

– ультразвуковое измерение толщины осуществлялось в соответствии с типом оборудования – объекта контроля. Также измерение толщины выполнено в местах, где возникло подозрение на дефект при контроле методом магнитной памяти или методом АЭ и при визуально-оптическом контроле;

– контроль методом измерения коэрцитивной силы;

– магнитопорошковый метод был применен на тех участках, где при проведении контроля методом магнитной памяти и АЭ методом выявлено места с возможными дефектами, в местах с концентраторами напряжений;

– измерение твердости;

– виброакустический контроль был проведен для магистральных насосных агрегатов, элементов обвязки, непосредственно примыкающих к насосным агрегатам, и для привода вентиляторов системы вентиляции.

В процессе проведения неразрушающего контроля были выявлены дефекты разного типа: нарушение сплошности, расслоение основного металла, дефекты сварного шва, вмятины, коррозионные повреждения и т.п.

**УДК 620.192.4:620.179**

## **ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛА МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ**

**Е. Р. Доценко, В. Д. Мындюк, М. О. Карпаш**

*Ивано-Франковский национальный технический университет нефти  
и газа, г. Ивано-Франковск, Украина*

По мере увеличения срока эксплуатации металлических конструкций происходит деградация некоторых важных свойств материалов. Существует проблема продления срока эксплуатации оборудования действующих высокорисковых объектов (в т.ч. трубопроводного транспорта), отработавшего проектный срок. В комплекс мероприятий по диагностированию технического состояния трубопроводов включено измерение механических свойств материала труб. Для этой цели в большинстве случаев используется твердометрия с помощью переносных приборов, а механические свойства (предел текучести, предел прочности и др.) определяют по специальной расчетной методике, точность которой невелика, поскольку твердость есть характеристика поверхностного состояния металла.

Изменению физических и механических свойств материалов труб предшествуют структурные и фазовые превращения, происходящие в металлах и сплавах при изготовлении и эксплуатации. Стандартные методы

оценки изменения структуры (а следовательно, и механических свойств) железоуглеродистых сплавов, которые предусматривают трудоемкий процесс подготовки образцов для испытаний, не всегда сохраняют целостность материала. С учетом связи между комплексом физических свойств с кристаллографической структурой, дефектностью, механическими и другими эксплуатационными характеристиками возможно оценивать изменения свойств металла труб с использованием физических методов контроля, предусматривающих применение структурно-чувствительных информативных параметров.

Учитывая вышесказанное и результаты проведенных теоретических исследований [1], авторами был предложен комплексный метод контроля физико-механических свойств по нескольким информативным параметрам, таким как твердость, и структурно-чувствительному физическому свойству – удельному электрическому сопротивлению. В итоге был разработан опытный образец информационно-измерительной системы, которая реализует четырехзондовый метод определения удельного электрического сопротивления сталей, и проведены исследования на образцах ферритно-перлитных сталей, используемых для изготовления трубопроводов. Расчет удельного электрического сопротивления осуществлялся с помощью разработанной математической модели. По результатам экспериментальных исследований было установлено наличие и характер зависимости предела текучести ферритно-перлитных сталей от выбранного комплекса параметров (удельного электрического сопротивления и твердости) (рис.).

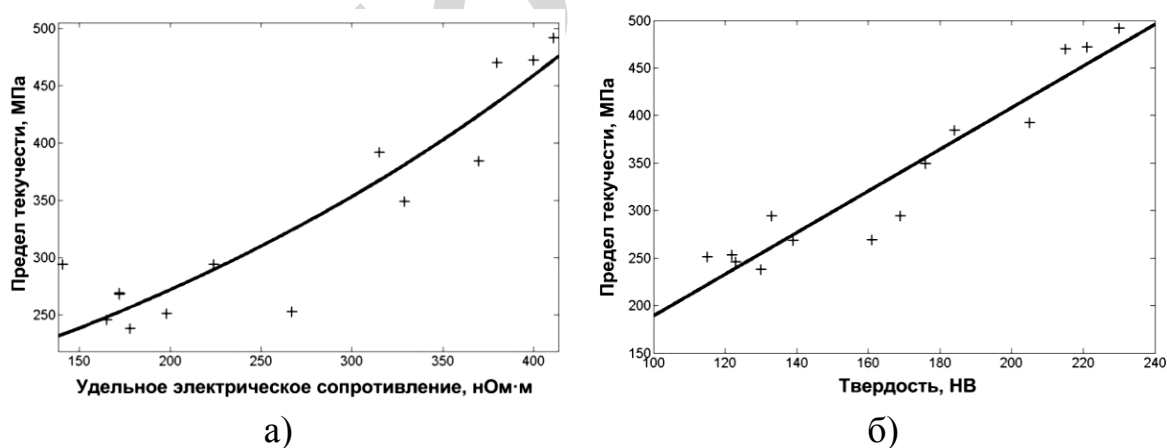


Рис. Зависимость предела текучести от удельного электрического сопротивления (а) и твердости (б)

Коэффициент корреляции предела текучести и твердости равен 0,91, коэффициент корреляции удельного электрического сопротивления и предела текучести 0,69. Приведенная к диапазону предела текучести относительная погрешность составляет 2,5 %.

В рассмотренных методах использованы современные методы статистической обработки информации (искусственные нейронные сети) для аппроксимации предела текучести как функции исследуемых информативных параметров.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Karpash, M. New methods for mechanical properties evaluation of steel structures with consideration of its microstructure / M. Karpash, Y. Dotsenko, O. Karpash // 10<sup>th</sup> European conference on non-destructive testing, Moscow, June 7 – 11, 2010: abstracts, Part 2. – Moscow, 2010. – P. 270 – 271.

УДК 620.179.14

### **ОСОБЕННОСТИ ВНУТРИТРУБНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПОДВОДНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ СТАЛЬНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ**

**Е. И. Крапивский**

*Санкт-Петербургский государственный горный университет,  
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация*

Внутритрубная диагностика является наиболее применяемым методом контроля технического состояния магистральных трубопроводов, однако на распределительных трубопроводах она применяется в ограниченном объеме. Диаметр стальных распределительных трубопроводов России обычно составляет от 3 дюймов (76,2 мм) до 12 дюймов (304,8 мм). Наиболее часто встречающийся диаметр распределительных трубопроводов – 150 мм. Давление газа, как правило, не превышает 0,6 МПа. Это препятствует использованию градиента давления газа для перемещения внутритрубных приборов. На распределительных трубопроводах часто встречаются изгибы, в том числе и под 90°.

Анализ технического состояния распределительных газопроводов показывает следующее:

- 1) внутренняя коррозия встречается редко и в основном на участках перехода через водные преграды;
- 2) как правило, при переходе через большие водные преграды применяются дюкеры;
- 3) камеры запуска и приема внутритрубных приборов, как правило, отсутствуют;
- 4) коррозионные нарушения обусловлены электрохимической и микробиологической коррозией. В зонах действия блуждающих токов (что ха-