

**МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ КОЛЬЦЕВЫХ
СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ,
ОТРАБОТАВШИХ ДЛИТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ,
И ОСОБЕННОСТИ ИХ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ**

А. Н. Янушонок¹, А. С. Снарский²

¹*УО «Полоцкий государственный университет»,
г. Новополоцк, Республика Беларусь*

²*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

В настоящее время в Республике Беларусь эксплуатируется развитая сеть магистральных трубопроводов, построенных в 60–70-е гг. прошлого века. В процессе длительной эксплуатации в трубных сталях в результате физико-химических воздействий перекачиваемого продукта и воздействия внешней среды происходит изменение механических свойств металла труб и сварных соединений, а также изменение структурного состояния металла. Процессы старения и деградации материала проявляются, в первую очередь, в снижении сопротивляемости хрупкому разрушению. Наиболее заметно данный эффект проявляется в локальных, структурно-неоднородных областях, которыми и являются сварные соединения магистральных трубопроводов. Из-за значительного снижения уровня ударной вязкости увеличивается потенциальная возможность возникновения и роста трещин, а следовательно, возрастает вероятность аварийного разрушения.

Установлено, что восстановление механических и эксплуатационных свойств основного металла труб и металла сварных соединений возможно за счет проведения специальной термической обработки. В связи с этим на образцах, вырезанных из магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов, проработавших длительное время, проведены экспериментальные исследования с целью определения оптимальных условий для восстановления эксплуатационных свойств кольцевых сварных соединений. Значения ударной вязкости металла, обработанного по предложенному режиму специальной термической обработки, возрастают приблизительно на 50%. При этом снижение значений предела прочности незначительно и может не учитываться в проведении прочностных расчетов. Опытно-промышленная апробация метода на натурном образце подтвердила его эффективность.

Также установлено, что изменения микроструктуры и механических характеристик металла как непосредственно самого сварного шва, так и зоны термического влияния, происходящие при восстановительной термической обработке, оказывают влияние и на повышение сопротивления сварного соединения коррозионным процессам. Исследования влияния термической обработки на коррозионную стойкость проводилось по упрощенному

ускоренному методу. Образцы основного металла, зоны термического влияния и непосредственно самого сварного шва полностью погружались в коррозионную среду – неэлектролит, находящуюся в открытом сосуде при комнатной температуре. Перемешивание коррозионной среды отсутствовало. В результате проведенных исследований выявлено, что термическая обработка на оптимальных режимах приводит к снижению скорости коррозии металла сварного соединения до 4%.

Предложен также неразрушающий способ контроля значений ударной вязкости – характеристики, наиболее объективно определяющей эффективность восстановительной термической обработки кольцевых сварных соединений трубопроводов. Определение значений производится расчетным методом по результатам измерения геометрических размеров отпечатков, полученных путем вдавливания в материал пирамидального индентора с квадратным основанием и углом между противоположными гранями 136° при фиксированной нагрузке (неразрушающим методом непосредственно на кольцевом сварном соединении за счет применения специальных переносных твердомеров для определения твердости по Виккерсу)[1]. В результате проведенных испытаний выявлено, что погрешность определения ударной вязкости предложенным способом (неразрушающим методом непосредственно на объекте без вырезки образцов) не превышает 15% по сравнению с базовыми значениями, определенными по ГОСТ 9454 [2] (классическим разрушающим методом при вырезке образцов на ударный изгиб). При этом расчетные значения оказались ниже значений, определенных разрушающим методом, что положительно влияет на надежность эксплуатации магистрального трубопровода при определении ударной вязкости кольцевого сварного соединения неразрушающим способом: получается своеобразный коэффициент запаса по ударной вязкости.

Работы по восстановительной термической обработке предлагается производить во время капитального ремонта трубопровода. Расчет ожидаемого экономического эффекта от внедрения разработанного метода производился на основании сравнения затрат на производство ремонтных работ сварного соединения методом вырезки катушки и затрат на восстановление свойств сварного соединения с помощью термической обработки. Нормативная стоимость работ определялась по составленному перечню необходимых работ и материальных ресурсов на основании сборников цен. Объем затрат определялся в базисных ценах 2006 года и пересчитывался в текущие цены. В зависимости от диаметра трубопровода и способа проведения работ по восстановительной термической обработке (собственными силами или силами подрядной организации) экономический эффект в ценах июля 2011 года может составить от 282 370 до 3 227 525 белорусских рублей на один восстановленный стык.

Таким образом, предлагаемый метод восстановления эксплуатационной надежности кольцевых сварных соединений магистральных трубопроводов, отработавших длительное время, путем проведения восстановительной термической обработки показывает потенциальную технико-экономическую эффективность своего применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Способ определения ударной вязкости стальных изделий : заявка на пат. Респ. Беларусь / Ф. И. Пантелеенко, А. С. Снарский, А. В. Крыленко. – № а20050386; заявл. 04.14.05.

2. Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах : ГОСТ 9454. – Введ. 01.01.79 – М. : Изд-во стандартов, 1979. – 15 с.

УДК 622.691

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ ДЛИТЕЛЬНО ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ ПО ДЕГРАДАЦИИ МЕТАЛЛА ТРУБ

Г. О. Яровой¹, В. В. Воробьёв²

*¹ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь,*

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

Проблема оценки остаточного ресурса длительно эксплуатируемых магистральных нефтепроводов (МН) становится все более актуальной по мере увеличения срока их службы. Из множества факторов, определяющих ресурс линейной части (ЛЧ) МН, следует выделить влияние всевозможных дефектов, а также общую и локальную деградацию физико-механических свойств металла труб. Деградация металла труб в наибольшей степени выражается в снижении его трещиностойкости, пластичности, а также в повышении температуры вязко-хрупкого перехода до уровня возможных рабочих температур, что способствует реализации хрупкого низкоэнергетического разрушения труб в штатном режиме эксплуатации при средних уровнях нагруженности стенки ниже фактического предела текучести металла [1].

При расчете остаточного ресурса ЛЧ МН по деградации характеристик механических свойств металла, приводящей к снижению несущей способности труб, основными параметрами технического состояния являются фактические значения механических свойств на момент проведения исследования и прогнозируемая интенсивность их деградации до исчерпания ресурса. В качестве отбраковочных значений механических характеристик принимаются их соответствующие минимально допустимые нормативные значения. При достижении деградирующими характеристиками минимально допустимых