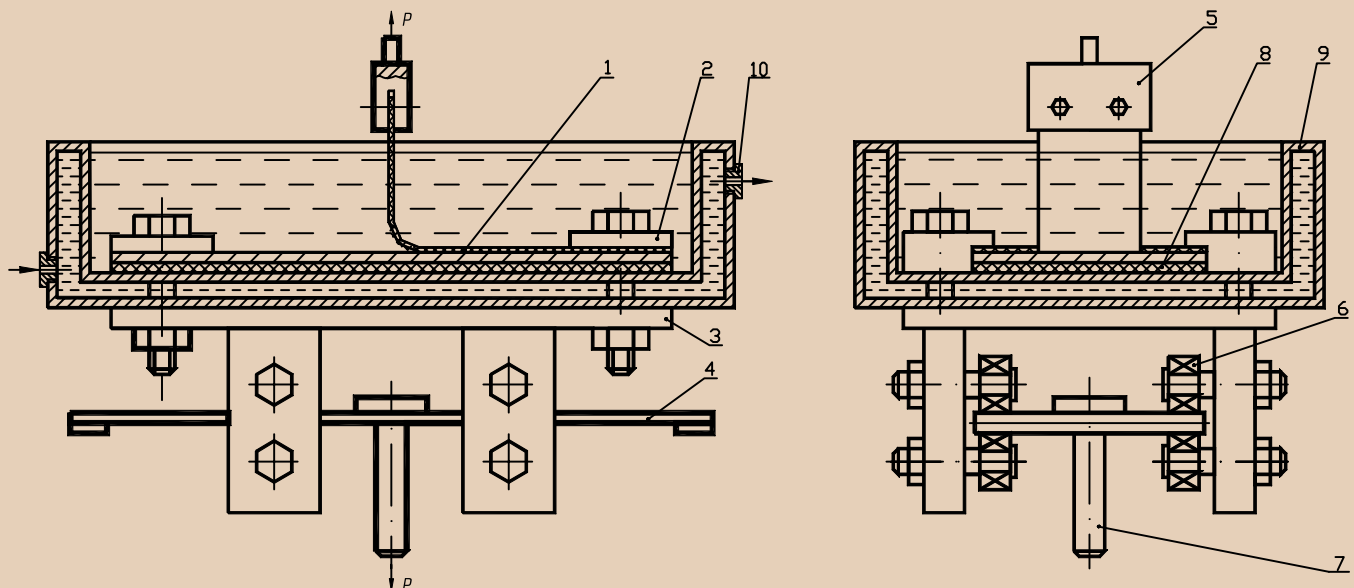


Рис. 3. Приспособление для отслаивания покрытия от стальной пластины. 1 – образец; 2 – прихват; 3 – плита опорная; 4 – направляющая; 5 – зажим; 6 – подшипник; 7 – хвостовик; 8 – прокладка; 9 – камера для модельной среды; 10 – штуцер для шланга, соединяющего нагревательную рубашку камеры с термостатом.

$$P^{ad}(\tau_1) = P_k^{ad} \left[1 - \left(\frac{\tau_1}{\tau_{pr}^{ad}} \right)^{0,083} \right],$$

$$P^{ad}(\tau_2) = P_k^{ad} \left[1 - \left(\frac{\tau_2}{\tau_{pr}^{ad}} \right)^{0,083} \right],$$

Разделив первое уравнение на второе и обозначив через «к» отношение $P^{ad}(\tau_1)/P^{ad}(\tau_2)$, получим выражение для нахождения значения τ_{pr}^{ad} при температуре испытаний.

$$\tau_{pr}^{ad} = \sqrt[0,083]{\frac{k\tau_2^{0,083} - \tau_1}{k - 1}}.$$

При известном значении τ_{pr}^{ad} получим с помощью первого уравнения выражение для определения численного значения P_k^{ad}

$$P_k^{ad} = P^{ad}(\tau_1) / \left[1 - \left(\frac{\tau_1}{\tau_{pr}^{ad}} \right)^{0,083} \right],$$

Согласно [2] время до отслаивания покрытия от поверхности стали в различных эксплуатационных условиях описывается следующим уравнением

$$\tau_{pr}^{ad} = \tau_0 \exp(U^{ad}/RT) = \tau_0 \exp(P_k^{ad} \gamma^{ad}/RT), \quad (1)$$

где τ_0 — период колебаний атомов; для полимерных материалов и покрытий на их основе $\tau_0 = 10^{-12}$ с; U^{ad} — энергия активации процесса разру-

шения адгезионных связей при катодной поляризации; R — газовая постоянная; T — абсолютная температура; γ^{ad} — структурно-чувствительный коэффициент, характеризующий перенапряжения на адгезионных связях.

При известных значениях τ_{pr}^{ad} , P_k^{ad} и температуре испытаний T получим с помощью уравнения (1) выражение для нахождения численного значения γ^{ad}

$$\gamma^{ad} = [RT \ln(\frac{\tau_{pr}^{ad}}{\tau_0})] / P_k^{ad}$$

Параметры P_k^{ad} и γ^{ad} являются физическими константами испытываемого покрытия, не зависящими от температуры окружающей среды. Они определяют скорость разрушения его адгезионных связей в условиях катодной поляризации а следовательно срок службы τ_{pr}^{ad} по критерию «время до отслаивания».

Для расчета ожидаемого срока службы покрытия по критерию «время до отслаивания в условиях катодной поляризации при конкретной температуре $T_{экс}$ следует использовать уравнение (1), подставив в него найденные значения P_k^{ad} , γ^{ad} и температуру эксплуатации $T_{экс}$.

Рассмотренный метод можно использовать для прогнозирования остаточного срока службы наружных покрытий эксплуатируемых нефтегазопроводов, используя данные периодической диагностики усилия отслаивания полосы покрытия от поверхности трубы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Протасов В.Н. Метод прогнозирования срока службы полимерных покрытий нефтегазопроводов при катодной поляризации. Ж. «Территория НЕФТЕГАЗ». М.: №6. 2006 г.
2. Протасов В.Н. Полимерные покрытия нефтепромыслового оборудования, М.: Недра. 1994 г.

ВНИМАНИЮ СПЕЦИАЛИСТОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ!

КАТОДНАЯ ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ



ПРЕДЛАГАЕМ анодные заземлители серии «Менделеевец»

Использование заземлителей «Менделеевец» позволяет:

- обеспечить бесперебойную работу систем катодной защиты в течение 30 лет
- применять различные конструкции заземлителей в зависимости от условий эксплуатации
- сократить трудоемкость и продолжительность монтажных работ
- снизить затраты по обслуживанию систем ЭХЗ

ПРОВОДИМ РАБОТЫ по диагностике коррозионного состояния подземных трубопроводов

ПРОИЗВОДИМ современное электрометрическое оборудование



АНТИКОР-Р КОМПЛЕКС ГРУППА КОМПАНИЙ

Тел./факс: (495) 938-22-21
E-mail: a-complex@mtu-net.ru



Тел./факс: (48762) 2-14-77
E-mail: adm@ch-s.ru

www.ch-s.ru