

Если в уравнении для расчета разрушающего давления использовать предел прочности материала при растяжении и не учитывать изменения  $D$  и  $t$  вследствие пластического деформирования, то получим:

$$P_{np} = \left[ \frac{2t}{D} \right] \cdot \sigma_B, \quad (4)$$

где  $\sigma_B$  – предел прочности, МПа.

Анализ данных, приведенных в таблице, показывает, что предельное давление, рассчитанное по формуле (2), существенно (на 40...50 %) ниже давления разрушения полученного с учетом фактических механических свойств металла трубы. Можно отметить, что ориентация вырезки образцов (продольная, поперечная) слабо влияет на расчетное давление разрушения.

Предлагаемая формула (3) для расчета разрушающего давления с использованием характеристик кривой упрочнения позволяет более достоверно определять значения предельного давления для МГ длительное время находящихся в эксплуатации.

УДК 620.172:620.178:620.179.12:622.692.4.053-192

### **К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ, ПРОРАБОТАВШИХ ДЛИТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ**

**А.С. Снарский<sup>1</sup>, А.Н. Янушонок<sup>2</sup>, В.К. Липский<sup>2</sup>, В.Е. Котов<sup>2</sup>,  
П.В. Коваленко<sup>2</sup>, Л.Н. Кратенок<sup>2</sup>, Н.В. Соколова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>УО «Белорусский национальный технический университет»,

г. Минск, Беларусь

<sup>2</sup>УО «Полоцкий государственный университет», г. Новополоцк, Беларусь

Для магистральных трубопроводов эксплуатируемых после истечения проектного срока эксплуатации актуальной задачей является оценка технического состояния и прогнозирование остаточного ресурса. В связи со значительными затратами на тотальную замену эксплуатируемых трубопроводов в настоящее время проводится их эксплуатация по техническому состоянию. Применение методов неразрушающей диагностики внутритрубными инспекционными приборами позволяет с достаточно высокой степенью достоверности выявить и идентифицировать значительное количество дефектов, определить их геометрические параметры. В то же время для получения объективной картины технического состояния необходимо

учитывать особенности эксплуатации магистрального трубопровода. Для магистральных трубопроводов, претерпевших длительные эксплуатационные воздействия, помимо появления и роста дефектов заводского изготовления и повреждений при эксплуатации, характерным является процесс старения основного металла трубопровода и сварных соединений, заключающийся в существенных изменениях структуры и свойств металла труб за счет процессов накопления микропластических деформаций и повреждений, изменения структурного состояния. Указанные процессы непосредственно сказываются на механических свойствах металла труб [1].

С целью изучения свойств основного металла и сварных соединений магистрального нефтепродуктопровода «Унеча-Вентспилс» отобраны темплеты на участке «8Н-Дисна», который эксплуатируется с 1964 года. Нефтепродуктопровод состоит из труб различного диаметра от 377 мм до 720 мм и толщиной стенки от 7 до 11 мм. Согласно данным спектрального анализа химического состава исследованные на данный момент образцы изготовлены из следующих материалов: Сталь 20, Сталь 17ГС, Сталь 10Г2С1.

При комплексном исследовании (определение механических свойств, твердости, ударной вязкости, металлографические исследования) оценивалось соответствие служебных свойств металла труб и сварных соединений действующим на данный момент техническим нормативным правовым актам (ТНПА).

Механические свойства основного металла и сварных соединений труб не ниже требований предъявляемых к классу прочности K42. В то же время у большей части исследованных образцов механические свойства основного металла соответствуют более высокому классу прочности вплоть до K55. Необходимо отметить более низкие механические свойства сварных соединений по сравнению со свойствами основного металла. Это в значительной мере обусловлено дефектностью сварных соединений. При этом показатели прочности снижены не более чем на четверть от значения основного металла, а значения ударной вязкости в отдельных случаях – почти в два раза.

При исследовании микро- и макроструктуры сварных соединений в каждой из исследованных вырезов выявлен ряд дефектов, в том числе и недопустимых (несоответствие геометрических параметров сварных соединений, непровары по кромке и между валиками, поры и шлаковые включения). Вместе с тем следует отметить, что ни в одном из исследованных образцов неблагоприятные микроструктуры не выявлены. Твердость сварных швов, зоны термического влияния и основного металла труб удовлетворяет требованиям ТНПА к используемым маркам стали и сварным соединениям.

Таким образом, свойства основного металла труб и сварных соединений, несмотря на дефектность исследованных образцов, в целом удовлетворяют требованиям действующих ТНПА [2 – 5]. Сварные соединения магистрального нефтепродуктопровода имеют более низкие механические свойства по сравнению с основным металлом. В настоящее время в Полоцком государственном университете проводятся исследования, направленные на повышение надежности магистральных трубопроводов методом восстановительной термической обработки кольцевых сварных соединений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Старение труб нефтепроводов / А.Г. Гумеров [и др.]. – М.: Недра, 1995. – 218 с.
2. ВСН 006-89 Строительство магистральных и промысловых нефтепроводов. Сварка / Миннефтегазстрой. – М., 1989.
3. Магистральные трубопроводы. Правила производства и приемки работ: СНиП III-42-80.
4. Магистральные трубопроводы: СНиП 2.05.06-85\*.
5. Трубы стальные сварные для магистральных газонефтепроводов. Технические условия: ГОСТ 20295-85.

УДК 621.643.053

## РЕЗЕРВЫ ПРОЧНОСТИ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗО- И НЕФТЕПРОВОДОВ

Г.Д. Машковцев

УО «Полоцкий государственный университет», г. Новополоцк, Беларусь

Известно, что линейная часть газо- и нефтепровода и их сварные узлы испытывают действие как статических, так и малоцикловых (повторно статических) нагрузок. В среднем 300...350 и более циклов повторных нагрузок в год [1] или  $7 \cdot 10^3$  циклов за 20 лет эксплуатации с изменением давления от 0 до  $p$  [2], вызванных различными факторами.

Становится очевидной проверка малоцикловой прочности по формуле [2, 3]:

$$\sigma_{\max} \leq \alpha R_v \gamma_v \left( \frac{N_b}{N} \right)^m \leq \frac{R_u}{\gamma_u}. \quad (1)$$