

Секция II.
ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ, РЕКОНСТРУКЦИИ И РЕМОНТЕ
ОБЪЕКТОВ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА

УДК 622.691.4.07

ОЦЕНКА РЕСУРСА СТАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА
ПО УТОНЕНИЮ СТЕНКИ ТРУБЫ

А.А. Абразовский¹, А.Я. Савасиенко¹, С.Ф. Гориченко²

¹ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ», ²УП «МИНГАЗ», Минск, Беларусь

Важность решения задачи продления назначенного ресурса стального трубопровода не подлежит сомнению. Например, при протяженности трубопроводов городской газораспределительной сети Минска и Минского района более 6 тыс. км около 54% (2942 км) трубопроводов представлены стальными трубами. При нормативном сроке службы стальных газопроводов 40 лет 44% (1297,5 км) труб эксплуатируются со сроком службы, превышающим нормативный в 1,5 раза.

Остаточный ресурс газопровода, подвергающегося действию коррозии (эрозии), определялся по формуле:

$$T = \frac{S_{\text{факт}} - S_{\text{к}}}{w},$$

где $S_{\text{факт}}$ – фактическая толщина стенки трубы, мм;

$S_{\text{к}}$ – минимально допустимая толщина стенки трубы, мм;

w – скорость коррозии, мм/год.

Скорость коррозии определялась утонением стенки трубы за срок службы от номинального до минимального значения. Для определения минимальной толщины стенки трубы существует несколько основных подходов.

Расчет газопровода по СП 42-102-2004 [2] (первый подход) включает: определение толщин стенок труб и соединительных деталей по рабочему (нормативному) давлению, проведение поверочного расчета принятого конструктивного решения, определение необходимой величины балластировки, определение расстояний между опорами (при надземной прокладке газопроводов).

Расчетными характеристиками материала газопроводов являются: временное сопротивление и предел текучести металла труб и сварных соединений, принимаемые по государственным стандартам и техническим условиям на трубы, модуль упругости материала труб, коэффициент линейного теплового расширения, коэффициент Пуассона, плотность материала труб.

В соответствии со СНиП 2.04.12-86 [3] (второй подход) расчет трубопроводов на прочность производится по методу предельных состояний и включает определение толщин стенок труб, тройников, переходов, отводов и заглушек, определение допустимых пролетов трубопроводов, проведение поверочного расчета принятого конструктивного решения трубопровода.

Расчет на прочность трубопроводов по ГОСТ 32388-2013 (третий подход) выполняют в два этапа [4]:

- 1) определение толщин стенок труб и деталей;
- 2) поверочный расчет на прочность и устойчивость трубопровода с учетом нагрузок и воздействий, возникающих при строительстве, испытаниях и эксплуатации.

Полученные результаты сведены в таблицу и подтверждаются опытом эксплуатации стальных газопроводов, отработавших нормативный срок службы. Аварий и инцидентов, связанных с потерей свойств металла трубы, не зафиксировано. С целью выявления признаков деградации металла стальных газопроводов были проведены исследования структуры и свойств более 40 объектах УП «МИНГАЗ» с различными сроками эксплуатации от 11 до 62 лет. Фактические эксплуатационные свойства металла соответствуют требованиям, предъявляемой к Стали 10, деградации свойств выявлено не было [5].

Таблица 1. – Результаты расчета остаточного ресурса

Параметр	Значение / подход			
	нормативный	1	2	3
Наружный диаметр трубы D_n , мм	530	530	530	530
Номинальная толщина стенки трубы, $S_{ном}$, мм	6	6	6	6
Минимально допустимая толщина стенки трубы S_k , мм	3	1,2	1,4	1,8
для нормативного срока службы 40 лет				
Скорость коррозии w , мм/год	0,11	0,16	0,15	0,14
Остаточный ресурс газопровода T , лет	26,67	30,48	30,16	29,53
Суммарный срок службы, лет	66,67	70,48	70,16	69,53
для фактического срока службы 60 лет				
Скорость коррозии w , мм/год	0,08	0,11	0,10	0,10
Остаточный ресурс газопровода T , лет	40,00	45,71	45,25	44,29
Суммарный срок службы, лет	100	105,71	105,25	104,29

Выводы:

Расчеты подземного газопровода ($P = 0,6$ МПа, $D_n = 0,53$ м) на прочность выполненные в соответствии с требованиями СП 42-102-2004, СНиП 2.04.12-86, ГОСТ 32388–2013 показали, что минимальная толщина стенки, необходимая для нормальной эксплуатации составляет 1,2 мм, 1,4 мм, 1,8 мм соответственно.

Для подземного стального газопровода ($P = 0,6$ МПа, $D_n = 0,53$ м, $\delta = 6$ мм) выполнен расчет остаточного ресурса по остаточной толщине стенки, который показал, что суммарный срок службы газопровода – не менее 100 лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Техническое диагностирование и продление назначенного ресурса (назначенного срока службы) безопасной эксплуатации технических устройств, оборудования и сооружений. Общие положения: ТКП 054-2007 (02300). – Введ. 01.05.2007. – Минск: Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2007. – 36 с.
2. Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб: СП 42-102-2004. – Введ. 27.05.2004 (с отменой СП 42-102-96). – Москва: ЗАО «Полимергаз», 2004. – 107 с.
3. СНиП 2.04.12-86 Расчет на прочность стальных трубопроводов / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 16 с.
4. ГОСТ 32388–2013 Трубопроводы технологические. Нормы и методы расчета на прочность, вибрацию и сейсмические воздействия. – М.: 2016. – 108 с.
5. Седнин, В.А. Методология экспериментальных исследований и анализа возможных причин разрушения элементов газораспределительной системы / В.Е. Шолоник, С.Ф. Гориченко, А.Г. Анисович, А.С. Гаркун, А.П. Крень, М.В. Асадчая, А.Л. Майоров, А.Р. Баев, А.Ю. Бурнос, В.А. Седнин, С.И. Дорошко // Неразрушающий контроль и диагностика. – 2021. – № 2. – С. 3–13.