

торинга рекомендуется применение хлоросеребряного или графитового электродов, измерения с которыми имеют погрешность не более 2,1%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 9.602-2005. Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии. – М.: Стандартинформ, 2007. – 60 с.

**УДК 622.691.4.004.67**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КРИВИЗНЫ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ГАЗОПРОВОДОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ РЕМОНТА МУФТОВЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ**

**А. Г. Фёдоров**

*ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет»,  
Ухта, Россия*

Ремонт газопроводов большого диаметра приводит к определенным нарушениям экологической обстановки, связанным с раскопкой траншеи, повреждениями растительного слоя, выпуском в атмосферу природного газа из полости газопровода, а также выполнением других работ, сопровождающих капитальный ремонт.

Получаемый экологический ущерб может быть в значительной мере снижен в случае применения локальных методов ремонта при помощи муфтовых технологий.

Одним из актуальных вопросов применения сварных муфт является оценка их силовой эффективности при совместной работе с дефектным участком трубопровода, когда на систему «труба-муфта» воздействует внутреннее давление среды.

Идеальная схема работы муфты с участком трубы достигается при отсутствии зазора между ними.

Неизбежные геометрические несовершенства при производстве труб и сварных муфт существенным образом снижают эффект усиления дефектного участка.

При этом существующие методики оценки эффективности стальных обжимных муфт не учитывают кривизну сопрягаемых поверхностей – наружной поверхности трубы и внутренней поверхности муфты.

Исходя из вышеизложенного было выполнено исследование геометрических параметров труб  $\varnothing 1420$  мм (толщины стенки, радиусов кривизны, внутренних диаметров) с целью оценки наличия и степени имеющихся геометрических несовершенств и предложена методика оценки эффективности ремонта газопровода стальными обжимными муфтами, учитывающая несовершенство геометрии труб.

Оценку геометрических несовершенств производили по методике, включающей всестороннее геометрическое обследование объекта по следующим параметрам:

- замер значений внутренних диаметров;
- измерение кривизны внешней поверхности в контрольных точках.

В результате установлено, что трубная оболочка отличается от цилиндрической формы, при этом форма сечений, как правило, вытянута в одном из направлений. Минимальное значение диаметра в сечении составляет  $(D_{вн})_{\min} = 1371,4$  мм, максимальное  $(D_{вн})_{\max} = 1401,8$  мм.

Степень отклонений кривизны поверхности от поверхности идеальной цилиндрической оболочки устанавливалась по величине радиуса кривизны, измеряемого кривизномером с базой 190 мм, только в поперечных сечениях трубы.

Значение радиуса кривизны вычисляли по формуле

$$R = \left( \frac{L^2}{8C} \right) + \frac{C}{2}, \quad (1)$$

где  $L$  – база кривизномера, мм;

$C = A - A_0$  – значение стрелки кривизны, мм;

$A$  – показание индикатора кривизномера на контролируемой поверхности, мм;

$A_0$  – показание индикатора кривизномера на ровной горизонтальной поверхности (поверочной плите), мм.

Диапазон изменения радиусов кривизны внешней поверхности на образующих, расположенных в верхней части трубы, относительно невелик – в пределах  $\pm 10\%$  от номинального значения  $\rho_{ном} = 710$  мм, и только на образующих в нижней части трубы пиковые значения радиуса кривизны достигают  $20\%$  и  $+ 55\%$  от номинального значения.

Для оценки эффективности муфт предложена расчетная методика их эффективности при установке на трубы с радиусами кривизны, отличающимися от номинальных значений. Предлагаемая методика базируется на

определении кольцевых напряжений, возникающих в отремонтированном муфтой участке трубопровода:

$$\sigma_{\kappa\iota} = \frac{pR_{cp}}{\delta_m + \delta_{mp}} - \frac{(R_{cp} - R_{mp})\delta_{mp}E}{2R_{cp}R_{mp}},$$

где  $p$  – давление перекачиваемого продукта, МПа;

$R_{cp}$  – средний радиус кривизны поверхности контакта трубопровода с муфтой после создания внутреннего давления в трубопроводе, м;

$\delta_m, \delta_{mp}$  – толщина стенки муфты и трубы, м;

$E$  – модуль упругости материала трубы и муфты, МПа.

Первое слагаемое правой части формулы отражает безмоментные кольцевые напряжения в трубопроводе и муфте, второе – напряжения изгиба стенки трубопровода, а знак «минус» указывает на сжатие стенки трубопровода в дефектном месте за счет изгиба.