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 Иованович

(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).

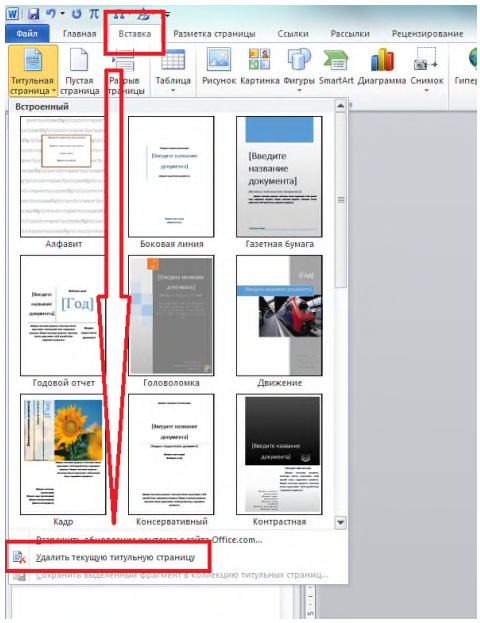


Рис. 1. Удаление текущей титульной страницы

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).

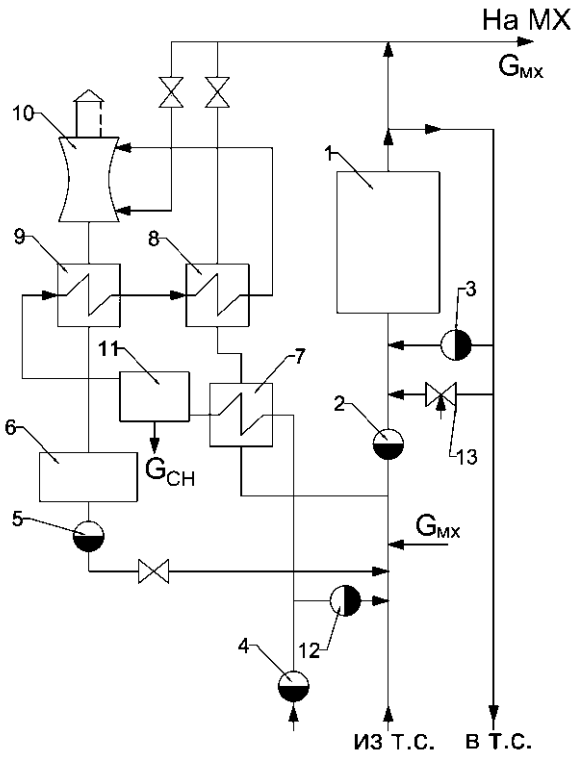


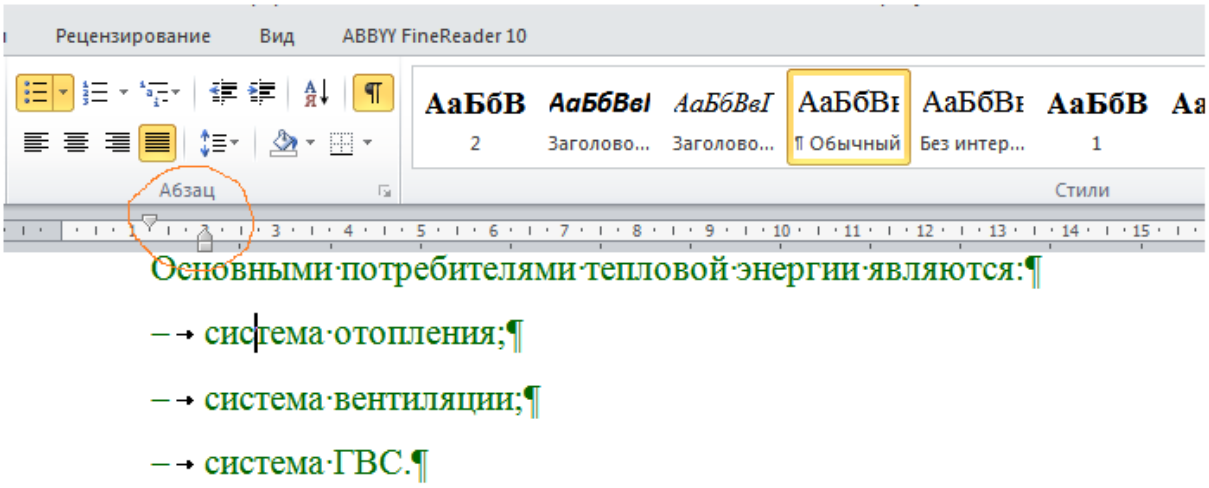
Рис. 2. Принципиальная расчётная тепловая схема водогрейной котельной: 1 – водогрейные котлы; 2 – сетевые насосы; 3 – рециркуляционные насосы; 4 – насосы сырой воды; 5 – подпиточные насосы; 6 – бак-аккумулятор; 7, 8 – подогреватели сырой и химочищенной воды; 9 – охладитель деаэрированной воды; 10 – вакуумный 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».



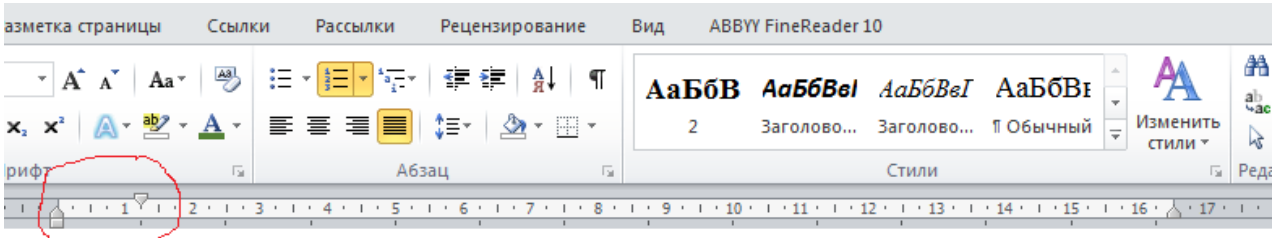
В подавляющем большинстве случаев в состав топлива входят:

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/м^3). 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	n* lэ	Кол-во	lэ	n* lэ	Кол-во	lэ	n* lэ	Кол-во	lэ	n* lэ	Кол-во	lэ	n* lэ	
		n	м	м	n	м	м	n	м	м	n	м	м	n	м	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_{omax}, вентиляцию Q_{vmax} 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 объём 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 пенопласт ФЛ;
- сальниковые компенсаторы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 131.13330.2012 Строительная климатология
2. СП 124.133302012 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.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Приложение 2