

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО»**  
(ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. ВЕРНАДСКОГО»)

**Бахчисарайский колледж строительства,  
архитектуры и дизайна (филиал)  
ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»**

Утверждаю  
Директор Бахчисарайского  
колледжа строительства,  
архитектуры и дизайна  
(филиал) ФГАОУ ВО «КФУ  
им. В.И. Вернадского»

 Г.П. Пехарь

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОГО ЗАДАНИЯ  
К ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМУ ЗАЧЁТУ**

**ПМ.01 Участие в проектировании систем газораспределения  
и газопотребления**

**МДК.01.01 Особенности проектирования систем  
газораспределения и газопотребления**

**Тема 1.3. Защита газопроводов от коррозии**

для обучающихся дневной и заочной формы обучения  
Специальность:

08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
для среднего профессионального образования

г. Бахчисарай  
2016 г.

Рассмотрено и одобрено на заседании

Введено в действие

методического совета,

приказом директора

протокол № 8 от «31» марта 2016 г. от «04» апреля 2016 г. № 65

Разработчик:

**Подокшина Д.И.** Методические указания по выполнению контрольного задания к дифференцированному зачёту ПМ.01 Участие в проектировании систем газораспределения и газопотребления МДК.01.01 Особенности проектирования систем газораспределения и газопотребления Тема 1.3. Защита газопроводов от коррозии для обучающихся дневной и заочной формы обучения. Специальность: 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения для среднего профессионального образования. – Бахчисарай: БКСАиД (филиал) ФГАОУ КФУ «им. В.И. Вернадского», 2016. – 15с.

Утверждено на заседании цикловой комиссии № 4 «Дисциплин профессионального цикла по специальности 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения»

«20» февраля 2016 г.

Протокол № 7

Председатель ЦК  Е.И. Куликова

## ВВЕДЕНИЕ

Требования к уровню подготовки обучающегося специальности 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения предусматривает знание обучающимися различных способов защиты газопроводов от электрохимической коррозии; устройство, принцип действия, основные технические характеристики оборудования и систем газоснабжения и умение применять данные знания при эксплуатации оборудования и систем газоснабжения. Поэтому в курсе профессионального модуля ПМ.01 Участие в проектировании систем газораспределения и газопотребления в МДК.01.01 Особенности проектирования систем газораспределения и газопотребления изучается тема защиты газопроводов от коррозии

Выполнение обучающимся задания по теме проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений по общепрофессиональному и профессиональному модулю;
- углубления теоретических знаний в соответствии с заданием;
- формирования умений применять теоретические знания при решении поставленных вопросов;
- формирования умений использовать справочную, нормативную и правовую документацию;
- развития творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности.

Выполнение задания является элементом подготовки к выполнению части дипломного проекта.

В результате изучения темы обучающийся должен:

**Знать:**

- способы защиты материалов и изделий от коррозии;
- критерии коррозионной активности грунта;
- знать особенности обеспечения безопасных условий труда, правовые, нормативные и организационные основы охраны труда при производстве газоопасных работ;
- методы определения коррозионной активности грунта;
- устройство и принцип работы устройств защиты от коррозии;

**Уметь:**

- выполнять расчет различных видов защиты газопроводов от коррозии;
- выполнять электрические измерения;
- выбирать материалы на основе анализа их свойств и для конкретных условий использования;
- читать и выполнять рабочие чертежи и схемы;

Задание «Расчёт активной защиты газопровода от электрохимической коррозии – катодной станции», несомненно, является одним из важнейших, ему уделяется особое внимание, т.к. данные расчеты играют немаловажную роль в определении вида защиты газопровода.

Расчёт активной защиты газопровода от электрохимической коррозии проводится с целью определения вида защиты и его дальнейшей эксплуатации. По результатам произведенных расчетов делается вывод о возможности применения защиты и дальнейшей безопасной эксплуатации газопроводов.

## РАСЧЁТ КАТОДНОЙ ЗАЩИТЫ

Исходными данными для расчёта катодной защиты являются параметры проектируемых сооружений, а также удельное сопротивление грунта по трассе сооружения.

Для начала определяем площадь поверхности каждого из трубопроводов, которые имеют между собой технологические соединения, обеспечивающие электрический контакт, либо соединяемые специальными перемычками, определяется по формуле, м<sup>2</sup>:

$$S = \pi \times \Sigma(d_i \times l_i) \times 10^{-3}, \quad (1)$$

Где  $D_i$  – диаметр сооружения, мм.

$l_i$  – длина участка сооружения имеющего диаметр  $d$ , м.

Таким образом, по формуле (1) определяют площади поверхности газопроводов  $S_g$ , водопроводов  $S_b$ , теплопроводов, прокладываемых в каналах,  $S_{теп}$ , м<sup>2</sup>.

Поверхность теплопроводов при бесканальной прокладке суммируется с поверхностью водопроводов, поэтому здесь и ниже величина,  $S_{теп}$  относится к теплопроводам, прокладываемым каналах.

Суммарная площадь поверхности всех трубопроводов, электрически связанных между собой, равна:

$$\Sigma S = S_g + S_b + S_{теп}, \text{ м}^2 \quad (2)$$

Далее определяется удельный вес поверхности каждого из трубопроводов в общей массе сооружений, %:

$$\text{Водопроводов } b = (S_b / \Sigma S) \times 100 \quad (3)$$

$$\text{Теплопроводов } c = (S_{теп} / \Sigma S) \times 100 \quad (4)$$

$$\text{Газопроводов } g = (S_g / \Sigma S) \times 100 \quad (5)$$

Определяется плотность поверхности каждого из трубопроводов, приходящихся на единицу поверхности территории, м<sup>2</sup>/га:

Газопроводов  $d = S_g / S_{тер}$

Водопроводов  $e = S_b / S_{тер}$ .

Теплопроводов  $f = S_{теп} / S_{тер}$ .

Средняя плотность тока, необходимого для защиты трубопроводов, определяется так, мА/м<sup>2</sup>:

$$J = 30 - (100b + 128c + 34d + 3e + 0,6f + 5\rho) \times 10^{-3} \quad (6)$$

В случае, когда в защищаемом районе нет теплопроводов значения коэффициентов  $c$  и  $f$  в формуле (6) принимаются равными нулю. Аналогично при отсутствии водопроводов  $b$  и  $e$  равны нулю.

В случае, когда защищается только газопровод, а водопровод и теплопровод отсутствуют, средняя плотность защитного тока определяется так, мА/м<sup>2</sup>:

$$J = 20 + (100g - 34d - 5\rho) \times 10^{-3} \quad (7)$$

Если значение средней плотности защитного тока, полученное по формулам (6) или (7), менее 6 мА/м<sup>2</sup>, то в дальнейших расчетах следует принимать  $j$ , равное 6 мА/м<sup>2</sup>.

Значение суммарного защитного тока, который необходим для обеспечения катодной поляризации подземных сооружений, расположенных в данном районе, равно, А:

$$I = 1,3 \times j \times \sum S, \quad (8)$$

Примечание. Коэффициент 1,3 в формуле (8) применяется в том случае, если защитная плотность тока определяется по формулам (6) и (7).

Выбор способа электрохимической защиты осуществляют следующим способом.

В случае сближения подземных трубопроводов с рельсовой сетью электрифицированных на постоянном токе железных дорог, на участках с устойчивыми отрицательными потенциалами рельсов относительно земли выбирают точки подключения автоматического усиленного дренажа. При этом должны соблюдаться требования пунктов 4.3.11 и 4.3.13 /5/. Радиус действия усиленного дренажа, м, может быть ориентировочно определен по формуле:

$$R = 60 \sqrt{I_{др.} / (jK)}, \quad (9)$$

Где  $I_{др}$  – среднее значение тока усиленного дренажа, А;

$j$  – плотность защитного тока, А/м;

$K$  – удельная плотность сооружений,

$$K = \sum S / S_{тер.}, \quad (10)$$

Где  $\sum S$  – суммарная поверхность защищаемых трубопроводов, м<sup>2</sup>;

$S_{тер}$  – площадь территории, занимаемой защитными сооружениями, га.

Ток дренажа, А, может быть определен по формуле

$$I_{др} = U_{др} / (R_{каб} + 0,05), \quad (11)$$

Где  $U_{др}$  – номинальное напряжение на выходе дренажа, В;

$R_{каб}$  – сопротивление дренажного кабеля, Ом;

0,05 – входное сопротивление защищаемого трубопровода, Ом.

В случае сближения защищаемых трубопроводов с рельсовой сетью трамвая, имеющей устойчивый отрицательный или знакопеременный потенциал, целесообразно предусматривать устройство усиленного автоматического дренажа. Радиус действия определяется по методике изложенной выше.

Остальные участки трубопроводов, подлежащие катодной поляризации, защищают с помощью катодных станций или протекторов. При этом необходимо иметь в виду, что протекторная защита может быть применена для катодной поляризации отдельных участков трубопроводов небольшой протяженности и не имеющих электрических контактов с другими сооружениями.

Число катодных станций определяют из условий оптимального размещения анодных заземлителей (наличие площадок, удобных для размещения анодов), наличия источников питания и т. д. При этом значение тока катодной станции рекомендуется ориентировочно принять 25 А, поэтому число катодных установок может быть определено приближенно, как  $n = I/25$ , где значение  $I$  найдено по формуле (8).

После размещения катодных установок на совмещенном плане необходимо рассчитать зону действия каждой из катодных установок, м:

$$R = 60 \times \sqrt{I_{kc} / j \times K}, \quad (12)$$

Где  $I_{kc}$  – ток катодной станции, для которой определяется радиус действия, А;

$K$  – удельная плотность сооружений, определяется по формуле (10);

$j$  – плотность защитного тока, мА/м<sup>2</sup>.

Если площади окружностей, радиусы которых соответствуют радиусам действия катодных установок (12), а центры, находящиеся в точках размещения анодных заземлителей, не охватывают всей территории защищаемого района, необходимо изменить либо места расположения катодных установок, либо значения их токов и вновь выполнить проверку.

Тип преобразователя для катодной установки выбирается с таким расчетом, чтобы допустимое значение напряжения было на 30 % выше расчетного с учётом перспективного развития сети трубопроводов, старения защитных покрытий и анодных заземлителей.

## ПРИМЕР РАСЧЁТА КАТОДНОЙ ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

### Задание

Определить параметры катодной защиты подземных сооружений на территории квартала новой застройки площадью 10 га.

Исходные данные для расчета: совмещенный геодезический план территории района в масштабе 1:500 с нанесенными подземными сооружениями; сведения о коррозионной активности грунта.

На территории района, требующего защиты, расположены газопроводы низкого и среднего давления, теплопроводы и водопроводы следующих диаметров и длин

Газопроводы		Водопроводы		Теплопроводы	
Диаметр, мм.	Длина, м.	Диаметр, мм.	Длина, м.	Диаметр, мм.	Длина, м.
200	732	100×2	100	2×125	155
150	624	150×2	80	2×70	134
100	323	200	253	2×200	284
89	70	150	140	2×100	266
		100	480	2×250	158

Коррозионная агрессивность грунта на территории защищаемого района от 15 до 50 Ом·м. Принимаем среднее значение  $\rho = 30$  Ом·м.

### Расчёт:

**1. Определяем площадь поверхности каждого из трубопроводов, которые имеют между собой технологические соединения, обеспечивающие электрический контакт, либо соединяемые специальными перемычками, м<sup>2</sup>:**

**Площадь поверхности всех газопроводов:**

$$S_{\Gamma} = \pi \times \Sigma(di \times li) \times 10^{-3} = 3,14 \times (200 \times 732 + 150 \times 642 + 100 \times 323 + 89 \times 70) \times 10^{-3} = 874,6 \text{ м}^2.$$

Аналогично определяем площадь поверхности водопроводов и теплопроводов:

$$S_{\text{В}} = 513,9 \text{ м}^2,$$

$$S_{\text{Т}} = 1014,5 \text{ м}^2.$$

**Суммарная поверхность всех трубопроводов:**

$$\Sigma S = S_{\Gamma} + S_{\text{В}} + S_{\text{Т}} = 2403 \text{ м}^2$$

**2. Средняя защитная плотность тока определяется по формуле (6) определяем коэффициенты.**

Определяем удельный вес поверхности каждого из трубопроводов, в общей массе сооружений, %:

$$b = (S_B / \sum S) \times 100 = (513,9/2403) \times 100 = 21,4 \%;$$

$$c = (S_{\text{теп}} / \sum S) \times 100 = (1014,5/2403) \times 100 = 42,2 \%;$$

$$g = (S_{\Gamma} / \sum S) \times 100 = (874,6/2403) \times 100 = 36,4 \%.$$

Определяется плотность поверхности каждого из трубопроводов, приходящихся на единицу поверхности территории, м<sup>2</sup>/га:

$$d = S_{\Gamma} / S_{\text{тер}} = 874,6/10 = 87,5 \text{ м}^2/\text{га};$$

$$e = S_B / S_{\text{тер}} = 513,9/10 = 51,4 \text{ м}^2/\text{га};$$

$$f = S_{\text{теп}} / S_{\text{тер}} = 1014,5/10 = 101,45 \text{ м}^2/\text{га},$$

подставив найденные значения коэффициентов в формулу 6 получаем:

$$J = 30 - (100b + 128c + 34d + 3e + 0,6f + 5\rho) \times 10^{-3}.$$

(средняя плотность тока, необходимая для защиты тр-в)

$$J = 30 - 100 \times 21,4 + 128 \times 42,2 + 34 \times 87,5 + 3 \times 51,4 + 0,6 \times 101,5 + 5 \times 30) \times 10^{-3} = 19,12 \text{ мА/м}^2.$$

**3. Определяем значение суммарного защитного тока, который необходим для обеспечения катодной поляризации подземных сооружений, расположенных в данном районе, А:**

Число катодных станций определяют из условий оптимального размещения анодных заземлителей (наличие площадок, удобных для размещения анодов), наличия источников питания и т.д. При этом значение тока катодной станции рекомендуется ориентировочно принять 25 А, поэтому число катодных установок может быть определено приближенно, как  $n = I/25$ , где значение  $I$  найдено по формуле  $I = 1,3 \times j \times \dot{a}S$  (8).

После размещения катодных установок на совмещенном плане необходимо рассчитать зону действия каждой из катодных установок, м:

$$I = 1,3 \times j \times \dot{a}S = 1,3 \times 0,0191 \times 2403 = 59,7 \text{ А}.$$

Принимаем суммарный ток катодной защиты **60 А**, устанавливаем две катодные станции с током **30 А**.

**4. По плану района находим места расположения катодных станций и анодных заземлений.**

Определим удельную плотность сооружения

$$K = \dot{a}S / S_{\text{тер}} = 2403/10 = 240,3$$

Рассчитаем зону действия каждой из катодных установок, м:

$$R = 60 \times \sqrt{I_{kc}/j \times K},$$

где:  $I_{kc}$  – ток катодной станции, для которой определяется радиус действия, А;

$K$  – удельная плотность сооружений;

$j$  – плотность защитного тока, А/м<sup>2</sup>.

$$R = 60 * \sqrt{30/(0.0191 \times 240.3)} = 153,6 \text{ м.}$$

Полученные радиусы действия каждой катодной станции охватывают всю территорию района защиты.

**5. Тип преобразователя для катодной установки выбирается с таким расчетом, чтобы допустимое значение напряжения было на 30 % выше расчетного с учётом перспективного развития сети трубопроводов, старения защитных покрытий и анодных заземлителей.**

**С учётом 30 % запаса на развитие сети выбираем катодные станции ОПС-50-24-14 с параметрами  $U = 24$  в,  $I = 50$  А.**

Таблица 1  
Таблица 15

**Технические характеристики преобразователей катодной защиты**

Тип устройства	Выходная мощность, кВт	Напряжение выпрямленного тока, В	Выпрямленный ток, А	Масса, кг	Размеры
ОПС-25-24-VI	0,6	24	25	95	606 × 400 × 900
ОПС-50-24-VI	1,2	24	50	115	606 × 400 × 900
ОПС-63-48-VI	3,0	48	63	115	606 × 400 × 1100
ОПС-100-48-VI	5,0	48	100	205	606 × 400 × 1100
СКЗМ-5,0-VI	5,0	96/48	52/104	160	1000 × 685 × 425
КСС-600	0,6	12/24	50/25	75	590 × 713 × 345
КСС-1200	1,2	12/24	100/50	95	934 × 830 × 470
КСС-600	0,6	24/48	25/12,5	75	590 × 713 × 345
КСС-1200	1,2	24/48	50/25	95	934 × 830 × 472
КСК-500-1	0,5	50	10	31	265 × 585
КСК-1200-1	1,2	60	20	60	294 × 595
АРТЗ 0,6-48/24	0,6	48/24	12,5/25	140	690 × 810 × 465
АРТЗ 1,2-48/24	1,2	48/24	25/50	150	690 × 810 × 465
АРТЗ 2,0-96/48	2,0	96/48	21/42	160	690 × 810 × 465
АРТЗ 3,0-96/48	3,0	96/48	31/62	180	690 × 810 × 465
АРТЗ 5,0-20/48	5,0	96/48	52/104	250	710 × 910 × 805

На примере расчёта катодной защиты газопроводов от коррозии проводится дифференцированный зачёт. Пример задания к зачёту представлен с *Приложении 1*. Варианты к зачёту представлены в *Приложении 2*.

*Приложение 1*

**Дифференцированный зачёт. Группа \_\_\_\_\_**  
**ПМ.01. МДК.01.01. Тема 1.3. Защита газопроводов от коррозии**

(Ф.И.О. обучающегося)

Дата проведения зачёта: «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Задание:** Определить параметры катодной защиты подземных сооружений на территории квартала новой застройки площадью 12 га.

**Исходные данные:**

На территории района, требующего защиты, расположены газопроводы низкого и среднего давления, теплопроводы и водопроводы следующих диаметров и длин.

**Вариант № \_\_\_\_\_**

Газопроводы		Водопроводы		Теплопроводы	
Диаметр, мм.	Длина, м.	Диаметр, мм.	Длина, м.	Диаметр, мм.	Длина, м.

Коррозионная агрессивность грунта на территории защищаемого района от 15 до 50 Ом·м. Принимаем среднее значение  $\rho = 40$  Ом·м.

**Расчёт:**

**1. Определяем площадь поверхности каждого из трубопроводов, которые имеют между собой технологические соединения, обеспечивающие электрический контакт, либо соединяемые специальными перемычками, м<sup>2</sup>:**

**Площадь поверхности всех газопроводов:**

$$S_{\Gamma} = \pi \times \Sigma(d_i \times l_i) \times 10^{-3} =$$

Аналогично определяем площадь поверхности водопроводов и теплопроводов:

$$S_{\text{в}} =$$

$$S_{\Gamma} =$$

**Суммарная поверхность всех трубопроводов**

$$\Sigma S = S_{\Gamma} + S_{\text{В}} + S_{\text{теп}} =$$

**2. Средняя защитная плотность тока определяется по формуле:**

$$J = 30 - (100b + 128c + 34d + 3e + 0,6f + 5p) \times 10^{-3},$$

**определяем коэффициенты**

Определяем удельный вес поверхности каждого из трубопроводов, в общей массе сооружений, %

$$b = (S_{\text{В}} / \Sigma S) \times 100 =$$

$$c = (S_{\text{теп}} / \Sigma S) \times 100 =$$

$$g = (S_{\Gamma} / \Sigma S) \times 100 =$$

Определяется плотность поверхности каждого из трубопроводов, приходящихся на единицу поверхности территории, м<sup>2</sup>/ га:

$$d = S_{\Gamma} / S_{\text{тер}} =$$

$$e = S_{\text{В}} / S_{\text{тер}} =$$

$$f = S_{\text{теп}} / S_{\text{тер}} =$$

подставив найденные значения коэффициентов в формулу получаем:

$$J = 30 - (100b + 128c + 34d + 3e + 0,6f + 5p) \times 10^{-3}$$

(средняя плотность тока, необходимая для защиты тр-в) мА/м<sup>2</sup>  
с переводом в кА/м<sup>2</sup>.

$$J =$$

**3. Определяем значение суммарного защитного тока, который необходим для обеспечения катодной поляризации подземных сооружений, расположенных в данном районе, А:**

Число катодных станций определяют из условий оптимального размещения анодных заземлителей (наличие площадок, удобных для размещения анодов), наличия источников питания и т.д. При этом значение тока катодной станции рекомендуется ориентировочно принять 25 А, поэтому

число катодных установок может быть определено приближенно, как  $n = I/25$ , где значение  $I$  найдено по формуле  $I = 1,3 \times j \times \Sigma S$ , (8).

После размещения катодных установок на совмещенном плане необходимо рассчитать зону действия каждой из катодных установок, м:

$$I = 1,3 \times j \times \Sigma S =$$

Принимаем суммарный ток катодной защиты \_\_\_\_\_, устанавливаем \_\_\_\_\_ катодные станции с током \_\_\_\_\_ А.

**4. По плану района находим места расположения катодных станций и анодных заземлений.**

Определим удельную плотность сооружения

$$K = \Sigma S / \text{Стер} =$$

Рассчитаем зону действия каждой из катодных установок, м:

$$R = 60 \times \sqrt{I_{kc} / j \times K},$$

где  $I_{kc}$  – ток катодной станции, для которой определяется радиус действия, А;

$K$  – удельная плотность сооружений;

$j$  – плотность защитного тока, кА/м<sup>2</sup>.

$$R =$$

**5. Тип преобразователя для катодной установки выбирается с таким расчётом, чтобы допустимое значение напряжения было на 30 % выше расчётного с учётом перспективного развития сети трубопроводов, старения защитных покрытий и анодных заземлителей.**

**С учётом 30% запаса на развитие сети выбираем катодные станции**

Тип \_\_\_\_\_

Таблица 1  
Таблица 15

Технические характеристики преобразователей катодной защиты

Тип устройства	Выходная мощность, кВт	Напряжение выпрямленного тока, В	Выпрямленный ток, А	Масса, кг	Размеры
ОПС-25-24-VI	0,6	24	25	95	606 × 400 × 900
ОПС-50-24-VI	1,2	24	50	115	606 × 400 × 900
ОПС-63-48-VI	3,0	48	63	115	606 × 400 × 1100
ОПС-100-48-VI	5,0	48	100	205	606 × 400 × 1100
СКЗМ-5,0-VI	5,0	96/48	52/104	160	1000 × 685 × 425
КСС-600	0,6	12/24	50/25	75	590 × 713 × 345
КСС-1200	1,2	12/24	100/50	95	934 × 830 × 470
КСС-600	0,6	24/48	25/12,5	75	590 × 713 × 345
КСС-1200	1,2	24/48	50/25	95	934 × 830 × 472
КСК-500-1	0,5	50	10	31	265 × 585
КСК-1200-1	1,2	60	20	60	294 × 595
АРТЗ 0,6-48/24	0,6	48/24	12,5/25	140	690 × 810 × 465
АРТЗ 1,2-48/24	1,2	48/24	25/50	150	690 × 810 × 465
АРТЗ 2,0-96/48	2,0	96/48	21/42	160	690 × 810 × 465
АРТЗ 3,0-96/48	3,0	96/48	31/62	180	690 × 810 × 465
АРТЗ 5,0-20/48	5,0	96/48	52/104	250	710 × 910 × 805

Выводы:

**Варианты заданий к дифференцированному зачёту ПМ.01. МДК.01.01**  
**Тема 1.3. Защита газопроводов от коррозии**

Вариант	Газопроводы		Водопроводы		Теплопроводы	
	Диаметр, мм	Длина, м	Диаметр, мм	Длина, м	Диаметр, мм	Длина, м
1	356	879	40	348	100	214
	140	477	90	612	200	298
2	165	690	108	348	400	125
	121	915	125	492	125	349
3	133	763	65	369	600	902
	146	198	102	298	100	144
4	152	592	133	398	250	581
	159	499	150	561	150	291
5	168	780	80	332	250	459
	178	550	114	613	400	471
6	219	348	100	798	500	443
	245	219	250	377	150	452
7	273	881	50	451	300	679
	325	660	89	218	125	765
8	146	771	125	723	600	156
	219	231	40	524	100	348
9	133	113	250	384	250	815
	152	635	150	245	125	994
10	273	889	125	515	400	339
	165	584	200	299	100	445
11	356	879	133	398	300	679
	140	477	150	561	125	765
12	165	690	80	332	600	156
	121	915	114	613	100	348
13	133	763	100	798	250	815
	146	198	250	377	125	994
14	146	771	80	332	400	125
	219	231	114	613	125	349
15	133	113	100	798	600	902
	152	635	250	377	100	144
16	273	889	50	451	250	581
	165	584	89	218	150	452
17	273	881	108	348	600	902
	325	660	125	492	100	144
18	146	771	65	369	250	581
	219	231	102	298	150	291
19	133	113	133	398	250	459
	152	635	150	561	400	471
20	273	889	80	332	500	443
	165	584	114	613	150	452

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ ИСО 9.602-2005. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.
2. ГОСТ 21.402.-83 СПДС. Антикоррозионная защита технологических аппаратов, газоходов и трубопроводов. Рабочие чертежи.
3. ГОСТ Р 55912-2013. Климатология строительная. Номенклатура показателей наружного воздуха.
4. ПБ 12-529. Правила безопасности систем газоснабжения и газопотребления. – М., 2004.
5. Сборник нормативных документов для работников строительных и эксплуатационных организаций газового хозяйства РСФСР. «Защита стальных подземных газопроводов от коррозии». В.О. Росстройгазификация, 1991.
6. СНиП 42-01-2002. Газораспределительные системы. – М., 2003.
7. СП 42-101-2003. Свод правил по проектированию и строительству. Общие положения. По проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб.
8. СП 42-103-2003. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов.
9. Брюханов О.Н., Плужников А.И. Основы эксплуатации газового хозяйства. – М., 2014.
10. Кязимов К.Г. Устройство и эксплуатация газового хозяйства: учебник для нач. проф. Обслуживания. – М., 2006.
11. Фокин С.В. Системы газоснабжения: устройство, монтаж и эксплуатация: Учебное пособие / С.В. Фокин, О.Н. Шпортько. – М., 2011.