

По результатам эксперимента были построены зависимости величины коэрцитивной силы от механических напряжений, возникающих в направлении измерения. Эти зависимости представлены на рисунке.

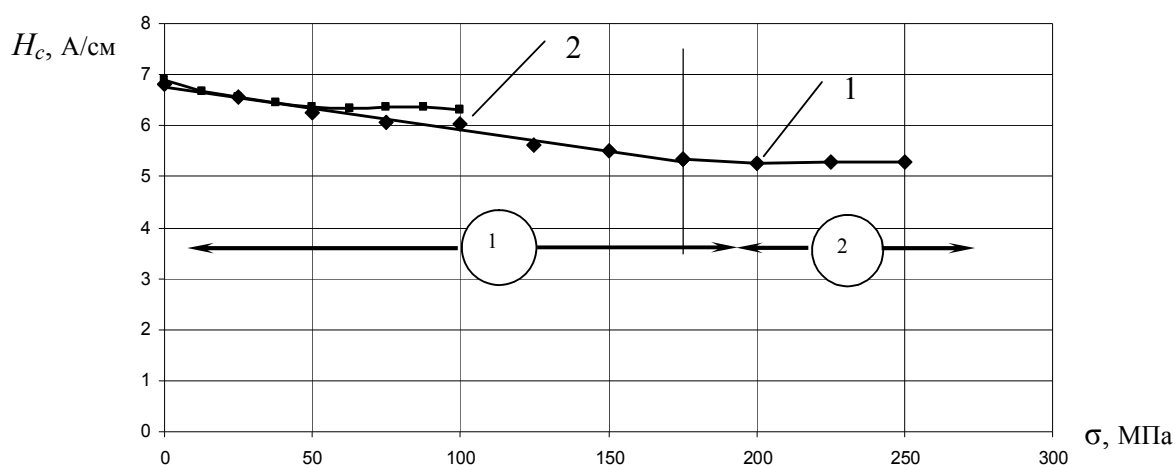


Рис. Характер изменения коэрцитивной силы металла трубопровода при увеличении напряжений, возникающих в стенке модели трубы под действием внутреннего давления: 1 – кольцевые напряжения; 2 – осевые напряжения

Выводы по работе:

1. Установлена единая зависимость коэрцитивной силы металла от относительной деформации сжатия-растяжения.
2. Установлено, что растягивающие напряжения (деформации) в металле снижают значения коэрцитивной силы, измеренной в направлении действия напряжений, сжимающие деформации – увеличивают.
3. При измерениях датчик коэрцитиметра необходимо ориентировать вдоль действия измеряемых напряжений (аналогично электротензорезистору), при этом значения напряжений в других направлениях не влияют на показания измерений.
4. Установлен порог растягивающих напряжений, равный 0,5 от предела текучести металла, выше которого измерять растягивающие напряжения методом коэрцитивной силы нецелесообразно.

УДК 622.691.4.052.012.002.51

СПОСОБ ОТБАКОВКИ ТРУБ С ВНУТРЕННИМ РАССЛОЕНИЕМ СТЕНКИ НА СТАДИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ

И. Н. Бирилло¹, А. В. Комаров²

¹Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ», г. Ухта, Российская Федерация

²ЗАО «Аргус Пайплайн Сервис», г. Москва, Российская Федерация

Для эксплуатирующихся магистральных нефтегазопроводов достаточно распространенной дефектностью является внутреннее расслоение стенки, которое, как правило, обнаруживается при проведении ультразвуковой

толщинометрии. Характерным признаком расслоения является наличие аномально низких значений толщины стенки, составляющих, как правило, половину ее номинальной величины. Низкие значения обусловлены нарушением однородности металла неметаллическими включениями, пористостью, газовыми пузырями и т. п., но не уменьшением толщины стенки. Формируется такая неоднородность в процессе производства металла, при этом полное исключение появления такой дефектности является практически невыполнимой задачей. После обнаружения на эксплуатирующемся объекте труб с расслоением стенки неизбежно возникает вопрос о необходимости их замены. Существующие нормы допустимости внутренней неоднородности стали исходят не из опасности имеющихся дефектов при эксплуатации, а из возможностей технологического процесса производства стали и нефтегазопроводных труб. Такой подход оправдан при сооружении или реконструкции объектов, но неприемлем в тех случаях, когда объект уже находится в работе, особенно в течение длительного периода времени. На эксплуатирующемся объекте решение о необходимости вырезки «дефектного» участка может быть признано обоснованным только после анализа его работоспособности. Работоспособность трубы с внутренним расслоением стенки предлагается определять по условию

$$p \leq [p], \quad (1)$$

где p – рабочее давление в трубопроводе, МПа;

$[p]$ – предельное значение внутреннего давления, при котором обеспечивается нормативный уровень эксплуатационной надежности трубы с внутренним расслоением стенки, МПа.

Если $p \leq [p]$, то труба с расслоением стенки может эксплуатироваться без осуществления каких-либо ремонтных мероприятий. Если $p > [p]$, то требуется замена или усиление дефектной зоны трубы. При условии снижения рабочего давления до уровня $[p]$, т. е. при $p = [p]$, возможна ее безопасная эксплуатация без проведения ремонтных мероприятий.

Значение $[p]$ определяют по формуле, полученной на основе комплекса проведенных расчетно-экспериментальных исследований [1]:

$$[p] = R_2^H \frac{m}{0,45k_n} \cdot \frac{\delta}{D_n - 2\delta} - \frac{4E\Delta h}{(D_n - 2\delta)^2 (1 - 0,5\mu)}, \quad (2)$$

где R_2^H – нормативное сопротивление растяжению (сжатию) металла труб, равное минимальному значению предела текучести, МПа;

m – коэффициент условий работы трубопровода, определяемый по СНиП 2.05.06-85*;

k_n – коэффициент надежности по назначению трубопровода, определяемый по СНиП 2.05.06-85*;

δ – толщина стенки трубы, мм;

D_n – наружный диаметр трубопровода, мм;

h – глубина залегания расслоения от наружной поверхности стенки трубы, мм;

Δ – толщина воздушной прослойки, принимаемая равной 0,1 мм;

E – модуль упругости материала трубы, МПа;

μ – коэффициент Пуассона.

Предложенный способ отбраковки труб с внутренним расслоением стенки на стадии эксплуатации нефтегазопроводов основан на анализе соответствия фактического напряженно-деформированного состояния трубы требованиям, устанавливаемым отраслевыми нормами для аналогичных вновь проектируемых объектов. Это позволяет учесть эксплуатационные и конструктивные особенности трубопровода, оптимизировать объемы ремонтных работ, исключив необходимость замены «дефектных» фрагментов трубопровода, у которых НДС соответствует нормативным требованиям, и при этом сохранить нормативный уровень эксплуатационной надежности объекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колотовский, А. Н. Работоспособность трубопроводов высокого давления при наличии внутренних расслоений металла / А. Н. Колотовский [и др.]. – М. : ЦентрЛит-НефтеГаз, 2009. – 224 с. – (Нефтегазовые технологии).

УДК 622.692.4-539.4

РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ТРУБ НЕФТЕПРОВОДОВ С ДЕФЕКТАМИ ТИПА ТРЕЩИНА

А. В. Богданович¹, В. М. Веселуха¹, А. Н. Козик², В. В. Воробьёв²

¹УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы»,
г. Гродно, Республика Беларусь

²ОАО «Гомельтранснефть Дружба», г. Гомель, Республика Беларусь

В процессе длительной эксплуатации труб в результате физико-химического воздействия перекачиваемого продукта и внешней среды происходит изменение структурного состояния металла, деградация его физико-механических свойств. Так, например, установлено [1], что многолетняя эксплуатация приводит к разупрочнению металла внутренней поверхности трубы: склонность его к образованию трещин существенно возрастает. С другой же стороны, коррозионно-эрозионное воздействие нефтепродуктов приводит к удалению поврежденного трещинами поверхностного слоя внутренней стенки трубы (проявляется своего рода эффект упрочнения). Поэтому актуальна задача экспериментального определения работоспособности