

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ(СИБСТРИН)**»

К защите:

Заведующий кафедрой «Теплогазоснабжение
и вентиляция»

_____ к.т.н., доцент Р.Ш. Мансуров
(подпись) (фамилия и инициалы)

«___» _____ 2018 года

**ВЫПУСКНАЯ
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
МАГИСТРА
по направлению подготовки
СТРОИТЕЛЬСТВО**

Тема: «Исследование внутренней кислородной коррозии тепловых сетей»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ВКРМ.ТГВ.-131-с-83-ТС-ПЗ

(обозначение)

Выполнил:

_____ Савенков А.А.
(подпись) (фамилия и инициалы)

_____ (дата)

Руководитель:

_____ Чапаев Д.Б.
(подпись) (фамилия и инициалы)

_____ (дата)

Состав выпускной квалификационной работы магистра

Пояснительная записка

Наименование документов	Номер стр.
Задание на выпускную квалификационную работу магистра	3
Аннотация	4
Проектная разработка (ВКРМ.ТГВ.-131-с-83-ТС-ПЗ.Р)	5-55
Приложение А - Схема теплоснабжения города Новосибирска до 2030 года	56
Приложение Б - Перечень объектов тепловых систем с использованием композитных труб	57
Приложение В - Сравнение стоимости стальных и композитных трубопроводов на 2017 год	58

Графическая документация

Номера демонстрационных листов, названия в основных надписях документов	Обозначение документов
1. Исследование внутренней кислородной коррозии тепловых сетей	
2. Цель работы, задачи	
3. Коррозия стальных труб	
4. Основные факторы, влияющие на внутреннюю коррозию трубного металла водяных тепловых сетей	
5. Распределение протяженности тепловых сетей города Новосибирска по условным диаметрам на конец 2017 года	
6. Схема теплоснабжения города Новосибирск	
7. Методика расчета скорости ВКИ теплопроводов	
8. Срок службы труб тепловых сетей с учетом ВКИ	
9. Способы борьбы с внутренней коррозией в тепловых сетях	
10. Применение новых трубных материалов в тепловых сетях	
11. Основные преимущества труб СБПТ	
12. Применение более стойких антикоррозионных покрытий для труб ТС	
13. Обстоятельства при которых трубопровод подлежит восстановлению (санации) с применением МПП	
14. Выводы	

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО –
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (СИБСТРИН)

Кафедра «Теплогазоснабжение и
вентиляция»

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе магистра: "Исследование внут-
ренней кислородной коррозии тепловых сетей"

Студенту: Савенкову Александру Алексеевичу

Начало работ: _____ 2018 г.

Окончание: _____ 2018 г.

В выпускной квалификационной работе исследовать:

- факторы , влияющие на внутренний коррозионный износ теплопроводов;
- разработать усовершенствованную методику расчета скорости внутреннего коррозионного износа и на ее основе, определить продолжительность безаварийной эксплуатации труб теплосетей;
- Дать рекомендации по снижению интенсивности внутреннего коррозионного износа теплопроводов;
- Определить возможный экономический эффект от применения коррозионно-стойких труб.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

1. Район исследования: г. Новосибирск
2. Объект: Тепловые сети

Руководитель канд. техн. наук, доцент Чапаев Д.Б.

Подпись:

22.06.2018 г.

АННОТАЦИЯ

Тема данной выпускной квалификационной работы «Исследование внутренней кислородной коррозии тепловых сетей». Основной задачей работы является: исследовать влияния внутреннего коррозионного износа на продолжительность безаварийной эксплуатации трубопроводов тепловых сетей.

В первой главе приведены причины выхода из строя тепловых сетей; показано современное состояние системы централизованного теплоснабжения города Новосибирска; перечислены факторы, влияющие на внутреннюю коррозию трубного металла водяных тепловых сетей и выявлена основная причина высокой аварийности тепловых сетей.

Во второй главе описан механизм внутренней коррозии трубопроводов водяных ТС, которая при реальных водно-химических параметрах сетевой воды в г. Новосибирске протекает с кислородной деполяризацией; усовершенствована методика расчета скорости внутреннего коррозионного износа труб тепловых сетей; проведен анализ результатов расчетов по методике определения скорости коррозии.

В третьей главе приведены способы борьбы с внутренней коррозией труб тепловых сетей.

В четвертой главе выполнен расчет экономической эффективности от применения новых антикоррозионных материалов труб в тепловых сетях.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ВКРМ.ТГВ.-131-с-83-ТС-ПЗ.Р

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	ВКРМ.ТГВ.-131-с-83-ТС-ПЗ.Р						
			Выполнил	Савенков А.А.	Руководитель	Чапаев Д.Б.	Стадия	Лист	Листов
ВКРМ	1	51							
Пояснительная записка							НГАСУ (Сибстрин) гр. 241а-маг.		
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Выполнил	Савенков А.А.	Руководитель	Чапаев Д.Б.	Стадия	Лист	Листов
			Консульт.				ВКРМ	1	51
			Н. контроль	Тяжкун Т.В.			НГАСУ (Сибстрин) гр. 241а-маг.		
			Зав. кафедрой	Мансуров Р.Ш.					

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ИЗНОСА ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ В РОССИИ.....	
1.1 Современное состояние системы централизованного теплоснабжения города Новосибирска.....	
1.2 Факторы, влияющие на внутреннюю коррозию трубного металла водяных тепловых сетей.....	
1.3 Основная причина высокой аварийности тепловых сетей.....	
2 ВНУТРЕННИЙ КОРРОЗИОННЫЙ ИЗНОС ТРУБОПРОВОДОВ ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ.....	
2.1 Механизм внутренней коррозии.....	
2.2 Общий коррозионный износ.....	
2.3 Методика расчета скорости внутреннего коррозионного износа теплопроводов.....	
2.4 Анализ результатов расчетов по методике определения скорости коррозии.....	
3 СПОСОБЫ БОРЬБЫ С ВНУТРЕННЕЙ КОРРОЗИЕЙ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ.....	
3.1 Применение новых трубных материалов в тепловых сетях.....	
3.2 Применение более стойких антикоррозионных покрытий для труб тепловых сетей.....	
4 ЭКОНОМИКА.....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	
ЛИТЕРАТУРА.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

ВВЕДЕНИЕ

Сети централизованного теплоснабжения (тепловые сети – ТС) – одна из самых сложных инженерных систем городов.

В России суммарная протяженность трубопроводов достигает 172,0 тыс. км в двух трубном отношении. По статистике за 2013 год требовал замены каждый пятый километр. Тенденция повсеместного выхода из строя тепловой сети в России растет с каждым годом. Так, например, в 1998 году 15 процентов от общей протяженности трубопроводов нуждались в срочной замене. В период 2000-2004 годов это число достигло 17 процентов. По нормативам ежегодно уполномоченные организации обязаны заменить 4-5 процентов от общей протяженности теплотрасс. Практика показывает, что по разным причинам удается провести работы по замене лишь 0,7-1 процент тепловых трасс. При этом начальные условия финансирования строительства пересматриваются, так как сроки мероприятий по капитальному ремонту сокращаются, а объем работы с каждым годом становится больше.

В таблице 1 представлено технико-экономическое состояние тепловых сетей на окончание отопительного периода в 2017 году в России.

Таблица 1 - Технико-экономическое состояние тепловых сетей в РФ

	2005 год	2007 год	2017 год
Суммарная протяженность тепловых сетей, тыс. км	177,2	173,1	172,2
- в том числе требующих замены, тыс. км	44,7	44,8	44,9
Суммарная протяженность реконструированных тепловых сетей, тыс. км	-	13,5	14,1
Прокладка новых тепловых сетей, тыс. км	5,9	5,3	5,1

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Выявлены факторы, влияющие на внутренний коррозионный износ.
2. Определена основная причина высокой аварийности СЦТ.
3. Разработана усовершенствованная методика расчета скорости внутреннего коррозионного износа.
4. Определена продолжительность безаварийной эксплуатации труб тепловых сетей.
5. Приведены способы борьбы с внутренней коррозией труб тепловых сетей.
6. Разработаны рекомендации по применению коррозионно-стойких стеклобазальтопластиковых труб (СБПТ) для трубопроводов тепловых сетей.
- 7) Разработаны рекомендации по применению более стойкого антикоррозионного покрытия МПП для трубопроводов тепловых сетей.
- 8) Определен экономический эффект от применения стеклобазальтопластиковых труб(СБПТ) по сравнению со стальными.

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

ЛИТЕРАТУРА

1. Шойхет Б.М. Тепловая изоляция трубопроводов тепловых сетей надземной и подземной канальной прокладки с применением материалов «Isotec» // Материалы конференции «Тепловые сети. Современные решения».-2005.
- 2.Новиков И.Е. Особенности прокладки трубопроводов тепловых сетей в России - сегодняшние тенденции в повышении надежности теплоснабжения. // Новости теплоснабжения.-2011.-№6.-С.42-45.
3. Бухин В.Е. предварительно изолированные трубопроводы для систем централизованного теплоснабжения // Тэплоэнергетика.-2002.-№4.-С.24-29.
4. Байбаков С.А., Тимошкин А.С. Основные направления повышения эффективности тепловых сетей // Электрические станции.-2004.-№7.-С.19-25.
5. Щербак А.С. Исследование свойств современных теплоизоляционных материалов // Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта.-2013-№2(44).-С. 136-143.
6. Официальный сайт Инженерная энциклопедия. [Электронный ресурс] URL.:<http://engineeringsystems.ru/teplosnabzheniye/prokladka-teplovih-setey.php> (дата обращения: 17.04.2018).
7. Тепловые сети. Атлас – справочник по характерным повреждениям и дефектам трубопроводов тепловых сетей / Гофман Ю.М. Тепловые сети.-2012.
8. Слепченко В.С. Внутренняя коррозия в открытых системах теплоснабжения и пути ее снижения / В.С. Слепченко // Новости теплоснабжения. – 2000. – № 3. – С. 20 – 24.
9. Разработка способов предупреждения внутренней коррозии трубо-проводов теплосети ОАО «Ростовэнерго» / Ю.В. Балабан-Ирменин и др. // Теплоэнергетика. – 1999. – № 11. – С. 48 – 51.
10. Сухотин А.М. Физическая химия пассивирующих пленок на железе / А.М. Сухотин – Л.: Химия, 1989. – 318 с.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

11. Сандер А.А. Адиабатный процесс коррозии однородного цилиндра во влажном воздухе / А.А. Сандер, А.М. Климов, Т.Л. Рохлецова // Известия вузов. Строительство. – 1992. – № 11 – 12. – С. 84 – 86.
12. Стрижевский И.В. Защита подземных теплопроводов от коррозии / И.В. Стрижевский, М.А. Сурис – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 344 с.
13. Нигматулин Б.И. Математическая модель эрозионно-коррозионного износа металла в потоке теплоносителя / Б.И. Нигматулин, М.Г. Салтанов // Теплоэнергетика. – 1992. – № 2. – С. 60 – 65.
14. Сирота А.М. Экспериментальное исследование сталей 20 и 12Х1МФ в обессоленной воде весовым и электрохимическим методами / А.М. Сирота, В.И. Латунин // Теплоэнергетика. – 1992. – № 4. – С. 51 – 57.
15. Сирота А.М. Исследование коррозии углеродистой стали в потоке обессоленной воды при температурах 100 и 150 °С с дозированием кислорода, хлористого натрия, уксуснокислых соединений и гумусов / А.М. Сирота, В.Н. Латунин // Теплоэнергетика. – 2002. – № 4. – С. 47 – 50.
16. Томаров Г.В. Моделирование физико-химических процессов эрозии-коррозии материалов в двухфазных потоках / Г.В. Томаров, А.А. Шипков // Теплоэнергетика. – 2002. – № 7. – С. 7 – 17.
17. Санчес-Кальдера Л.Е. Механизм коррозионно-эрозионных повреждений паропроводов отборов на электростанциях / Л.Е. Санчес-Кальдера, П. Гриффит, Е. Рабинович // Современное машиностроение. Серия А. – 1989. – № 4. – С.
18. Кек Р.Г. Расчет эрозионно-коррозионного износа трубопроводов из малоуглеродистой стали, транспортирующих воду и влажный пар / Р.Г. Кек, П. Гриффит // Современное машиностроение. Серия А. – 1991. – № 5. – С. 41 – 48.
19. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*– Введ. 01.01.2013. – М. : Минрегион России, 2013.
20. Схема теплоснабжения города Новосибирска до 2030 года. [Электронный ресурс] // Министерство энергетики Российской Федерации
URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1869> (дата обращения: 1.04.2018).

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

21. Балабан-Ирменин Ю.В. Защита от внутренней коррозии трубопроводов водяных тепловых сетей / Ю.В. Балабан-Ирменин, В.М. Липовских, А.М. Рубашов. – М.: Энергоатомиздат, 1999. – 248 с.
22. Улиг Г.Г. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику / Г.Г. Улиг, Р.У Ревы – Л.: Химия, 1989. – 456 с.
23. Взаимосвязь между водно-химическим режимом, составом и структурой отложений на внутренней поверхности трубопроводов теплосети / Ю.В. Балабан-Ирменин, О.Н. Шереметьев, Г.С. Бондарева и др. // Теплоэнергетика. – 1998. – № 7. – С. 43 – 47.
24. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов / Н.П. Жук – М.: Металлургия, 1976. – 472 с.
25. Горская Н.И. Автоматизация выявления повреждений в тепловых сетях / Н.И. Горская – Новосибирск: Наука СО, 1987. – 158 с.
26. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации: РД 34.20.501-95. – М.: СПО ОРГРЭС, 1996. – 159 с.
27. Причины увеличений повреждений трубопроводов теплосети от внутренней коррозии / Ю.В. Балабан-Ирменин, В.М. Липовских, С.Е. Бессолицын и др. // Теплоэнергетика. – 1993. – № 12. – С. 71 – 74.
28. Эванс Ю.Р. Коррозия и окисление металлов / Ю.Р. Эванс – М.: Машгиз, 1962. – 856 с.
29. Семенова И.В. Коррозия и защита от коррозии / И.В. Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов – М.: Физматлит, 2002. – 336 с.
30. Иванова Н.В. Анализ эффективности образования пассивирующей пленки на поверхности углеродистой стали в гидразиносодержащей и кислородсодержащей средах / Н.В. Иванова // Теплоэнергетика. – 2001. – № 8. – С.
31. Антикайн П.А. Металлы и расчет на прочность котлов и трубопроводов / П.А. Антикайн – М.: Энергия, 1980. – 424 с.
32. Малафеев В.А. Проблемы централизованного теплоснабжения в России / В.А. Малафеев, В.В. Кудрявый // Мировая электроэнергетика. – 1995. – № 3. – С. 19 – 23.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

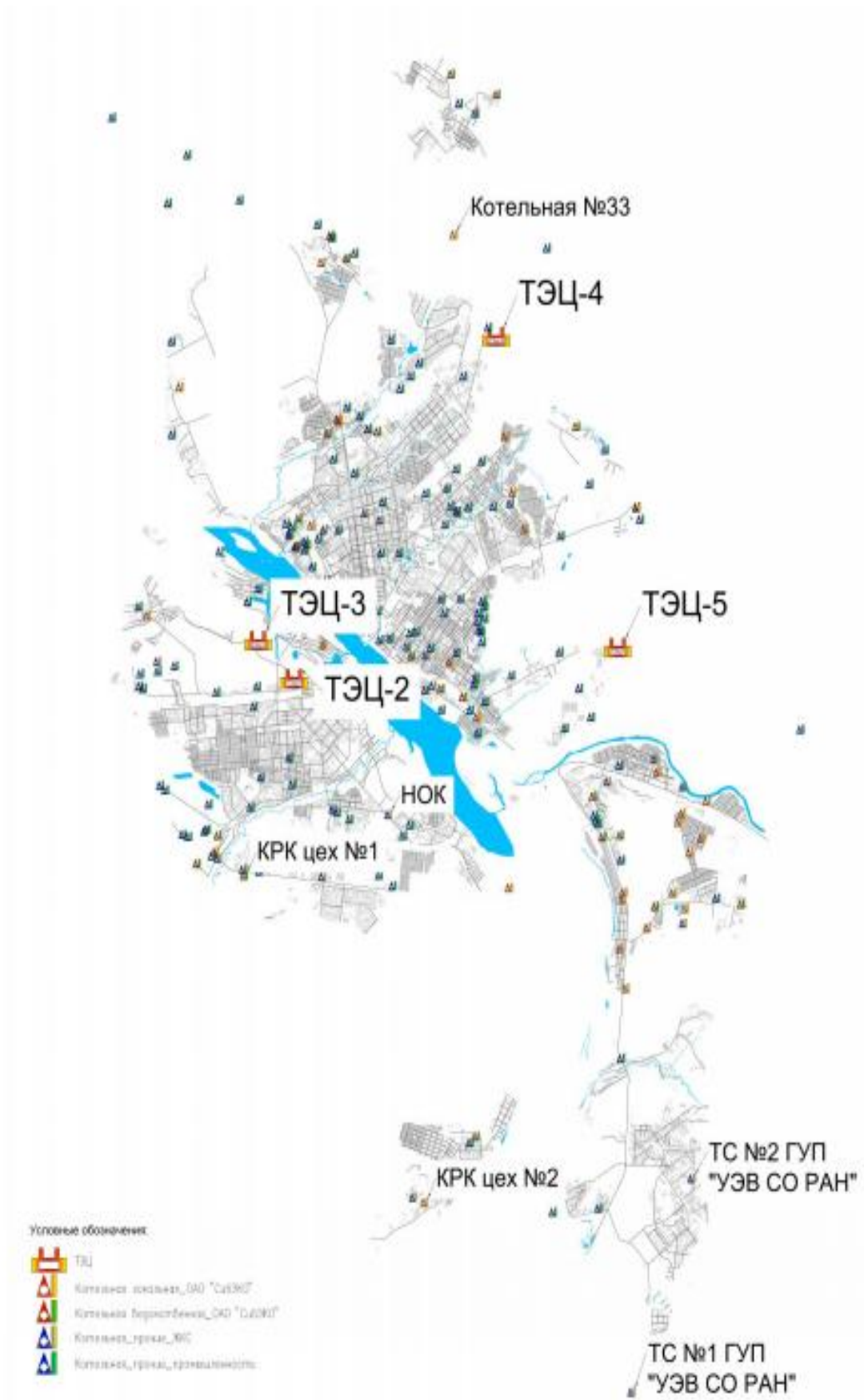
33. Надежность систем энергетики и их оборудования: Справочное издание: В 4 т: Т. 4: Надежность систем теплоснабжения / Е.В. Сеннова, А.В. Смирнов, А.А. Ионин и др. – Новосибирск: Наука, 2000. – 351 с.
34. Зайчик Л.И. Определение скорости коррозии металла в условиях внешнедиффузионного режима / Л.И. Зайчик, Б.И. Нигматулин, В.А. Першуков // Теплоэнергетика. – 1995. – № 7. – С. 12 – 15.
35. СНиП 2.04.07-86*: Тепловые сети. – М.: Госстрой России, 1999. -71 с.
36. Балабан-Ирменин Ю.В., Липовских В.М., Рубашов А.М. Защита от внутренней коррозии трубопроводов водяных тепловых сетей. М.: изд-во «Новости теплоснабжения», 2008. 288 с.
37. Чапаев Д.Б. Характеристики внутренней коррозии и надежности тепловых сетей крупного города: дис.канд. техн. наук: 05.23.03: защищена 16.02.04: утв. 09.07.04. Новосибирск, 2004. 178 с
38. Чапаев Д.Б. Коррозия стали 20 и стали 17ГС в теплосетевой воде // Известия вузов. Черная металлургия. 2007. № 4. С. 49 – 5
39. Оленников А.А., Чапаев Д.Б. Учет внутренней коррозии при прогнозировании плановых ремонтов в системах транспорта тепла // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы региональной науч.-практич. конф. студ., аспирантов, молодых ученых и специалистов; ТюмГНГУ. Тюмень, 2012. С. 89 – 93
40. Баймачев Е.Э., Манзарханова Л.М., Туфанова М.В., Левицкий А.И. Оптимизация температурного графика централизованного теплоснабжения по критерию минимума затрат эксергии // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 6. С. 68 – 72.
41. Оленников А.А., Цымбал В.П. О проблеме глубокого использования энергии исходного топлива металлургических агрегатов // Творческое наследие В. Е. Грум-Гржимайло: история, современное состояние, будущее: сборник докладов международной научно-практической конф., посвященной 150-летию со дня рождения великого русского ученого-металлурга Владимира Ефимовича Грум-Гржимайло. Екатеринбург, 2014. С. 349 – 354.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

42. Коровин Н.В. Водородная защита от коррозии тепловых сетей / Н.В. Коровин // Теплоэнергетика. – 1999. – № 9. – С. 76 – 77.
43. Балабан-Ирменин Ю.В. Выбор параметров антикоррозионного водного режима для закрытых систем теплоснабжения / Ю.В. Балабан-Ирменин // Теплоэнергетика. – 2001. – № 8. – С. 34 – 37.
44. Влияние рН сетевой натрий-катионированной воды на повреждаемость трубопроводов теплосети / Ю.В. Балабан-Ирменин, А.М. Рубашов, В.М. Липовских и др. // Теплоэнергетика. – 1999. – № 2. – С. 51 – 55.
45. Цветков Н.Н. Влияние водно-химического режима на внутреннюю коррозию тепловых сетей / Н.Н. Цветков // Энергосбережение. – 2001.
46. Саломатов В.В. Эффективность защиты от коррозии и солеотложения образцов конструкционной стали тепломеханического оборудования ингибитором на фосфор-органической основе / В.В. Саломатов, П.В. Цветков // Тезисы докл. регион. семинара «Новые технологии и научные разработки в энергетике». Выпуск 2; Ин-т теплофизики СО РАН. – Новосибирск, 1994.
47. Влияние октадециламина на стационарный потенциал конструкционных материалов при повышенных температурах теплоносителя / И.Я. Дубровский, В.А. Лошкарев, А.В. Аникеев и др. // Теплоэнергетика. – 1999. – № 7. – С. 39 – 43.
48. «Завод базальтовых труб» [Электронный ресурс] // Стеклобазальтопластиковые и стеклопластиковые трубы URL: <http://www.sbpt.ru> (дата обращения: 29.04.2018).
49. Злобин В.Н. «Антикоррозийная защита внутренней и наружной поверхности стального трубопровода, БАГВ и различных резервуаров на объектах ЖКХ с помощью минерально-полимерных покрытий». [Электронный ресурс] // Сборник докладов и каталог восьмой межотраслевой конференции «Антикоррозионная защита-2017». - м.: 2017.
50. ГОСТ 10704-91. Трубы стальные электросварные прямошовные [Текст]. — Взамен ГОСТ 10704-76. — Введ. 15.11.1991. — Переизд. Февр. 2007 с изм. — М.: Изд-во стандартов, 2007. — 20 с.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Приложение А - Схема теплоснабжения города Новосибирска до 2030 года



Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №