

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения
Направление подготовки 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника
Кафедра Теоретической и промышленной теплотехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проект системы теплоснабжения рабочего цеха АО «КМЗ» г. Кемерово

УДК 697.34.001.6: 621.3.002 (571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2Б1	Бобровский Артём Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Бульба Е.Е.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст.преподаватель	Кузьмина Н.Г.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Василевский М.В.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТПТ	Кузнецов Г.В.	д.ф.-м.н., профессор		

Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы бакалавриата по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
P2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач.
P3	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P6	Осознавать необходимость и демонстрировать способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни, непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P7	Применять базовые математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности в широком (в том числе междисциплинарном) контексте в комплексной инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять комплексные инженерные проекты с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P10	Проводить комплексные научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением базовых и специальных знаний и современных методов.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами на основе АСУТП; использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического

	оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения
Направление подготовки 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника
Кафедра Теоретической и промышленной теплотехники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ТПТ
_____ Кузнецов Г.В.
(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группы	ФИО
3-5Б2Б1	Бобровскому Артёму Александровичу

Тема работы:

Проект системы теплоснабжения рабочего цеха АО «КМЗ» г. Кемерово	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 3565/С от 22.05.2017

Срок сдачи студентом выполненной работы: 10.06.2017

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	
<i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	План рабочего цеха АО «КМЗ», параметры теплоносителя, район расположения – г. Кемерово

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Теплотехнический расчет ограждающих конструкций, расчет тепловых потерь, конструирование системы отопления, гидравлический расчет системы отопления, тепловой расчет отопительных приборов, подбор циркуляционного насоса системы отопления, подбор отопительного котельного агрегата, расчет теплового баланса котельного агрегата</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>План рабочего цеха с разводкой системы отопления- А1, аксонометрическая схема системы отопления -А1 регистр системы отопления –А3, радиатор системы отопления –А3</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кузьмина Н.Г., ст. преп. каф. менеджмента
Социальная ответственность	Василевский М.В., доцент каф. ЭБЖ

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	26.04.2017 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Бульба Е.Е.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2Б1	Бобровский А.А.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группы	ФИО
3-5Б2Б1	Бобровскому Артёму Александровичу

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ТПТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Должностной оклад научного руководителя - 19500 руб. Должностной оклад инженера – 17000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизации – 20%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка по отчислениям во внебюджетные фонды – 30% от ФОТ
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Планирование НИР
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Смета затрат на проектирование
3. Определение ресурсной(ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет экономической эффективности проекта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.03.2017
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	Кузьмина Н.Г.			10.03.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2Б1	Бобровский А.А.		10.03.2017

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группы	ФИО
3-5Б2Б1	Бобровскому Артёму Александровичу

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ТПТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	<u>13.03.01</u> Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Разработка системы теплоснабжения
--	-----------------------------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Общие положения	Определение социальной ответственности, рассмотрение регламентов на охрану окружающей среды, техники безопасности и производственной санитарии
2. Характеристика объекта	- характеристика системы теплоснабжения рабочего цеха
3. Анализ источников опасностей и вредностей	- микроклимат - шум -вибрация -поражение электрическим током -расчет естественного освещения
4. Мероприятия по защите от вредных и опасных факторов	- применяемые мероприятия для защиты от опасных и вредных факторов
5. Чрезвычайные ситуации	-выявление наиболее вероятной чрезвычайной ситуации и действия по ее устранению
6. Заключение	- формирование выводов и личного отношения к проблемам деградации окружающей среды

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Василевский М.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2Б1	Бобровский А. А.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 72 с., 8 рис., 22 табл., 30 источников.

Ключевые слова: тепловой баланс, тепловые потери, котельный агрегат, система отопления, отопительный прибор,

Объектом исследования является рабочий цех АО «КМЗ».

Цель работы – разработка системы теплоснабжения цеха с подбором отопительного оборудования. Температурный график – 90/70 °С.

В процессе исследования проводилось изучение ограждающих конструкций здания, климатические характеристики района строительства.

В результате исследования был произведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций, расчет тепловых потерь для цеха. На основании произведенных расчетов разработан план и аксонометрическая схема системы отопления, проведен тепловой расчет отопительных приборов и гидравлический расчет системы отопления. Произведен подбор отопительного оборудования, расчет теплового баланса котельного агрегата.

Основные конструктивные характеристики системы отопления: система отопления цеха двухтрубная тупиковая. Подающая и обратная магистрали прокладываются в верхней зоне помещений.

В качестве отопительных приборов приняты трубные регистры из стальных труб, располагающиеся на расстоянии 300 мм от пола. В помещениях 11 и 15 устанавливаем чугунные секционные радиаторы марки МС-140-108, на расстоянии 200 мм от пола.

Степень внедрения: система теплоснабжения рабочего цеха находится на стадии проектирования.

В будущем планируется внедрение системы теплоснабжения и установка котельного агрегата в цеху, что подтверждает актуальность и практическую значимость темы работы.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	13
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	14
1.1 Климатические характеристики района проектирования.....	14
1.2 Определение нормируемого термического сопротивления ограждающих конструкций.....	14
2 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ..	19
2.1 Теплотехнический расчет наружных стен.....	19
2.2 Теплотехнический расчет окон.....	21
2.3 Теплотехнический расчет пола.....	21
2.4 Теплотехнический расчет наружных дверей.....	22
2.5 Теплотехнический расчет кровли.....	23
3 РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ.....	24
4 КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЦЕХА.....	27
5 РАСЧЕТ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ.....	29
6 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ.....	32
7 ПОДБОР ЦИРКУЛЯЦИОННОГО НАСОСА СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ..	37
8 ПОДБОР ОТОПИТЕЛЬНОГО ВОДОГРЕЙНОГО КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА И РАСЧЕТ ТЕПЛООВОГО БАЛАНСА.....	38
9 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	46
9.1 Планирование НИР.....	46
9.2 Смета затрат на проектирование.....	47
9.2.1 Материальные затраты.....	48
9.2.2 Затраты на оплату труда.....	48
9.2.3 Отчисления на социальные нужды.....	50
9.2.4 Амортизация основных фондов и нематериальных активов.....	50
9.2.5 Прочие затраты.....	51
9.2.6 Накладные расходы.....	52

9.3 Расчет экономической эффективности проекта.....	52
10 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	55
10.1 Характеристика объекта.....	56
10.2 Анализ источников опасностей и вредностей.....	57
10.3 Мероприятия по защите от вредных и опасных факторов.....	61
10.3.1 Защита персонала от тепловых излучений температур.....	61
10.3.2 Защита персонала от шума и вибрации.....	61
10.3.3 Защита персонала от вредных выбросов.....	62
10.3.4 Защита персонала от поражения электрическим током.....	63
10.3.5 Пожарная безопасность.....	63
10.3.6 Оценка естественного освещения помещения.....	64
10.4 Чрезвычайные ситуации.....	66
10.5 Заключение.....	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	70
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	71
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 РАСЧЕТ ТЕПЛОПОТЕРЬ ЗДАНИЯ.....	73

ВВЕДЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа посвящена проектированию теплоснабжения рабочего цеха АО «КМЗ», расположенного в г. Кемерово, с подбором водогрейного отопительного котельного агрегата.

Цех представляет собой существующее одноэтажное здание, высота в свету составляет 5,4 м для машзала и смежных помещений, высота помещений преимущественно административного назначения – 3,3 м.

Актуальность темы выпускной квалификационной работы обусловлена тем, что система отопления является обязательным условием обеспечения комфортных условий для деятельности людей в здании. Перевод здания на автономный источник теплоснабжения позволит повысить надежность теплоснабжения, исключить потери при транспортировке теплоносителя по протяженным тепловым сетям, снизить себестоимость тепловой энергии.

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование систем отопления рабочего цеха АО «КМЗ», расположенного в г. Кемерово с переводом здания на автономный источник теплоснабжения. Для реализации поставленной цели предполагается решение следующих задач:

1. Расчет тепловых потерь зданием
2. Конструирование системы отопления рабочего цеха АО «КМЗ», расположенного в г. Кемерово
3. Гидравлический расчет системы отопления и тепловой расчет отопительных приборов
4. Подбор отопительного оборудования (водогрейного котельного агрегата, циркуляционного насоса)

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Климатические характеристики района проектирования

1. Средняя температура наиболее холодной пятидневки: $t = - 39 \text{ }^{\circ}\text{C}$ [1]
2. Средняя температура отопительного периода: $t = - 6,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ [1]
3. Продолжительность отопительного периода: $z = 243$ суток [1]
4. Расчетная скорость ветра: $v = 3,4$ м/с [1]

1.2 Определение нормируемого термического сопротивления ограждающих конструкций

Строительство зданий должно осуществляться в соответствии с требованиями к тепловой защите зданий для обеспечения установленного для проживания и деятельности людей микроклимата в здании, необходимой надежности и долговечности конструкций, климатических условий работы технического оборудования при минимальном расходе тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий за отопительный период.

Долговечность ограждающих конструкций следует обеспечивать применением материалов, имеющих надлежащую стойкость (морозостойкость, влагостойкость, биостойкость, стойкость против коррозии, высокой температуры, циклических температурных колебаний и других разрушающих воздействий окружающей среды), предусматривая в случае необходимости специальную защиту элементов конструкций, выполняемых из недостаточно стойких материалов.

При разработке отапливаемого здания большое внимание уделяется конструкции наружных ограждений и оценки их термического сопротивления.

$$R_o = \frac{1}{k}, \quad (1)$$

Правильно выбранная конструкция обеспечит требуемый микроклимат и экономичность конструкции здания.

При отклонении величины R_o ограждения, принятого в архитектурно – строительном проекте, от R_{mp} для заданного района постройки более чем 10% в конструкцию ограждения вносятся соответствующие изменения. Для других ограждений здания значение термодинамического сопротивления и коэффициента теплопередачи принимается по данным справочной литературы.

Влажностный режим помещений зданий в холодный период года в зависимости от относительной влажности и температуры внутреннего воздуха следует устанавливать по таблице 1 [2].

Таблица 1 - Влажностный режим помещений зданий

Влажностный режим помещений зданий	
Режим	Влажность внутреннего воздуха, %; при температуре, °С
Нормальный	Свыше 50 до 60

Условия эксплуатации ограждающих конструкций А или Б в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности района строительства, необходимые для выбора теплотехнических показателей материалов наружных ограждений, следует устанавливать по таблице 2 [2].

Таблица 2 - Условия эксплуатации ограждающих конструкций

Условия эксплуатации ограждающих конструкций	
Влажностный режим помещения	Условия эксплуатации А и Б в зоне влажности
	Сухой
Нормальный	А

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_o следует принимать в соответствии с заданием на проектирование, но не менее требуемых значений, R_{mp_o} , определяемых исходя из санитарно-

гигиенических и комфортных условий по формуле (1) и условий энергосбережения — по [2] табл. 3.

Таблица 3 - Минимальные значения сопротивления теплопередаче

Минимальные значения сопротивления теплопередаче					
Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций не менее $R_{0}^{тп}$, м ² ·°С/Вт			
		Стены	Покровытий и перекрытий над проездами	Перекрытия чердачных, над холодными подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей
Производственные с сухим и нормальным режимами	2000	1,4	2,0	1,4	0,25
	4000	1,8	2,5	1,8	0,3
	6000	2,2	3,0	2,2	0,35
	8000	2,6	3,5	2,6	0,4
	10000	3,0	4,0	3,0	0,45
	12000	3,4	4,5	3,4	0,5

Термическое сопротивление наружных ограждений отапливаемых зданий R_0 должно быть не менее требуемого сопротивления $R_0^{тп}$, которое определяется в соответствии с условиями энергосбережения по формуле:

$$R_0^{тп} = a \cdot ГСОП + b, \quad (2)$$

где a, b - коэффициенты, значения которых следует принимать по [2] табл.4.

Таблица 4 - Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций				
Здания и помещения: Производственные с сухим и нормальным режимами	Стены	Покрытия и перекрытия над проездами	Перекрытия над неотапливаемыми подпольями и подвалами	Окна, балконные двери
<i>a</i>	0,0002	0,000025	0,0002	0,000025
<i>b</i>	1,0	1,5	1,0	0,2

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП) следует определять по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{ср}}) \cdot z, \quad (3)$$

где $t_{\text{в}}$ - расчетная температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая согласно ГОСТ12.1.005-88* и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений;

$t_{\text{ср}}$, z - средняя температура, °С, и продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8 °С по [1].

Таблица 5 - Нормативный температурный перепад

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад $\Delta t^{\text{н}}$, °С, для		
	наружных стен и чердачных перекрытий	покрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями
Производственные с сухим и нормальным режимами	$t_{\text{в}} - t_{\text{п}}$, но не более 7	0,8 ($t_{\text{в}} - t_{\text{п}}$), но не более 6	2,5

Таблица 6 - Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура, °С				Оснosit.влажность		Скор.движ., м/с		
		Оптимальная	Допустимая		Оптимальная	Допуст.на рабочих местах	Оптим., не более	Доп.на раб.мес. пост. и непост.		
			Верхняя граница	Нижняя граница						
			На рабочих местах							
Постоя	Непост	Постоя	Непост							
Холодный	I а	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	Не более 0,1
Теплый	I а	23-25	28	30	22	20	40-60	55 (при 28°С)	0,1	0,1-0,2

t_b - то же, что в формуле (3);

t_p - температуры точки росы, °С, при расчетной температуре и относительной влажности внутреннего воздуха принимаемым по ГОСТ 12.1.005-88, СНиП 2.04.-5-91 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений.

Таблица 7 - Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций в соответствии с условиями энергосбережения

Наименование помещения	t_b	t_n	$t_{от.пер.}$	$Z_{от.пер.}$	Крыша		Наружные стены		Окна	
					ГСОП	$R_{o^{TP}}$	ГСОП	$R_{o^{TP}}$	ГСОП	$R_{o^{TP}}$
Машзал	22	-39	-6,9	243	7022,7	1,68	7022,7	2,40	7022,7	0,38
Кабинет, раздевалка	21	-39	-6,9	243	6779,7	1,67	6779,7	2,36	6779,7	0,37
Тамбур, техпомещения	20	-39	-6,9	243	6536,7	1,66	6536,7	2,31	6536,7	0,36

2 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

2.1 Теплотехнический расчет наружных стен

Коэффициент теплопередачи ограждения определяется по формуле[3]

$$K = \frac{1}{R_{o.пр}}, \quad (4)$$

где $R_{o.пр}$ – приведенное сопротивление теплопередаче ограждения, $\frac{K \cdot m^2}{Вт}$.

$$R_{o.пр} = R_{в} + R_{к} + R_{н} = \frac{1}{\alpha_{в}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{н}}, \quad (5)$$

где $R_{в}, R_{н}$ – сопротивление теплообмену на внутренней и наружной поверхностях ограждения, $\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$;

$R_{к}$ – термическое сопротивление материальных слоев ограждающей конструкции, $\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$;

$\alpha_{в}, \alpha_{н}$ – коэффициенты теплообмена на внутренней и наружной поверхностях ограждения, $\frac{Вт}{m^2 \cdot ^\circ C}$;

δ_i – толщина слоя материала в ограждении, м;

λ_i – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, $\frac{Вт}{m \cdot ^\circ C}$

Тепловая защита помещений цеха осуществляется наружными ограждениями. Конструкция наружной стены основного помещения представлена на рисунке 1. Теплофизические свойства материалов ограждения приведены в таблице 8.

Таблица 8 - Характеристики материалов наружных стен

Номер слоя	Наименование материала	δ , м	λ , Вт/(м °С)
1	Сендвич-панель	0,12	0,038
2	Штукатурка	0,01	0,58
3	Силикатный кирпич	0,25	0,76
4	Штукатурка	0,01	0,58

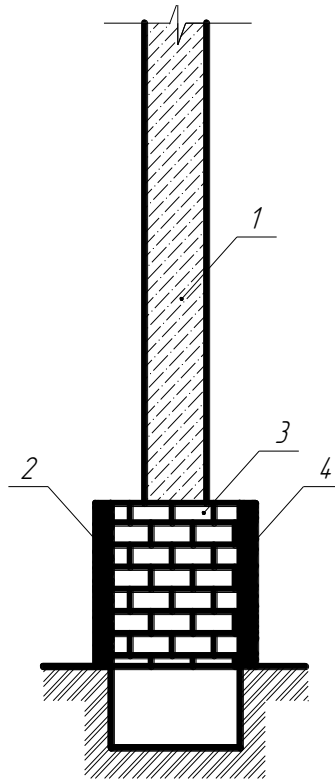


Рисунок 1 - Конструкция наружной стены основного помещения

Величина сопротивления теплопередаче данного ограждения вычисляется по формуле (5)[3]:

$$R_{н.с.} = \frac{1}{\alpha_{в}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{н}}$$

где $\alpha_{в}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$, принимаем $\alpha_{в} = 8,7 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$ [2];

$\alpha_{н}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, $\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$, принимаем $\alpha_{н} = 23 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$ [2];

Сопротивление теплопередаче сэндвич-панели:

$$R_{с.п.} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,12}{0,038} + \frac{1}{23} = 3,32 \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$$

Коэффициент теплопередачи сэндвич-панели определяем по формуле:

$$K_{с.п.} = \frac{1}{R_{с.п.}} = \frac{1}{3,32} = 0,3 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$$

Сопротивление теплопередаче наружной стены:

$$R_{\text{н.с.}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,58} + \frac{0,25}{0,76} + \frac{0,01}{0,58} + \frac{1}{23} = 0,52 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$$

Коэффициент теплопередачи наружной стены определяем по формуле:

$$K_{\text{н.с.}} = \frac{1}{R_{\text{н.с.}}} = \frac{1}{0,5} = 1,916 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}$$

2.2 Теплотехнический расчет окон

Для конструкций окон цеха принимаем сопротивление теплопередаче для одинарного остекления $R_{\text{о.о.}}=0,38 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$ и $R_{\text{д.о.}}=0,51 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$ для двойного остекления [2].

Коэффициент теплопередачи одинарного и двойного остекления соответственно:

$$K_{\text{о.о.}} = \frac{1}{R_{\text{о.о.}}} = \frac{1}{0,38} = 2,63 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$$

$$K_{\text{д.о.}} = \frac{1}{R_{\text{д.о.}}} = \frac{1}{0,51} = 1,96 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$$

2.3 Теплотехнический расчет пола

Пол первого этажа располагается на грунте, основанием которого служит утрамбованный песок, такой пол считается неутепленным. При расчете неутепленного пола на грунте площадь пола разбивают на расчетные зоны.

Сопротивление теплопередаче для каждой зоны определяют как:

$$\text{- I зона } R_{\text{о.пр}}^{\text{I}} = 2,1 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}};$$

$$\text{- II зона } R_{\text{о.пр}}^{\text{II}} = 4,3 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}};$$

$$\text{- III зона } R_{\text{о.пр}}^{\text{III}} = 8,6 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}};$$

$$\text{- IV зона } R_{\text{о.пр}}^{\text{IV}} = 14,2 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}.$$

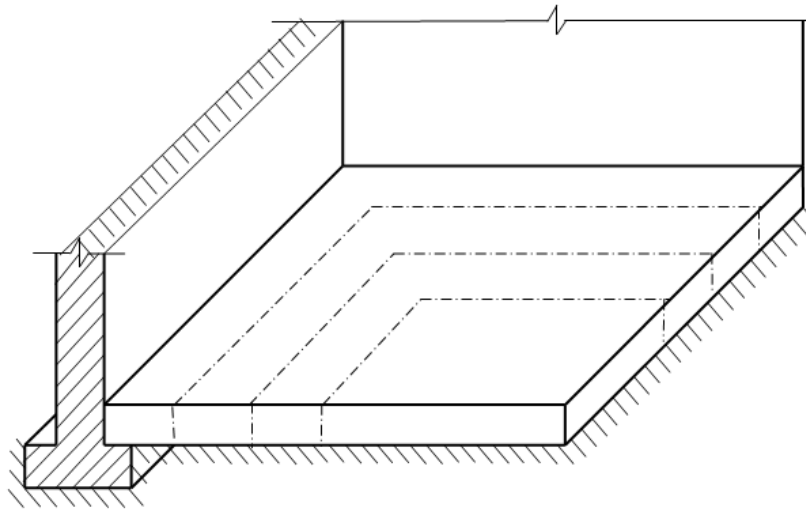


Рисунок 2 - Расчетные зоны пола

Коэффициент теплопередачи каждой зоны определяют по формуле[3]:

$$K_{н.п.}^I = \frac{1}{R_{о.пр.}^I} = \frac{1}{2,1} = 0,476 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}};$$

$$K_{н.п.}^{II} = \frac{1}{R_{о.пр.}^{II}} = \frac{1}{4,3} = 0,233 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}};$$

$$K_{н.п.}^{III} = \frac{1}{R_{о.пр.}^{III}} = \frac{1}{8,6} = 0,116 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}};$$

$$K_{н.п.}^{IV} = \frac{1}{R_{о.пр.}^{IV}} = \frac{1}{14,2} = 0,070 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}.$$

2.4 Теплотехнический расчет наружных дверей

Сопротивление теплопередаче для дверей определяют как:

$$R_{дв}(R_{вор}) = 0,6 \cdot R_{н.с.}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \quad (6)$$

Сопротивление теплопередаче для дверей основного помещения:

$$R_{дв}(R_{вор}) = 0,6 \cdot 1,92 = 1,152 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

2.5 Теплотехнический расчет кровли

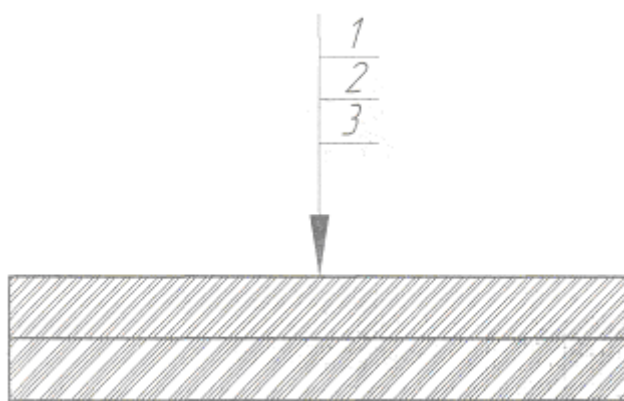


Рисунок 3 - Конструкция кровли

Таблица 9 - Характеристики материалов кровли

Номер слоя	Наименование материала	δ , м	λ , Вт/(м °С)
1	Утеплитель "ISORUF" (жесткий)	0,05	0,048
2	Утеплитель "ISORUF" (мягкий)	0,05	0,045
3	Профнастил Н60-840-0,7	0,0007	17,5

Величина сопротивления теплопередаче данного ограждения вычисляется по формуле:

$$R_{в.с.} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{0,048} + \frac{0,05}{0,045} + \frac{0,0007}{17,5} + \frac{1}{12} = 2,35 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}.$$

Коэффициент теплопередачи внутренней стены:

$$K_{н.с.} = \frac{1}{R_{н.с.}} = \frac{1}{2,35} = 0,425 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}$$

3 РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ

Основные теплотери через ограждающие конструкции помещений Q_o , Вт, складываются из теплотерь через отдельные ограждения или их части площадью $F_{огр}$, м²,

$$Q_o = K \cdot F_{огр} \cdot (t_{вн} - t_n) \cdot n, \quad (7)$$

где K – коэффициент теплопередачи ограждения, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$;

$t_{вн}$ – температура воздуха внутри помещения, °С;

$t_{н.о}$ – расчетная температура наружного воздуха на отопление;

n – коэффициент уменьшения расчетной разности температур, учитывающий положение наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху.

Теплотери через ограждающие конструкции помещений с учетом дополнительных теплотерь $Q_{огр}$, Вт, определяются путем умножения значений основных теплотерь на коэффициент добавочных теплотерь $(1 + \sum \beta)$ [2]:

$$Q_{огр} = K \cdot F_{огр} \cdot (t_{вн} - t_{но}) \cdot n \cdot (1 + \sum \beta), \quad (8)$$

где β – коэффициент, учитывающий добавочные теплотери сверх основных теплотерь через ограждения (в долях основных теплотерь).

Для удобства все данные по расчету теплотерь ведутся в табличной форме (Приложение 1).

Графа 1 – номер помещения

В графе 2 указаны теплоограждающие конструкции.

В графе 3 указывается ориентация ограждающих конструкций по сторонам света:

Север – С; Восток – В; Запад – З; Юг – Ю.

В графу 4* вносятся данные о размерах ограждающих конструкций и их количестве.

*При определении площади стен площадь окон вычитаем, поэтому окна рассчитываем отдельно. Аналогично поступаем с другими неоднородными ограждениями.

В графе 5 производится подсчет площади ограждения по данным графы 4.

В графу 6 записываются разность расчетных внутренних и наружных температур в градусах Цельсия (расчетный перепад температур).

В графу 7 вносятся коэффициент уменьшения расчетной разности температур.

В графу 8 вписываются коэффициенты теплопередачи ограждающих конструкций, определенные ранее.

Графа 9** – основные теплопотери ограждений.

**Если теплопотери, полученные по формуле, имеют знак «минус» то фактически они равны теплопоступлению в данную комнату через данное ограждение.

В графы 10, 11, 12 вносятся значения добавок.

Так, в графе 10 вводится значение добавок на ориентацию ограждения по сторонам света. Для северной и западной сторон принимаем добавку, равную 0,15, а для восточной – 0,1 [4].

В графе 11 вводится поправка на ветер.

В графе 12 учитываются прочие добавки, например, добавка на высоту помещений. Суммарные теплопотери через все ограждения высоких помещений увеличиваются на 0,02 на каждый 1 м высоты сверх 4 м [2].

При наличии в помещении двух и более наружных стен вводим дополнительно надбавку в размере 0,05 к основным теплопотерям [2].

В графе 13 подсчитывается коэффициент добавочных теплопотерь по данным граф 10, 11, 12.

Определяют теплопотери с учетом добавочных теплопотерь и заносят в графу 14.

Суммарные потери зданием:

$$Q_{\Sigma} = Q_{\text{инф}} + Q_{\text{пот}}, \text{ Вт} \quad (9)$$

где $Q_{\text{инф}}$ - потери инфильтрацией,

$Q_{\text{пот}}$ - потери через ограждающие конструкции.

Потери инфильтрацией определяются как доля теплотерь через ограждения

$$Q_{\text{инф}} = \mu \cdot Q_0, \quad (10)$$

где μ – коэффициент инфильтрации[4]:

$$\mu = b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_{\text{св}} \cdot \left(1 - \frac{T_{\text{н}}}{T_{\text{в}}}\right) + \omega_{\text{в}}^2} \quad (11)$$

где $b=0,035$ – постоянный коэффициент инфильтрации [2];

$H_{\text{св}}$ – свободная высота помещения, м;

$T_{\text{вн}}$ - температура воздуха в помещении, К;

$T_{\text{н}}$ - расчетная температура наружного воздуха, К;

$w_{\text{в}}$ – скорость ветра, м/с;

Для помещений 1-6:

$$\mu = 0,035 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 5,4 \cdot \left(1 - \frac{(273 - 39)}{(273 + 20)}\right) + 3,4^2} = 0,2.$$

Для остальных помещений:

$$\mu = 0,035 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3,3 \cdot \left(1 - \frac{(273 - 39)}{(273 + 20)}\right) + 3,4^2} = 0,174.$$

Необходимый, для расчета основных теплотерь, план здания, его ориентация по сторонам света и нумерация помещений приведены в графической части на листе 1.

Суммарные потери тепла зданием составляют:

$$Q_{\Sigma} = 56152 \text{ Вт}$$

4 КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЦЕХА

Система отопления цеха двухтрубная тупиковая. Подающая и обратная магистрали прокладываются в верхней зоне помещений в нижней части помещений. Параметры теплоносителя 90/70°C.

В качестве отопительных приборов приняты трубные регистры из стальных труб, располагающиеся на расстоянии 300 мм от пола. Регистр – это прибор, состоящий из нескольких параллельно соединенных стальных труб, образующих каналы для теплоносителя. Данный вид отопительных приборов характеризуется высокими значениями коэффициента теплопередачи[5].

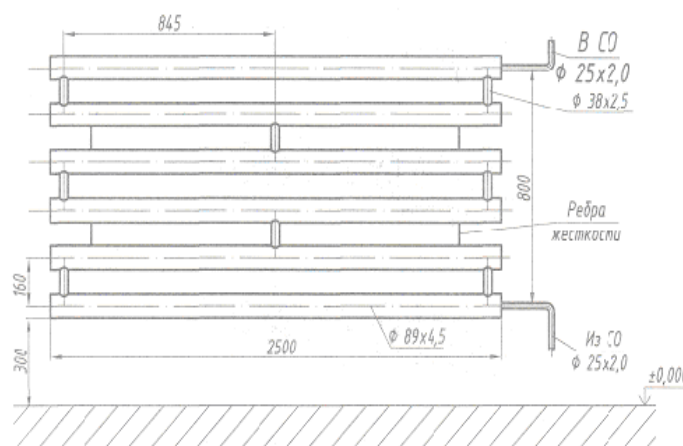


Рисунок 4 - Конструкция регистра

На подводках регистров установлены шаровые краны с дренажом для спуска воды. В помещениях 11 и 15 устанавливаем чугунные секционные радиаторы марки МС-140-108, на расстоянии 200 мм от пола. Отопительные приборы опорожняются с помощью штуцеров. Спуск воздуха предусмотрен из верхних точек через воздухоотводчики. Трубопроводы системы отопления выполнены из гладких стальных труб по ГОСТ 3262-75[6].

Характеристики радиаторов МС-140-108[7]:

- тип радиатора – секционный,
- длина секции – 108 мм;
- строительная высота – 588 мм;

- глубина – 140 мм;
- площадь поверхности нагрева одной секции – 0,244 м²;
- номинальный тепловой поток – 0,185 кВт;
- масса одной секции – 7,62 кг.

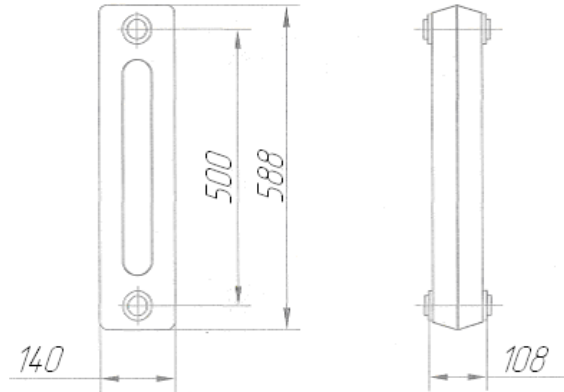


Рисунок 5 - Схема радиатора MC-140-108

Подбор количества секций отопительных приборов для каждого помещения ведется на основании полученных теплопотерь для этих помещений. Число секций отопительного прибора и соответственно число отопительных приборов определяется по формуле[8]:

$$n = \frac{Q_i}{Q_{\text{секции}}}, \quad (12)$$

где Q_i - теплопотери данного помещения, Вт;

$Q_{\text{секции}}$ - тепловой поток секции, Вт.

Расчетный расход сетевой воды на отопление определяем по формуле:

$$G'_0 = \frac{Q'_0}{C_v \cdot (\tau_{10} - \tau_{20})}, \quad (13)$$

где Q'_0 - расчетная тепловая нагрузка на отопление, Вт;

τ_{10} и τ_{20} - температуры теплоносителя соответственно на входе и выходе из системы отопления °С,;

C_v – теплоемкость воды, $C_v = 4,19 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$.

Расход равен:

$$G'_0 = \frac{56152}{4,19 \cdot 10^3 \cdot (90 - 70)} = 0,67 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 2412 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}.$$

5 РАСЧЕТ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Тепловой расчет приборов заключается в определении площади нагревательной поверхности каждого прибора, обеспечивающий необходимый тепловой поток от теплоносителя в помещение, т.е. геометрических характеристик приборов.

Расчет проводится при температуре теплоносителя, внутреннего контура циркуляции цеха $t_{\Gamma}=90\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_0=70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Средняя температура в приборе определяется как:

$$t_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (t_{\text{вх}} + t_{\text{вых}}) = 0,5 (t_{\Gamma} + t_0), \quad (14)$$

где t_{Γ} - расчетная температура горячей воды, поступающей в систему отопления.

t_0 - расчетная температура охлажденной воды, уходящей из системы отопления.

Поверхностная плотность теплового потока $q_{\text{пр}}$, $\frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч}}$, передаваемого через 1 м^2 площади отопительного прибора определяется по формуле[9]:

$$q_{\text{пр}} = k_{\text{пр}} \cdot \Delta t_{\text{ср}}, \quad (15)$$

где $k_{\text{пр}}$ - коэффициент теплопередачи отопительного прибора.

Для гладкотрубных регистров $k_{\text{пр}} \geq 10 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^{\circ}\text{C}}$.

Расчетная площадь труб отопительного прибора:

$$A_{\text{р}} = \frac{Q_{\text{расч}}}{q_{\text{пр}}}, \text{ м}^2 \quad (16)$$

где $Q_{\text{расч}}$ - расчетная тепловая потребность отапливаемого помещения.

Число отопительных приборов принятых к установке определяют как

$$m = \frac{A_p}{n \cdot l \cdot \pi \cdot d_n}, \quad (17)$$

где n – число ярусов греющих труб, принимаем $n=6$.

l – длина труб отопительного прибора,

d_n – наружный диаметр труб.

Приведем пример расчета для отопительных приборов машинного зала.

Средняя температура воды в приборе по формуле:

$$t_{cp} = 0,5 \cdot (t_r + t_o) = 0,5 \cdot (90 + 70) = 80 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Средняя разность температуры при теплоносителе воде Δt_{cp} :

$$\Delta t_{cp} = t_{cp} - t_b = 80 - 23 = 57 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Тогда поверхностную плотность теплового потока находим по формуле:

$$q_{пп} = 10 \cdot 57 = 570 \text{ ккал} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч}) = 662,9 \text{ Вт} / \text{м}^2$$

Площадь поверхности нагрева отопительного прибора (машинный зал):

$$A_p = \frac{2964}{662,9} = 4,5 \text{ м}^2.$$

Основным элементом отопительного прибора выбрана стальная труба $D_n = 89 \times 4,5$.

Определяем длину отопительных приборов в машинном зале:

$$l = \frac{4,5}{6 \cdot \pi \cdot 0,089} = 2,7$$

Расчет выполнен в табличной форме, результаты расчета приведены в таблице 10.

Приборы размещены у поверхностей наружных стен помещения цеха. На основе расположения отопительных приборов по помещениям здания, разработана схема системы отопления (аксонометрическая схема).

Таблица 10 – Расчет отопительных приборов

№ стояка	Q, Вт	Тип прибора	Δt , °C	$t_{вн}$, °C	$\Delta t_{ср}$, °C	$q_{пр}$, Вт/м ²	A_p , м ²	$d_{нар}$, м	n	l, м
Ст1	2789	регистр	80	23	57	662,91	4,2	0,089	6	2,5
Ст2	2789	регистр	80	24	56	662,91	4,2	0,089	6	2,5
Ст3	2789	регистр	80	25	55	662,91	4,2	0,089	6	2,5
Ст4	2789	регистр	80	26	54	662,91	4,2	0,089	6	2,5
Ст5	2789	регистр	80	27	53	662,91	4,2	0,089	6	2,5
Ст6	2789	регистр	80	28	52	662,91	4,2	0,089	6	2,5
Ст7	2789	регистр	80	29	51	662,91	4,2	0,089	6	2,5
Ст8	2789	регистр	80	30	50	662,91	4,2	0,089	6	2,5
Ст9	2608	регистр	80	31	49	663,91	3,9	0,089	6	2,3
Ст10	2387	регистр	80	32	48	664,91	3,6	0,089	6	2,1
Ст15	5635	регистр	80	37	43	662,91	8,5	0,089	6	5,1
Ст16	2979	регистр	80	38	42	662,91	4,5	0,089	6	2,7
Ст17	2979	регистр	80	39	41	662,91	4,5	0,089	6	2,7
Ст18	2122	регистр	80	40	40	662,91	3,2	0,089	6	1,9
Ст19	2122	регистр	80	41	39	662,91	3,2	0,089	6	1,9
Ст20	1717	регистр	80	42	38	662,91	2,6	0,089	6	1,5
Ст21	1717	регистр	80	43	37	662,91	2,6	0,089	6	1,5
Ст22	1717	регистр	80	44	36	662,91	2,6	0,089	6	1,5
Ст23	1717	регистр	80	45	35	662,91	2,6	0,089	6	1,5
Ст11	2208	радиатор							12	
Ст12	2208	радиатор							12	
Ст13	778	радиатор							4	
Ст14	943	радиатор							5	

6 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

На основе расчетной аксонометрической схемы системы отопления выполнен гидравлический расчет системы.

Гидравлический расчет основан на принципе установившегося движения воды в системе отопления. Разность давлений полностью расходуется на преодоление сопротивления трения по длине труб и местных сопротивлений.

Целью расчета является определение диаметров участков теплопроводов при расчетных расходах теплоносителя и потерь давления в системе отопления[10].

Этапы проведения гидравлического расчета:

1) Зная тепловую нагрузку на каждом из участков, определяем расчетный расход теплоносителя на каждом участке главного циркуляционного кольца, при этом пользуемся аксонометрической схемой системы отопления.

$$G_i = \frac{3,6 \cdot Q_i}{C_v \cdot (\tau_{10} - \tau_{20})}, \text{ Вт} \quad (18)$$

2) Далее, пользуясь аксонометрической схемой, определяем длины всех необходимых участков.

3) Предварительно задаемся скоростью движения теплоносителя из рекомендуемого диапазона.

Из формулы для определения расхода теплоносителя

$$G_i = \frac{\pi \cdot d_i^2}{4} \cdot \rho \cdot w_i, \text{ кг/с} \quad (19)$$

где ρ - средняя плотность теплоносителя.

Находим диаметр трубопровода[10]:

$$d_i = \sqrt{\frac{4 \cdot G_i}{\pi \cdot \rho \cdot w_i}}, \text{ м} \quad (20)$$

По полученному диаметру выбираем ближайший стандартный.

4) Пересчитываем значение скорости на стандартный диаметр по формуле:

$$w_i = \frac{4 \cdot G_i}{\pi \cdot d_i^2 \cdot \rho}, \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (21)$$

5) Определение суммарных потерь по длине и на местные сопротивления[10]:

$$\Delta p_i = \Sigma(R \cdot l + Z), \text{ Па.} \quad (22)$$

где l - длина расчетного участка наименее выгодного циркуляционного кольца

трубопровода, м;

R – удельные потери от трения, $\frac{\text{Па}}{\text{м}}$;

Z – потери давления в местных сопротивлениях расчетного участка, Па.

Величину R находим по формуле[11]:

$$R = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2}, \quad (23)$$

где λ – безразмерный коэффициент сопротивления трению о стенки трубы теплоносителя;

w – скорость потока, $\frac{\text{м}}{\text{с}}$;

d – внутренний диаметр трубы, м;

ρ – плотность среды, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Коэффициент гидравлического трения λ , определяем в зависимости от числа Рейнольдса для каждого участка. Т.к. $Re > 10000$, режим течения турбулентный. При турбулентном режиме течения коэффициент гидравлического трения определяется по формуле[12]:

$$\lambda_i = 0,11 \cdot \left(68 \sqrt[4]{Re} + \frac{\Delta_{\text{э}}}{d} \right)^{0,25}, \quad (24)$$

Где значение абсолютной эквивалентной шероховатости (для новой стальной сварной трубы) $\Delta_{\text{э}} = 0,2$ мм.

Потери давления в местных сопротивлениях Z в Па определяются количеством единиц коэффициентов местных сопротивлений ζ и скоростью движения теплоносителя по формуле:

$$Z = \sum \zeta \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} \quad (25)$$

где $\sum \zeta$ - сумма местных сопротивлений на расчетном участке.

Гидравлический расчет проводили, используя вспомогательные таблицы, составленные при усредненной плотности воды ρ_{cp} с учетом зависимости коэффициента гидравлического трения от режима движения воды.

Первоначально выбирают и рассчитывают основное циркуляционное кольцо. После расчета основного циркуляционного кольца выполняют гидравлический расчет промежуточных колец, проходящих через средний и ближний стояки. Так как кольца циркуляции через промежуточные стояки имеют с основным кольцом общие участки, диаметры которых подобраны при расчете основного кольца, для дополнительных колец определяются диаметры труб остальных участков этих колец.

Потери давления в любом кольце циркуляции через промежуточные стояки должны равняться потерям давления в главном циркуляционном кольце.

$$\sum (Rl + Z)_{\text{доп.ст}} = \sum (Rl + Z)_{\text{осн}} \quad (26)$$

При расчете систем отопления с тупиковым движением воды в магистралях невязка по потерям давления не должна превышать 25%. Невязка более $\pm 25\%$ может привести к разрегулировке системы отопления или перераспределению расходов. Регулирование распределения расходов осуществляется при помощи балансировочных кранов на подводке к отопительным приборам. Расчет выполнен в табличной форме. Результаты расчета приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Гидравлический расчет системы отопления

N, п/п	Q, Вт	G, кг/ч	dy, мм	v, м/с	$\sum \xi$	Re	λ	R, Па/м	l, м	$p_{\text{д}}$, Па	Z, Па	Rl, Па	(Rl+Z), Па
1	31725	1362,9	40	0,30	3	1392569	0,029	33,3	3,5	45,4	136,3	116,7	253,0
2	22314	958,6	40	0,21	3	688894	0,029	16,5	7,5	22,5	67,4	124,0	191,5
3	19525	838,8	40	0,19	1,5	527435	0,029	12,7	2	17,2	25,8	25,4	51,2
4	16735	718,9	25	0,41	1,5	992008	0,033	109,4	7,5	82,8	124,3	820,6	944,8
5	13946	599,1	25	0,34	1,5	688894	0,033	76,0	2	57,5	86,3	152,1	238,4
6	11157	479,3	25	0,27	1,5	440892	0,033	48,8	7,5	36,8	55,2	365,7	420,9
7	8368	359,5	20	0,32	1,5	387503	0,035	88,5	2	50,6	75,8	176,9	252,8
8	5578	239,6	20	0,21	1,5	172224	0,035	39,5	3,5	22,5	33,7	138,3	172,0
9	2789	119,8	20	0,11	11,5	43056	0,036	10,2	4,5	5,6	64,6	45,7	110,3
9'	2789	119,8	20	0,11	11,5	43056	0,036	10,2	4,5	5,6	64,6	45,7	110,3
8'	5578	239,6	20	0,21	1,5	172224	0,035	39,5	3,5	22,5	33,7	138,3	172,0
7'	8368	359,5	20	0,32	1,5	387503	0,035	88,5	2	50,6	75,8	176,9	252,8
6'	11157	479,3	25	0,27	1,5	440892	0,033	48,8	7,5	36,8	55,2	365,7	420,9
5'	13946	599,1	25	0,34	1,5	688894	0,033	76,0	2	57,5	86,3	152,1	238,4
4'	16735	718,9	25	0,41	1,5	992008	0,033	109,4	7,5	82,8	124,3	820,6	944,8
3'	19525	838,8	40	0,19	1,5	527435	0,029	12,7	2	17,2	25,8	25,4	51,2
2'	22314	958,6	40	0,21	3	688894	0,029	16,5	7,5	22,5	67,4	124,0	191,5
1'	31725	1362,9	40	0,30	3	1392569	0,029	33,3	3,5	45,4	136,3	116,7	253,0
												Σ	5269,6
1	31725	1362,9	40	0,30	3	1392569	0,029	33,3	3,5	45,4	136,3	116,7	253,0
10a'	9412	404,3	20	0,36	3	490210	0,035	111,8	1,8	64,0	191,9	201,2	393,1
10	6803	292,3	20	0,26	1,5	256151	0,035	58,6	10,5	33,4	50,1	615,3	665,4
11	4417	189,7	20	0,17	1,5	107961	0,035	24,9	2,6	14,1	21,1	64,8	85,9
12	2208	94,9	20	0,08	11,5	26990	0,037	6,5	5,3	3,5	40,5	34,4	74,9
12'	2208	94,9	20	0,08	11,5	26990	0,037	6,5	5,3	3,5	40,5	34,4	74,9
11'	4417	189,7	20	0,17	1,5	107961	0,035	24,9	2,6	14,1	21,1	64,8	85,9
10'	6803	292,3	20	0,26	1,5	256151	0,035	58,6	10,5	33,4	50,1	615,3	665,4
10a'	9412	404,3	20	0,36	3	490210	0,035	111,8	1,8	64,0	191,9	201,2	393,1

1'	31725	1362,9	40	0,30	3	1392569	0,029	33,3	3,5	45,4	136,3	116,7	253,0
												Σ	2944,8
13	24426	1049,3	40	0,23	3	825506	0,029	19,8	14	26,9	80,8	277,2	358,0
14	17069	733,3	40	0,16	3	403114	0,029	9,7	6,5	13,2	39,5	63,1	102,6
15	14090	605,3	25	0,34	1,5	703194	0,033	77,6	2	58,7	88,1	155,2	243,3
16	11111	477,3	25	0,27	1,5	437284	0,033	48,4	6,5	36,5	54,8	314,3	369,1
17	8990	386,2	20	0,34	1,5	447235	0,035	102,0	2	58,4	87,5	204,1	291,6
18	6868	295,0	20	0,26	1,5	261039	0,035	59,7	6,5	34,1	51,1	388,1	439,2
19	5151	221,3	20	0,20	1,5	146835	0,035	33,8	2	19,2	28,7	67,5	96,2
20	3434	147,5	20	0,13	1,5	65260	0,036	15,2	4,2	8,5	12,8	63,9	76,6
21	1717	73,8	20	0,07	11,5	16315	0,038	4,0	6	2,1	24,5	24,3	48,8
21'	1717	73,8	20	0,07	11,5	16315	0,038	4,0	6	2,1	24,5	24,3	48,8
20'	3434	147,5	20	0,13	1,5	65260	0,036	15,2	4,2	8,5	12,8	63,9	76,6
19'	5151	221,3	20	0,20	1,5	146835	0,035	33,8	2	19,2	28,7	67,5	96,2
18'	6868	295,0	20	0,26	1,5	261039	0,035	59,7	6,5	34,1	51,1	388,1	439,2
17'	8990	386,2	20	0,34	1,5	447235	0,035	102,0	2	58,4	87,5	204,1	291,6
16'	11111	477,3	25	0,27	1,5	437284	0,033	48,4	6,5	36,5	54,8	314,3	369,1
15'	14090	605,3	25	0,34	1,5	703194	0,033	77,6	2	58,7	88,1	155,2	243,3
14'	17069	733,3	40	0,16	3	403114	0,029	9,7	6,5	13,2	39,5	63,1	102,6
13'	24426	1049,3	40	0,23	3	825506	0,029	19,8	14	26,9	80,8	277,2	358,0
												Σ	4050,9
13	24426	1049,3	40	0,23	3	825506	0,029	19,8	14	26,9	80,8	277,2	358,0
22	7357	316,1	20	0,28	3	299563	0,035	68,5	7	39,1	117,3	479,3	596,5
23	1722	74,0	20	0,07	1,5	16407	0,038	4,1	6,5	2,1	3,2	26,4	29,6
24	778	33,4	20	0,03	11,5	3354	0,046	1,0	4	0,4	5,0	4,0	9,1
24'	778	33,4	20	0,03	11,5	3354	0,046	1,0	4	0,4	5,0	4,0	9,1
23'	1722	74,0	20	0,07	1,5	16407	0,038	4,1	6,5	2,1	3,2	26,4	29,6
22'	7357	316,1	20	0,28	3	299563	0,035	68,5	7	39,1	117,3	479,3	596,5
13'	24426	1049,3	40	0,23	3	825506	0,029	19,8	14	26,9	80,8	277,2	358,0
												Σ	1986,5

7 ПОДБОР ЦИРКУЛЯЦИОННОГО НАСОСА СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Циркуляционный насос подбираем на расчетную производительность 2412 кг/ч и напор на преодоление гидравлических сопротивлений в системе $H=1,2$ м.вод.ст. Принимаем к установке 2 насоса WILO Star-STG 15/4 PN 10 (1 рабочий, 1 резервный)[14].

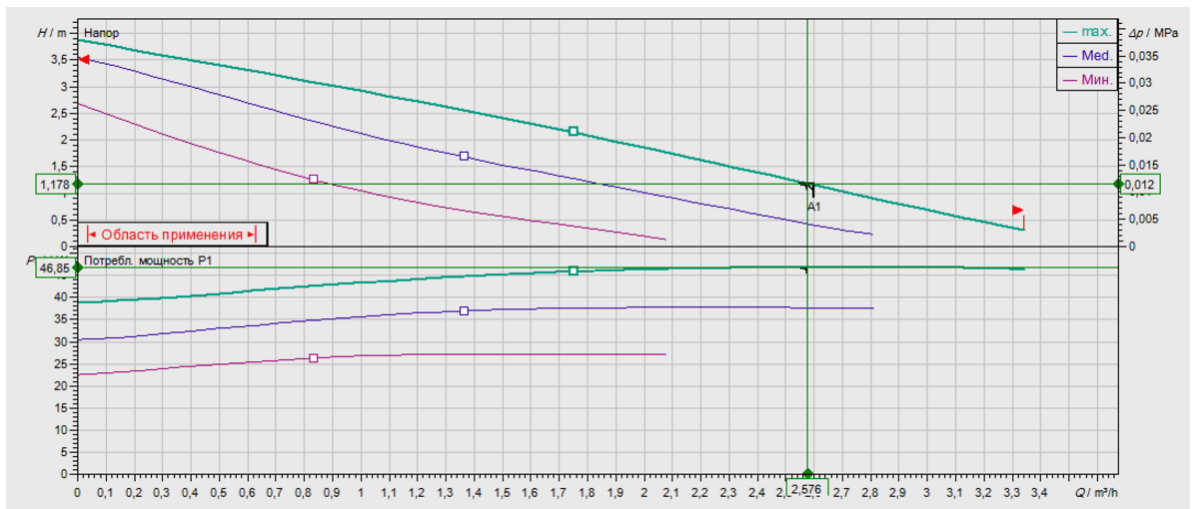


Рисунок 6 – Гидравлическая характеристика циркуляционных насосов[14]

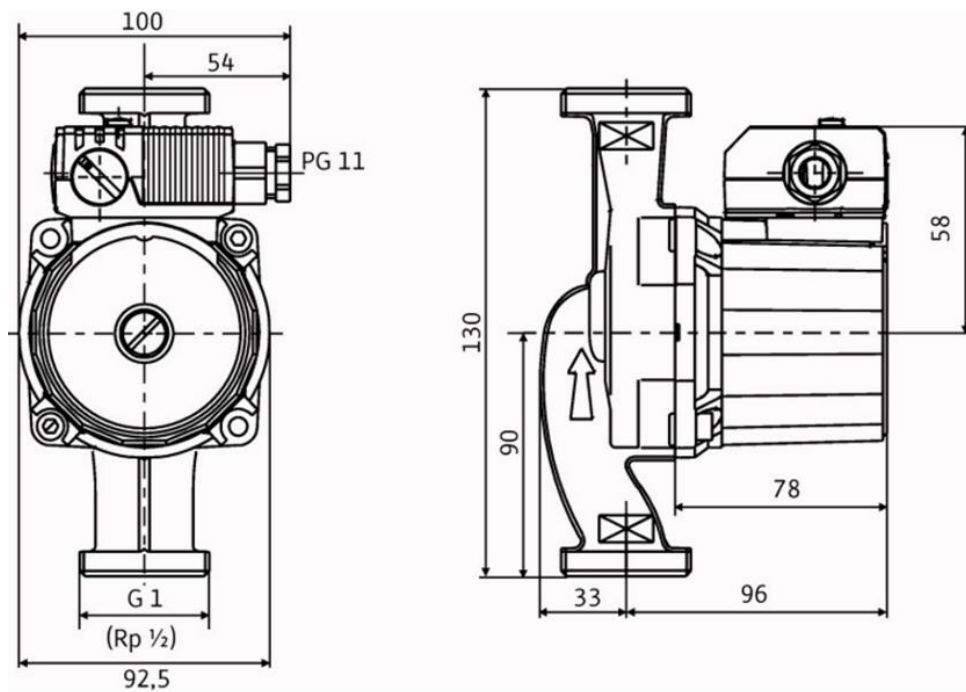


Рисунок 7 – Конструктивные характеристики циркуляционных насосов[13]

8 ПОДБОР ОТОПИТЕЛЬНОГО ВОДОГРЕЙНОГО КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА И РАСЧЕТ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА

Принимаем к установке отопительный водогрейный котельный агрегат Viessmann Vitoplex 300 (80 кВт)[15].

Конвективные поверхности нагрева в котельном агрегате расположены каскадно, что увеличивает показатель надежности системы теплоснабжения. Регулирование отпуска тепловой энергии осуществляется по принципу погодозависимой теплогенерации, т.е. изменением температуры теплоносителя в зависимости от температуры окружающей среды. При отсутствии тепловой нагрузки возможно полное отключение нагрева теплоносителя.

Коэффициент полезного действия брутто котельного агрегата может достигать 96%, если используется системы утилизации теплоты отходящих газов.

Три ступени газоходов котельного агрегата позволяют уменьшить выбросы оксидов азота, что особенно актуально при низких тепловых нагрузках котельного агрегата. Минимальный расход теплоносителя не ограничен за счет большого коэффициента наполнения. Котельный агрегат отличается простотой конструкции и легкостью монтажа.

При мощностях, не превышающих 0,3 МВт, отсутствует необходимость датчика уровня для контроля заполнения.

Котельный агрегат устанавливается в выгороженном помещении с оконным проемом. Удаление дымовых газов предусматривается по дымоходу в дымовую трубу диаметром 0,4 м и высотой 21 м. Использование собственного водогрейного котельного агрегата позволит сократить расходы предприятия на тепловую энергию за счет более низкой себестоимости производимого тепла по сравнению с существующими тарифами на тепловую энергию от централизованных источников.

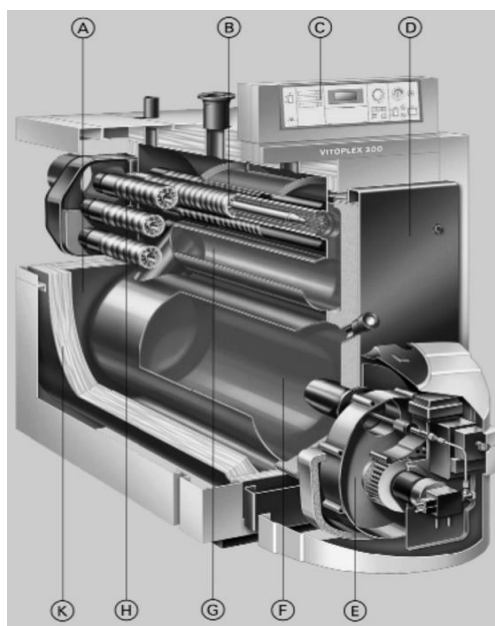


Рисунок 8 – Внешний вид котельного агрегата Viessmann Vitoplex 300 [15]

A. За счет широких проходов между жаровыми трубами и большого водонаполнения котлового блока обеспечивается эффективная естественная циркуляция и упрощается гидравлическая стыковка котла с системой.

B. Многослойные конвективные теплообменные поверхности обеспечивают высокую эксплуатационную надежность и длительный срок службы.

C. Vitotronic – контроллер нового поколения: интеллектуален, удобен в монтаже, эксплуатации и сервисном обслуживании.

D. Теплоизоляция.

E. Горелка Unit Vitoflame 100 фирмы Viessmann.

F. Камера сгорания (первый газоход).

G. Второй газоход.

H. Третий газоход.

K. Высокоэффективная теплоизоляция толщиной 100 мм.

Таблица 12 – Характеристики котельного агрегата Vitoplex 300 [15]

Параметр	Значение
Номинальная тепловая мощность, кВт	80
Номинальная тепловая нагрузка, кВт	87
Маркировка CE	
- при допустимой температуре подачи до 110 °С	CE-0085 AQ 0300 (80 - 405 кВт) согласно директиве по к.п.д. и CE-0085 согласно директиве по газовым приборам
- при допустимой температуре подачи свыше 110 °С (до 120 °С)	CE-0035 согласно директиве по аппаратам, работающим под давлением
Допуст. рабочее давление, бар	4
Сопротивление на стороне топочных газов, Па (мБар)	45 (0,45)
Размеры котлового блока	
Длина, мм	1095
Ширина, мм	575
Высота (с патрубком), мм	1215
Габаритные размеры	
Общая длина, мм	1285
Общая длина с горелкой и колпаком, мм	1630
Общая ширина, мм	780
Общая высота, мм	1360
Сервисная высота (с контроллером), мм	1550
Высота	
– звукопоглощающие подкладки котла (нагруженные), мм	—
– регулируемые звукопоглощающие опоры, мм	28
Фундамент	
Длина, мм	1000
Ширина, мм	780
Диаметр камеры сгорания, мм	410
Длина камеры сгорания, мм	805
Масса котлового блока, кг	359
Общая масса водогрейного котла с	418

теплоизоляцией и регулятором котлового контура, кг	
Общая масса водогрейного котла с теплоизоляцией, горелкой и регулятором котлового контура, кг	458
Объем котловой воды, л	157
Присоединительные патрубки водогрейного котла	
Патрубки подающей и обратной магистрали, PN 6 DN	65
Патрубок аварийной линии (предохранительный клапан), R	1¼
Выпускной патрубок, R	1¼
Параметры отходящего газа	
Температура (при температуре котловой воды 50 °С)	
- при номинальной тепловой нагрузке, °С	165
- при частичной нагрузке, °С	110
Температура (при температуре котловой воды 80 °С), °С	180
Массовый расход (при использовании легкого котельного топлива EL и природного газа)	
- при номинальной тепловой мощности, кг/ч	134
- при частичной нагрузке, кг/ч	80
Требуемый напор, Па/мбар	0
Патрубок присоединения газохода, Ø мм	180
Нормативный к.п.д. при температуре отопительной системы 75/60 °С, %	96
Потери на поддержание готовности q _{B,70} , %	0,50

Топливом для котельного агрегата является природный газ, принятый состав которого приведен в таблице 13.

Таблица 13- Состав топлива, %

CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	C_6H_{14}	CO_2	N_2
90,1	2,15	1,1	0,75	0,34	0,5	0,41	4,65

Теоретический объем воздуха, требуемого для горения топлива, $м^3/м^3$:

$$V^0 = 0,0476 \cdot \left[0,5 \cdot CO + 0,5 \cdot H_2 + 1,5 \cdot H_2S + \sum \left(m + \frac{n}{4} \right) \cdot C_m H_n - O_2 \right] \quad (27)$$

$$V^0 = 0,0476 \cdot [2 \cdot 90,1 + 3,5 \cdot 2,15 + 5 \cdot 1,1 + 6,5 \cdot 0,75 + 8 \cdot 0,34 + 9,5 \cdot 0,5] = 9,79$$

Объемы азота, трехатомных газов и водяных паров в продуктах сгорания [18], $м^3/м^3$:

$$V_{N_2}^0 = 0,79 \cdot V^0 + 0,01 \cdot N_2 = 0,79 \cdot 9,79 + 0,01 \cdot 4,65 = 7,78 \text{ м}^3/\text{м}^3 \quad (28)$$

$$V_{RO_2} = 0,01 \cdot [CO_2 + CO + H_2S + \sum m \cdot C_m H_n] \quad (29)$$

$$V_{RO_2} = 0,01 \cdot [0,41 + 1 \cdot 90,1 + 2 \cdot 2,15 + 3 \cdot 1,1 + 4 \cdot 0,75 + 5 \cdot 0,34 + 6 \cdot 0,5] = 1,06 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

$$V_{H_2O}^0 = 0,01 \cdot \left[H_2S + H_2 + \sum \left(\frac{n}{2} \right) \cdot C_m H_n + 0,124 \cdot d_r \right] + 0,0161 \cdot V^0, \quad (30)$$

где $d_r = 10$ - влагосодержание природного газа, $г/нм^3$

$$V_{H_2O}^0 = 0,01 \cdot [2 \cdot 90,1 + 3 \cdot 2,15 + 4 \cdot 1,1 + 5 \cdot 0,75 + 6 \cdot 0,34 + 7 \cdot 0,5 + 0,124 \cdot 10] + 0,0161 \cdot 9,79 = 2,17 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Теоретический объем продуктов сгорания, $м^3/м^3$:

$$V_r^0 = V_{N_2}^0 + V_{RO_2} + V_{H_2O}^0 = 7,78 + 1,06 + 2,17 = 11,01 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Теплота сгорания природного газа, $кДж/м^3$:

$$Q_H^p = 0,01 \cdot \left(35,88 \cdot CH_4 + 64,36 \cdot C_2H_6 + 93,18 \cdot C_3H_8 + 123,15 \cdot C_4H_{10} + \right. \\ \left. + 156,63 \cdot C_5H_{12} + 10,79 \cdot H_2 + 12,64 \cdot CO + 23,37 \cdot H_2S \right) \cdot 10^3 \quad (31)$$

$$Q_H^p = 0,01 \cdot (35,88 \cdot 90,1 + 64,36 \cdot 2,15 + 93,18 \cdot 1,1 + 123,15 \cdot 0,75) \cdot 10^3 = 36193$$

Зная теоретические объемы продуктов сгорания и воздуха сводим в таблицу действительные значения объемов продуктов сгорания (таблица 14) и энтальпий (таблица 15).

Действительная энтальпия дымовых газов [18]:

$$H_r = H_r^0 + (\alpha'' - 1) \cdot H_B^0, \text{ кДж} / \text{м}^3 \quad (32)$$

Таблица 14 - Действительные характеристики продуктов сгорания по поверхностям нагрева

Рассчитываемая величина	Обозначение	Размерность	Газоходы котла	
			Топка	КПП
Избыток воздуха за поверхностью	α''	-	1,1	1,25
Средний коэффициент избытка воздуха	α_{CP}	-	1,1	1,2
Действительный объем водяных паров	V_{H_2O}	m^3	2,19	2,20
Действительный объем продуктов сгорания	V_{Γ}	m^3	12,00	13,00
Доля 3-х атомных газов	r_{R_2O}	-	0,088	0,081
Доля водяных паров	r_{H_2O}	-	0,182	0,170
Суммарная доля 3-х атомных газов	r_{Π}	-	0,271	0,251

Таблица 15 - Действительные энтальпии продуктов сгорания по поверхностям нагрева

$t, ^\circ C$	H_6^0	H_2^0	Топка	КПП
			$\alpha'' = 1,10$	$\alpha'' = 1,25$
100	1301,4	1519,0	1649,2	1844,4
200	2612,6	3072,5	3333,7	3725,6
300	3953,2	4658,3	5053,6	5646,6
400	5313,3	6291,0	6822,3	7619,3
500	6712,6	7968,5	8639,8	9646,7
600	8141,2	9673,4	10487,6	11708,7
700	9609,0	11432,8	12393,7	13835,1
800	11067,0	13243,9	14350,6	16010,6
900	12573,9	15091,4	16348,7	18234,8
1000	14090,6	16969,1	18378,2	20491,8
1100	15656,2	18861,1	20426,7	22775,1
1200	17221,8	20759,2	22481,4	25064,7
1300	18777,7	22704,8	24582,6	27399,3
1400	20382,4	24694,6	26732,9	29790,2
1500	21987,2	26664,0	28862,7	32160,8

1600	23592,0	28671,2	31030,4	34569,1
1700	25186,9	30685,6	33204,3	36982,4
1800	26791,7	32715,5	35394,7	39413,5
1900	28435,6	34777,6	37621,2	41886,5
2000	30079,5	36822,4	39830,3	44342,3
2100	31723,4	38899,5	42071,9	46830,4
2200	33367,3	40983,2	44320,0	49325,0

Расчетные формулы для расчета теплового баланса котельного агрегата сведем в таблицу 16.

Таблица 16 - Тепловой баланс котельного агрегата

Наименование	Обозначение	Размерность	Формула	Расчет
1	2	3	4	5
Температура уходящих газов	ϑ_{yx}	°C	Принимаем 180°C	180
Энтальпия уходящих газов	H_{yx}	$\frac{\text{кДж}}{\text{м}^3}$	По таблице энтальпий $\vartheta_{yx} = 180^\circ\text{C}$, $\alpha'' = 1,25$	3349,4
Температура холодного воздуха	t_{xb}	°C	Принимаем 30 °C	30
Теоретическая энтальпия холодного воздуха	H_{xb}^0	$\frac{\text{кДж}}{\text{м}^3}$	По таблице энтальпий при $t_{xb} = 30^\circ\text{C}$	390,4
Располагаемая теплота	Q_P^p	$\frac{\text{кДж}}{\text{м}^3}$	Q_H^p	36193

Потери теплоты от химического недожога	q_3	%	По справочным данным	0,1
Потери теплоты от механического недожога	q_4	%	По справочным данным	0
Потери теплоты от наружного охлаждения	q_5	%	По справочным данным	0,5
Потери теплоты с уходящим и газами	q_2	%	$\frac{H_{\text{вх}} - \alpha_{\text{вх}} \cdot H_{\text{хв}}^0}{Q_P^P} \cdot (100 - q_4)$	$\frac{3349,4 - 1,25 \cdot 390,4}{36163} \cdot 100 = 7,9$
КПД брутто КА	η_{KA}	%	$100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5)$	$100 - (7,9 + 0,1 + 0,5) = 91,5$
Расход теплоносителя	D	$\frac{\text{кг}}{\text{с}}$	Согласно п.4	0,67
Энтальпия воды на выходе	h''	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	По таблицам воды и водяного пара $t = 90^\circ\text{C}$	377,1
Энтальпия питательной воды	$h_{\text{ПВ}}$	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	По таблицам воды и водяного пара $t_{\text{ПВ}} = 70^\circ\text{C}$	293,3
Тепло, полезно отданное в КА	Q_{KA}	кВт	$D \cdot (h'' - h_{\text{ПВ}})$	$0,67 \cdot (377,1 - 293,3) = 56,15$
Расход топлива	B	$\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$	$\frac{Q_{KA} \cdot 100}{Q_P^P \cdot \eta_{KA}}$	$\frac{56,15 \cdot 10^3 \cdot 100}{36163 \cdot 91,5} = 1,7$

9 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью работы «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является расчет затрат на разработку проекта системы отопления рабочего цеха АО «КМЗ» г. Кемерово, а также оценка экономического эффекта от установки в цехе собственного водогрейного котельного агрегата на нужды отопления.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Планирование разработки проекта системы теплоснабжения цеха;
2. Расчет затрат на проектирование;
3. Расчет экономического эффекта от перехода на индивидуальный источник теплоснабжения на предприятии.

9.1 Планирование НИР

В данном разделе необходимо определить время и количество человек, необходимые для выполнения проекта. Результаты представлены в таблице 17.

В выполнении проекта участвуют два человека: один – руководитель проекта, другой – исполнитель проекта, время на выполнение проекта $T = 52$ дня.

Таблица 17 - Перечень работ и оценка времени их выполнения

№	Наименование работы	Количество исполнителей	Продолжительность дней
1	Выдача и получение задания	Инженер	1
		Научный руководитель	1
2	Поиск, подготовка, сбор материалов для работы	Инженер	10
3	Разработка плана системы отопления	Инженер	5
4	Разработка	Инженер	3

	аксонометрической схемы системы отопления		
5	Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	Инженер	2
6	Расчет тепловых потерь	Инженер	2
7	Расчет отопительных приборов	Инженер	2
8	Проверка расчетов, сбор теоретических материалов	Инженер Научный руководитель	2 2
9	Гидравлический расчет системы отопления	Инженер	5
10	Проверка расчетов с помощью ЭВМ	Научный руководитель	2
11	Подбор отопительного котельного агрегата	Инженер	2
12	Расчет теплового баланса отопительного котельного агрегата	Инженер	5
13	Разработка вопросов охраны труда и безопасности жизнедеятельности	Инженер	3
14	Расчет и анализ экономических показателей проекта	Инженер	3
15	Разработка графической части	Инженер	3
16	Разработка отчета, доклада.	Инженер Научный руководитель	2 2
Итого:.....		Инженер Научный руководитель	52 5

9.2 Смета затрат на проектирование

Определение затрат по запланированным работам осуществляется в форме сметной калькуляции, для расчета которой используются

действующие рыночные цены, а так же данные производственных и научно-исследовательских подразделений.

Общие капитальные вложения в проект рассчитываются по следующим элементам расходов с последующим суммированием:

$$K_{\text{пр}} = K_{\text{мат}} + K_{\text{ам}} + \text{ФЗП} + K_{\text{со}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{нр}} \quad (33)$$

где $K_{\text{мат}}$ – материальные затраты, руб.;

$K_{\text{ам}}$ – затраты на амортизацию, руб.;

ФЗП – затраты на заработанную плату, руб.;

$K_{\text{со}}$ – затраты на социальные отчисления, руб.;

$K_{\text{пр}}$ – прочие затраты, руб.;

$K_{\text{нр}}$ – накладные расходы, руб.

9.2.1 Материальные затраты

Основными затратами в этом разделе являются канцелярские товары, используемые при проведении расчетов (таблица 18).

Таблица 18-Основные материальные затраты при проведении расчетов

Наименование	Количество	Общая стоимость, руб.
Бумага писчая	100 листов	205
Бумага формат А1	4 листа	160
Краска для принтера	1 картридж для	825
Прочее		500
Всего		1690

$$K_{\text{м}} = 1690 \text{ руб.}$$

9.2.2 Затраты на оплату труда

В состав затрат на оплату труда включаются:

- выплаты заработной платы за фактически выполненные работы, исходя из должностных окладов в соответствии с принятыми на предприятии нормами и системами оплаты труда;
- выплаты, обусловленные районным регулированием оплаты труда;
- оплата в соответствии с действующим законодательством очередных и дополнительных отпусков;

Заработная плата рассчитывается следующим образом:

Месячная заработная плата научного руководителя:

$$ЗП_{зпл}^{13} = ЗП_{баз} \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (34)$$

$ЗП_{баз}$ - базовая заработная плата, для научного руководителя,

$ЗП_{баз} = 19500$ руб.

K_1 - районный коэффициент, для города Кемерово

$$K_{рай.} = 30\%;$$

K_2 - коэффициент, учитывающий начисление отпускных, $K_2 = 10\%$

$$ЗП_{зпл}^{13} = ЗП_{баз} \cdot K_1 \cdot K_2 = 19500 \cdot 1,3 \cdot 1,1 = 27885 \text{ руб} / \text{мес}$$

Фактическая заработная плата научного руководителя:

$$ЗП_{ф}^{13} = \frac{ЗП_{мес}}{21} \cdot n \quad (35)$$

$$ЗП_{ф}^{13} = \frac{27885}{21} \cdot 5 = 6639 \text{ руб.}$$

Месячная заработная плата инженера:

$$ЗП_{зпл}^{10} = ЗП_{баз} \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (36)$$

$$ЗП_{зпл}^{10} = 17000 \cdot 1,3 \cdot 1,1 = 24310 \text{ руб} / \text{мес}$$

Фактическая заработная плата работника 10 разряда:

$$ЗП_{ф}^{10} = \frac{ЗП_{мес}}{21} \cdot n \quad (37)$$

$$ЗП_{ф}^{10} = \frac{24310}{21} \cdot 52 = 60196 \text{ руб.}$$

Всего затрат на оплату труда:

$$K_{зп}^{\Sigma} = ЗП_{зпл}^{13} + ЗП_{зпл}^{10} \quad (38)$$

$$K_{zn}^{\Sigma} = 6639 + 60196 = 66835 \text{ руб.}$$

9.2.3 Отчисления на социальные нужды

Данная статья отражает обязательные отчисления по установленным законодательным нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования.

Затраты на социальные нужды рассчитываются как доля 30% от затрат на оплату труда:

$$K_{c.o} = 0,3 \cdot C_{zn}^{\Sigma} \quad (39)$$

$$K_{c.o} = 0,3 \cdot 66835 = 20051 \text{ руб.}$$

9.2.4 Амортизация основных фондов и нематериальных активов

Отражает сумму амортизационных отчислений на полное восстановление основных производственных фондов, рассчитанную исходя из балансовой стоимости и утвержденных норм амортизации.

К основным фондам при выполнении проекта относятся электронная вычислительная техника (компьютеры) и печатающее устройство (принтеры).

Таблица 19 -Основные фонды при выполнении проекта

Вид техники	Количество	Общая стоимость	Норма
Компьютер	1	30000	20%
Принтер	1	20000	20%

Амортизационные отчисления найдем по формуле:

$$I_{AM} = \Phi \cdot H_{AM} \cdot \frac{T}{12} \quad (40)$$

Где Φ -стоимость основных фондов;

$$H_{AM} - \text{норма амортизации}; H_{AM} = \frac{1}{T_{сл}} \cdot 100\% \quad (41)$$

где

$T_{сл}$ – срок службы; принимаем :

$T_{сл}=5$ лет (компьютер),

$T_{сл}=5$ лет (принтер).

T - время использования основных фондов.

$$H_{AM} = \frac{1}{5} \cdot 100\% = 20\%$$

$$K_{ам}^{комп} = \Phi \cdot H_{ам} \cdot \frac{T}{12} \quad (42)$$

$$K_{ам}^{комп} = 30000 \cdot 0,2 \cdot \frac{2}{12} = 1000 \text{ руб}$$

$$K_{ам}^{прин} = \Phi \cdot H_{ам} \cdot \frac{T}{12} \quad (43)$$

$$K_{ам}^{прин} = 20000 \cdot 0,2 \cdot \frac{2}{12} = 667 \text{ руб}$$

Сумма амортизационных отчислений по основным фондам:

$$K_{ам.осн}^{\Sigma} = K_{ам}^{комп} + K_{ам}^{прин} \quad (44)$$

$$K_{ам.осн}^{\Sigma} = 1000 + 667 = 1667 \text{ руб}$$

9.2.5 Прочие затраты

К прочим затратам себестоимости проекта относятся налоги, отчисления во внебюджетные фонды, оплата электрической и тепловой энергии, вознаграждения за изобретения и рационализаторские предложения, затраты на командировки и т.д. Прочие затраты рассчитаем как 10% от суммы материальных затрат, затрат на заработную плату и отчислений на социальные нужды и амортизационных отчислений:

$$K_{пр} = 0,1 \cdot (K_m + K_{ам} \cdot K_{з/пл} + K_{со}), \quad (45)$$

$$K_{пр} = 0,1 \cdot (1690 + 66835 + 1667 + 20051) = 9024 \text{ руб}$$

9.2.6 Накладные расходы

В стоимости проекта учитываются накладные расходы, включающие в себя затраты на аренду помещений, оплату тепловой и электрической энергии, затраты на ремонт зданий и сооружений, заработную плату административных сотрудников и т.д. Накладные расходы рассчитываются как 200% от затрат на оплату труда.

$$K_{\text{накл.}} = 2 \cdot C_{\text{зпл}} \Sigma \quad (46)$$

$$K_{\text{накл.}} = 2 \cdot 66835 = 133670 \text{ руб.}$$

Таблица 20 -Смета затрат на разработку проекта

Элементы затрат	Сумма затрат, руб.
Материальные затраты	1690
Затраты на оплату труда	66835
Отчисления на социальные нужды	20051
Амортизация основных фондов и	1667
Прочие затраты	9024
Накладные расходы	133670
Итого ($K_{\text{пр}}$):	232937

9.3 Расчет экономической эффективности проекта

В современных условиях постоянного роста тарифов на электрическую и тепловую энергию очень выгодно иметь собственный источник энергии, т.к. он позволяет получать более дешевую и качественную энергию. Потребитель становится независимым от деятельности местных энергетических компаний. Наличие собственного источника энергии позволит осуществить более быстрое и четкое регулирование нагрузок для обеспечения наиболее комфортных условий. Для получения конкретных данных о выгоде использования автономного источника энергии

проведён расчёт и анализ капитальных затрат, а затем полученные данные сравнивались с альтернативой покупки тепловой энергии у местных энергетических компаний. Капитальные затраты на сооружение автономного источника тепла на отопление состоят из:

- затрат на приобретение исходных материалов и вспомогательного оборудования;
- затрат на выполнение строительного-монтажных работ;
- прочих затрат.

Затраты на приобретение водогрейного котельного агрегата: составляют[19]:

$$K_{об} = \sum_{i=1}^n Z_{mat,i} = 385000 \text{ руб.}$$

Затраты на строительного-монтажные работы составят:

$$K_{абон} = 0,3 \cdot Z_{mat} \quad (47)$$

$$K_{абон} = 0,3 \cdot 385000 = 115500 \text{ руб.}$$

Затраты на проектирование согласно п.9.2:

$$K_{проект} = 232937 \text{ руб}$$

Прочие затраты составят[19]:

$$K_{пр} = 0,1 \cdot Z_{mat}, \quad (48)$$

$$K_{пр} = 0,1 \cdot 385000 = 38500 \text{ руб.}$$

Общие капитальные затраты[19]:

$$K_{кап} = K_{об} + K_{абон} + K_{пр} + K_{проект} \quad (49)$$

$$K_{кап} = 385000 + 115500 + 38500 + 232937 = 771937 \text{ руб.}$$

Годовое количество вырабатываемого тепла равно: $Q_{год}=994,6$ Гкал/год. Для получения такого количества тепла необходимо использовать природный газ в количестве[19]:

$$V_{np} = \frac{Q_{год}}{Q_n^p \cdot \eta}, \quad (50)$$

где $Q_{год}$ – годовая выработка тепловой энергии,

η – коэффициент полезного действия брутто котельного агрегата

$Q_{н}^p$ – низшая теплота сгорания природного газа.

$$B_{np} = \frac{994,6 \cdot 4,18 \cdot 10^6}{36163 \cdot 0,915} = 125643 \text{ м}^3$$

Затраты на природный газ составят:

$$Z_{np} = C_m \cdot B_{np}, \quad (51)$$

где $C_m=4,7$ руб. – цена 1 м³ природного газа.

$$Z_{np} = 125643 \cdot 4,7 = 590523 \text{ руб}$$

Себестоимость 1 Гкал тепловой энергии от котельного агрегата равна:

$$C_m = \frac{Z_{np}}{Q_{год}}, \quad (52)$$

$$C_m = \frac{590523}{994,6} = 593,7 \text{ руб}$$

Цена 1 Гкал поставляемой центральной котельной равна $C_{т,центр}=1999,9$ руб. Годовой экономический эффект от внедрения проекта составит[20]:

$$\mathcal{E}_{год} = (C_{тцентр} - C_m) Q_{год} - E_n \cdot K, \quad (53)$$

$$\mathcal{E}_{год} = (1999,9 - 593,7) 994,6 - 0,15 \cdot 771937 = 1282787 \text{ руб}$$

10 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Социальная ответственность предприятия – это уровень добровольного отклика на социальные потребности работников, лежащие вне определяемых законом или регулируемыми органами требований, это действия, предпринимаемые во благо общества добровольно.

Корпоративная социальная ответственность – это концепция, в соответствии с которой организации учитывают интересы общества, возлагая на себя ответственность за результаты деловых операций. Это обязательство предполагает, что организации добровольно принимают дополнительные меры для повышения качества жизни работников и их семей, а также местного сообщества и общества в целом.

Индивидуальная социальная ответственность – ответственность человека за результаты своей деятельности.

Охрана труда в нашей стране, согласно ГОСТ 12.0.002-80 [22], определяется как “система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда”. При создании системы законодательных актов принимают соответствующие меры, направленные на сохранение здоровья и повышение производительности труда. Меры воздействия могут быть как медицинского, так технического характера.

Техническое направление включает рассмотрение вопросов техники безопасности и производственной санитарии. Научной основой технического направления охраны труда является сбор информации и анализ причин несчастных случаев, случаев травматизма на отдельном производстве и в целом по стране. Полученные данные используются для разработки коллективных и индивидуальных мер защиты здоровья работающих от опасных и вредных факторов в процессе труда.

Научной основой медицинского направления охраны труда является сбор информации и анализ состояния здоровья в отдельных коллективах и в целом по стране. Полученные данные позволяют разработать соответствующие медико-профилактические мероприятия.

Критерием оптимальности действий научной и практической служб охраны труда в целом является снижение травматизма и профессиональных заболеваний, надлежащий уровень здоровья работающих и их высокая работоспособность. Соблюдение требований по охране труда может оцениваться как показателями достигнутого экономического эффекта, так и отсутствием экономических потерь[21].

В целях дальнейшего совершенствования охраны труда в народном хозяйстве Госстандарт совместно с привлечением заинтересованных ведомств разработали единую систему стандартов безопасности труда (ССБТ).

10.1 Характеристика объекта

В качестве объекта рассматривается рабочий цех АО «КМЗ» г. Кемерово. В выпускной квалификационной работе проектируется двухтрубной системы теплоснабжения с тупиковым движением теплоносителей. Подающая и обратная магистрали прокладываются в верхней зоне помещения. Параметры теплоносителя 90/70°C. Производится подбор отопительного котельного агрегата и циркуляционного насоса системы отопления, расчет основных параметров работы котельного агрегата.

Система отопления спроектирована с учетом требований СНиП 2.01.02–85 «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений» [28]; СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» [29]; СП 56.13330.2011 Производственные здания [30].

10.2 Анализ источников опасностей и вредностей

Цех включает в себя помещения различного назначения: машинный зал операторская, лаборатории, помещение химводоподготовки, бытовые помещения и др.

В здании цеха располагается отопительный котельный агрегат, работающий на газовом топливе, водяные насосы с эквивалентным уровнем звукового давления 70 дБ и электрическим приводом. Также в цехе располагается множество трубопроводов горячей воды, различные агрегаты, работающие при высокой температуре и давлении.

В целях безопасности в котельной установлены системы автоматического управления режимом работы котельного агрегата, системы регулирования тепловой нагрузки, соотношения газа и воздуха, а также клапаны, задвижки, вентили, манометры, датчики уровня воды, расходомеры, датчики давления и температуры.

Пуско-наладочные работы включают в себя проверку, настройку и ввод в эксплуатацию установленного котельного оборудования. При этом проводятся индивидуальные испытания единиц оборудования вхолостую и под нагрузкой в соответствии с нормативными документами и инструкциями заводов-изготовителей, определяется порядок надлежащего функционирования устройств и средств, обеспечивающих безопасную работу оборудования согласно правилам техники безопасности и охраны труда. Производится пуск топлива, розжиг горелочного устройства, проверка работы горелочного устройства в различных режимах, проверка системы безопасности и регулирования, а так же имитация аварийных ситуаций.

Если при наладке оборудования не сработают предохранительные клапаны или другие устройства системы безопасности, то может произойти взрыв. Таким образом, неисправность контрольно-измерительных приборов и средств обеспечения безопасности могут стать источниками опасности.

Ко времени окончания монтажа внутренняя поверхность оборудования

оказывается загрязненной ржавчиной, песком, маслами. Поэтому необходимо проводить предпусковую очистку оборудования. В предпусковую очистку входит комплекс операций (водная промывка, обезжиривание, кислотная промывка, водные отмытки после каждой фазы очистки и пассивации поверхности металла), позволяющих очистить металл от исходных загрязнений и удалить их из промываемого контура. Для кислотной промывки используются различные растворители, наиболее эффективным из которых является раствор соляной кислоты (с ингибиторами, т. е. соединениями, тормозящими коррозионные процессы). Таким образом, источником опасности также может стать загрязненность воздуха парами различных вредных химических веществ.

Наличие газопроводов горючих газов обуславливает опасность загазованности внутреннего объема здания, что может привести к образованию взрыво- и пожароопасных смесей, а также к отравлению персонала.

Источниками опасности также могут стать параметры электрического тока, чрезмерный шум, вибрация от работы электродвигателей насосов.

Источниками возможного возгорания в помещении могут быть деревянные конструкции ворот, мебель, различные газы и жидкости.

В котельной имеется значительное количество трубопроводов горячей воды, которые представляют опасность как сосуды, работающие под давлением.

Данные по исследованию опасных и вредных факторов в котельной представлены в таблице 21. В таблице приведено сравнение нормативных параметров с фактическими и предложены мероприятия по защите от опасных и вредных производственных факторов.

Таблица 21 - Оценка опасны и вредных производственных факторов и средства защиты от них

Опасные и вредные факторы (ОиВФ)	Параметры ОиВФ		Нормативный документ	Мероприятия и средства защиты
	факт. величина	норм. величина		
1	2	3	4	5
<p>1. Параметры микроклимата для категории работ Пб</p> <p>– Температура, °С</p> <p>Теплое время года</p> <p>Холодное время года</p> <p>– Относительная влажность, %</p> <p>– Подвижность воздуха, м/с</p>	<p>19...21</p> <p>15...19</p> <p>40-60</p> <p>0,2</p>	<p>19...21</p> <p>17...19</p> <p>40-60</p> <p>0,2</p>	СанПиН 2.2.4.548-96	Требуемые параметры обеспечиваются необходимой толщиной стен по теплотехническим расчетам и работой систем отопления, вентиляции
<p>2. Запыленность воздуха</p> <p>– концентрация паров серной кислоты, мг/м³</p> <p>- концентрация оксида углерода, мг/м³</p>	<p>0,06</p> <p>0,2</p>	<p>5</p> <p>20</p>	ГОСТ 12.1.005-88*	Снижение концентрации вредных веществ за счет работы системы вентиляции
<p>3. Освещение рабочего места наладчика:</p> <p>– наименьший размер объекта различения, мм;</p> <p>–разряд зрительных работ;</p> <p>– подразряд зрительных работ;</p> <p>а) Естественное освещение, (КЕО) е_ф,%</p> <p>б) Искусственное освещение, Е, лк</p>	<p>0,3</p> <p>II</p> <p>B</p> <p>4</p> <p>2960</p>	<p>0,3</p> <p>II</p> <p>B</p> <p>1,35</p> <p>2000</p>	СНиП 23-05-95*	Так как фактические значения больше нормативных, освещенность помещения искусственным и естественным светом достаточная

Опасные и вредные факторы (ОиВФ)	Параметры ОиВФ		Нормативный документ	Мероприятия и средства защиты
	факт. величин а	норм. величин а		
1	2	3	4	5
4. Параметры электрического тока: – напряжение, U, В; – сила тока, I, А; – изоляция токопроводящих проводников, кОм; – сопротивление защитного заземления, Ом	380 31 500 4	до 1000 до 500 500 4	ПУЭ, ПТЭ, ПТБ	Защитная изоляция, защитное заземление и зануление электрооборудования, автоматические отключающие устройства, индивидуальные средства защиты
5. Шум Уровни звукового давления, L, дБ на среднегеометрических частотах, f, Гц: 63 125 250 500 1000 2000 4000 8000	85 87 79 73 80 72 75 66	99 92 86 83 80 78 76 74	ГОСТ 12.1.003-83	Строительно-акустические мероприятия, технические средства, применение средств индивидуальной защиты
6. Возгорание материалов; – удельная пожарная нагрузка, $q=Q/F$, МДж/м ² Категория по ВПО Степень огнестойкости	28	1-180 В4 II	НПБ 105-95; СНиП 21-01-97	Первичные средства пожаротушения

10.3 Мероприятия по защите от вредных и опасных факторов

10.3.1 Защита персонала от тепловых излучений температур

Для защиты персонала от тепловых излучений их интенсивность уменьшают. Для этого применяют тепловую изоляцию, охлаждение теплоизлучающих поверхностей, экранирование источников излучений, удаление избыточного тепла, средства индивидуальной защиты и т.д.

Все горячие части оборудования, трубопроводы, баки и другие элементы, прикосновение к которым может вызвать ожоги, должны иметь тепловую изоляцию. Температура на поверхности изоляции при температуре окружающего воздуха 25°C должна быть не выше 45°C.

При необходимости нахождения вблизи горячих частей оборудования следует принять меры по защите от ожогов и действия высоких температур (ограждение оборудования, вентиляция, теплая спецодежда).

При выполнении работ на участках с температурой воздуха выше 33°C должны быть установлены воздушно-душирующие установки.

10.3.2 Защита персонала от шума и вибрации

Работающие в отопительных установках системы горелок и котлов, циркуляционные насосы и прочие агрегаты являются источниками шума.

Устранение вредного воздействия шума на человека в производственных условиях может быть достигнуто за счет применения технических средств борьбы с шумом (уменьшение шума в его источнике, рациональное размещение оборудования); строительно-акустических мероприятий; применения средств индивидуальной защиты.

Установка теплогенератора на основание, изолирующее корпусной шум, является недорогим и эффективным решением. Для этого используются регулируемые звукопоглощающие опоры для ввинчивания в опорную раму котла, а для котлов большей мощности - продольные звукоизолирующие скобы из пружинящих элементов из нержавеющей стали.

При повышенных требованиях защиты от шума можно дополнительно установить на горелки звукоизолирующие кожухи, а также использовать глушители шума отходящих газов.

Вибробезопасные условия труда должны быть обеспечены применением вибробезопасного оборудования; применением средств виброзащиты; организационно-техническими мероприятиями, в том числе введением режимов труда, регулирующих продолжительность воздействия вибраций на работающих.

Снижение вибрации от работающих электродвигателей и вращающихся механизмов достигается путем их установки на массивные фундаменты или устранением жестких связей между фундаментом двигателя и рабочей площадкой на этой отметке путем создания воздушной щели шириной 1-2 см. Вибрацию также можно снизить облицовкой листов покрытия пола вибродемпфирующими материалами, которые приклеиваются к нижней поверхности листов в виде резиновых полос или специальных ковриков.

10.3.3 Защита персонала от вредных выбросов

Защита от газо- и паровыделений, прежде всего, предусматривает местную вытяжную вентиляцию для отсоса вредных веществ непосредственно от источника их образования. На участках, где применяются агрессивные вредные вещества (кислоты, щелочи и др.), полы и стены должны быть покрыты материалами, препятствующими поглощению этих веществ.

Трубопроводы агрессивных, легковоспламеняющихся, горючих, взрывоопасных или вредных веществ должны быть герметичными. В местах возможных утечек (краны, вентили, фланцевые соединения) необходимо установить защитные кожухи, а при необходимости - специальные устройства со сливом из них продуктов утечек в безопасное место.

Для защиты органов дыхания от вредных газов и паров применяют универсальный респиратор РУ-60М со сменными патронами.

10.3.4 Защита персонала от поражения электрическим током

Для защиты персонала от возможности травмирования электрическим током применяют защитное заземление и зануление электрооборудования, ограничение доступа к токоведущим частям персонала, не имеющего права к обслуживанию данного оборудования. Питание устройств осуществляется от силового щита через автоматический предохранитель, срабатывающий при превышении заданной нагрузки. Необходимо поддержание поверхностей, на которых расположены органы управления электрооборудованием, в чистоте и сухости.

10.3.5 Пожарная безопасность

Котельная цеха по пожарной опасности относится к категории В. Но при чрезвычайных ситуациях, по пожарной опасности помещение приобретает категорию Б, так как здесь возможно выделение газов с нижним пределом взрываемости выше 10% объема воздуха; жидкости с температурой воспламенения паров 28...61 °С; горючей пыли или волокна с нижним пределом воспламенения до 65 г/м³ к объему воздуха.

Повышенную опасность составляют горючий газ (природный) и пары легковоспламеняющихся жидкостей. В цехе имеются эвакуационные пути на случай пожара. Эти пути представлены на специальных плакатах, развешенных на щитах управления.

Во всех помещениях цеха установлен пожарный водовод с пожарными кранами. Пожарные краны внутреннего противопожарного водовода укомплектованы рукавами и стволами, которые находятся на рабочих местах

машинистов котлов и в комнате начальника цеха.

Все горячие участки поверхностей оборудования и трубопроводов, находящиеся в зоне возможного попадания на них легко воспламеняющихся, горючих, взрывоопасных или вредных веществ, должны быть покрыты металлической обшивкой. В местах возможного разлива легко воспламеняющихся жидкостей следует установить ящики с песком.

10.3.6 Оценка естественного освещения помещения

Расчет производится для операторского помещения котельной. Размеры помещения $l \times b = 5,9 \times 4,45$ м; высота помещения 3,3 м. Толщина стены – 0,37 м. Ширина помещения с учетом толщины стены $b_2 = 4,45 + 0,37 = 4,82$ м. Характеристика оконных конструкций: размеры 5х1,7 м, профиль металлический, остекление одинарное. Площадь оконных проемов 8,5 м². Параллельно этому помещению на расстоянии 80 м расположено другое здание с высотой карниза над подоконником 6 м, т.е. отношение $L/H = 80/6 = 13$.

1. Определение нормативного табличного значения коэффициента естественного освещения e_n^m

В зависимости от характеристики зрительной работы (высокой точности) и наименьшего размера объектов различения (обозначения на щите управления размером 0,3-0,5 мм), определяем $e_n^m = 1,2\%$.

2. Расчет нормативного КЕО:

$$e_N = e_n^m \cdot m_n = 1,2 \cdot 0,9 = 1,08\% \quad , \quad (54)$$

где e_N - нормативный КЕО;

e_n^m - табличный нормативный КЕО;

m_n - коэффициент светового климата; $m_n = 0,9$, т.к. объект расположен во втором административном районе, ориентация проемов на запад.

3. Определение геометрических характеристик помещения

По разрезам помещения с учетом его размеров устанавливаем, что

освещение боковое одностороннее и отношение ширины помещения к его высоте равно:

$$\frac{b}{h} = \frac{4,82}{3,3} = 1,46; \quad (55)$$

Отношение длины помещения к его ширине:

$$\frac{l}{b_2} = \frac{5,9}{4,82} = 1,23. \quad (56)$$

4. Определение коэффициента эффективности освещения k_0

По таблице с учетом отношений $l/b_2=1,23$ и $b/h=1,46$ определяем:

$$k_0 = 12,4.$$

5. Определение коэффициента, учитывающего затемнение окон соседним зданием

По таблице при отношении $L/H=13$ определяем $k_{zm} = 1,0$.

6. Определение общего коэффициента светопропускания:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 = 0,9 \cdot 0,75 = 0,675, \quad (57)$$

где τ_1, τ_2 - коэффициенты, характеризующие влияние на светопропускание конструктивных решений оконных заполнений; $\tau_1 = 0,9$ - для одинарного стекла, $\tau_2 = 0,75$ - для одинарного переплета.

7. Определение коэффициента запаса

Т.к. стекла в оконном заполнении расположены вертикально, то $k_3 = 1,3$.

8. Определение площади пола и потолка:

$$S_n = S_{nm} = 5,9 \cdot 4,45 = 26,26 \text{ м}^2.$$

9. Определение площади стен:

$$S_{cm} = 2 \cdot (3,3 \cdot 5,9 + 3,3 \cdot 4,45) = 68,31 \text{ м}^2.$$

10. Определение средневзвешенного коэффициента отражения от стен, потолка и пола:

$$\rho_{cp} = \frac{\rho_{cm} S_{cm} + \rho_{nm} S_{nm} + \rho_n S_n}{S_{cm} + S_{nm} + S_n} = \frac{0,7 \cdot 68,31 + 0,7 \cdot 26,26 + 0,3 \cdot 26,26}{68,31 + 26,26 + 26,26} = 0,6, (58)$$

где $\rho_{cm}, \rho_{nm}, \rho_n$ - коэффициенты отражения поверхностей стен, потолка и пола; $\rho_{cm} = 0,7$ - для бетонных стен, $\rho_{nm} = 0,7$ - для потолка, $\rho_n = 0,3$ - для пола;

S_{cm}, S_{nm}, S_n - площадь поверхностей стен, потолка и пола.

11. Определение отношения глубины помещения от условной поверхности до верхнего края окна

При условии, что $B=2,23$ м (т.е. освещение определяется посередине помещения), а высота $h=1,5$ м (высота размещения щита управления), то:

$$\frac{B}{h} = \frac{2,23}{1,5} = 1,5.$$

12. Определение отношения расстояния от условной точки к глубине помещения:

$$\frac{L}{B} = \frac{2,23}{4,45} = 0,5.$$

13. Определение значения коэффициента отражения

С учетом значений $\rho_{cp} = 0,6$, $B/h=1,5$ и $L/B=0,5$ по таблице определяем:

$$r_1 = 1,3.$$

14. Определение расчетного коэффициента естественного освещения:

$$e_p = \frac{100S_0\tau_0r_1}{S_nk_3k_{zm}k_0} = \frac{100 \cdot 8,5 \cdot 0,675 \cdot 1,3}{26,26 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 12,4} = 1,76\% . \quad (59)$$

15. Оценка естественного освещения:

Так как $e_p = 1,76\%$ больше $e_N = 1,08\%$, освещенность рабочего места оператора достаточная.

10.4 Чрезвычайные ситуации

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-94 [27], чрезвычайной ситуацией называется состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации на объекте, определенной территории или акватории, нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их

жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей среде.

Различают чрезвычайные ситуации по характеру источника (природные, техногенные, биолого-социальные и военные) и по масштабам (глобальные или национальные, региональные, местные и локальные или частные).

Источник ЧС:

- опасное природное явление;
- авария или опасное техногенное происшествие;
- широко распространенная инфекционная болезнь людей;
- сельскохозяйственных животных и растений;
- применение современных средств поражения.

Наиболее возможной чрезвычайной ситуацией в цехе может быть пожар.

Своевременное тушение пожаров основано на широком использовании комбинации способов и приемов ликвидации горения. Основанием выбора способа тушения служат: характеристика горючих веществ, доступность зон горения, безопасность применяемых способов для людей, влияние применяемого способа на материалы и конструкции:

- перекрытие задвижек. Если газ или жидкость попадают в зону горения из трубопроводов и аппаратов, снабженных задвижками, то прекратить горение можно перекрытием запорных приспособлений. В зависимости от скорости горения веществ, перекрытие может вызвать почти мгновенное его прекращение (газообразные вещества) или по истечению некоторого времени (жидкие вещества);

- установка заглушек. Иногда представляется возможность прекратить поступление жидкости в зону горения установкой стальных заглушек. Это возможно при наличии фланцевых соединений. Выбирают фланцевое соединение, расположенное как можно дальше от зоны горения. Болты фланцевого соединения ослабляют, затем вынимают 2-3 болта и в зазор

между фланцами вставляют стальную заглушку, затем фланцевое соединение затягивают болтами;

- разобшение реагирующих веществ. Сущность данного способа состоит в том, что горящая поверхность покрывается кошмой, брезентом или засыпается слоем негорючих веществ (песок, земля). Создается препятствие для притока кислорода и горение ликвидируется. Этот способ применяется для тушения твердых, жидких и газообразных веществ на небольших площадках и в начале пожара;

- огнегасящие вещества. Тушение с их помощью основывается на нарушении условий, необходимых для горения. В качестве огнегасящих средств на площадке предприятия применяется вода и воздушно-механическая пена. Незначительная вязкость воды обуславливает легкость ее проникновения через неплотности в конструкции, внутри которых может произойти загорание. Вода обладает значительной теплоемкостью. С ростом температуры теплоемкость и теплопроводность воды увеличивается. Слой воды на поверхности вещества создает своеобразную тепловую изоляцию, но относительно большая плотность воды ограничивает применение ее для тушения пожаров. Химически чистая вода -хороший диэлектрик, природная вода обладает проводимостью электрического тока, поэтому недопустимо применение ее для ликвидации горения в зонах высоковольтных установок, а также тушения электродвигателей. Пена представляет собой пузырьки газа, отделенные друг от друга слоем жидкости. Слой пены плавают на поверхности таких легких жидкостей как бензин, керосин и т.д. Слой пены на поверхности веществ или конструкций является хорошей кратковременной тепловой изоляцией. Сущность тушения пеной состоит в том, что ее слой определенной толщины вызывает частичное охлаждение горячей поверхности, препятствуют выходу паров в зону пламени и создает тепловую изоляцию поверхности веществ от притока тепла из зоны пламени.

10.5 Заключение

Система теплоснабжения рабочего цеха АО «КМЗ» г. Кемерово запроектирована с учетом требований техники безопасности и охраны труда. Социальная значимость работы характеризуется обеспечением нормируемых параметров микроклимата в производственном помещении, которые оказывают непосредственное влияние на работу персонала предприятия. Кроме того, рассматривается возможность перехода на автономный источник теплоснабжения, что подразумевает собой экономию топливно-энергетических ресурсов за счет экономии тепловой энергии. Экономия тепловой энергии достигается за счет снижения потерь при транспортировке теплоносителя и более низкой себестоимости производимой энергии.

Таким образом, переход на автономный источник теплоснабжения обуславливают экономию тепловой энергии и, как следствие, экономию топливно-энергетических ресурсов. Экономия топливно-энергетических ресурсов является глобальной проблемой современного общества, тесно связанная с проблемой деградации окружающей среды и повышением социальной напряженности. Ограниченность природных ресурсов заставляет искать решения в области теплоснабжения на базе альтернативных источников. Очевидно, что полное отсутствие вредного влияния на окружающую среду в сфере теплоснабжения невозможно, но внедрение энергоэффективных решений, способствующих рациональному использованию энергетических ресурсов, считаю крайне необходимым мероприятием.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа посвящена проектированию теплоснабжения рабочего цеха АО «КМЗ», расположенного в г. Кемерово, с подбором водогрейного отопительного котельного агрегата.

На первоначальном этапе был произведен анализ климатологии местности и нормируемых термических ограждающих конструкций. Далее был произведен расчет существующих ограждающих конструкций, определено их термическое сопротивление и коэффициенты теплопередачи. Согласно расчету теплотерь, суммарные тепловые потери здания цеха с учетом инфильтрации составили 56152 Вт.

Был произведен тепловой расчет отопительных приборов, сконструирована система отопления, произведен гидравлический расчет системы отопления. По результатам гидравлического расчета принят к установке циркуляционный насос WILO Star-STG 15/4 PN 10.

В качестве отопительного котельного агрегата принят к установке котельный агрегат Viessmann Vitoplex 300 (80 кВт). Был произведен расчет теплового баланса котельного агрегата и определен расход топлива.

Рассмотрены вопросы охраны труда и безопасности производственной деятельности, а также определены капитальные вложения в разработку проекта и экономическая выгода от перевода цеха на индивидуальный источник теплоснабжения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменением N 2)
- 2 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003
- 3 Богословский В.Н. и др. Отопление и вентиляция / В.Н. Богословский. – М.: Стойиздат, 1980. – 294 с.
- 4 Щекин Р.В. и др. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Книга 1. Отопление и теплоснабжение / Р.В. Щекин. – Киев: Будивельник, 1976. – 414 с.
- 5 Ионин А.А., Хлыбов Б.М., Братенков В.Н., Терлецкая Е.Н. Теплоснабжение: Учебник для вузов/А.А.Ионин.– М.: Стройиздат, 1982.–336 с.
- 6 ГОСТ 3262-75 Трубы стальные водогазопроводные
- 7 Хрусталеv Б.М., Кувшинов Ю.Я., Копко В.М. и др. «Теплоснабжение и вентиляция» М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 783 с.
- 8 Крупнов Б.А. Руководство по проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха/Б.А. Крупнов, Н.С.Шарафудинов. – М.: Вена, 2008. – 220 с.
- 9 Сканави А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учеб. для вузов. - М.: Издательство АСВ, 2002.
- 10 Беляйкина И.В., Витальев В.П., Громов Н.К. и др. Водяные тепловые сети: Справочное пособие по проектированию /Н.К. Громов. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
- 11 Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей [Текст]: справочник / под ред. А.А. Николаева. – М.: Издательство литературы по строительству, 1965 г. – 361 с.
- 12 Губарев В.Я. Гидравлические расчеты в теплоэнергетике [Текст]: учеб. пособие / В.Я. Губарев. – Липецк: ЛГТУ, 2003. – 124 с.

- 13 Сайт «WILO: Программа подбора». Обзор [Электронный ресурс]: URL: <http://www.wilo-select.com>, доступ свободный. – Яз. рус.,анг. Дата обращения 20.12.2017 г.
- 14 Сайт «WILO: Оборудование». Обзор [Электронный ресурс]: URL: <http://www.wilo.ru>, доступ свободный. – Яз. рус.,анг. Дата обращения 20.12.2017 г.
- 15 Сайт «Viessmann: Оборудование». Обзор [Электронный ресурс]: URL: <https://www.viessmann.ru>, доступ свободный. – Яз. рус.,анг. Дата обращения 20.12.2017 г.
- 16 Ильин А.К., Фокин В.М.Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения М.: «Издательство Машиностроение-1»,2006.
- 17 СП 89.13330.2012 Котельные установки
- 18 Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод./ Под ред. Н. В. Кузнецова и др. – М.: Энергия, 1973. – 296 с.
- 19 Складенко В.К., Прудников В.М. Экономика предприятия [Текст]: Учебник – М.: Инфра-М, 2008. – 528с.
- 20 Е. А. Штокман, Т. А. Скорик Основы отопления и вентиляции – М: Строительство (Феникс), 2011
- 21 Отопление и тепловые сети: Учебник. Варфоломеев Ю.М., Кокорин О.Я. - М.: ИНФРА-М, 2006
22. ГОСТ 12.0.002-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
23. СНиП 2.01.02–85 Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений.
24. СНиП 2.04.05-91 Отопление, вентиляция и кондиционирование.
25. ГОСТ 12.1.009-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Термины и определения.
26. ГОСТ 12.4.113-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы учебные лабораторные. Общие требования безопасности.
27. ГОСТ Р 22.0.02-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий.

28.СНиП 2.01.02–85 Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений

29.СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование

30.СП 56.13330.2011 Производственные здания.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 РАСЧЕТ ТЕПЛОПOTЕРЬ ЗДАНИЯ

Номер помещения	Поверхность охлаждения			Площадь, $F, \text{ м}^2$	Разность температур, $^{\circ}\text{C}$	Поправочный коэффициент	Коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$	Основная потеря тепла, $Q, \text{ Вт}$	Добавка к основной потере тепла, %			Всего добавочных потерь, $Q, \text{ Вт}$	Потеря через огражд., $\Sigma Q_{\text{огр}}, \text{ Вт}$	Потеря на инфильтрацию, $\Sigma Q_{\text{инф}}, \text{ Вт}$	Общ. потери, $\Sigma Q, \text{ Вт}$
	Обозначение	Ориентация по сторонам света	Расчетные размеры, $\text{ахб},$						На ориентацию	На обдувание ветром	Другие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	НС	Ю	6,7x4,4	29,48	61	1,0	0,30	539	0	10	7	631	3144	629	3773
	НС	Ю	6,7x1	6,70	61	1,0	1,92	783	0	10	7	916			
	Ок	Ю	1,2x1,6	1,92	61	1,0	1,66	194	0	10	7	227			
	Кровля	-	6,7x6	40,20	61	0,9	0,43	938	0	0	2	957			
	Пол I	-	6,7x2	13,40	61	0,6	0,48	233	0	0	2	238			
	Пол II	-	6,7x2	13,40	61	0,6	0,23	114	0	0	2	117			
	Пол III	-	6,7x2	13,40	61	0,6	0,12	57	0	0	2	58			
2	НС	Ю	2,9x4,4	12,76	61	1,0	0,30	234	0	10	7	273	1821	364	2185
	НС	Ю	2,9x1	2,90	61	1,0	1,92	339	0	10	7	397			
	Дв	Ю	1,5x2,1	3,15	61	1,0	1,66	319	0	10	65	558			

	Кро вля	-	2,9x6	17,4 0	61	0,9	0,43	406	0	0	2	414			
	Пол I	-	2,9x2	5,80	61	0,6	0,48	101	0	0	2	103			
	Пол II	-	2,9x2	5,80	61	0,6	0,23	49	0	0	2	50			
	Пол III	-	2,9x2	5,80	61	0,6	0,12	25	0	0	2	25			
3	НС	Ю	8,1x4,4	35,6 4	61	1,0	0,30	652	0	10	7	763	5723	1145	6868
	НС	Ю	8,1x1	8,10	61	1,0	1,92	947	0	10	7	1108			
	НС	3	6x4,4	26,4 0	61	1,0	0,30	483	15	10	7	638			
	НС	3	6x1	6,00	61	1,0	1,92	701	15	10	7	926			
	Ок(2)	Ю	1,2x1,6	3,84	61	1,0	1,66	389	0	10	7	455			
	Кро вля	-	8,1x6	48,6 0	61	0,9	0,43	1134	0	0	2	1157			
	Пол I	-	8,1x2+6x2	28,2 0	61	0,6	0,48	491	0	0	2	501			
	Пол II	-	6,1x2+2x2	16,2 0	61	0,6	0,23	138	0	0	2	141			
	Пол III	-	4,1x2	8,20	61	0,6	0,12	35	0	0	2	36			
6	НС	Ю	5,1x4,4	22,4 4	61	1,0	0,30	411	0	10	7	480	2448	490	2937

	НС	Ю	5,1x1	5,10	61	1,0	1,92	596	0	10	7	697			
	Ок	Ю	1,2x1,6	1,92	61	1,0	1,66	194	0	10	7	227			
	Кро вля	-	5,1x6	30,6 0	61	0,9	0,43	714	0	0	2	728			
	Пол I	-	5,1x2	10,2 0	61	0,6	0,48	178	0	0	2	181			
	Пол II	-	5,1x2	10,2 0	61	0,6	0,23	87	0	0	2	89			
	Пол III	-	5,1x2	10,2 0	61	0,6	0,12	43	0	0	2	44			
7	НС	В	2x3,3	6,60	59	1,0	0,30	117	10	10	0	140	804	140	943
	Ок	В	1,2x1,6	1,92	59	1,0	1,66	188	10	10	0	226			
	Кро вля	-	7x2	14,0 0	59	0,9	0,43	316	0	0	0	316			
	Пол I	-	2x2	4,00	59	0,6	0,48	67	0	0	0	67			
	Пол II	-	2x2	4,00	59	0,6	0,23	33	0	0	0	33			
	Пол III	-	2x2	4,00	59	0,6	0,12	16	0	0	0	16			
	Пол IV	-	2x1	2,00	59	0,6	0,07	5	0	0	0	5			
9	НС	С	7x3,3	23,1 0	59	1,0	0,30	409	15	10	0	511	2222	387	2608
	Дв	С	2,2x2,1	4,62	59	1,0	1,15	314	15	10	65	597			
	Кро	-	7x4,7	32,9	59	0,9	0,43	742	0	0	0	742			

	ВЛЯ			0											
	Пол I	-	7x2	14,0 0	59	0,6	0,48	236	0	0	0	236			
	Пол II	-	7x2	14,0 0	59	0,6	0,23	115	0	0	0	115			
	Пол III	-	7x0,7	4,90	59	0,6	0,12	20	0	0	0	20			
10	Кро вля	-	1,3x3,5	4,55	59	0,9	0,43	103	0	0	0	103	117	20	137
	Пол III	-	1,3x1,3	1,69	59	0,6	0,12	7	0	0	0	7			
	Пол IV	-	1,3x2,2	2,86	59	0,6	0,07	7	0	0	0	7			
11	Кро вля	-	5,7x3,7	21,0 9	60	0,9	0,43	484	0	0	0	484	546	95	641
	Пол III	-	3,7x1,5	5,55	60	0,6	0,12	23	0	0	0	23			
	Пол IV	-	3,7x4,2	15,5 4	60	0,6	0,07	39	0	0	0	39			
12,13,14	НС	Ю	7x3,3	23,1 0	60	1,0	0,30	416	0	10	2	466	4800	835	5635
	НС	В	5,5x3,3	18,1 5	60	1,0	1,92	2087	10	10	2	2546			
	Дв	В	1,3x2,1	2,73	60	1,0	1,15	189	10	10	65	349			
	Кро вля	-	7x5,5	38,5 0	60	0,9	0,43	884	0	0	0	884			

	Пол I	-	7x2+5,5x2	25,0 0	60	0,6	0,48	428	0	0	0	428			
	Пол II	-	5x2+1,5x2	13,0 0	60	0,6	0,23	109	0	0	0	109			
	Пол III	-	3x1,5	4,50	60	0,6	0,12	19	0	0	0	19			
15	НС	Ю	4,5x3,3	14,8 5	59	1,0	0,30	263	0	10	2	294	3762	655	4417
	НС	В	5,5x3,3	18,1 5	59	1,0	1,92	2052	10	10	2	2503			
	Кро вля	-	4,5x5,5	24,7 5	59	0,9	0,43	559	0	0	0	559			
	Пол I	-	4,5x2+5,5 x2	20,0 0	59	0,6	0,48	337	0	0	0	337			
	Пол II	-	3,5x2+0,5 x2	8,00	59	0,6	0,23	66	0	0	0	66			
	Пол III	-	1,5x0,5	0,75	59	0,6	0,12	3	0	0	0	3			
16	НС	С	4,5x3,3	14,8 5	59	1,0	0,30	263	15	10	2	334	2033	354	2387
	НС	В	2,6x3,3	8,58	59	1,0	1,92	970	10	10	2	1183			
	Кро вля	-	4,5x2,6	11,7 0	59	0,9	0,43	264	0	0	0	264			
	Пол I	-	4,5x2+2,6 x2	14,2 0	59	0,6	0,48	239	0	0	0	239			
	Пол II	-	0,6x2,5	1,50	59	0,6	0,23	12	0	0	0	12			

