

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 03.06.2025 14:31:21
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

Методическое указание

Разработка ВКР

Факультет урбанистики и городского хозяйства
Марюшин Л.А., Сенникова О.Б., Чугаев Е.А., Савельев И.Л.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский политехнический университет»

Факультет урбанистики и городского хозяйства
Кафедра «Промышленная теплоэнергетика»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ ОТОПИТЕЛЬНОЙ КОТЕЛЬНОЙ В Г. КРАСНОЯРСК

(наименование темы)

Выполнил обучающийся _____ 4 _____ курса,
направление подготовки
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
форма обучения **очная**

Шпак Елисей Сергеевич

(Ф.И.О.)

_____ **05 января** 20 **25** г.
(подпись)

Научный руководитель

К.Т.Н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

Доцент Перелётный Георгий Захарович

(должность, Ф.И.О.)

_____ **05 января** 20 **25** г.
(подпись)

Заведующий кафедрой, обеспечивающей
научное руководство

К.Т.Н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

Марюшин Леонид Александрович

(Ф.И.О.)

_____ **05 января** 20 **25** г.
(подпись)

Москва 20 ____ г.

План–задание
выполнения выпускной квалификационной работы

(вид работы)									
Кафедра «Промышленная теплоэнергетика»									
Обучающийся									
(Ф. И. О., факультет, № учебной группы)									
Научный руководитель ВКР									
Перелётный Георгий Захарович									
(Ф.И.О)									
к.т.н., доцент, доцент									
(ученая степень, ученое звание, должность)									

1.Тема: **РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ ОТОПИТЕЛЬНОЙ КОТЕЛЬНОЙ В Г. КРАСНОЯРСК**

утверждена приказом Университета от «10» апреля 2018 г. № 151-с.

2. Перечень базовых нормативных правовых актов и основной литературы, других материалов, подлежащих исследованию????

3. Содержание выпускной квалификационной работы (примерный перечень вопросов, подлежащих разработке, по главам и параграфам)

Определение тепловых потоков на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение; расчет и построение графиков часовых расходов тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение; построение графика центрального качественного регулирования, определение расходов сетевой воды, гидравлический и тепловой расчёт тепловых сетей, расчёт водогрейной котельной.

4. Примерный перечень графического материала (таблицы, графики, диаграммы, схемы и т. д.) **(это названия слайдов презентации, 8-10 слайдов)**

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

5.

6.

5. Консультанты

Мозговой Артур Иванович

(Ф. И. О., ученая степень, ученое звание, должность)

Потёртый Федор Оревуарович

(Ф. И. О., ученая степень, ученое звание, должность)

Задание получил

« 10 » октября 2024 г.

(подпись обучающегося)

Научный руководитель ВКР

(ученая степень, ученое звание, должность, Ф. И. О.)

« 10 » октября 2024 г.

(подпись)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. Гидравлический расчет тепловой сети	11
1.1. Задачи гидравлического расчёта	11
1.1.1. Расчётный расход воды на ГВС.....	11
1.1.2.	
...	
1.2.	
2. ...	
...	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	13
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	Ошибка! Закладка не определена.

ВВЕДЕНИЕ

Данные указания можно использовать как шаблон для оформления ВКР, для этого необходимо удалить титульную страницу данной методики (рис. 1).

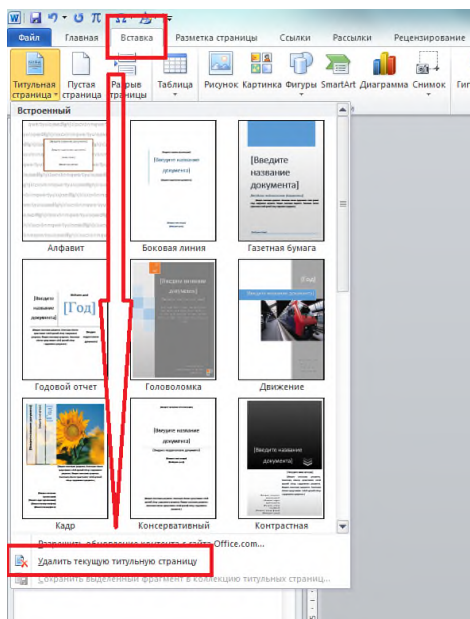


Рис. 1. Удаление текущей титульной страницы

Основные требования к оформлению:

1. Шрифт Times New Roman, размер шрифта 14.
2. Отступы: красная строка – 1,25; межстрочный интервал – 1,5; интервалы до и после абзаца должны отсутствовать.
3. Параметры страницы, поля верх – 1,5, низ – 2, левое – 3; правое – 1.
4. Нумерация страниц размещаются в правом верхнем углу. Шрифт TNR, размер шрифта 14, считается с титульного листа, проставляется с введения.
5. Все формулы оформляются по центру страницы без отступов красной строки, а так же, пустых строк до и после формулы (пример ниже).

$$Q = G_m C_p \Delta t$$

где:

Q – количество тепла, Вт;

G_m – массовый расход, кг/с;

Δt – разность температур.

6. Рисунки, схемы и графики располагаются по центру страницы без отступа красной строки, название рисунка располагается непосредственно под рисунком по центру страницы без отступов, нумерация рисунков – сквозная, т.е. 1, 2, 3, 4.... (пример рис. 1, 2).

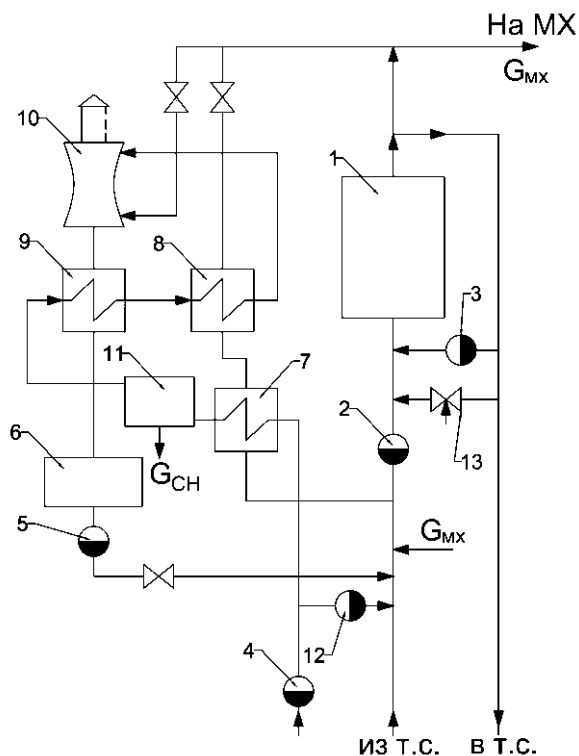


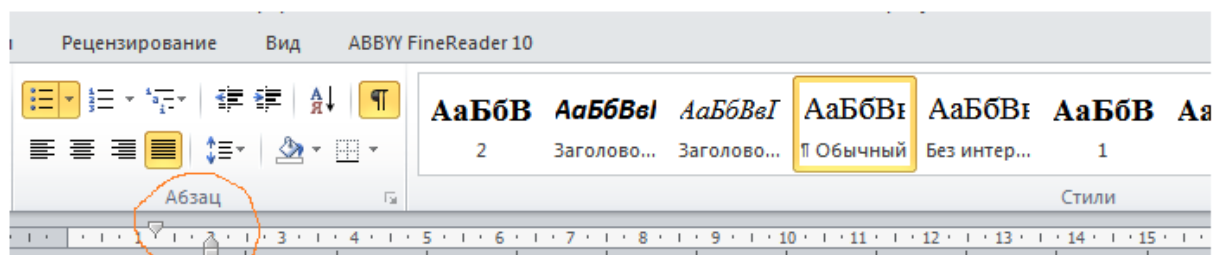
Рис. 2. Принципиальная расчётная тепловая схема водогрейной котельной:
 1 – водогрейные котлы; 2 – сетевые насосы; 3 – рециркуляционные насосы;
 4 – насосы сырой воды; 5 – подпиточные насосы; 6 – бак-аккумулятор;
 7, 8 – подогреватели сырой и химочищенной воды; 9 – охладитель
 деаэрированной воды; 10 – вакуумный деаэратор; 11 – химводоочистка;
 12 – насосы аварийной подпитки тепловой сети; 13 – клапан перепуска сетевой
 воды

7. Перечисления в работе оформляются соответствующими маркерами или нумерацией (пример ниже, формат можно скопировать из примера)

Основными потребителями тепловой энергии являются:

- система отопления;
- система вентиляции;
- система ГВС.

При оформлении перечислений обращать внимание на верхнюю «линейку».



Основными потребителями тепловой энергии являются:

- система отопления;
- система вентиляции;
- система ГВС.

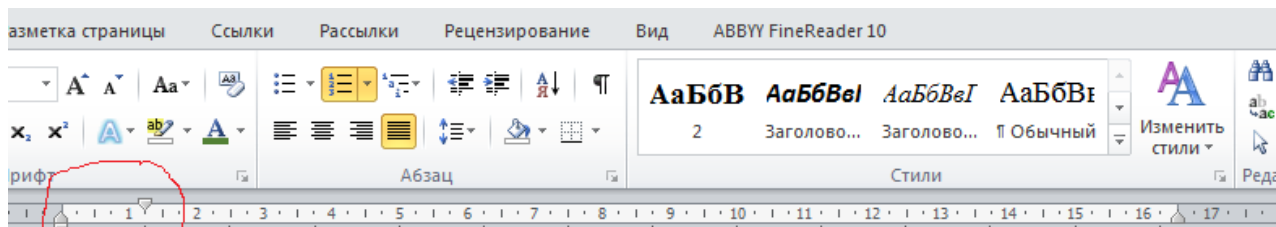
В подавляющем большинстве случаев в состав топлива входят:

1. Углерод, обозначение С. Теплота сгорания аморфного углерода $Q=34,4$ МДж/кг (8130 ккал/кг). Углерод является главной горючей составляющей топлива. Его окисление обуславливает основной вклад в теплоту сгорания топлива.

2. Водород, обозначение Н. Теплота сгорания водорода с образованием водяного пара $Q=10,8$ МДж/кг (2580 ккал/м³). Водород является вторым по значению горючим элементом топлива. Его содержание в различных видах топлива колеблется от 2 до 10%. Больше всего водорода содержится в природном газе, мазуте, сланцах, практически не содержится в антраците.

3. Сера, обозначение S. Теплота сгорания серы $Q=9,3$ МДж/кг (2220 ккал/кг). Топливо содержит серу в трёх видах: органическую S_o , колчеданную S_K , сульфатную S_C .

При оформлении перечислений обращать внимание на верхнюю «линейку».



В подавляющем большинстве случаев в состав топлива входят:

1. Углерод, обозначение С. Теплота сгорания аморфного углерода $Q=34,4$ МДж/кг (8130 ккал/кг). Углерод является главной горючей составляющей топлива. Его окисление обуславливает основной вклад в теплоту сгорания топлива.
2. Водород, обозначение Н. Теплота сгорания водорода с образованием водяного пара $Q=10,8$ МДж/кг (2580 ккал/м³). Водород является вторым по значению горючим элементом топлива. Его содержание в различных видах топлива колеблется от 2 до 10%. Больше всего водорода содержится в природном газе, мазуте, сланцах, практически не содержится в антраците.
3. Сера, обозначение S. Теплота сгорания серы $Q=9,3$ МДж/кг (2220 ккал/кг). Топливо содержит серу в трёх видах: органическую S_o , колчеданную S_k , сульфатную S_c .

8. Таблицы форматируются по центру страницы, шрифт TNR, за исключением специальных символов, для которых необходимо использовать шрифт «Symbol», все таблицы должны быть пронумерованы (нумерация рисунков – сквозная, т.е. 1, 2, 3, 4...), все таблицы должны иметь «название», для больших таблиц допускается изменения размера шрифта с 14 до более меньшего, но с учетом того что они должны свободно читаться после печати в формате А4, так же допускается изменение ориентации листа с книжной на альбомную для расположение таблиц (рисунков, схем и т.п.) (пример ниже).

Таблица 1

Эквивалентные длины местных сопротивлений на ГВС

№ участка	Наружный диаметр	Компенсаторы			Задвижки			Отводы			Тройники			Переходы			Σlэ
		Кол-во	lэ	п* lэ	Кол-во	lэ	п* lэ	Кол-во	lэ	п* lэ	Кол-во	lэ	п* lэ	Кол-во	lэ	п* lэ	
		п	м	м	п	м	м	п	м	м	п	м	м	п	м	м	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Магистраль																	
1	75,5	1	6,8	6,8										1	0,2	0,2	7,0
2	88,5				1	1,25	1,25	2	1,25	2,50	1	2,5	2,5	1	0,25	0,25	6,5
3	114	1	10,3	10,3							1	3,54	3,54	1	0,35	0,35	14,19
4	140	1	13,1	13,1	1	1,88	1,88				1	4,7	4,7				19,68
1*	60	1	5,5	5,5										1	0,14	0,14	5,64
2*	75,5				1	1,0	1,0	2	1,0	2,0	1	2,0	2,0	1	0,2	0,2	5,2
3*	88,5	1	7,8	7,8							1	2,5	2,5	1	0,25	0,25	10,55
4*	114	1	10,3	10,3	1	1,77	1,77				1	3,54	3,54				15,61
Магистраль																	
5	42,3	1	3,7	3,7										1	0,09	0,09	3,79
6	42,3				1	0,65	0,65	2	0,43	0,86	1	0,86	0,86				2,37
7	88,5	1	7,8	7,8							2	2,5	5,0	1	0,25	0,25	13,05
8	114				1	1,77	1,77	1	1,77	1,77	1	3,54	3,54				7,08
5*	33,5	1	3,1	3,1										1	0,09	0,09	3,19
6*	33,5				1	0,65	0,65	2	0,3	0,6	1	0,6	0,6				1,85
7*	75,5	1	6,8	6,8							2	2,0	4,0	1	0,2	0,2	11,0
8*	88,5				1	1,25	1,25	1	1,25	1,25	1	2,5	2,5				5,0
Ответвления																	
9	60				1	0,72	0,72				1-ОТВ	2,18	2,18				2,9
10	60				1	0,72	0,72				1-ОТВ	2,18	2,18				2,9
11	60				1	0,72	0,72				1	1,45	1,45				2,17
12	75,5	1	6,8	6,8	1	1,0	1,0				1	2,0	2,0				9,8
13	60	1	5,5	5,5										1	0,14	0,14	5,64
14	42,3	1	3,7	3,7	1	0,65	0,65				1-ОТВ	1,29	1,29				5,64
9*	48				1	0,65	0,65				1-ОТВ	1,56	1,56				2,21
10*	48				1	0,65	0,65				1-ОТВ	1,56	1,56				2,21

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
11*	48				1	0,65	0,65				1	1,04	1,04				1,69
12*	60	1	5,5	5,5	1	0,72	0,72				1	1,45	1,45				7,67
13*	48	1	4,2	4,2										1	0,1	0,1	4,3
14*	33,5	1	3,1	3,1	1	0,65	0,65				1-ОТВ	0,9	0,9				4,65

9. Заголовки в работе оформляются по центру страницы. Без отступа красной строки, шрифт TNR, 14 жирный, без точек в конце заголовка. Нумерация заголовков сквозная, до и после заголовков 1-го и 2-го уровня ставится пустая строка, для заголовков 3-го уровня и ниже пустая строка ставиться только перед заголовком. Необходимо обратить внимание на то, что заголовок 3-го уровня (1.1.1. Пример) создаётся только если таких заголовков будет не меньше 2-х (то есть будет заголовок с номером 1.1.2.). Такие заголовки как АННОТАЦИЯ; ВВЕДЕНИЕ; ЗАКЛЮЧЕНИЕ; СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ оформляются с использованием регистра «все прописные», все остальные заголовки с использованием регистра «как в предложениях». Начинать заголовок нового раздела с новой страницы обязательно только для заголовков АННОТАЦИЯ; ВВЕДЕНИЕ; ЗАКЛЮЧЕНИЕ; СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ (пример ниже).

1. Гидравлический расчет тепловой сети

Гидравлический расчет является одним из важнейших разделов проектирования и эксплуатации тепловой сети....

1.1. Задачи гидравлического расчёта

При проектировании в задачу гидравлического расчета входит:

- определение диаметров трубопроводов;
- определение падения давления (напора) по длине трубопровода;
- определение давлений (напоров) в любой точке трубопровода.

1.1.1. Расчётный расход воды на ГВС

В закрытых системах теплоснабжения максимальный расход сетевой воды находим....

1.1.2. Расчёт расхода теплоносителя на отопление

В закрытых системах теплоснабжения максимальный расход сетевой воды находим....

2. Тепловой расчёт системы теплоснабжения

«Максимальные тепловые потоки на отопление $Q_{\text{отmax}}$, вентиляцию $Q_{\text{вmax}}$ и горячее водоснабжение Q_{hmax} жилых, общественных и производственных зданий следует принимать...

10. Рекомендуемый объем выпускных квалификационных работ составляет 2–2,5 п. л. (50–60 страниц) без приложений. Минимальный объем расчётной части составляет 15 стр.

11. Минимальное кол-во источников и литературы в работе должно быть не менее 15.

12. Примеры заключения и списка использованных источников литературы указаны ниже.

13. Приложения оформляется следующим образом, в случае если в работе 2 приложения и более, то после раздела «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ» вставляется страница с надписью «ПРИЛОЖЕНИЯ» по центру страницы (как показано на стр. 15) и далее идут приложения, пронумерованные по порядку (как показано на стр. 16 и стр. 17). В случае если в работе только 1 приложение, то страница с надписью «ПРИЛОЖЕНИЯ» по центру страницы (как показано на стр. 15) **НЕ СОЗДАЁТСЯ**, а сразу идёт «Приложение 1» после раздела «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был разработан проект системы теплоснабжения жилого района г. Москва.

При выполнении выпускной квалификационной работы, были произведены следующие основные расчёты:

- расчёт тепловых потоков на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение;
- расчёт и построение графиков часовых расходов тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение;
- расчет расходов сетевой воды;
- гидравлический и тепловой расчёт тепловых сетей;
- расчет толщины тепловой изоляции.

Рассчитаны и построены следующие графики и схемы:

- часовые графики теплового потребления;
- годовой график по продолжительности тепловой нагрузки;
- годовой график теплового потребления по месяцам;
- температурные графики регулирования сетевой воды для системы теплоснабжения;
- расчетная схема магистральной тепловой сети;
- пьезометрический график.

По итогам расчёта подобранно следующее оборудование:

- 2 сетевых насоса СЭ-2500-60-11;
- 2 подпиточных насоса 4 К-6;
- канал МКЛ-6,4,2;
- теплоизоляция – монолитный фенольный поропласт ФЛ;
- сальниковые компенсаторы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 131.13330.2012 Строительная климатология
2. СП 124.13330.2012 Тепловые сети
3. СП 56.13330.2011 Производственные здания
4. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: Издательство МЭИ, – 1999. – 472 с.
5. Сафонов А.П. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям. – М.: Энергия, – 1968. – 240 с.
6. Громов Н.К. Абонентские устройства водяных тепловых сетей. – М.: Энергия, – 1979. – 248 с.
7. Ширакс З.Э. Теплоснабжение. – М.: Энергия, – 1979. – 256 с.
8. Н.Н. Карнаухов, Б.В. Моисеев, О.А. Степанов и др. Инженерные коммуникации. – Красноярск: Стройиздат, – 1993. – 160 с.
9. Козин В.Е. и др. Теплоснабжение – М.: Высшая школа, – 1980. – 408 с.
10. В.И. Манюк, Я.И. Каплинский, и др. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей. Справочник 3-е издание. – М.: Стройиздат, – 1988. – 432 с.
11. Теплотехнический справочник. Под ред. Юренева В.Н. и Лебедева П.Д. в 2-х т. – М.: Энергия, – 1975. Т. 1. – 744 с.
12. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей. Под ред. Николаева А.А. – М.: Стройиздат, – 1965. – 360 с.
13. Щёкин Р.В. и др. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. В 2-х кн. Киев: Будивельник, – 1976, Кн. 1. – 416 с.
14. И.В. Беляйкина, В.П. Витальев, Н.К. Громов и др. Водяные тепловые сети. Справочное пособие по проектированию. – М.: Энергоатомиздат, – 1988. – 376 с.
15. [www. autodesk.com](http://www.autodesk.com).

ПРИЛОЖЕНИЯ

