

Рис. 3 Сечение сварного стыка труб $\varnothing 1220$ мм и толщиной стенки 16 мм, при использовании сварки с импульсным питанием

Рассчитаем площадь наплавки путем сложения площадей простых фигур:

$$F_n = 2 \cdot 2 + 14 \cdot 8 + 0,75 \cdot 12 \cdot 2 = 134 \text{ мм}^2.$$

Рассчитаем число проходов используя формулу (2):

$$n = \frac{F_n - F_l}{F_n} + 1 = \frac{134 - 33}{37} + 1 = 3,8 \approx 4$$

Далее рассчитаем объем наплавленного металла для обоих случаев:

Для ручной дуговой сварки: $174,9 \cdot 3832,7 = 670339,2 \text{ мм}^3 = 670,3 \text{ см}^3$; $670,3 \cdot 2 = 1340,6 \text{ см}^3$ для участка.

Для сварки с импульсным питанием: $134 \cdot 3832,7 = 513581,8 \text{ мм}^3 = 513,6 \text{ см}^3$; $513,6 \cdot 2 = 1027,2 \text{ см}^3$ для участка.

Из расчетов видно, что использование сварки с импульсным питанием позволяет уменьшить объем наплавляемого металла примерно на 24 % и число проходов на 1, а, следовательно, длину сварки для двух сварных стыков на 7,6 м, что значительно сократит время на изготовление сварных соединений и экономические затраты.

Литература

1. Трущенко Е.А., Азаров Н.А. Расчет режимов дуговой сварки. – Томск, Изд-во ТПУ, 2006. –27 с.
2. Патент 2133660 Россия. (Способ импульсно-дуговой сварки) Князьков А.Ф., Крампит Н.Ю., Петриков А.В. Заявлено. 27.07.99г.
3. Ленивкин В. А., Дюргеров Н. Г., Сагиров Х. Н., Кастанаев В. М., Кленов Г. И., Байдуганов Ю. А. Особенности формирования шва при импульснодуговой сварке плавящимся электродом // Сварочное производство. –1973. – № 2. – С. 29 – 31.

РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ЗАЩИТЕ ОТ КОРРОЗИИ ПОДЗЕМНЫХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Г.И. Машуков

Научный руководитель – доцент А.Л. Саруев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Не смотря на значительный технический прогресс в сфере защиты магистральных трубопроводов от коррозии, процесс коррозионного разрушения на подземных магистральных газопроводах имеет место быть. Более 50 % отказов и аварий на газопроводах возникают вследствие губительного действия коррозионных и стресс-коррозионных процессов. На сегодняшний день, решение задачи обеспечения эффективной комплексной противокоррозионной защиты будет определять уровень надежности и безопасности на магистральных газопроводах. В свою очередь, надежность и безопасность магистральных газопроводов – важнейший приоритет ПАО «Газпром» для обеспечения стабильности и роста экономического потенциала предприятия и страны [1].

При традиционных методах оценки механических свойств покрытий они сравниваются с пределом прочности при разрыве и адгезионной прочностью при сдвиге и нормируются исходя из технических требований. Этот подход является корректным тогда, когда есть установленные однозначные зависимости получаемых при испытаниях значений прочности от значений напряжений, которые покрытие способно выдерживать в длительном промежутке времени эксплуатации (от 35 до 40 лет) под действием влаги и тепла, аналогично условиям эксплуатации.

Предлагаем свести расчет деформаций покрытия к сравнительному анализу напряжений растяжения соответственно с пределом прочности при разрыве, а напряжений сдвига соответственно с адгезионной прочностью при сдвиге.

Расчет вертикального давления грунта на трубопровод

Величина силы вертикального давления грунта на трубопровод определяется гидростатическим давлением

$$G_B = \gamma_z \cdot (H_0 \cdot D + 0,1075 \cdot D^2), \quad (1)$$

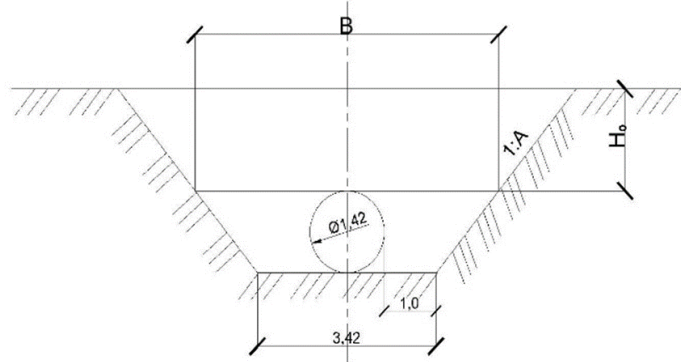


Рис. 1 Профиль траншеи газопровода с параметрами для различных грунтов

Расчет дополнительной составляющей силы вертикального давления, которое определяется в зависимости от веса грунта на боковых пазухах, который передается на трубу при усадке грунта, основан на расчете дополнительных сил T , возникающие при осадке грунта в боковых пазухах траншей [2].

Вычисление силы трения, условно действующей по вертикальной плоскости скольжения:

$$T = c \cdot H_0 + \frac{D}{2} + 0,5 \cdot \gamma_z \cdot H_0 + \frac{D^2}{2} \cdot \operatorname{tg} \varphi \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi}, \quad (2)$$

Если после укладочных работ и засыпки трубопровода не производится рекультивация земель, тогда вынутый грунт укладывается вдоль оси трубопровода в форме валика, вес которого будет учитываться при расчете вертикального давления.

Таким образом полное давление грунта будет определяться так:

$$G_z = G_B + 2T + \frac{\pi D^2}{4} \cdot \gamma_z, \quad (3)$$

Сжимающая нагрузка на изоляционное покрытие в нижней части трубопровода состоит из собственного веса трубы, силы вертикального давления грунта и веса продукта.

$$G = G_m + G_{zp} + G_{np} \quad (4)$$

где G_T – вес трубопровода, $G_T = \pi \cdot D \cdot \delta_{cm} \cdot \gamma_{cm}$

γ_{cm} – удельный вес стали;

$G_{гр}$ – сила вертикального давления грунта;

δ_{cm} – толщина стенки трубопровода;

$G_{прод}$ – вес продукта (пренебрегаем).

Расчет напряжений сдвига в изоляционном покрытии верхней половины трубопровода

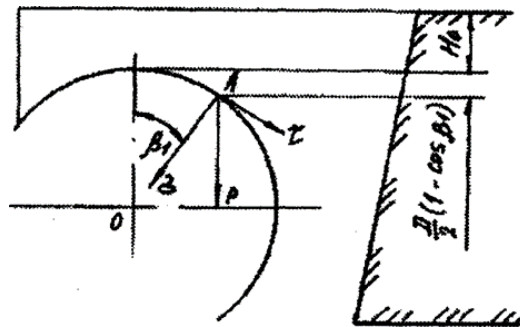


Рис. 2 Распределение напряжений в верхней половине трубопровода

На рис. 2 указано распределение напряжений сдвига в верхней половине трубы.

Высота грунтовой засыпки над точкой А при учете реальной геометрии траншеи составляет:

$$H_A = \frac{\left[(B - D) + \left(H_0 + \frac{D}{2} \right) \cdot \operatorname{tg} \beta \right] \cdot \left(H_0 + \frac{D}{2} \right)}{2D \cdot (1 - \sin \varphi)}, \quad (5)$$

где B – ширина траншеи по верхнему уровню трубопровода;

β – угол наклона стенок траншеи, принимаемый 40° ,

φ – угол внутреннего трения грунта засыпки. [3]

Так как значения угла, с помощью которого определяется точка приложения максимальных касательных напряжений достаточно близки к $\beta_1 = 45^\circ$, формула для расчета касательных напряжений:

$$\tau = (H_0 + H_A + 0,15 \cdot D) \cdot \gamma_{cm}. \quad (6)$$

Расчет напряжений растяжения в изоляционном покрытии верхней половины трубопровода

В соответствии с выражениями для нормальных и касательных напряжений в изоляционном покрытии для верхней половины трубопровода можно записать следующее выражение:

$$\sigma_N = \left[H_0 + H_1 + \frac{D}{2} \cdot (1 - \cos \beta_1) \right]. \quad (7)$$

$$\tau = \left(H_0 + H_A + \frac{D}{2} \cdot (1 - \cos \beta_1) \right) \cdot \gamma_2. \quad (8)$$

где H_0 – глубина заложения трубопровода

D – наружный диаметр трубопровода;

β_1 – угол между радиусом и диаметром, проведенным из точки для которой определяются напряжения;

γ_2 – объемный вес грунта;

H_1 – величина, которая учитывает вертикальное давление грунта при осадке в боковых пазухах траншеи.

При укладке трубопровода расчетная формула для определения напряжения растяжения при засыпке трубопровода и последующей рекультивацией земель:

$$T_R = \gamma_2 \cdot \frac{D}{2} \cdot 0,7 \cdot \left[0,25 \cdot \left(H_0 + H_1 + \frac{D}{2} \right) - 0,16 \cdot \frac{D}{2} \right]. \quad (9)$$

Чтобы оценить способность изоляционных покрытий противодействовать усилиям растяжения рассчитывают напряжения растяжения, с учетом реальной толщины применяемого покрытия, по формуле:

$$\sigma_N = \frac{T}{\delta_{из}}, \quad (10)$$

Литература

1. Мустафин Ф. М. и др. Защита трубопроводов от коррозии. – 2005.
2. Прыгаев А.К., Медведева М.Л. «Коррозия и защита магистральных трубопроводов и резервуаров». – М.: РГУ нефти и газа, 2010. – 324 с
3. СТО Газпром 2-2.1-249-2008 «Магистральные трубопроводы. Защита газопроводов от подземной коррозии».

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ, ПРОЛОЖЕННЫХ МЕТОДОМ ГОРИЗОНТАЛЬНО-НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ

И.Е. Меркурьев

Научный руководитель – доцент А.Л. Саруев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последнее время увеличивается число переходов трубопроводов, проложенных горизонтально-направленным бурением. Одним из наиболее ответственных этапов строительства подводного перехода является протаскивание трубопровода в расширенную скважину. На этом этапе возможно образование вмятины на трубе из-за нахождения в стенках скважины валунов.

В последние годы многие исследователи сосредоточили внимание на процессе прокладки трубопроводов наклонно-направленным методом [2 – 4]. Однако некоторые явления отказов трубопроводов в процессе эксплуатации, после завершения прокладки трубопровода малоизучены. Например, образование вмятин на трубопроводе, вызванных валунами в грунте. Целью данной статьи является изучение механизма разрушения трубопровода, проложенного методом горизонтально-направленного бурения. Для этого решены следующие задачи:

– выполнено исследование процессов разрушения подземных трубопроводов с помощью численного моделирования;

– произведен выбор защитного устройства для защиты трубопровода, рассмотрены его осуществимость и надежность.

Объектом рассмотрения в данной статье является участок подводного перехода трубопровода через Босфор Восточный.

На трассе перехода имеются сложные геологические условия в виде прослоев гравийных грунтов и прослоев глины с крупными каменистыми включениями. В связи с этим актуальна проблема смятия трубопровода от действия валунов, находящихся в стенке пробуренной скважины или смятия трубопровода из-за обрушения стенки скважины.