Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

И. С. Александров, Р. А. Шестаков

ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ГАЗОПОТРЕБЛЯЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы
для студентов, обучающихся в магистратуре по направлению подготовки
08.04.01 Строительство (профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»)

Калининград
2023

УДК 665.725+696.2

Рецензент
доктор технических наук, профессор, профессор кафедры строительства
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
А.А. Герасимов

Александров, И. С.

Газораспределительные системы и газопотребляющее оборудование: учеб.-методич. пособие по выполнению курсовой работы для студ. магистратуры по напр. подгот. 08.04.01 Строительство (профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция») / **И. С. Александров, Р. А. Шестаков.** – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 31 с.

Учебно-методическое пособие является руководством по выполнению курсовой работы по дисциплине «Газораспределительные системы и газопотребляющее оборудование» студентами, обучающимися по направлению подготовки 08.04.01 Строительство. Курсовая работа предназначена для закрепления полученных знаний и проверки степени усвоения теоретического материала и умения применять полученные знания для проведения механических и гидравлических расчетов, а также аспектов проектирования.

Рис. 2, табл. 4, список лит. – 5 наименований

Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией института морских технологий, энергетики и строительства ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 28 июня 2023 г., протокол № 10

УДК 665.725+696.2

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2023 г.
© Александров И.С., Шестаков Р.А., 2023 г.

Содержание

Введение 4
1. Условия выбора темы и порядок разработки курсовой работы 5
2. Требования к структуре, объему, содержанию и оформлению курсовой работы 6
3. Организация защиты и критерии оценки курсовой работы 23
Список рекомендуемых источников 25
Приложение А 26
Приложение Б 27
Приложение В 28
Приложение Г 29
Приложение Д 30

Введение

Дисциплина «Газораспределительные системы и газопотребляющее оборудование» входит в состав образовательной программы магистратуры направления подготовки 08.04.01 Строительство. Учебным планом по данной дисциплине предусмотрено выполнение курсовой работы.

Целью выполнения курсовой работы является формирование у обучающихся компетенций, предусмотренных ФГОС ВО, систематизация знаний, умений, навыков, полученных ими при изучении теоретического курса. При этом обучающемуся дается возможность самостоятельного решения отдельных вопросов, он знакомится с комплексом основных задач газоснабжения сжиженными углеводородными газами (СУГ).

Задачами курсовой работы являются:

- расчет годового газопотребления;
- расчет физических свойств СУГ;
- расчет ГРУ с естественным испарением;
- расчет ГРУ с искусственным испарением;
- гидравлический расчет газопроводов низкого давления;
- выбор регулятора давления;
- разработка плана газоснабжения;
- разработка технологической схемы групповой резервуарной установки.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: основные параметры и способы расчета физических и термодинамических свойств СУГ, а также используемого при газоснабжении технологического оборудования;

уметь: выполнять механические, гидравлические расчеты трубопроводов и оборудования, а также определять газопотребление населенного пункта;

владеть: навыками выполнения инженерных и механических и гидравлических расчетов, обработки и анализа их результатов, а также навыками технологического проектирования.

1. Условия выбора темы и порядок разработки курсовой работы

Тема курсовой работы – «Автономное газоснабжение населенного пункта». Исходными данными к работе являются:

- схема газифицируемого населенного пункта/района (в бланке задания);
- протяженности участков подводящих газопроводов;
- наименование газифицируемого населенного пункта/района;
- тип установленных газопотребляющих приборов.

Бланк задания приведен в приложении А. Варианты заданий выдаются преподавателем в начале семестра.

Порядок разработки курсовой работы:

- проанализировать схему жилой застройки газифицируемого населенного пункта/района;
- проанализировать исходные данные, определить климатические характеристики района;
- выполнить расчет физических свойств СУГ;
- выполнить расчет объемов потребления СУГ;
- выполнить расчет групповой резервуарной установки (ГРУ) СУГ;
- выполнить гидравлический расчет тупиковой газопроводной сети низкого давления;
- выполнить подбор регулятора давления;
- на основании исходных и расчетных данных выполнить чертежи схемы газоснабжения населенного пункта/района и технологической схемы ГРУ.

2. Требования к структуре, объему, содержанию и оформлению курсовой работы

Курсовая работа состоит из пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка в общем виде должна иметь следующую структуру:

- титульный лист (приложение Б);
- задание;
- содержание;
- перечень сокращений, условных обозначений, символов, единиц, терминов (при необходимости);
- введение;
- основная часть (разделы в соответствии с заданием на курсовую работу);
- заключение;
- список используемых источников;

Графическая часть должна содержать следующую информацию:

- схему газоснабжения населенного пункта/района;
- технологическую схему ГРУ.

Ссылки на чертежи графической части должны быть в пояснительной записке.

Основная часть пояснительной записки должна включать в себя выполнение основных задач курсовой работы и делиться в зависимости от заданных условий на подразделы и нумероваться арабскими цифрами.

В каждом подразделе основной части приводятся расчеты с поясняющим текстом. Все обозначения, порядок вычислений, рассчитанные данные в таблицах должны быть пояснены. При выборе расчетных формул, определении коэффициентов и справочных значений величин необходимо давать ссылку на использованные источники. Например: «Определяем коэффициент заложения откосов m по табл. 1.6 [2]». Расчетные схемы помещаются в тексте и выполняются без соблюдения масштабов. Графическую часть рекомендуется выполнять с использованием САПР.

Требования к тексту пояснительной записки:

1. Курсовая работа представляется руководителю на электронном и бумажном носителях.

2. Бумажный носитель курсовой работы оформляется на стандартных листах белой бумаги формата А4 (210×297 мм). Бумажный носитель курсовой работы должен быть исполнен на принтере на одной стороне листа с использованием редактора MS Word, шрифт – «Times New Roman», размер шрифта – для основного текста 14 пт, для таблиц 10-12 пт, междустрочный интервал – 1,5, красная строка – 1,25. Размеры страницы: верхнее и нижнее поля – 20 мм, правое – 15 мм, левое – 35 мм.

3. Бумажный носитель курсовой работы должен быть сброшюрован. При оформлении использовать:

- Заголовки первого уровня (Введение, Названия глав (разделов), Заключение, Список литературы): размер шрифта 14, полужирный, межстрочный интервал 1,5, выравнивание по центру, без отступа, интервал "после" 6 пт, раздел начинается с новой страницы;
- Заголовки второго и последующих уровней: размер шрифта 14, полужирный, межстрочный интервал 1,5, выравнивание по центру, без отступа, интервал "до" 6 пт, "после" 6 пт;
- Нумерация заголовков арабскими цифрами до второго уровня включительно, заголовки более глубокого уровня – без нумерации;
- Текст подстрочных ссылок: размер шрифта 10, межстрочный интервал – минимум;
- Верхние колонтитулы не используются;
- Нумерация страниц: внизу страницы, размер шрифта 8-10, выравнивание по центру, нумерация сквозная, начиная с титульной страницы. На титульной странице номер ***не ставится***;
- Содержание автоматическое, размер шрифта 14, межстрочный интервал 1,5. В содержание выносятся заголовки до второго уровня включительно;

- Подписи под рисунками: размер шрифта 14, выравнивание по центру рисунка, нумерация рисунков сквозная;
- Текст в таблицах: размер шрифта 10 или 12, межстрочный интервал одинарный;
- Наименования таблиц: размер шрифта 14, полужирный, выравнивание по левому краю, нумерация таблиц сквозная;
- Список источников оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ, с обязательными ссылками на источники в тексте документов.

4. Электронный вариант курсовой работы должен быть предоставлен на внешнем носителе (CD-диск или на рабочий e-mail) в виде файлов: формата *.doc и .dwg (для чертежей). CD-диск должен быть подписан: ФИО автора, дисциплина, дата сдачи курсовой работы. Наименования файлов на диске должны быть сохранены под фамилией и инициалами студента с указанием года выполнения работы. Диск подкалывается к курсовой работе в бумажной упаковке.

5. Структурным элементам работы номер не присваивается, т.е. части работы «Содержание», «Введение», «Заключение» и т.п. порядкового номера не имеют. Нумерации подлежат только главы (разделы) и параграфы в рамках основной части работы.

6. Главы основной части должны иметь порядковые номера в пределах всей работы, обозначенные арабскими цифрами. Параграфы должны иметь нумерацию в пределах каждой главы. Номер параграфа состоит из номера главы и номера параграфа, разделенных точкой.

7. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Шрифт заголовков одного уровня рубрикации должен быть единым по всему тексту.

8. Текст работы должен быть четким, законченным, понятным. Орфография и пунктуация текста должны соответствовать ныне действующим правилам.

9. В тексте работы ***не следует:***

– применять для одного и того же понятия различные термины, даже близкие по смыслу, а также иностранные термины при наличии равнозначных по смыслу терминов в русском языке;

– применять сокращения слов, не расшифрованные в Перечне сокращений, условных обозначений, символов, единиц и терминов, кроме установленных правилами орфографии и пунктуации, а также соответствующими нормативными документами (стандартами и т.п.);

– использовать сокращенные обозначения единиц измерения величин, если они в тексте употребляются без цифр, за исключением единиц измерения в таблицах и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы;

– употреблять математические знаки без цифр (например, <, >, =, ⁄, %, №);

– использовать в тексте математические знаки «-» (минус) перед отрицательными величинами и «+» (плюс) перед положительными величинами. Вместо этих знаков необходимо писать соответственно слова «минус», «плюс»;

– употреблять аббревиатуры стандартов, методических указаний, руководящих документов и т.п. без регистрационных номеров.

10. Иллюстрации (графики, схемы, диаграммы, фотоснимки, рисунки) объединяются под единым названием «рисунок». Характер иллюстрации может быть указан в ее названии (например, «Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма…»). Каждая иллюстрация должна иметь название, которое помещается под ней после слова «Рисунок» и номера иллюстрации и располагается по центру. При необходимости после названия рисунка помещают поясняющие данные. Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами порядковой нумерацией в пределах всей работы. Пример оформления рисунка приведен в приложении В.

11. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами порядковой нумерацией в пределах всей работы. Слово «Таблица» и заголовок начинаются с прописной буквы, точка в конце заголовка не ставится. Заголовки граф таблицы должны начинаться с прописных букв, подзаголовки – со строчных, если

последние подчиняются заголовку. Заголовки граф указываются в единственном числе, точки в конце заголовков не ставятся. Таблицу следует размещать так, чтобы читать ее без поворота работы. Если такое размещение невозможно, таблицу располагают так, чтобы ее можно было читать, поворачивая работу по часовой стрелке. При переносе таблицы на следующую страницу шапку таблицы следует повторить. Если шапка таблицы велика, допускается ее не повторять, в этом случае следует пронумеровать графы и повторить их нумерацию на следующей странице. Заголовок таблицы не повторяют. Если все показатели, приведенные в таблице, выражены в одной и той же единице измерения, то ее обозначение помещается над таблицей, например, в конце заголовка. Если цифровые или иные данные в какой-либо строке таблицы отсутствуют, то ставится прочерк. Пример оформления таблицы показан в приложении Г.

12. Если в работе только одна иллюстрация либо только одна таблица, их нумеровать не следует. Рисунки и таблицы следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице, если в указанном месте они не помещаются. Иллюстрации вместе с их названиями, а также таблицы вместе с их реквизитами должны быть отделены от основного текста снизу и сверху пробелами с одинарным междустрочным интервалом. В поле иллюстраций и в таблице допускается более мелкий шрифт текста, чем основной текст, но не менее шрифта 10 пт, а также меньший междустрочный интервал. На все иллюстрации и таблицы должны быть ссылки в тексте работы (например, «на рисунке 5 показано…», «в соответствии с данными таблицы 2» и т.п.), при этом при оформлении ссылки слова «рисунок» и «таблица» пишут с маленькой буквы полностью без сокращений.

13. Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку с отделением от текста пробелами в один междустрочный интервал сверху и снизу. Уравнения и формулы располагают по центру страницы. Если уравнение не умещается в одну строку, оно должно быть перенесено после знака равенства (=), или после знака плюс (+), или после других математических

знаков с их обязательным повторением в новой строке. Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, как и в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строки, первую строку пояснения начинают со слова «где» **без двоеточия**. Формулы и уравнения в работе следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всей работы или текущей главы арабскими цифрами в круглых скобках с правой стороны напротив формулы. Допускается нумерация только тех формул, на которые есть ссылки в тексте. Ссылки в тексте на порядковые номера формул даются в круглых скобках, например, «…в формуле (2)». Если в работе только одна формула или уравнение, то их не нумеруют.

14. При ссылке на источник после упоминания о нем в тексте курсовой работы проставляется в квадратных скобках номер, под которым он значится в списке использованных источников. В необходимых случаях (обычно при использовании цифровых данных или цитаты) указываются и страницы источника, на которых помещается используемая информация. При использовании цитат автор работы обязан сверить их с первоисточниками. Цитаты необходимо приводить с соблюдением правил правописания и пунктуации. Допускается использование непрямого цитирования, то есть пересказ мысли авторов своими словами. Однако и в этом случае, кроме точного и корректного изложения чужих мыслей, также необходимо дать ссылку на источник.

15. Список использованных источников должен формироваться в алфавитном порядке по фамилии авторов. Пример оформления списка использованных источников представлен в Приложении Д.

16. Включенная в список литература нумеруется сплошным порядком от первого до последнего названия.

Приложения следует оформлять как продолжение курсовой работы на его последующих страницах. Каждое приложение должно начинаться с новой страницы. Вверху страницы справа указывается слово «Приложение» и его

номер. Приложение должно иметь заголовок, который располагается по центру листа отдельной строкой и печатается прописными буквами. Приложения следует нумеровать прописными буквами русского алфавита. На все приложения в тексте работы должны быть ссылки. Располагать приложения следует в порядке появлении ссылок на них в тексте. Если в качестве приложения используется конкретный документ или бланк формы документа, имеющий самостоятельное значение, его вкладывают в работу без изменений по сравнению с оригиналом, проставив на титульном листе в правом верхнем углу слово «Приложение» и его номер.

Чертежи в графической части оформляются в соответствии с требованиями ГОСТ 21.710-2021 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации наружных сетей газоснабжения.

Методические рекомендации к выполнению

Расчет годового газопотребления

Годовое потребление газа городом является основой при составлении проекта газоснабжения.

Расчет годового потребления производят по нормам на конец расчетного периода с учетом перспективы развития городских потребителей газа.

Продолжительность расчетного периода устанавливают на основании плана перспективного развития населенного пункта. Все виды городского потребления можно сгруппировать следующим образом:

1) бытовое потребление (потребление газа в квартирах);
2) потребление в коммунальных и общественных предприятиях;
3) потребление на отопление и вентиляцию зданий;
4) промышленное потребление.

Возможное количество потребителей газа может быть определено исходя из:

1) постройки и ее основных характеристик;

2) количества и характеристики (по пропускной способности) предприятий и учреждений городского хозяйства;

3) наличия централизованного горячего водоснабжения;

4) характеристики отопительных систем;

5) топливного и теплового баланса города.

Большинство приведенных факторов не поддается точному учету, поэтому потребление газа рассчитывают по средним нормам, разработанным в результате анализа многолетнего опыта фактического потребления газа и перспектив изменения этого потребления.

Расчет численности населения

Для правильного определения газопотребления, необходимо знать численность населения района, определяемая по формуле:

$$N = m \cdot F, \tag{1}$$

где m – плотность населения, определяемая по статистическим данным или открытым источникам, чел/га;

F – площадь застройки, которая определяется по плану, га.

Расчет газопотребления жилым районом

По нормам расходов теплоты из таблицы 1 осуществляется расчет годового газопотребления всеми потребителями. Результат расчета представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Расчет газопотребления жилым районом

Потребитель газа	**Кол – во потребителей N, чел**	**Норма расхода на 1 человека**			**Расход газа**	
		МДж	**м^3**	**кг**	**м^3**	**кг**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Жилые дома. При наличии в квартире газовой плиты и газового водонагревателя (при отсутствии централизованного ГВС) при газоснабжении СУГ						

Норма расхода на 1 человека в м^3 (графа 4) вычисляется, как отношение нормы расхода на 1 человека в МДж, определяемая согласно СП 402.1325800.2018 «Здания жилые. Правила проектирования систем газопотребления», на низшую теплоту сгорания газовой фазы СУГ (объемная) $Q_{\text{р}}^{\text{н}}, \frac{\text{МДж}}{\text{м}^3}$.

Норма расхода на 1 человека в кг (графа 5) вычисляется, как отношение нормы расхода на 1 человека в МДж на низшую теплоту сгорания (массовая) $Q_{\text{р}}^{\text{н}}, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$.

Расход газа (графы 6 и 7) вычисляется, как произведение количества потребителей (графа 2) на норму расхода на 1 человека (соответственно графы 4 и 5).

Расчет физических свойств СУГ

Плотность газовой фазы СУГ определяется по закону аддитивности:

$$\rho_{\text{г}} = \sum_{i=1}^{n} \rho_i \cdot x_i, \tag{2}$$

где x_i – доля по массе i-го компонента СУГ, доли;

ρ_i – плотность i-го компонента СУГ, кг/м^3, табличные значения.

Плотность жидкой фазы СУГ определяется:

$$\rho_{\text{ж}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} x_i/\rho_i}, \tag{3}$$

где x_i – доля по массе i-го компонента СУГ, доли;

ρ_i – плотность i-го компонента СУГ, кг/м^3, значения из графика при средней годовой температуры в заданном населенном пункте/районе.

Низшая теплота сгорания газовой фазы (объемная) определяется:

$$Q_{\text{р}}^{\text{н}} = \sum_{i=1}^{n} Q_{\text{р}i}^{\text{н}} \cdot x_i, \tag{4}$$

где x_i – доля по массе i-го компонента СУГ, доли;

$Q_{\text{р}i}^{\text{н}}$ – низшая теплота сгорания i-го компонента СУГ, МДж/м^3.

Низшая теплота сгорания (массовая/удельная, теплотворная способность) определяется:

$$Q_{\text{р}}^{\text{н}} = \sum_{i=1}^{n} Q_{\text{р}i}^{\text{н}} \cdot x_i, \tag{5}$$

где x_i – доля по массе i-го компонента СУГ, доли;

$Q_{\text{р}i}^{\text{н}}$ – низшая теплота сгорания i-го компонента СУГ, МДж/кг.

Теплоемкость СУГ определяется по закону аддитивности [4]:

$$c_p = \sum_{i=1}^{n} c_{pi} \cdot x_i, \tag{6}$$

где x_i – доля по массе i-го компонента СУГ, доли;

c_{pi} – теплоемкость i-го компонента СУГ, Дж/(кг·К), значения из графика при средней годовой температуры в заданном населенном пункте/районе.

Давление насыщенных паров СУГ подчиняется закону аддитивности:

$$P_{\text{нп}} = \sum_{i=1}^{n} P_{\text{нп}i} \cdot x_i, \tag{7}$$

где x_i – доля по массе i-го компонента СУГ, доли;

$P_{\text{нп}i}$ – давление насыщенных паров i-го компонента СУГ, МПа, значения из графика при средней годовой температуры в заданном населенном пункте/районе.

Согласно закону Рауля, определяются парциальные давления газов в смеси:

$$P_i = P_{\text{нп}i} \cdot x_i. \tag{8}$$

Общее давление смеси газов определяется как сумма парциальных давлений:

$$P_{\text{см}} = \sum_{i=1}^{n} P_i. \tag{9}$$

Согласно закону Дальтона, парциальное давление паров компонента в смеси:

$$P_i = P_{\text{см}} \cdot y_i, \tag{10}$$

где y_i – доля по массе i-го компонента паровой фазы СУГ:

$$y_i = \frac{P_i}{P_{\text{см}}}. \tag{11}$$

Динамическая вязкость жидкой фазы СУГ:

$$\mu_{\text{см}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} x_i/\mu_i}, \tag{12}$$

где μ_i – динамическая вязкость i-го компонента жидкой фазы СУГ, Па·с.

Расчет групповых резервуарных установок сжиженного газа

Для хранения СУГ непосредственно у потребителя используются стационарные и передвижные резервуары различного объема. Установки газоснабжения с двумя и более резервуарами, предназначенные для снабжения сжиженным газом различных потребителей, называют резервуарными. Они бывают надземными и подземными. Надземные установки, как правило, применяются для газоснабжения предприятий промышленного и сельскохозяйственного производства, подземные- для газоснабжения промышленных и коммунальных предприятий, отдельных многоэтажных жилых и общественных зданий и их групп, а также объектов сельского хозяйства. Число резервуаров определяется расчетом, но должно быть не менее двух.

В состав резервуарной установки должны входить: резервуары, трубопроводы обвязки резервуаров по жидкой и паровой фазам, запорная арматура, регуляторы давления газа, предохранительные запорные и сбросные клапаны, показывающие манометры, устанавливаемые до регулятора давления, штуцеры с кранами после регулятора/регуляторов давления для присоединения контрольного манометра, устройство для контроля уровня сжиженных газов в резервуарах и испарители (в установках с искусственным испарением). Арматура и приборы групповых резервуарных установок должны быть защищены кожухами от атмосферных осадков и повреждений.

Резервуарные установки должны иметь проветриваемое ограждение из негорючих материалов высотой не менее 1,6 м. Расстояния от резервуаров до ограждения следует принимать не менее 1 м, при этом расстояние от ограждения до наружной бровки замкнутого обвалования или ограждающей стенки из негорючих материалов (при надземной установке резервуаров) следует принимать не менее 0,7 м. На территории должны быть углекислотные огнетушители, ящик с песком и лопата. Число резервуаров в установке определяется характером потребителей, районом установки резервуаров (север, юг и т.д.), расходом газа и объемом используемых резервуаров. Для

бесперебойного снабжения потребителей газом и во избежание перегрузки транспорта объем резервуарных установок рассчитывают, исходя из двухнедельного запаса газа.

Проектирование, строительство и эксплуатация ГРУ производится в соответствии с нормами, правилами безопасности в газовом хозяйстве Ростехнадзора, правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

Расчет ГРУ с искусственным испарением

Схема газоснабжения включает в себя резервуарную установку, испарительные устройства, трубопроводы обвязки, распределительные газопроводы и запорно-регулирующую арматуру.

Резервуарные установки сжиженного газа могут оборудоваться емкостями, проточными и комбинированными испарителями.

Количество и требуемую производительность испарителя необходимо определить, исходя из расчетного расхода газа, кг/ч:

$$\mathrm{G} = \frac{\mathrm{N} \cdot q_{\text{год}} \cdot \mathrm{К_н} \cdot \mathrm{К_г^н}}{Q_{\text{р}}^{\text{н}} \cdot 365}, \tag{13}$$

где N – количество потребителей, чел;

$q_{\text{год}}$ – годовой расход газа на одного человека в тепловых единицах, кДж;

$\mathrm{К_н}$ – коэффициент суточной неравномерности потребления газа в течение года;

$\mathrm{К_г^н}$ – показатель часового максимума суточного расхода;

$Q_{\text{р}}^{\text{н}}$ – низшая массовая теплота сгорания, кДж/кг.

Требуемое количество испарителей определяется по формуле:

$$N_u = \frac{G}{G_u}, \tag{14}$$

где G_u – паспортная испарительная способность, м^3/ч.

Количество резервуаров, необходимое для снабжения газом потребителей, определяется исходя из расчетного суточного расхода и принятого запаса:

$$N = \frac{Z \cdot G_{\text{сут}}}{V_{\text{рез}} \cdot \rho_{\text{ж}}}, \tag{15}$$

где Z – число суток между очередными заправками. Принимается в зависимости от радиуса обслуживания, качества автомобильных дорог и климатических условий (от 7 до 30 сут);

$G_{\text{сут}}$ – среднесуточный расход газа, кг/сут;

$V_{\text{рез}}$ – вместимость резервуара, м^3;

$\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкой фазы газа, кг/м^3.

Гидравлический расчет газопроводов низкого давления

Расчет проведен газопровода низкого давления для района. Располагаемый перепад давления принимаю 950 Па не более 1200 Па, потери давления местных сопротивлений учитываю с помощью 10% надбавки к потерям давления по длине.

Невязка по отношению к располагаемому давлению меньше допустимой составляет 10 % для тупиковой схемы.

Расчетные расходы газа на участках определяются с помощью коэффициента одновременности по формуле (16), м^3/ч, и представляются в таблице 2.

$$Q_{\text{р}} = \Sigma K_{sim\,i} \cdot \frac{q_i}{Q_{\text{р}}^{\text{н}}} \cdot n_i, \qquad (16)$$

где $\Sigma K_{sim\,i}$ – коэффициент одновременности действия однотипных групп приборов;

q_i – номинальный расход газа одним или несколькими приборами, кДж/ч;

$Q_{\text{р}}^{\text{н}}$ – низшая теплота сгорания газа, кДж/м^3;

n_i – количество квартир.

Таблица 2 – Расчетные расходы газа на участках

№ уч-ка	Ассортимент приборов	Количество квартир	Коэффициент одновременности, K_{sim}	Расчетный расход газа, $Q_р$, м^3/ч
1	2	3	4	5

Протяженность участков даны в задании, а также должны быть представлены в таблице 3 данной работы.

Расчетная длины участков определяется по формуле:

$$l_{\text{Р}} = 1{,}1 \cdot l, \tag{17}$$

где l – длина участка по плану, м.

Диаметры определяются по рисунку 2 для нахождения потерь давления в газопроводах низкого давления, причем диаметр зависит от расчетного расхода газа и средней удельной потере давления, которая находится как:

$$R_{\text{ср}} = \frac{950}{\sum l_{\text{Р}}}, \text{Па/м} \tag{18}$$

где $\sum l_{\text{Р}}$ – сумма расчетных длин участков, м.

Согласно расчетным расходам газа и средним удельным потерям давления определяем диаметры газопровода по участкам, принимая ближайшие к стандартным размерам труб по рисунку 2, затем по нему же определяем действительные удельные потери давления.

Потери давления, Па, на участках определяются по формуле:

$$\Delta P = R_{\text{д}} \cdot l_{\text{р}}, \tag{19}$$

где $R_{\text{д}}$ – действительные удельные потери давления, Па/м.

Гидравлический расчет газопровода низкого давления представлен в таблице 3, а расчетная схема на рисунке 1.

Таблица 3 – Гидравлический расчет газопровода низкого давления

№ уч-ка	**Расч. расход газа, Q_p, м^3/ч**	**Длина участка l, м**	**Расч. длина участка l_p, м**	**Диаметр $D_n x \delta$, мм**	**$R_{\text{ср}}$, Па/м**	**$R_{\text{д}}$, Па/м**	**$R_{\text{д}} \cdot l_p$, Па**	**$\sum R_{\text{д}} \cdot l_p$, Па**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Располагаемое давление Па								

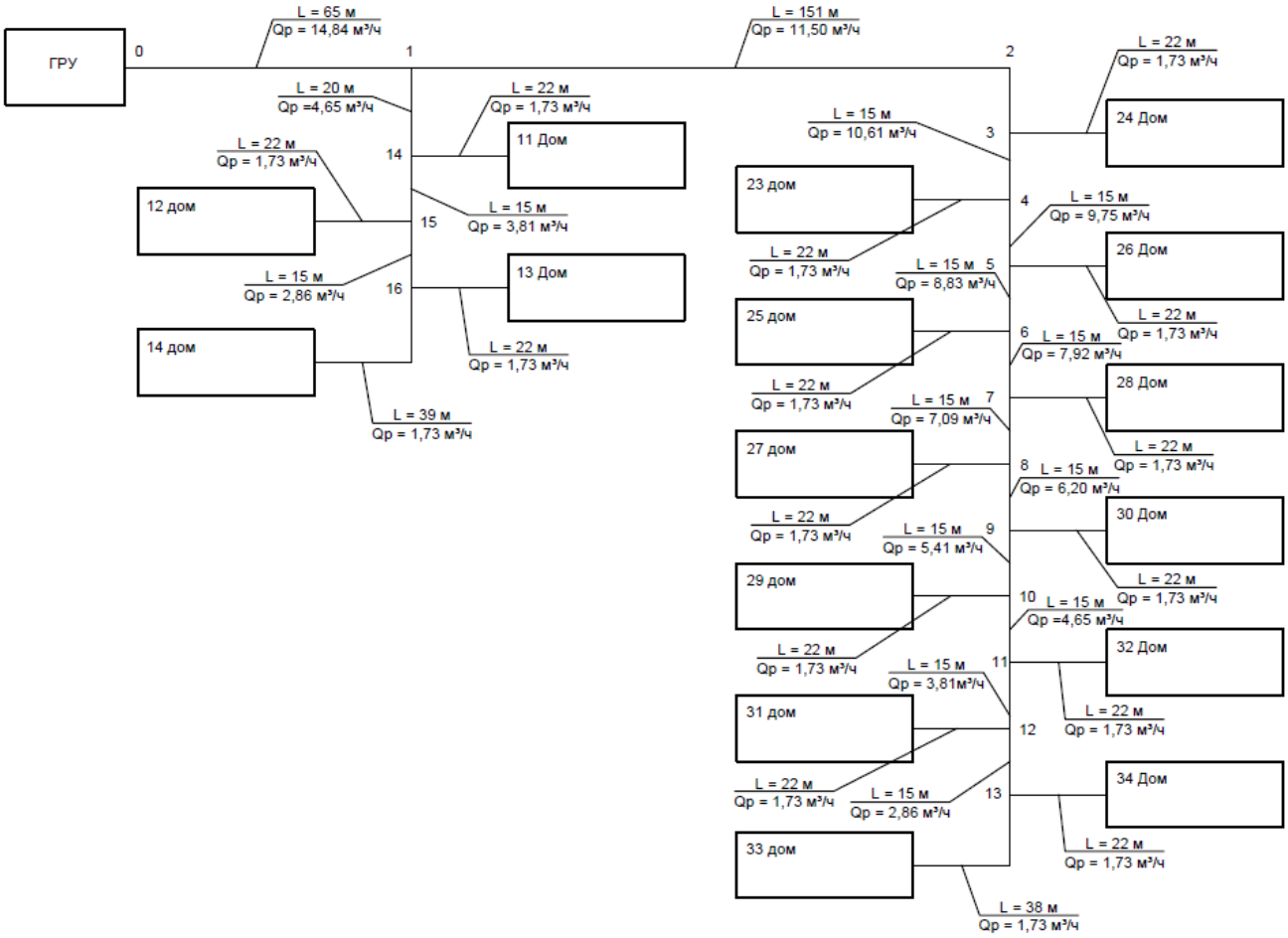


Рисунок 1 – Расчетная схема (пример)

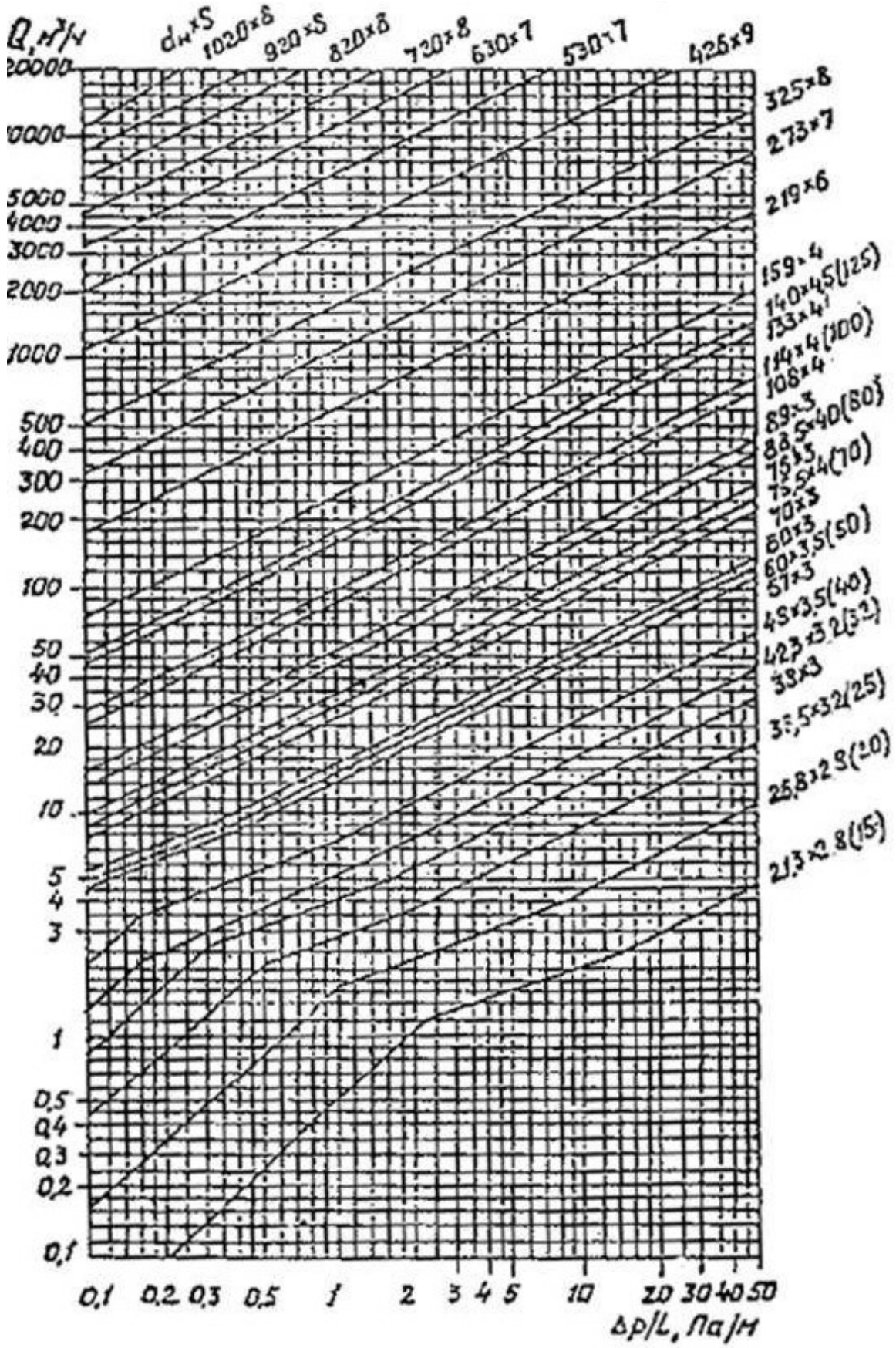


Рисунок 2 – Номограмма для определения потерь давления в газопроводах низкого давления

Выбор регулятор давления

Регуляторы давления (далее РД) — это устройства, осуществляющие редуцирование (понижение) и поддержание выходного давления в заданных пределах вне зависимости от изменения входного давления и расхода, что достигается автоматическим изменением степени открытия регулирующего органа РД, вследствие чего автоматически изменяется гидравлическое сопротивление проходящему потоку среды.

РД, разработанные для систем газоснабжения СУГ, предназначены для работы с паровой фазой.

Подбираю регулятор давления для СУГ по давлению входа, которое соответствует давлению на выходе из ГРУ, и выхода, а также расходу газа. Выбор регулятора давления осуществляется исходя из реального предложения на рынке на момент выполнения курсовой работы.

Расход газа определяется по формуле, кг/ч

$$Q = Q_{\text{р}} \cdot \rho_{\text{г}}, \tag{20}$$

где $Q_{\text{р}}$ – расход газа, м^3/ч;

$\rho_{\text{г}}$ – плотность газовой фазы СУГ, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Предназначены для редуцирования давления паровой фазы СУГ с высокого давления на требуемое, поддержания стабильного выходного давления вне зависимости от изменений входного давления и расхода в различных системах газоснабжения.

Регулятор низкого давления предназначен для поддержания постоянного давления на выходе в 3 или 5 кПа независимо от колебаний входного давления и изменения расхода и температуры. Наличие встроенного предохранительного запорного клапана обеспечивает отключение подачи газа в случае превышения выходного давления сверх установленного предела.

Регулятор представляет собой комбинацию двухступенчатого регулятора с предохранительным запорным клапаном (ПЗК) и встроенным в регулятор второй ступени предохранительным сбросным клапаном (ПСК).

3. Организация защиты и критерии оценки курсовой работы

Выполненная курсовая работа представляется для проверки на кафедру строительства не позднее, чем за неделю до даты проведения промежуточной аттестации по дисциплине. После проверки работа допускается к защите или отправляется на доработку. Если курсовая работа отправляется на доработку, следует устранить все замечания, указанные преподавателем, и повторно сдать ее на проверку.

Если работа допускается к защите, студент должен быть готовым дать все необходимые пояснения по расчетам, чертежам и содержанию работы. По результатам защиты выставляется оценка, при этом учитываются правильность выполнения заданий, оформление работы, а также качество защиты.

Система оценивания результатов защиты курсовой работы включает в себя следующие оценки: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Критерии выставления оценки представлены в табл. 4.

Таблица 4 – Критерии выставления оценки

Оценка / Критерий	**«неудовлетворительно»**	**«удовлетворительно»**	**«хорошо»**	**«отлично»**
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках

Оценка / Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
				поставленной задачи
3.Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

Список рекомендуемых источников

1. Ионин, А. А. Газоснабжение: учебник /А.А. Ионин. – Москва: Стройиздат, 1989. – 440 с.

2. Газоснабжение. Курс лекций: учебное пособие / А.М. Короленок, В.А. Короленок, Д.Н. Комаров, Р.А. Шестаков. – Москва: МАКС Пресс, 2019. – 148 с.

3. О.Н. Брюханов и др. «Газоснабжение»: учебное пособие для студ. высш. учеб. Заведений. – Москва: Издательский центр «Академия», 2008. – 448 с.

4. СП 62.13330.2011* Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 с изменением №1-4. – Москва: Госстрой, 2012. – 70 с.

5. Профессиональная справочная система Техэксперт http://техэксперт.рус/

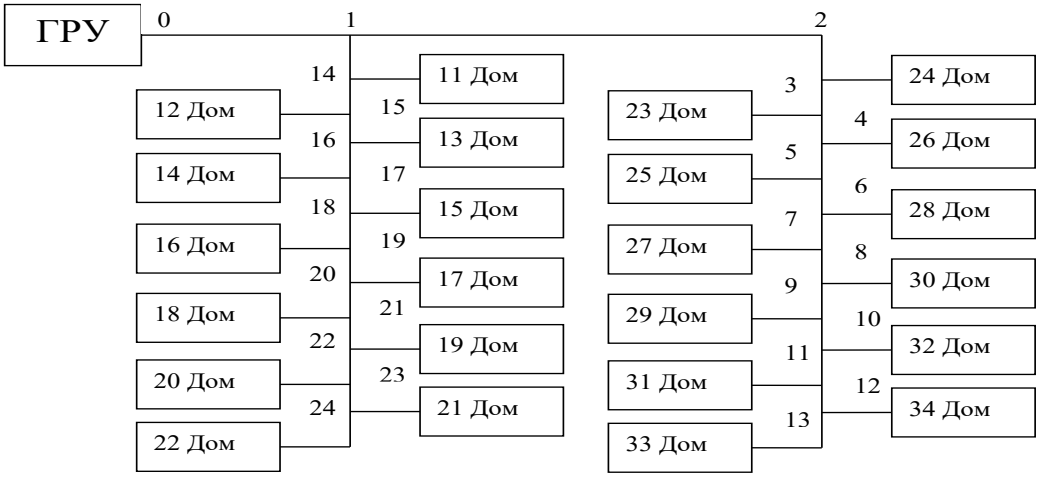
Приложение А

Задание на курсовое проектирование по дисциплине

«Газораспределительные системы и газопотребляющее оборудование»

Вариант 1 (пример)

1. Район газифицируемого населенного пункта: г. Калининград.
2. Схема газифицируемого района:



3. В жилых домах установлены плиты и проточные водонагреватели.
4. Протяженности участков:

Участок	0-1	1-2	2-3	…	23-24	3-24Д	…	24-21Д	24-22Д	13-33Д	1-14	2-3
Длина, м	65	136	15	15	15	20	20	20	36	38	20	26

Выполнить:

- расчет годового газопотребления;
- расчет физических свойств СУГ;
- расчет ГРУ с естественным/искусственным испарением;
- гидравлический расчет газопроводов низкого давления;
- выбор регулятора давления.

Разработать:

- план газоснабжения;
- технологическую схему ГРУ.

Руководитель: степень должность подпись ФИО

Приложение Б

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт морских технологий, энергетики и строительства

Кафедра строительства

КУРСОВАЯ РАБОТА
по дисциплине
«Газораспределительные системы и газопотребляющее оборудование»
Тема «Автономное газоснабжение населенного пункта»

КР 08.04.01.XX[1]ГС.XX[2]

Работу выполнил
Ф.И.О. студента полностью
Работу проверил
Ф.И.О. преподавателя

Калининград 20__

[1] Номер группы
[2] Номер варианта

Приложение В

Образцы оформления иллюстраций к курсовой работе

Рисунок 1 – Труба со сплошным обетонированием

Приложение Г

Образец оформления таблицы к курсовой работе

Таблица 1.1 – Чугунные кольцевые грузы для балластировки трубопровода

Наружный диаметр трубопровода, мм	Масса груза, кг	Размеры, мм						
		R_1	R_2	R_3	A	M	d	*l*
325	250	275	210	150	260	400	20	120
377	300	305	245	175	285	450	20	130
426	350	330	264	200	310	500	20	130
478	400	355	294	230	335	500	20	140
530	450	385	320	255	360	500	20	170
630	500	435	272	280	410	500	20	170
720	1100	480	415	310	455	960	24	180
820	1100	530	465	360	505	870	24	180
1020	1100	635	570	405	610	725	24	180

Приложение Д

Образец оформления использованных источников

Список использованных источников

Нормативно-правовые акты

1. ВСН 2-106-78 Инструкция по проектированию и расчету электрохимической защиты магистральных трубопроводов и промысловых объектов. – Москва: Издание ВНИИСТа, 1980. – 177 с.

2. СП 86.13330.2014 Магистральные трубопроводы. – Москва: ООО «Аналитик», 2014. – 176 с.

Научная литература

3. Бородавкин, П.П. Подводные трубопроводы / П.П. Бородавкин, В.Л. Березин, О.Б. Шадрин. – Москва: Недра, 1979. – 415 с.

4. Васильев, Г.Г. Практические аспекты повышения надежности подводных переходов магистральных трубопроводов / Г.Г. Васильев, Ю.А. Горяинов, В.К. Иванец , И.Л. Садова // Промышленный сервис. – 2012. – №2. – С. 21-23.

Ресурсы сети Интернет

5. Российская Федерация. Законы. Градостроительный кодекс Российской Федерации: [Федер. закон № 190-ФЗ: принят Гос. Думой 29 дек. 2004 г. по состоянию на 20 ноября 2014г.]. URL: http://www.consultant.ru (дата обращения: 21.08.2019).

6. СТО ГУ ГГИ 08.29-2009 Учет руслового процесса на участках подводных переходов трубопроводов через реки. URL: http://www.consultant.ru (дата обращения: 21.08.2019).

7. Кожаева, К.В. Методика определения критического продольного сжимающего усилия для подводных переходов трубопроводов / К.В. Кожаева, Ф.М. Мустафин, Л.И. Быков, С.М. Файзуллин // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2015. – №3. – С. 346-359. URL: http://www.consultant.ru (дата обращения: 21.08.2019).

Локальный электронный методический материал

Игорь Станиславович Александров, Роман Алексеевич Шестаков

ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ГАЗОПОТРЕБЛЯЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Редактор И. Голубева

Уч.-изд. л. 1,9. Печ. л. 1,9

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
236022, Калининград, Советский проспект, 1