

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Т.Ф. ГОРБАЧЕВА»

Институт энергетики

Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Промышленная теплоэнергетика»

Кафедра теплоэнергетики

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к выпускной квалификационной работе
студента группы ТЭб-162

Родькина Кирилла Андреевича

Тема работы: Реконструкция системы отопления Иверского мужского монастыря

Заведующий кафедрой: А.Р. Богомолов

Руководитель работы: А.В. Коробейников

Консультанты:

Кемерово 2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Т.Ф.ГОРБА-
ЧЕВА»

Кафедра теплоэнергетики

У Т В Е Р Ж Д А Ю

Дата _____

Зав.кафедрой _____
(подпись)

Задание по выпускной квалификационной работе

Студенту Родькину Кириллу Андреевичу

1. Тема ВКР: «Реконструкция системы отопления Иверского мужского монастыря»;
утверждена приказом по вузу
2. Срок сдачи студентом законченной ВКР _____;
3. Исходные данные к ВКР: Иверский мужской монастырь по адресу г. Ленинск-Кузнецкий, ул. Кутузова,16, нуждается в реконструкции системы отопления
4. Объем и содержание пояснительной записки (основных вопросов общей и специальной части) и графического материала: Пояснительная записка содержит 5 разделов, 66 страниц машинописного текста, 8 листов графического материала.
5. Консультанты по ВКР (с указанием относящихся к ним разделов работы)
 1. _____
 2. _____
 3. _____
 4. _____
 5. _____
 6. _____

Дата выдачи задания _____

Руководитель _____
(подпись)

6. Основная литература и рекомендуемые материалы:

1. СНиП 23-01-99 «Строительная климатология». – М.: Госстрой России, 2003;
2. СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия». – М.: Госстрой России, 2008;
3. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»; – М.: Министерство регионального развития Российской Федерации, 2012;
4. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры внутреннего воздуха.». – М.: Министерство регионального развития Российской Федерации, 2011;
5. Хрусталева Б.М., Кувшинов Ю.Я., Копко В.М. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование – М.: Издательство ассоциации строительных вузов, 2008. - 784 с.;
6. СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий»; –М.: Министерство регионального развития Российской Федерации, 2012;
7. СНиП 2-3-79 «Строительная теплотехника»; – М.: Госстрой России, 1998;
8. РосТепло.ру - всё о теплоснабжении в России [Электронный ресурс]: К вопросу выбора отопительного прибора – Режим доступа к странице: http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=2820;
9. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / 9-е изд., Л. Химия, 1981-560 с;
10. В. Н. Богословский, Б. А. Крупное, А. Н. Сканава. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть 1. Отопление. – М.: Стройиздат, 1990.

Задание принял к исполнению (дата): _____

ПРИМЕЧАНИЕ: 1. Это задание прилагается к законченной ВКР и вместе с ВКР представляется в ГЭК;
2. Кроме задания, студент должен получить от руководителя календарный график работы над ВКР на весь период проектирования (с указанием срока выполнения и трудоемкости отдельных этапов).

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Т.Ф.ГОРБАЧЕВА»

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
студента-дипломника

1. Институт энергетики;
2. Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
профиль «Промышленная теплоэнергетика»;
3. Кафедра теплоэнергетики;
4. Фамилия, имя, отчество (полностью): Родькин Кирилл Андреевич;
5. Тема выпускной квалификационной работы: «Реконструкция системы отопления Иверского мужского монастыря»;
6. Руководитель ВКР: Коробейников Анатолий Владимирович;
7. Консультанты _____.

№	Фамилия, имя, отчество	Разделы и специальные вопросы
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

Зав. кафедрой _____

Календарный рабочий план

ЭТАПЫ ИЛИ РАЗДЕЛЫ РАБОТЫ		МЕСЯЦЫ И НЕДЕЛИ																								
		март					апрель					май					июнь									
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
1.	Общие данные					X	X																			
2.	Тепловой расчет объекта							X	X	X																
3.	Тепло-гидравлический расчёт системы отопления										X	X	X	X												
4.	Теплотехнические решения														X	X										
5.	Экономическая оценка																X									
6.																										
7.																										
8.																										
9.																										
10.																										
11.																										
12.																										
13.																										
14.																										
15.																										
16.																										
17.																										
Дата выдачи	Срок начала проектирования	Срок сдачи проекта на кафедру					Срок защиты в ГЭК					Приложение					Утверждено: Зав.каф.									

На основании результатов просмотра дипломного проекта, студента Родькина К.А. кафедра считает возможным допустить к защите в ГЭК

« _____ » _____ 2020 г.

Зав. кафедрой _____

Аннотация к ВКР Родькина Кирилла Андреевича

Выпускная квалификационная работа на тему: «Реконструкция системы отопления Иверского мужского монастыря».

Данная работа является важной и актуальной по ряду причин: надежность, безопасность и экономия – то что является самым важным в настоящее время, когда речь идёт о выработке тепла.

Работа заключается в разработке проекта по реконструкции системы отопления, которая на данный момент не функционирует должным образом.

Дипломная работа написана на основе современных статистических данных, при этом особое внимание уделено соответствию всем нормам и правилам, описанным в нормативной документации. В работе применяется как ручной, так и программный способы расчёта.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1. ОБЩИЕ ДАННЫЕ	10
1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ОБЪЕКТЕ	10
1.2. СВЕДЕНИЯ О СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ОБЪЕКТА	11
1.3. КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ	12
1.4. ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ	13
1.5. ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ КОТЕЛЬНОЙ	18
2. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ОБЪЕКТА.....	22
2.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ВНЕШНИХ СТЕН	22
2.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ВНУТРЕННИХ СТЕН.....	23
2.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЧЕРДАЧНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ	24
2.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ДЛЯ ОКОН И ДВЕРЕЙ	25
2.5. СОСТАВЛЕНИЕ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА	26
3. ТЕПЛО-ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ.....	32
3.1. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЁТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ	32
3.2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ	34
3.3. РАСЧЁТ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ.....	37
4. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	39
4.1. РЕШЕНИЯ ПО СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ.....	39
4.1.1. УЗЛЫ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ	39
4.1.2. КОНТУРЫ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ	42
4.1.3. НАСОСЫ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ	55
4.2. РЕШЕНИЯ ПО КОТЕЛЬНОЙ	57
4.2.1. РАСЧЕТ РАСШИРИТЕЛЬНОГО БАКА	57
4.2.2. РАСЧЕТ НАГНЕТАТЕЛЬНОГО ВЕНТИЛЯТОРА	59
5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА.....	61
5.1. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	61
5.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ.....	62
5.3. РАСЧЁТ ЭКОНОМИИ	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	65
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	66

ВВЕДЕНИЕ

Неуклонный рост потребления энергии как в России, так и в мире, обусловлен, прежде всего, обеспечением теплотой инженерных систем зданий и сооружений. Известно, что расход на теплоснабжение гражданских и производственных объектов составляет более одной трети всего добываемого в нашей стране органического топлива.

Основными теплотратами на коммунально-бытовые нужды в зданиях являются затраты на отопление. Это объясняется условиями эксплуатации зданий в период отопительного сезона на большей части территории России. В это время теплопотери через наружные ограждающие конструкции значительно превышают внутренние тепловыделения (от людей, осветительных приборов, оборудования). Поэтому для поддержания в жилых и общественных зданиях нормального для жизнедеятельности микроклимата и температурной обстановки необходимо оборудовать их отопительными установками и системами.

В последнее десятилетие также наблюдается постоянный рост стоимости всех видов топлива. Связано это как с переходом к условиям рыночной экономики, так и с усложнением добычи топлива при освоении глубоких месторождений в отдельных районах России. В связи с этим становится все более актуальным решение задач энергосбережения путем увеличения теплостойкости наружных ограждающих конструкций здания, и экономии потребления тепловой энергии в различные периоды времени и при различных условиях окружающей среды путем регулирования с помощью автоматических устройств.

Подводя итог вышесказанному, можно сказать, что современная система теплоснабжения здания, должна отвечать следующим требованиям:

- обеспечение требуемого теплового режима в помещении. Важно не только отсутствие недогрева, но и превышение температуры воздуха в помещении также приводит к отсутствию комфорта, что, в свою очередь, приводит к снижению производительности труда и ухудшению здоровья прибывающих в помещении;

					<i>12.ВКР.13.03.01-ПЗ</i>					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>						
<i>Разраб.</i>		<i>Родькин К.А.</i>			<i>ВВЕДЕНИЕ</i>					
<i>Рук-ль</i>		<i>Коробейников А.В.</i>						<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Зав. каф</i>		<i>Богомолов А.Р.</i>							8	
								<i>КузГТУ, ИЭ, ТЭБ-162</i>		

- возможность регулирования параметров системы теплоснабжения и, как следствие, параметров температуры внутри помещений в зависимости от желаний потребителей, времени и особенностей работы административного здания и температуры наружного воздуха;

- безопасность – её нарушение ещё одна проблема, заключающаяся в возникновении чрезвычайных ситуаций причиной возникновения, которых во многих случаях служит именно система теплоснабжения. А также выхлоп, утечка газа, разлив жидкого топлива.

В настоящее время система теплоснабжения братских корпусов Иверского мужского монастыря, расположенных по адресу: г. Ленинск-Кузнецкий, ул. Кутузова, 16 и 16/1 не отвечает вышеизложенным требованиям и не функционирует должным образом. Условия комфортного пребывания в помещениях нарушены, и при работающем отоплении не все отопительные приборы отдают тепло. В связи с чем, целью данной работы является реконструкция системы отопления для обеспечения современных требований и необходимых условий микроклимата в помещениях данного здания.

Для достижения поставленной цели необходимо реализовать следующие задачи:

- провести физический аудит существующей системы отопления;
- исследовать котельную и предложить решения по улучшению её работы;
- произвести перерасчёт требуемого объема тепла в отдельности на каждое помещение с учетом актуальной нормативной базы;
- произвести тепло-гидравлический расчёт текущей системы отопления, с целью выявления уязвимых мест;
- предложить решения по реконструкции.

					<i>12.ВКР.13.03.01-ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

1. ОБЩИЕ ДАННЫЕ

1.1. Общие сведения о объекте

Монастырь расположен по адресу ул. Коростылева, 6, Ленинск-Кузнецкий, Кемеровская обл. Объектом исследования являются братские корпуса ул. на Кузцова, 16 и 16/1.

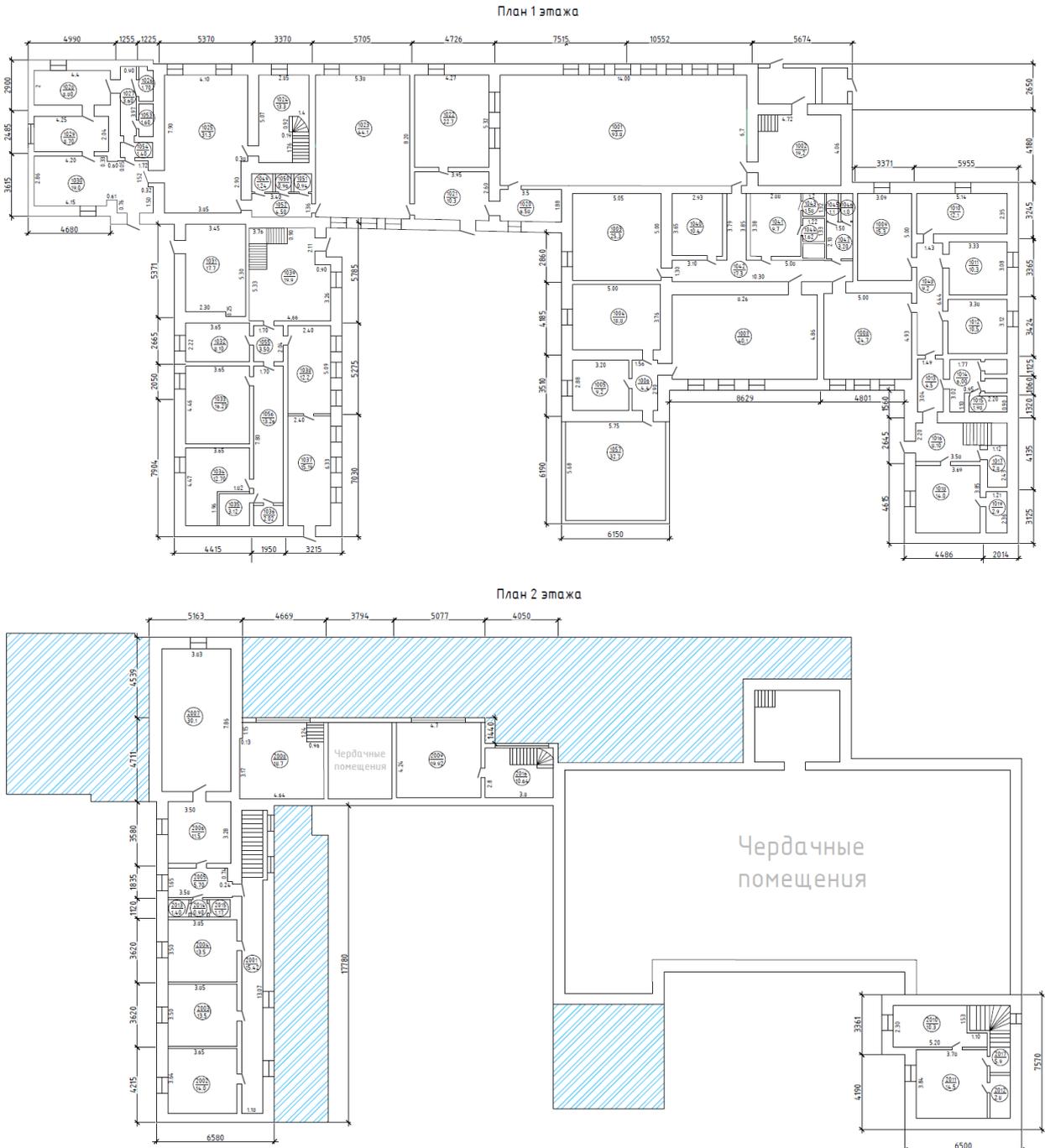


Рис. 1.1.1. Поэтажные планы помещений

					<i>12.ВКР.13.03.01-ПЗ</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		<i>Родькин К.А.</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Рук-ль</i>		<i>Коробейников А.В.</i>				10	
<i>Зав. каф</i>		<i>Богомолов А.Р.</i>			<i>КузГТУ, ИЭ, ТЭБ-162</i>		

ОБЩИЕ ДАННЫЕ

Изначально корпуса были отдельно стоящими одноэтажными сооружениями, но в ходе расширения постепенно обрастали пристройками и на данный момент являются одним двухэтажным сооружением, рис. 1.1.1. Вместе с увеличением строительных площадей были произведены изменения системы отопления, что привело к нарушению её гидравлической увязки и неравномерному распределению теплоносителя по системе отопления.

На данный момент объект имеет 1 корпус, 2 этажа, чердачное перекрытие и технический подвал.

Общая площадь здания – 1240,9 м²

Высота здания – 5,5 м

Высота технического подвала – 2,45 м

Объем по наружному обмеру – 4037 м³

На первом этаже здания расположены жилые комнаты, общие коридоры, санузлы, кухня, складские помещения, 2 обеденных зала, прачечная, сушильная, душевые общие, гладильная, раздевальные при душевых.

На втором этаже: общий коридор, душевая общая, уборная общая и жилые комнаты.

В данном объекте отсутствует возможность подключения к централизованному теплоснабжению. Теплоснабжение осуществляется от собственной котельной, расположенной в техническом подвале.

1.2. Сведения о строительных конструкциях объекта

Фундамент – ленточный из монолитного железобетона на свайном основании.

Стены – кирпич керамический пустотелый, толщина – 640 мм, 310мм.

Внутренние перегородки – Кирпич керамический пустотелый, толщина – 150 мм, 310мм, 640мм.

Междуэтажные перекрытия – Сосна и ель вдоль волокон, толщина – 120мм.

Перекрытие чердачное – Сосна и ель вдоль волокон, толщина – 50мм.

Листы гипсовые обшивочные, толщина – 30мм.

Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем Ventiterm, толщина – 160мм.

Отделка потолков – гипсовая штукатурка, побелка / плитка потолочная.

					12.ВКР.13.03.01-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Внутренняя отделка стен:

- жилые комнаты, кабинеты – гипсовая штукатурка, обои;
- коридоры – гипсовая штукатурка, побелка;
- санитарные узлы – окраска;
- полы – деревянные лаги, бетон.

Покрытие полов:

- кабинеты, жилые комнаты, - линолеум, ковры;
- санитарные узлы, столовые, кухня – керамическая плитка.

Крыша – комбинированная с ондулиновой кровлей.

Лестничные марши – деревянные.

Оконные проемы – двойные одно- двухстворчатые пластиковые.

Дверные проемы – деревянные.

1.3. Климатологические данные

Район строительства – г. Ленинск-Кузнецкий. Климатические характеристики принимаем в соответствии со СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» [1], для города Кемерово.

Температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 – $t_n = - 39^{\circ}\text{C}$ [1].

Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха $< 8^{\circ}\text{C}$ (средняя температура отопительного периода) $t_{от} = - 8,3^{\circ}\text{C}$ [1].

Продолжительность периода со средней суточной температурой наружного воздуха $< 8^{\circ}\text{C}$ (продолжительность отопительного периода) $z_{от} = 231$ сут. [1].

Средняя скорость ветра периода со средней суточной температурой воздуха $< 8^{\circ}\text{C}$ (средняя скорость ветра отопительного периода) $V_{от} = 4,9$ м/с [1].

Нормативное значение ветрового давления согласно СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия» [2] для III ветрового района составляет 38 кгс/м².

Нормативное значение веса снегового покрова согласно [2] для IV снегового района составляет 240 кгс/м².

Расчетная температура наружного воздуха для проектирования системы отопления, принимаем по температуре воздуха с обеспеченностью 0,92 – $t_{н.в.} = - 39^{\circ}\text{C}$.

					12.ВКР.13.03.01-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

12.ВКР.13.03.01-ПЗ

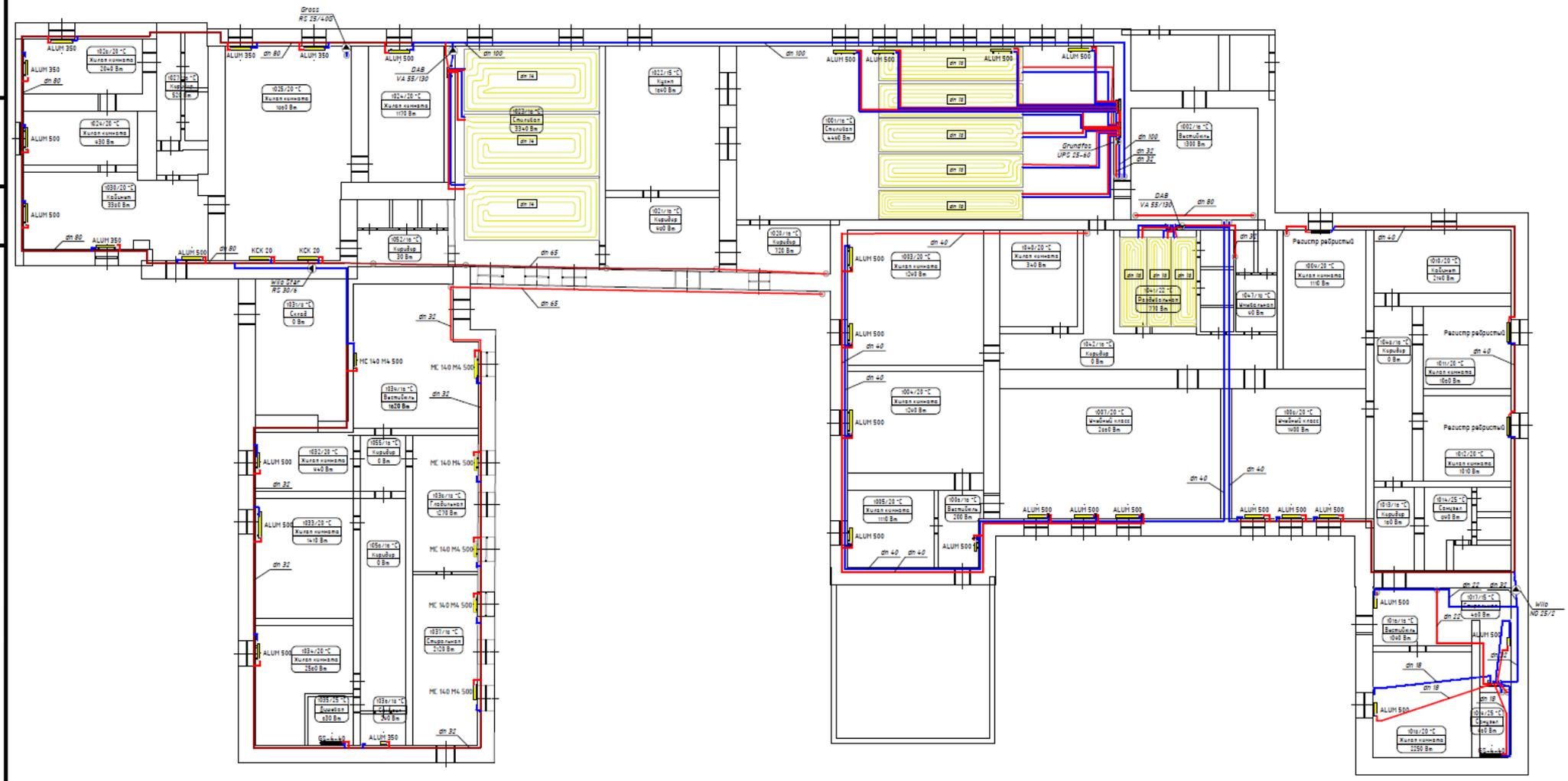


Рис. 1.4.1. План существующей системы отопления. Этаж 1

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

12.ВКР.13.03.01-ПЗ

Лист	15
------	----

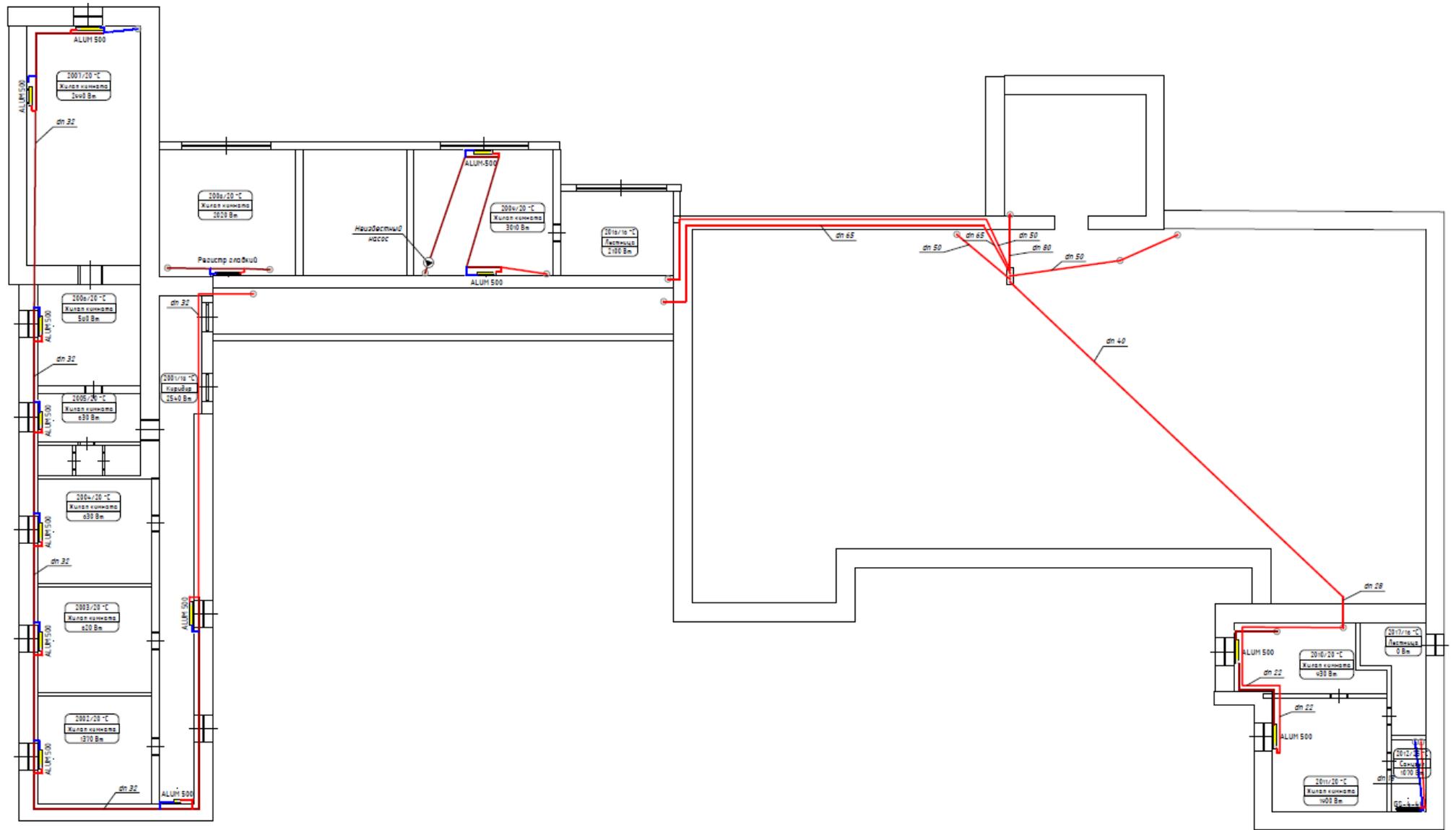


Рис. 1.4.1. План существующей системы отопления. Этаж 2

контуре в узлах ОП установлены регулирующие и настроечные клапаны, неизвестного производителя.

В системе отопления предусмотрено использование теплых полов в помещениях № 1001 (столовая), 1023 (столовая), 1041 (общая душевая) рис.1.4.2, (а , б, в.)

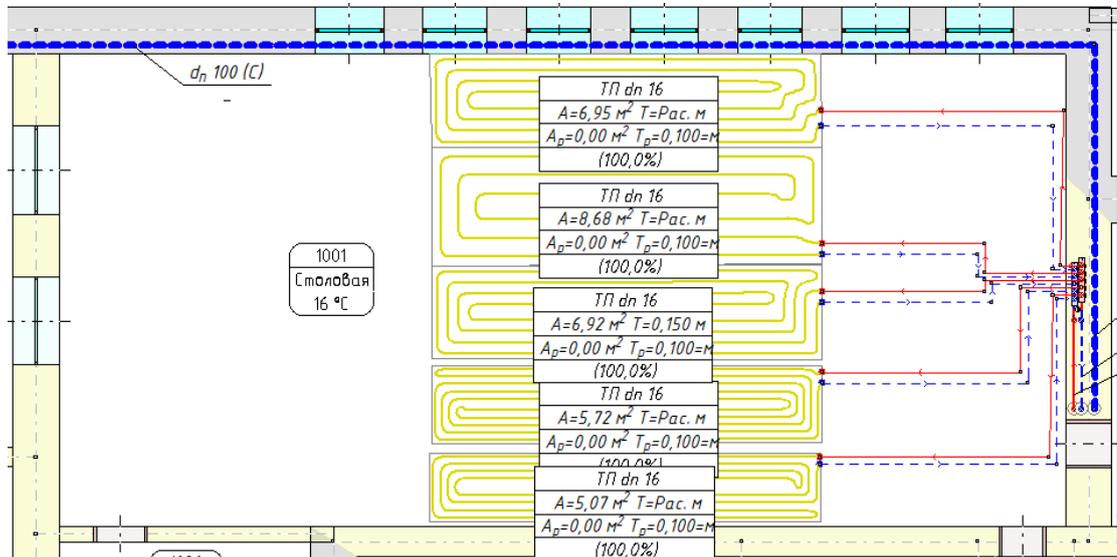


Рис.1.4.2, а. Теплый пол в 1001

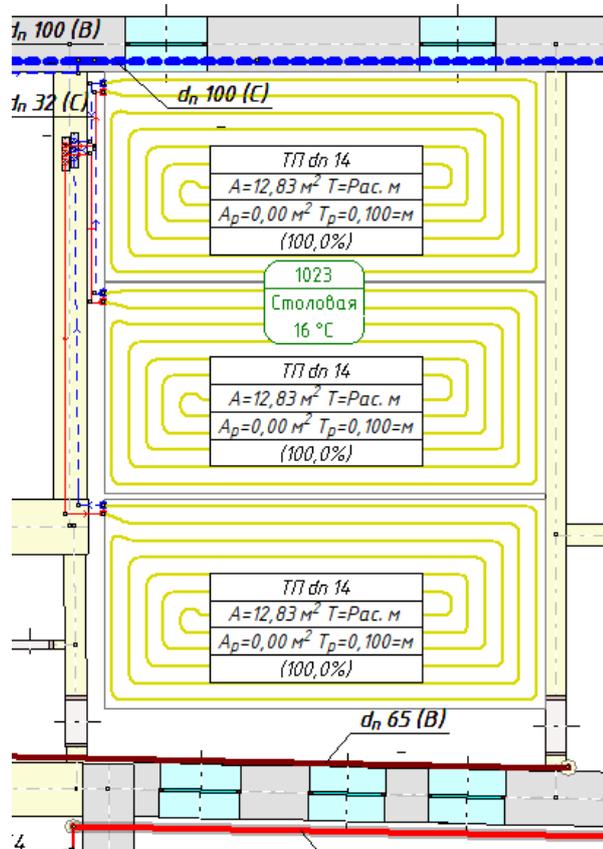


Рис.1.4.2, б. Теплый пол в 1023

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

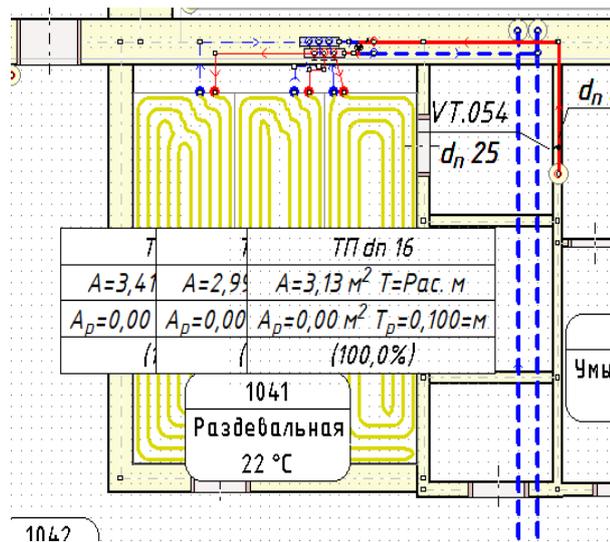


Рис.1.4.2, в. Теплый пол в 1041

Для циркуляции теплоносителя, помимо главного насоса в котельной, в каждом контуре установлены дополнительные циркуляционные насосы, всего 7 шт.

Таблица 1.4.3. Используемые насосы

№	Наименование	H, м	Потребляемая мощность, Вт	Производительность, м³/час
1	Gross RS 25/40G	4	72	4
2	DAB VA 55/130 2 шт.	5,4	82	4,2
3	Grundfos UPS 25-60	6	60	3,4
4	Wilo Star RS 30/6	6	84	4
5	WILO NO 25/2	2	49	2

1.5. Текущее состояние котельной

В данной системе отопления отсутствует подключение к сетям централизованного теплоснабжения. Источником теплоснабжения являются 3 водогрейных твердотопливных котла – Wirbel ЕКО, 80 кВт мощностью.

Твердотопливные стальные водогрейные котлы ЕКО предназначены в качестве источника тепла для систем отопления мощностью от 14 до 80 кВт. Конструкция, материалы, технология при изготовлении и проверке качества соответствуют требованиям европейской нормы EN 303-5.

В нижней двери предусмотрено отверстие для установки наддувной горелки. За счет увеличенной камеры сжигания топлива, котлы Wirbel ЕКО могут работать на одной загрузке топлива в 2 раза дольше, чем подобные им. В топке имеется дополнительная эффективная поверхность нагрева – водоохлаждаемая колосниковая решётка. Данные котлы могут работать как в открытых, так и в закрытых системах отопления.

Основное применяемое топливо – уголь длиннопламенный рядовой (20 – 40 мм), теплота сгорания от 4500 до 5500 ккал\кг, влажность предельная до 18%. Допустимы уголь, дрова и брикеты.

Характеристика котла:

- максимальная мощность – 80 кВт;
- давление в дымоходе – 30 Па;
- объем конвективной части – 100 л;
- диапазон рабочих температур воды – 40/90°C;
- минимальная температура обратной линии – 65°C;
- площадь поверхности нагрева – 4,33 м²;
- коэффициент полезного действия – 68%;
- объем камеры сгорания – 392 л;
- расход топлива бурый уголь – 10,7 кг/ч;
- размеры 860x1250x1150.

Виды котла представлены на рисунке 1.5.1

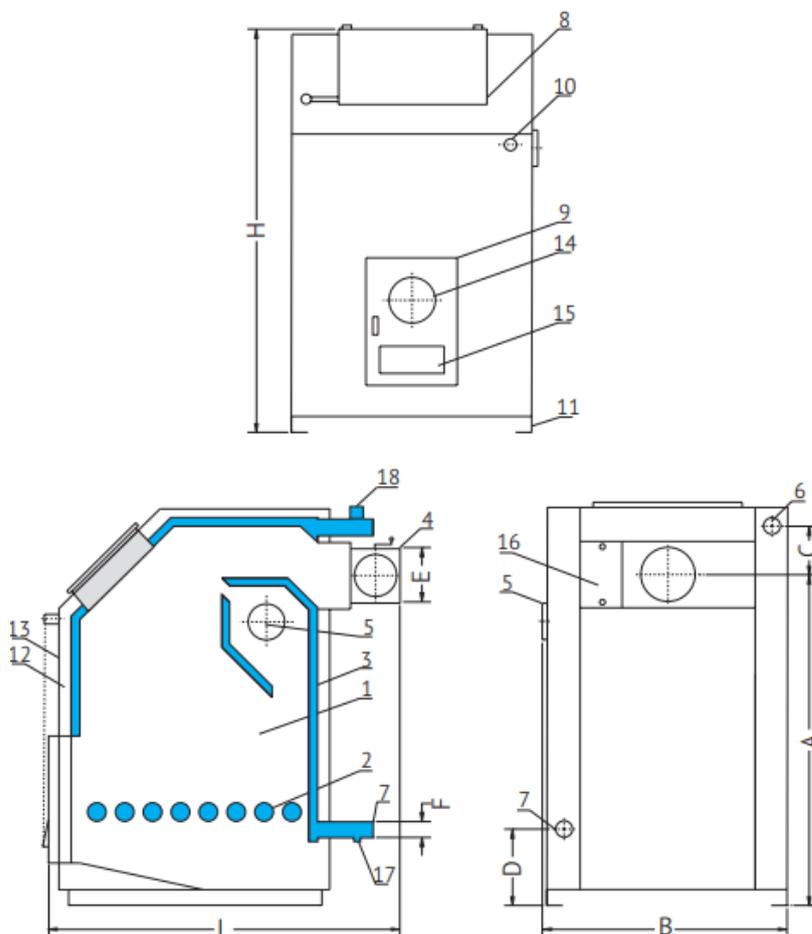


Рис.1.5.1. Котел Wirbel ЕКО 80

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

12.ВКР.13.03.01-ПЗ

Лис

19

1 – Топочная камера ; 2 - Водоохлаждаемая колосниковая решетка; 3 - Водоохлаждаемая рубашка ; 4 - Патрубок дымохода; 5 - Отверстие для чистки; 6 - Подающий патрубок; 7 - Обратный патрубок; 8 - Верхняя дверь для загрузки топлива; 9 - Нижняя дверь для чистки/установки горелки; 10 - Отверстие для установки терморегулятора; 11 - Опора ; 12 - Изоляция котла ; 13 - Обшивка котла; 14 - Отверстие для горелки; 15 - Воздушная заслонка; 16 - Отверстие для чистки; 17 - Штуцер для наполнения/слива; 18 - Место для установки группы безопасности.

На рис. 1.5.2 представлена схема котельной. 3 установленных котла объединены сборным коллектором, в котором смешивается весь теплоноситель, как с храма, так и с братского корпуса. Есть возможность использовать котлы 2 и 3 отдельно от котла 1.

На данный момент котлы работают в температурном режиме: 60°C на подающей и 40°C на обратной линиях. Большой температуры подачи достичь не удаётся. Вызвано это тем, что котлы не оборудованы вентиляторами наддува, что не позволяет обеспечить необходимый расход воздуха для полного сгорания топлива и достижения рабочих параметров котла.

Кроме того, при осмотре котельной, был отмечен факт нарушения герметичности соединения дымовых труб с дымоходами котлов, в связи с чем имеют место быть большие значения местных присосов, которые также снижают расход воздуха через топку котла.

Для циркуляции теплоносителя по системам отопления на обратной сборной магистрали с братского корпуса установлен насос GoldStar PH-123E, аналогичным образом установлен такой же насос для обратной линии храма. Параметры насосов:

- максимальный напор – 5 м;
- производительность – 9 м³/час;
- потребляемая мощность – 265 Вт.

Подпитка системы осуществляется из водопроводной сети. Состоит из стального трубопровода Ду25, фильтрующим элементом является фланцевый грязевик. Подача подпиточной воды осуществляется путем открытия шарового крана.

Установленные в котельной 2 расширительных бака имеют общий рабочий объем – 50 л. Что, очевидно, является недостаточным решением для котельной производительности 240 кВт и является причиной регулярных превышений рабочего давления в системе и утечек теплоносителя.

Более подробно о оборудовании схемы котельной в ГЧ (лист 6).

					12.ВКР.13.03.01-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ОБЪЕКТА

Следующим шагом определим необходимую тепловую нагрузку, чтобы параметры микроклимата в помещениях соответствовали условиям комфортного пребывания. Для этого составим тепловой баланс объекта. Но, предварительно необходимо:

- выполнить размерные чертежи планов этажей, подвала, чердака, произвести нумерацию помещений.

- выявить значения сопротивления теплопередачи для всех наружных ограждений, а также для внутренних, разделяющих помещения с разностью расчетных температур между ними 2°C и более. [5]

2.1. Определение термического сопротивления внешних стен

Термическое сопротивление ограждающих конструкций находится по формуле:

$$R_{ст.} = \frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_{нр}}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} \quad (2.1.1)$$

δ - толщина слоя ограждающей конструкции;

$\alpha_{нр}, \alpha_{вн}$ - коэффициенты теплоотдачи у наружной и внутренней поверхностей;

λ - коэффициент теплопроводности слоя;

Для определения теплового потока нужен коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции — это обратная величина термическому сопротивлению:

$$k_{ст.} = \frac{1}{R_{ст.}}, \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{°C} \quad (2.1.2)$$

Определим термическое сопротивление для всех ограждений данного здания через которые будет происходить теплообмен при разности температур более 3°C: наружная стена, внутренняя стена из жилой комнаты в коридор, чердачное перекрытие, перекрытие над техническим подвалом, двухкамерный стеклопакет и дверь из жилой комнаты в коридор.

					<i>12.ВКР.13.03.01-ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Родькин К.А.</i>			ТЕПЛОВОЙ РАСЧЁТ ОБЪЕКТА	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Рук-ль</i>		<i>Коробейников А.В.</i>					22	
<i>Зав. каф</i>		<i>Богомолов А.Р.</i>				<i>КузГТУ, ИЭ, ТЭб-162</i>		

Известно, что наружная стена состоит из следующих слоев, рис. 2.1.1.

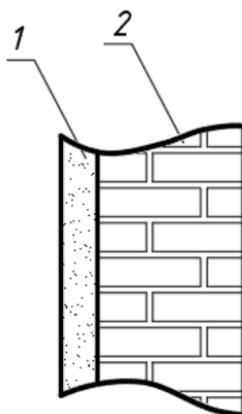


Рис. 2.1.1. Фрагмент наружной стены. 1- штукатурка сухая; 2- кладка кирпичная

Произведем расчёт по формуле 2.1.1 для следующих значений:

Слой штукатурки $\delta_1 = 0,030$ м;

Кирпичная кладка $\delta_2 = 0,64$ м;

Для каждого материала выбираем соответствующие коэффициенты теплопроводности по СНиП 2-3-79 [7]:

Для слоев штукатурки $\lambda_1 = 0,36$ Вт/ м·°С;

Для кирпичной кладки $\lambda_2 = 0,55$ Вт/ м·°С.

По [7] находим коэффициенты теплоотдачи для внутренних поверхностей стен отапливаемых помещений $\alpha_{вн} = 8,7$ Вт/ м²·°С и для наружных поверхностей стен $\alpha_{нр} = 23$ Вт/ м²·°С.

Находим действительное сопротивление для наружной стены, подставив найденные значения в формулу:

$$R_{нр.ст.} = \frac{1}{23} + \frac{0,64}{0,36} + \frac{0,030}{0,55} + \frac{1}{8,7} = 1,99 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$$

Коэффициент теплопередачи для наружной стены:

$$k_{нр.ст.} = \frac{1}{1,99} = 0,5 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°С}.$$

2.2. Определение термического сопротивления внутренних стен

Известно, что внутренняя стена состоит из тех же слоев, что и наружная (рис. 2.5.1), но имеет другую толщину.

Произведем расчёт для следующих значений:

					12.ВКР.13.03.01-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

слои штукатурки $\delta_1 = 0,020$ м;

кирпичная кладка $\delta_2 = 0,25$ м;

Для каждого материала выбираем соответствующие коэффициенты теплопроводности по [7]:

Для слоев штукатурки $\lambda_1 = 0,36$ Вт/м·°С;

Для кирпичной кладки $\lambda_2 = 0,55$ Вт/м·°С.

По [7] находим коэффициенты теплоотдачи для внутренних поверхностей стен отапливаемых помещений $\alpha_{вн} = 8,7$ Вт/м²·°С.

Находим действительное сопротивление для внутренней стены, подставив найденные значения в формулу:

$$R_{вн.ст.} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,020}{0,36} + \frac{0,25}{0,55} + \frac{1}{8,7} = 0,74 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

Коэффициент теплопередачи для внутренней стены:

$$k_{вн.ст.} = \frac{1}{0,74} = 1,35 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С.}$$

2.3. Определение термического сопротивления чердачного перекрытия

Чердачное перекрытие состоит из следующих слоев, имеет слой утеплителя – плиты из минеральной ваты. (рис. 2.3.1).

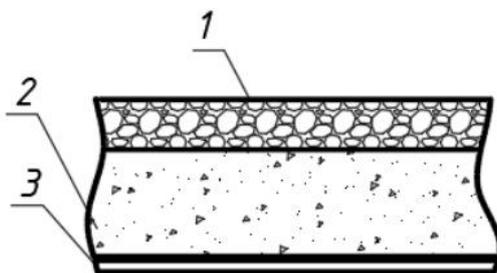


Рис. 2.3.1. Фрагмент чердачного перекрытия. 1-штукатурка сухая; 2-сосна и ель вдоль волокон; 3- плиты из минеральной ваты

Произведем расчёт для следующих значений:

Внутренний слой штукатурки $\delta_1 = 0,03$ м;

Сосна и ель вдоль волокон $\delta_2 = 0,05$ м;

Плиты из минеральной ваты $\delta_3 = 0,1$ м;

Для каждого материала выбираем соответствующие коэффициенты теплопроводности по СНиП 2-3-79 [7]:

Для слоев штукатурки $\lambda_1 = 0,21$ Вт/ м·°С;

Для сосны и ели $\lambda_2 = 0,35$ Вт/ м·°С;

Для минеральной ваты $\lambda_3 = 0,045$ Вт/ м·°С.

Так как есть чердачное помещение, то находим коэффициенты теплоотдачи для внутренних поверхностей отапливаемых помещений $\alpha_{вн} = 8,7$ Вт/ м²·°С [7], для поверхности со стороны перекрытия $\alpha_{нр} = 12$ Вт/ м²·°С.

Находим действительное сопротивление для чердачного перекрытия, подставив найденные значения в формулу:

$$R_{чер.пр.} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,03}{0,21} + \frac{0,05}{0,35} + \frac{0,1}{0,045} + \frac{1}{12} = 2,68 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

Коэффициент теплопередачи для чердачного перекрытия:

$$k_{чер.пр.} = \frac{1}{2,68} = 0,37 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{°С}.$$

2.4. Определение термического сопротивления для окон и дверей

На данный момент в здании установлены окна из двухкамерного стеклопакета, рассчитаем сопротивление такого окна (рис. 2.4.1).

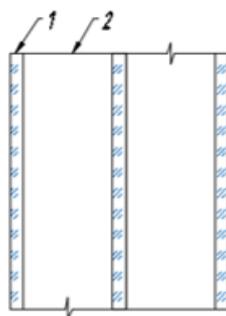


Рис. 2.4.1. Фрагмент двухкамерного стеклопакета. 1- стекло; 2- воздушная прослойка

Толщина стёкол $\delta_1 = 0,004 \cdot 3 = 0,012$ м;

Толщина воздушной прослойки $\delta_2 = 0,02$ м;

					12.ВКР.13.03.01-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Для каждого материала выбираем соответствующие коэффициенты теплопроводности по СНиП 2-3-79 [7]:

Для стекла $\lambda_1 = 0,76 \text{ Вт/ м}\cdot\text{°С}$;

Для воздушной прослойки $\lambda_2 = 0,034 \text{ Вт/ м}\cdot\text{°С}$;

Коэффициенты теплоотдачи для внутренних поверхностей окон, дверей отапливаемых помещений $\alpha_{\text{вн}} = 9,28 \text{ Вт/ м}^2\cdot\text{°С}$, а для наружных поверхностей $\alpha_{\text{нр}} = 23,2 \text{ Вт/ м}^2\cdot\text{°С}$ [7].

Подставляя в формулу получим сопротивление двойного стеклопакета:

$$R_{\text{ок}} = \frac{1}{23,2} + \frac{0,02}{0,034} + \frac{0,02}{0,034} + \frac{0,012}{0,76} + \frac{1}{9,28} = 0,8 \text{ м}^2\cdot\text{°С/Вт}$$

Коэффициент теплопередачи для двухкамерного стеклопакета:

$$k_{\text{ок}} = \frac{1}{0,8} = 1,25 \text{ Вт/ м}^2\cdot\text{°С}.$$

Большинство дверей из жилых комнат в коридор стальные поэтому проведем расчёт для таких дверей, т.к. они имеют наименьшее сопротивление. Примем сталь с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 58 \text{ Вт/ м}\cdot\text{°С}$ [7] и толщиной $\delta = 7 \text{ мм}$.

Коэффициенты теплоотдачи принимаем для внутренних поверхностей, так как в помещениях отсутствует движение воздушных масс.

Находим сопротивление:

$$R_{\text{дв}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,007}{58} + \frac{1}{8,7} = 0,24 \text{ м}^2\cdot\text{°С/Вт}$$

Коэффициент теплопередачи для данной двери:

$$k_{\text{дв}} = \frac{1}{0,24} = 4,1 \text{ Вт/ м}^2\cdot\text{°С}.$$

2.5. Составление теплового баланса

Далее для определения тепловой мощности составляют баланс расходов теплоты для расчётного отопительного периода в виде:

$$Q_o = Q_{\text{огр}} + Q_d + Q_u - Q_{\text{быт}}, \text{ Вт} \quad (2.5.1)$$

					12.ВКР.13.03.01-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

окон и балконных дверей со спаренными переплетами и открытых проемов и стеклопакетов.

Добавочные теплотери на ориентацию Q_d находятся путем умножения на коэффициент η :

$$Q_d = Q_{огр} \cdot \eta, \text{ Вт} \quad (2.5.4)$$

Коэффициент η по сторонам света принимается для наружных стен и окон в размерах:

Ю, ЮЗ - 0%;

З, ЮВ - 5%;

СЗ, С, СВ, В - 10%.

Источниками бытовых тепловыделений $Q_{быт}$, поступающие в помещение, являются люди, освещение, электродвигатели, остывающие материалы, солнечная радиация. Избыточная теплота – остаточное количество явной теплоты за вычетом теплотерь, поступающее в помещение при расчетных параметрах наружного воздуха после осуществления всех технологических мероприятий по их уменьшению.

Согласно [5] теплоступления от людей рассчитываются по выражению:

$$Q_{люд} = \sum_{i=1}^n n_i \cdot q_{чел_i} \cdot k_i, \text{ Вт} \quad (2.5.5)$$

n – расчетное количество человек в помещении;

$q_{чел}$ – количество теплоты, выделяемое одним мужчиной при определенной температуре внутреннего воздуха и определенном виде выполняемых им работ, Вт/чел.;

k – коэффициент, учитывающий то, кто находится в расчетном помещении (для мужчин $k = 1$, для женщин $k = 0,85$).

Предполагается, что от искусственного освещения теплота поступает в холодный период года и в переходные условия. Теплоступления от искусственного освещения определяются по формуле:

$$Q_{осв} = E \cdot q_{осв} \cdot F \cdot \eta_{осв}, \text{ Вт} \quad (2.5.6)$$

E – нормируемая освещенность помещения, лк, согласно [5];

$q_{осв}$ – удельное тепловыделение от ламп, Вт/(м²·лк), [5];

F – площадь пола помещения, м²;

					12.ВКР.13.03.01-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

$\eta_{осв}$ – доля теплоты, поступающая в помещение.

Расчёт выполнен с помощью программы RTI «Расчёт теплопотерь зданием». Данная программа рассчитывает тепловой баланс здания, используя выше описанную методику, а также с учетом всей нормативной документации, которая необходима для данного расчёта. Результаты представлены в табл. 2.5.1.

Таблица 2.5.1.

Этаж 1

№	Помещение	Температура, °С	Тип	Потери теплоты		Теплопоступления, Вт	Расчетная тепловая нагрузка для теплогидравлич. расчета
				Дополнительные, Вт	Расчетные, Вт		
1001	Обеденный зал	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	5171	682	4490
1002	Вестибюль в квартирном доме	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	1299	0	1300
1003	Жилая комната квартиры и	20	Жилое, Лечебно-проф. и	0	1542	253	1290
1004	Жилая комната квартиры и	20	Жилое, Лечебно-проф. и	0	1474	188	1290
1005	Жилая комната квартиры и	20	Жилое, Лечебно-проф. и	0	1196	92	1110
1006	Общий коридор в квартирном доме	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	242	44	200
1007	Жилая комната квартиры и	20	Жилое, Лечебно-проф. и	0	3255	401	2860
1008	Жилая комната квартиры и	20	Жилое, Лечебно-проф. и	0	2146	247	1900
1009	Жилая комната квартиры и	20	Жилое, Лечебно-проф. и	0	1254	153	1110
1010	Жилая комната квартиры и	20	Жилое, Лечебно-проф. и	0	2304	121	2190
1011	Жилая комната квартиры и	20	Жилое, Лечебно-проф. и	0	1155	103	1060
1012	Жилая комната квартиры и	20	Жилое, Лечебно-проф. и	0	1108	105	1010
1013	Общий коридор в квартирном доме	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	150	0	160
1014	Совмещенное помещение уборной	25	Жилое, Лечебно-проф. и	0	773	0	780
1015	Стиральная	18	Жилое, Лечебно-проф. и	0	103	0	110
1016	Вестибюль в квартирном доме	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	387	0	390
1017	Гладильная, сушильная в	15	Жилое, Лечебно-проф. и	0	479	28	460
1018	Жилая комната квартиры и	20	Жилое, Лечебно-проф. и	0	2387	140	2250
1019	Совмещенное помещение уборной	25	Жилое, Лечебно-проф. и	0	956	0	960

1020	Общий коридор в квартирном доме	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	710	0	720
1021	Вестибюль в квартирном доме	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	973	0	980
1022	Кухня	15	Жилое, Лечебно-проф. и	0	1911	227	1690
1023	Обеденный зал	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	3780	441	3340
1024	Жилая комната квартиры и	20	Жилое, Лечебно-проф. и	0	1845	133	1720
1025	Жилая комната квартиры и	20	Жилое, Лечебно-проф. и	0	2170	313	1860
1026	Уборная общая	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	139	0	140
1027	Общий коридор в квартирном доме	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	128	0	130
1028	Жилая комната квартиры и	20	Жилое, Лечебно-проф. и	0	2121	88	2040
1029	Жилая комната квартиры и	20	Жилое, Лечебно-проф. и	0	1012	87	930
1030	Жилая комната квартиры и	20	Жилое, Лечебно-проф. и	0	3564	190	3380
1032	Жилая комната квартиры и	20	Жилое, Лечебно-проф. и	0	1012	81	940
1033	Жилая комната квартиры и	20	Жилое, Лечебно-проф. и	0	1563	158	1410
1034	Жилая комната квартиры и	20	Жилое, Лечебно-проф. и	0	2711	158	2560
1035	Душевая общая	25	Жилое, Лечебно-проф. и	0	627	0	630
1036	Уборная индивидуальная	18	Жилое, Лечебно-проф. и	0	310	20	290
1037	Стиральная	18	Жилое, Лечебно-проф. и	0	2269	152	2120
1038	Гладильная	18	Жилое, Лечебно-проф. и	0	1389	122	1270
1039	Вестибюль в квартирном доме	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	1618	0	1620
1040	Жилая комната квартиры и	20	Жилое, Лечебно-проф. и	0	338	0	340
1041	Раздевальные при душевых	22	Жилое, Лечебно-проф. и	0	385	0	390
1042	Общий коридор в квартирном доме	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	-403	0	0
1043	Душевая общая	25	Жилое, Лечебно-проф. и	0	251	0	260
1044	Душевая общая	25	Жилое, Лечебно-проф. и	0	119	0	120
1045	Уборная общая	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	-46	0	0
1046	Уборная общая	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	-21	0	0
1047	Умывальная общая	18	Жилое, Лечебно-проф. и	0	84	0	90
1048	Общий коридор в квартирном доме	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	-152	0	0
1049	Уборная общая	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	-8	0	0
1050	Уборная общая	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	4	0	0
1051	Уборная общая	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	6	0	0
1052	Общий коридор в квартирном доме	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	25	0	30
1053	Душевая общая	25	Жилое, Лечебно-проф. и	0	243	0	250
1054	Общий коридор в квартирном доме	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	-57	0	0
1055	Общий коридор в квартирном доме	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	-65	0	0
1056	Общий коридор в квартирном доме	16	Жилое, Лечебно-проф. и	0	-169	0	0
Итого по этажу:				0	57767	4727	54170

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

12.ВКР.13.03.01-ПЗ

Лис

30

Этаж 2

№	Помещение	Температура, °С	Тип	Потери теплоты		Теплопоступления, Вт	Расчетная тепловая нагрузка для теплогидравлич. расчета
				Дополнительные, Вт	Расчетные, Вт		
2001	Общий коридор в общежитии	18		0	2539	0	2540
2002	Жилая комната квартиры и	20		0	1505	140	1370
2003	Жилая комната квартиры и	20		0	747	135	620
2004	Жилая комната квартиры и	20		0	755	135	630
2005	Жилая комната квартиры и	20		0	424	57	370
2006	Жилая комната квартиры и	20		0	690	115	580
2007	Жилая комната квартиры и	20		0	3289	301	2990
2008	Жилая комната квартиры и	20		0	2200	187	2020
2009	Жилая комната квартиры и	20		0	3190	187	3010
2010	Жилая комната квартиры и	20		0	1025	103	930
2011	Жилая комната квартиры и	20		0	2036	145	1900
2012	Совмещенное помещение уборной	25		0	1061	0	1070
2013	Уборная общая	16		0	94	0	100
2014	Общий коридор в квартирном доме	16		0	-70	0	0
2015	Душевая общая	25		0	152	0	160
2016	Лестничная клетка в квартирном доме	16		0	2094	0	2100
2017	Лестничная клетка в квартирном доме	16		0	691	0	700
Итого по этажу:				0	22422	1505	21090
Итого по зданию:				0	80189	6232	75260
Отношение расчетной тепловой нагрузки к площади пола:				69 Вт/м²			

Полученный результат $Q_o = \sum Q_{ЭГ} = 75260$ Вт, говорит о том, что для отопления братского корпуса будет достаточно одного котла Wirbel ЕКО 80, при его корректной работе и максимальной выработки.

Также результаты, представленные в таблице, позволяют провести дальнейшие расчёты и проверить эффективность установленных на данный момент отопительных приборов.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

12.ВКР.13.03.01-ПЗ

Лис

31

ТЕПЛО-ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

3.1. Тепловой расчёт системы отопления

Тепловой расчёт состоит в определении понижения температуры на трубопроводах и отопительных приборах системы. Его целью, как правило, является корректный подбор размеров ОП, при заданных условиях и с учетом остывания теплоносителя.

Методика выполнения расчетов представлена в [5].

1. Определяется температура подающей воды на входе в рассматриваемый участок:

$$t_1 = t_2 - \Sigma \Delta t_m, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.1.1)$$

где, t_2 – температура теплоносителя на выходе из теплового пункта, $^\circ\text{C}$, $\Sigma \Delta t_m$ – потери температуры на магистрали от теплового пункта до расчётного участка, $^\circ\text{C}$.

Потери температуры на участках были определены с помощью программного обеспечения Audytor CO методика расчёта заключается в определении коэффициента теплопередачи с использованием чисел подобия Re, Pr, Nu методом последовательного приближения и изложена в [9].

2. Для однетрубного участка вычисляются расчетные температуры между узлами отопительных приборов, являющиеся в дальнейшем расчете температурами входа воды в отопительный прибор t_{ex} .

Вычисления производят по принципу пропорциональности потери температуры на узле отопительного прибора его тепловой нагрузке Q_{np} , рассчитывая «по ходу движения воды», начиная от t_1 , например,

$$t_2 = t_1 - Q_{ном1} \frac{t_1 - t_0}{Q_{см}}; t_3 = t_2 - Q_{ном2} \frac{t_1 - t_0}{Q_{см}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.1.2)$$

и так далее, где $Q_{номi}$ – тепловая нагрузка, которую необходимо обеспечить в помещении прибором данного стояка, Вт.

3. Определяется средняя температура отопительного прибора, в случае однетрубной системы отопления:

$$t_{cp} = t_{ex} - 0,5 \cdot Q_{номi} \cdot \frac{0,86}{\alpha \cdot G_{см}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.1.3)$$

					12.ВКР.13.03.01-ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Родькин К.А.			ТЕПЛО-ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ	Лит.	Лист	Листов
Рук-ль		Коробейников А.В.					32	
Зав. каф		Богомолов А.Р.				КузГТУ, ИЭ, ТЭБ-162		

α – коэффициент затекания воды в отопительный прибор, для одностороннего узла при диаметрах: подводки Ду20, байпас Ду15 – 0,53; G_{cm} - расчетный расход воды в участке, определяется:

$$G_{cm} = \frac{Q_{cm}}{Cp \cdot (t_1 - t_o)}, \text{ кг/ч} \quad (3.1.4)$$

где Cp – теплоемкость воды при средней температуре, Дж/кг $^{\circ}$ С; t_o – температура воды на выходе из стояка, $^{\circ}$ С.

Для отопительного прибора определяется средняя расчетная разность температур $\Delta t_{cp} = t_{cp} - t_{вн}$, где $t_{вн}$ – температура внутри помещения, $^{\circ}$ С.

4. Вычисляется тепловой поток от трубопроводов, проходящих в рассматриваемом помещении:

$$Q_{mp} = \sum (q_v \cdot l_v) + \sum (q_z \cdot l_z), \text{ Вт} \quad (3.1.5)$$

где q_v и q_z соответственно теплоотдача 1 м.п. вертикального и горизонтального неизолированного теплопровода, рассчитывается с помощью программного обеспечения Audytor CO методика расчёта заключается в определении коэффициента теплопередачи с использованием чисел подобия Re, Pr, Nu и изложена в [9].

5. Определяется расчетный требуемый тепловой поток отопительного прибора по выражению:

$$Q_{on} = Q_{ном} - 0,9Q_{mp}, \text{ Вт} \quad (3.1.6)$$

6. Необходимо найти номинальный требуемый тепловой поток отопительного прибора:

$$Q_{Н.Т} = \frac{Q_{on}}{\varphi}, \text{ Вт} \quad (3.1.7)$$

где коэффициент φ , при теплоносителе воде определяется по выражению:

$$\varphi = \left(\frac{\Delta t_{cp}}{\Delta t_H} \right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{on}}{360} \right)^p \cdot c \cdot \psi, \quad (3.1.8)$$

где n, p, c, ψ - эмпирические коэффициенты, принимаемые по каталогам производителей или по табл. 9.2 [10]; Δt_H - номинальная средняя разность температур.

7. Для секционных отопительных приборов требуемое минимальное число секций определяется по формуле:

0,1 м, находят расчетный расход теплоносителя $G_{уч}$ в расчетном участке по формуле 3.1.4.

2) Принимаются диаметры участков, задавшись оптимальной скоростью движения теплоносителя, при помощи таблиц гидравлического расчета [10, прил. II].

3) Определяют потери давления на отдельных участках $\Delta P_{уч}$ основного циркуляционного кольца и суммарные потери ΔP_{co} в нем по формуле

$$\Delta P_{c.o} = \sum \Delta P_{об} + \sum \Delta P_{уч} + \Delta P_{рег.уч}, \text{ Па} \quad (2.9.2)$$

где, $\sum \Delta P_{об}$ - сумма потерь давления в оборудовании теплового узла, Па; $\sum \Delta P_{уч}$ - сумма потерь давления в последовательных расчетных участках расчетного циркуляционного кольца, Па; $\Delta P_{рег.уч}$ - потери давления на «регулируемом участке» расчетного циркуляционного кольца, Па.

«Регулируемый участок» это участок, на котором регулируется расход теплоносителя в циркуляционном кольце с помощью дросселирующих клапанов (балансовых, термостатических, регулирующих и др.). В однотрубных системах отопления в качестве такого участка рассматривается стояк (или однотрубная ветвь горизонтальной системы отопления), если на нем предусматривается установка балансового клапана.

Гидравлическое сопротивление в последовательных расчетных участках циркуляционного кольца определяются суммой гидравлического сопротивления на преодоление сил трения и инерции по формуле

$$\Delta P_{уч} = l_{уч} \cdot R + P_{\delta} \cdot \sum \xi, \text{ Па} \quad (2.9.3)$$

где, $l_{уч}$ - длина участка, м; R – линейные потери давления на трение, Па/м; P_{δ} - динамическое давление, Па; $\sum \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений, определяются по справочной литературе [10], местное сопротивление, находящееся между смежными расчетными участками (тройник, крестовина), относится к участку с меньшим расходом воды.

Значения R труб находится в зависимости от материала, по справочным приложениям производителей. P_{δ} - динамическое давление рассчитываются следующим образом:

$$P_{\delta} = \frac{\rho \cdot w^2}{2}, \text{ Па} \quad (2.9.4)$$

ρ – плотность теплоносителя, кг/м³; w – скорость движения теплоносителя в трубе, м/с.

4) Аналогичным образом рассчитываются все остальные циркуляционные кольца. Разница в гидравлическом сопротивлении колец должна составлять не менее 70-80% для ближних и 60% для удаленных от общего гидравлического сопротивления в циркуляционном кольце за вычетом оборудования теплового пункта и трубопроводов участков, общих для всех циркуляционных колец. В случае если разница превышает допустимое значение, то производится увязка регулируемых участков, за счёт создания необходимого дополнительного сопротивления.

Для ручной настройки балансировочного клапана, необходимо найти значение пропускной способности, при которой обеспечено необходимое увеличенное значение сопротивления. Из формулы потерь давления в клапане [5] выражаем требуемое значение пропускной способности:

$$k_v = \frac{3600 \cdot G}{\sqrt{10 \cdot \Delta P_{кл}}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2.9.5)$$

G – расход теплоносителя через клапан, кг/с; $\Delta P_{кл}$ – сопротивление которое необходимо создать, Па.

По найденным значениям k_v и паспорту регулирующего клапана, определяется значение его настройки.

5) Последний ход состоит в определении рабочей точки насоса. Рабочая точка представляет собой возможность насоса обеспечивать требуемый расход для системы отопления, преодолевая её сопротивление за счёт величины напора насоса.

Требуемый напор циркуляционного насоса P_n , Па, нужно определять в зависимости от вида системы отопления. Для вертикальных однетрубных и бифилярных систем по формуле [5]:

$$P_n = \Delta P_{с.о} - P_e, \text{ Па} \quad (2.9.6)$$

где $\Delta P_{с.о}$ – потери давления в основном расчетном циркуляционном кольце, Па; P_e – естественное циркуляционное давление, возникающее вследствие охлаждения воды в отопительных приборах и трубах циркуляционного кольца, Па.

Расход теплоносителя в системе отопления определяется как сумма требуемых расходов каждого потребителя [5].

3.3. Расчёт существующей системы

Для выяснения причин неработоспособности текущей системы отопления и выявления её уязвимых мест был произведен тепло-гидравлический расчёт с помощью специализированного программного обеспечения Audytor CO. Программа выполняет расчёты по выше изложенной методике с учетом актуальной нормативной документации, и широкой каталожной базой оборудования и элементов для систем отопления.

ПО выявило перечень проблем, которые можно сгруппировать следующим образом:

1. В большинстве помещений отопительные приборы не могут обеспечить требуемую тепловую производительность, рис. 3.3.1.

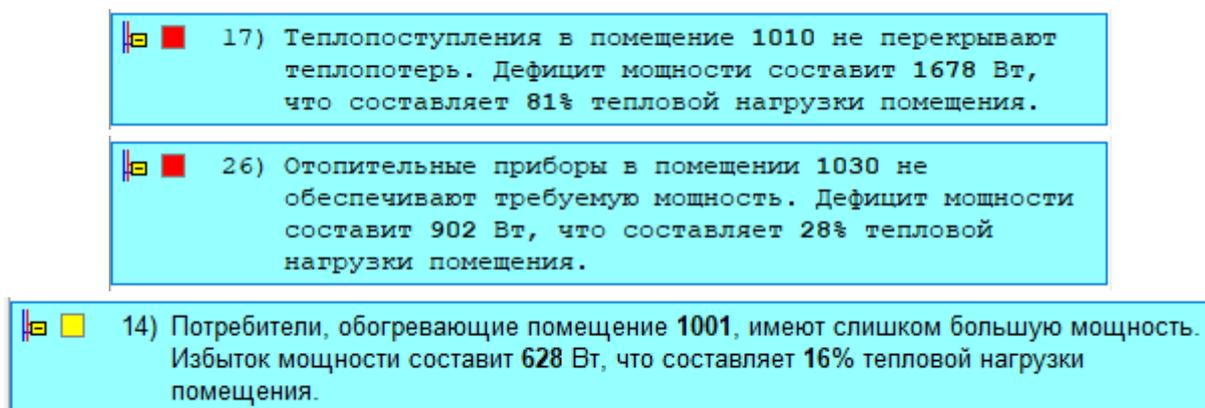


Рис. 3.3.1. Пример ошибок не соответствующей мощности ОП

Но есть помещения, в которых напротив размер ОП слишком велик для той нагрузки, которая требуется. Также есть помещения в которых отсутствуют ОП, но при этом помещение требует теплофикации.

2. Низкая скорость теплоносителя, это вызвано тем, что разводящие магистрали имеют слишком больше диаметры для необходимого количества теплоносителя. Как следствие, при малых скоростях воздух сбивается в верхних точках и создает воздушные пробки. Также при низкой скорости статическое давление будет ниже.

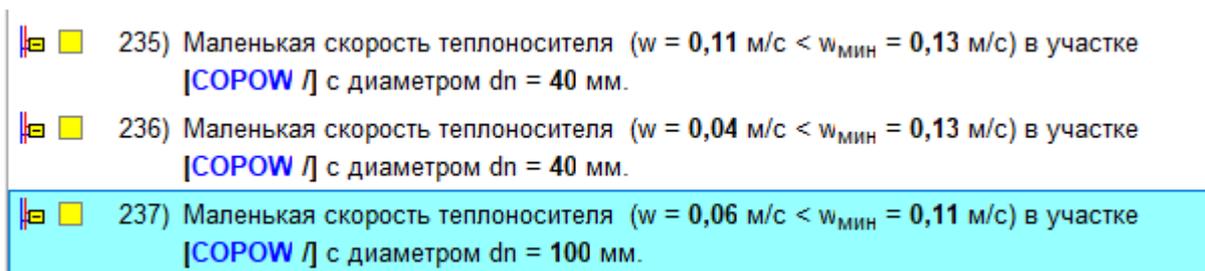


Рис. 3.3.2. Пример ошибок о низкой скорости

3. Слишком маленькое сопротивление байпасов. В однотрубных схемах отопления размер и положение байпаса играют важную роль, так как от этого

зависит какая доля теплоносителя будет циркулировать через ОП, а какая будет проходить мимо. Коэффициент затекаемости в данном случае достигает значений ниже 0,1.

- 50) Слишком маленькое сопротивление байпаса [СОВУН /] в однетрубной системе приведет к уменьшению расхода через отопительные приборы на примерно 90 %. Это приведет к недогреву отопительных приборов. Требуемое дополнительное сопротивление байпаса - это 72 Па.
- 76) Слишком маленькое сопротивление байпаса [СОВУН /] в однетрубной системе приведет к уменьшению расхода через отопительные приборы на примерно 74 %. Это приведет к недогреву отопительных приборов. Требуемое дополнительное сопротивление байпаса - это 226 Па.

Рис. 3.3.3. Пример ошибок о низком сопротивлении байпаса

4. Избыток давления в контуре говорит о том, что его сопротивление слишком низкое по сравнению с главным циркуляционным кольцом, и если не произвести выравнивание сопротивлений (увязку), то система не сможет обеспечить требуемое распределение расходов теплоносителя.

- 1) Избыток давления 10403 Па в контуре однетрубная система со [/] в помещении составляет 13% действующего давления. Это может привести к гидравлическому дисбалансу системы.
- 2) Избыток давления 10550 Па в контуре отопительный прибор со ALUM 500 [/] в помещении 1003 составляет 13% действующего давления. Это может привести к гидравлическому дисбалансу системы.

Рис. 3.3.4. Пример ошибок неувязки контуров

5. Слишком большой напор циркуляционных насосов для теплых полов, рис. 3.3.5, говорит о том, что имеющиеся насосы избыточны для данной системы.

- 93) Напор выбранного насоса **WILO-YONOS PARA RKA 25/6** для расчетного расхода значительно выше требуемого минимального значения ($H_e = 5,94 > H = 0,07$ м).
- 94) Напор выбранного насоса **WILO-YONOS PARA RKA 25/6** для расчетного расхода значительно выше требуемого минимального значения ($H_e = 5,94 > H = 0,07$ м).

Рис. 3.3.5. Пример ошибок о избыточности насосов

4. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

4.1. Решения по системе отопления

На основе физического обследования системы отопления, проведения расчётов по выше описанным методикам, пожеланий заказчика и требований актуальных норм были приняты решения, которые должны нормализовать работу системы.

4.1.1. Узлы отопительных приборов

На сегодняшний день алюминиевые радиаторы являются самыми распространёнными. Это обусловлено тем, что они имеют относительно малый вес, а также характеризуются красивым дизайном и очень высокой теплоотдачей. Учитывая такие факты, как невысокое давление теплоносителя, отсутствие повышенной кислотности, очень низкую температуру наружного воздуха, самым оптимальным вариантом для данного проекта будут секционные алюминиевые радиаторы. Кроме низкого веса, высокой теплоотдачи, они отличаются доступностью и отвечают производственно-монтажным требованиям: минимальная унификация узлов, минимизация трудовых затрат и труда.

Так как подавляющее большинство установленных отопительных приборов это алюминиевые секционные радиаторы, а подводки к ним – гибкие из металлопластиковых труб, то перераспределить количество секций не повлечёт больших затрат. Особенно учитывая, что имеется некоторое количество алюминиевых ОП на складе, а также в помещении столовой установлены радиаторы, которые не используются, поскольку выделяемого тепла от теплого пола достаточно для комфортного пребывания посетителей.

Регистры, имеющиеся в системе, не обеспечивают необходимый тепловой поток в помещения, кроме того их присутствие в жилых помещениях (1009, 1011, 1012, 2008) не отвечает современным требованиям. Поэтому их также стоит заменить на алюминиевые секционные радиаторы.

В помещениях, в которых отсутствовали ОП: 1010, 1014, 1027, 2016, необходимо их установить.

В помещениях 1001 и 1013 убрать все ОП, в 1003 убрать один ОП, в 1028 заменить радиаторы номинальной высотой 350 мм на больший типоразмер – 500 мм.

					<i>12.ВКР.13.03.01-ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Родькин К.А.</i>			ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Рук-ль</i>		<i>Коробейников А.В.</i>					39	
<i>Зав. каф</i>		<i>Богомолов А.Р.</i>				<i>КузГТУ, ИЭ, ТЭБ-162</i>		

Во всех узлах приборов для однетрубных контуров необходимо осуществить врезку байпасов меньших диаметров. Установить краны шаровые на тех подводках ОП, где их нет, для возможности перекрытия ОП. Подключение приборов осуществить по схеме «снизу-вниз», рис. 4.4.1.1. Монтаж проводить согласно ГЧ, лист 7, и СП 73.13330.2016 «Внутренние санитарно-технические системы».

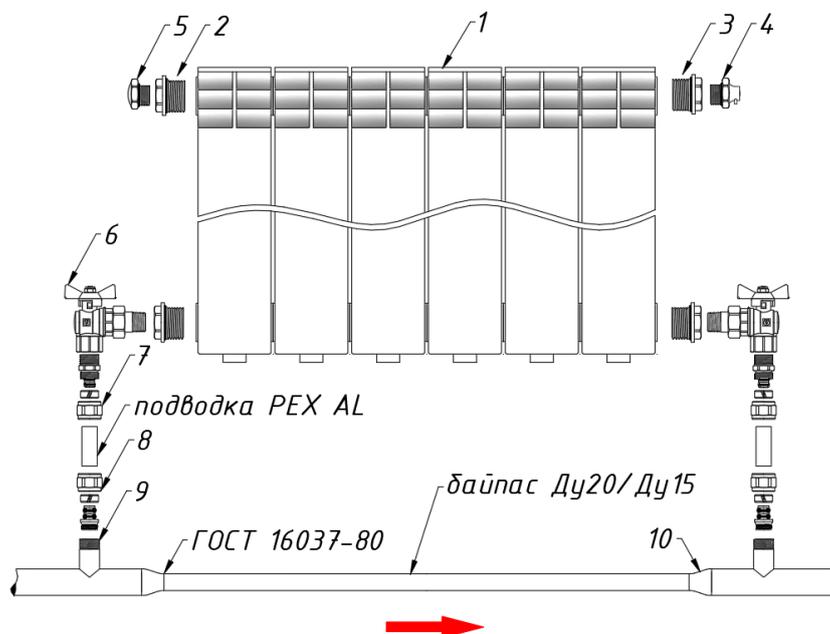


Рис. 4.4.1.1. Узел ОП однетрубного контура (спецификация в ГЧ)

Результаты тепло-гидравлического расчёта ОП, их параметры и количество секций, сведены в табл. 4.1.1.1.

Таблица 4.1.1.1.

Пом.	Символ	Кол-во секций	L	dn подводок	Реал. теплоотдача	t на входе	Осты-вание	M	ΔP	Кэф. зате-кания	V
		шт									
1003	ALUM 500	7	0,57	18	776	76,75	18,78	0,0099	2		1,89
1004	ALUM 500	8	0,65	18	823	74,66	19,57	0,0100	2		2,16
1005	ALUM 500	8	0,65	18	766	71,52	18,15	0,0101	2		2,16
1006	ALUM 500	3	0,24	18	118	55,95	30,06	0,0009	0		0,81
1007	ALUM 500	12	0,97	18	506	52,75	18,33	0,0066	1		3,24
1007	ALUM 500	11	0,89	18	591	57,36	18,80	0,0075	1		2,97
1007	ALUM 500	10	0,81	18	590	59,78	19,60	0,0072	1		2,70
1008	ALUM 500	6	0,49	18	396	56,58	5,58	0,0169	6	0,24	1,62
1008	ALUM 500	6	0,49	18	426	58,34	5,16	0,0197	8	0,28	1,62
1008	ALUM 500	6	0,49	18	452	60,18	5,47	0,0197	8	0,28	1,62
1009	ALUM 500	5	0,41	18	749	86,28	5,87	0,0304	21	0,43	1,35
1010	ALUM 500	7	0,57	18	848	77,20	6,65	0,0304	20	0,43	1,89
1010	ALUM 500	6	0,49	18	808	81,57	6,33	0,0304	20	0,43	1,62
1011	ALUM 500	7	0,57	18	779	73,49	6,10	0,0304	20	0,43	1,89
1012	ALUM 500	8	0,65	18	804	69,81	6,30	0,0304	20	0,43	2,16
1014	Полотенцесу-шитель	7	3,50	18	768	64,41	6,04	0,0303	6	0,43	19,71

12.ВКР.13.03.01-ПЗ

Лис

40

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

1016	ALUM 500	8	0,65	22	872	64,96	5,56	0,0374	10	1,00	2,16
1017	ALUM 500	3	0,24	18	325	76,80	22,91	0,0034	0		0,81
1018	ALUM 500	14	1,13	18	1916	82,98	15,43	0,0296	19		3,78
1019	Полотенцесушитель	6	3,00	18	780	79,33	23,96	0,0078	0		16,97
1024	ALUM 500	13	1,05	25	799	54,65	5,39	0,0353	9	0,40	3,51
1025	ALUM 500	5	0,41	25	501	69,35	5,67	0,0211	3	0,17	1,35
1025	ALUM 350	9	0,73	25	349	51,02	5,26	0,0158	2	0,13	1,71
1025	ALUM 350	9	0,73	25	366	52,20	5,52	0,0158	2	0,13	1,71
1027	ALUM 500	7	0,57	25	475	53,76	6,40	0,0177	2	0,14	1,89
1028	ALUM 500	12	0,97	25	781	56,23	5,60	0,0333	8	0,27	3,24
1028	ALUM 500	11	0,89	25	773	58,23	5,54	0,0333	8	0,27	2,97
1029	ALUM 500	10	0,81	25	745	60,19	6,19	0,0287	6	0,23	2,70
1030	ALUM 350	13	1,05	25	852	65,11	5,34	0,0380	10	0,31	2,47
1030	ALUM 500	9	0,73	25	730	62,22	5,34	0,0326	8	0,26	2,43
1030	ALUM 500	9	0,73	25	866	67,83	5,43	0,0380	11	0,31	2,43
1032	ALUM 500	8	0,65	18	689	64,24	5,61	0,0293	18	0,26	2,16
1033	ALUM 500	10	0,81	18	920	66,51	5,84	0,0375	30	0,33	2,70
1034	ALUM 500	10	0,81	18	1085	72,64	6,32	0,0409	36	0,36	2,70
1034	ALUM 500	11	0,89	18	1096	69,55	6,39	0,0409	36	0,36	2,97
1035	Полотенцесушитель	4	2,00	18	607	73,98	6,75	0,0215	2	0,19	11,48
1036	ALUM 350	3	0,24	18	266	75,02	6,90	0,0092	2	0,08	0,57
1037	ALUM 500	6	0,49	18	793	78,36	5,64	0,0335	25	0,29	1,62
1037	ALUM 500	6	0,49	18	834	80,81	5,94	0,0335	25	0,29	1,62
1038	ALUM 500	3	0,24	18	432	82,04	5,26	0,0196	8	0,17	0,81
1038	ALUM 500	3	0,24	18	446	83,72	5,44	0,0196	8	0,17	0,81
1039	ALUM 500	7	0,57	25	627	61,41	5,42	0,0276	6	0,24	1,89
1039	ALUM 500	4	0,32	18	648	86,06	5,60	0,0276	17	0,24	1,08
2001	ALUM 500	8	0,65	25	1054	78,43	6,09	0,0413	13	0,47	2,16
2001	ALUM 500	7	0,57	25	1029	83,42	5,94	0,0413	13	0,47	1,89
2002	ALUM 500	8	0,65	25	904	73,63	5,22	0,0413	13	0,47	2,16
2003	ALUM 500	4	0,32	25	407	70,02	5,87	0,0165	2	0,19	1,08
2004	ALUM 500	4	0,32	25	388	68,13	5,49	0,0169	2	0,19	1,08
2005	ALUM 500	3	0,24	25	272	66,08	6,07	0,0107	1	0,12	0,81
2006	ALUM 500	4	0,32	25	353	64,86	5,32	0,0158	2	0,18	1,08
2007	ALUM 500	10	0,81	25	830	63,37	6,17	0,0321	8	0,36	2,70
2007	ALUM 500	10	0,81	25	682	57,58	5,92	0,0275	6	0,31	2,70
2007	ALUM 500	11	0,89	25	829	60,48	6,17	0,0321	8	0,36	2,97
2008	ALUM 500	12	0,97	25	778	56,13	5,54	0,0335	8	0,29	3,24
2008	ALUM 500	11	0,89	32	784	58,67	5,58	0,0335	8	0,29	2,97
2009	ALUM 500	8	0,65	25	1095	81,89	5,54	0,0472	17	0,38	2,16
2009	ALUM 500	9	0,73	25	1125	77,99	5,69	0,0472	17	0,38	2,43
2010	ALUM 500	7	0,57	22	741	70,95	4,73	0,0374	10	1,00	1,89
2011	ALUM 500	14	1,13	22	1856	83,84	11,84	0,0374	11	1,00	3,78
2012	Полотенцесушитель	8	4,00	18	980	78,15	24,31	0,0096	1		22,46
2016	ALUM 500	10	0,81	25	1650	87,45	6,40	0,0616	29	0,50	2,70

12.ВКР.13.03.01-ПЗ

Лист

41

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

4.1.2. Контур системы отопления

Система была поделена на 8 контуров, им присвоены обозначения А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З, см. ГЧ, листы 5-6, рис. 4.4.1.1. Рекомендуется произвести изменения прокладки контуров А, Б, В согласно ГЧ. На основании расчётов выявлено, что это частично сбалансирует контуры, сократит разрыв гидравлической неувязки, сократит размеры отопительных приборов в конце контура А.

Магистральные трубопроводы контуров было решено оставить существующие, так как их скрытая прокладка значительно повышает стоимость их демонтажа и повлечет затраты на косметический ремонт помещений. Это решение не позволит решить проблему низких скоростей теплоносителя, вызванную слишком большими диаметрами магистральных трубопроводов.

Однако проблему завоздушивания системы можно решить установкой воздухоотводчиков. Их установку необходимо осуществить в высших точках системы, а такими в данном случае являются отопительные приборы. Поэтому каждый ОП должен быть иметь в составе воздухоотводчик – кран Маевского, см. рис. 4.4.1.1.

На данный момент теплые полы (контур Ж и З) имеют слишком низкое гидравлическое сопротивление по сравнению с остальными контурами, и циркуляция теплоносителя преимущественна через них. О чем свидетельствует то, что в этих помещениях повышенная температура воздуха, в то время как в остальных пониженная.

Для исправления этой ситуации проектом предусмотрена установка автоматического стабилизатора расхода VT.PICV.G.04 на врезке Ду15. Стабилизатор расхода предназначен для поддержания настроечного значения расхода теплоносителя систем водяного отопления при изменяющемся входном давлении. Его установка предотвращает превышение расчетных расходов, тем самым производя балансировку системы в динамическом режиме, исключая появление перегретых или недогретых участков.

					<i>12.ВКР.13.03.01-ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		42

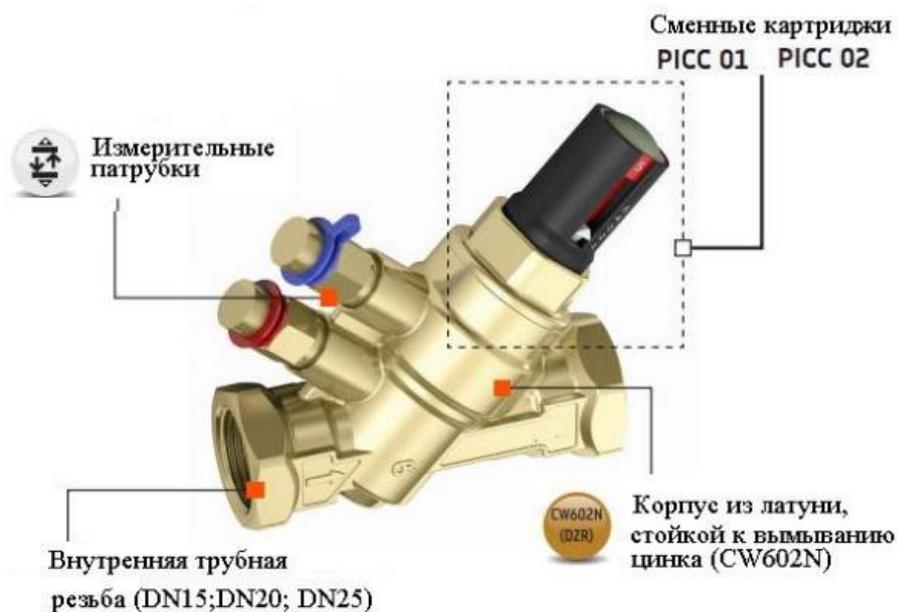


Рис. 4.1.2.1. Автоматический стабилизатор расхода VT.PICV.G.04

На все остальные контуры проектом предусматривается установка ручных балансировочных клапанов VT.054. Клапан предназначен для создания дополнительного гидравлического сопротивления заданной величины при гидравлической увязке контуров или ветвей систем водяного отопления.

Расчётом были определены параметры настроечных значений клапанов, они представлены в таблицах 4.1.2.1 и 4.1.2.2. Место установки и размер клапанов показаны в ГЧ, листы 5-6. Настройку и монтаж клапанов проводить согласно техническим паспортам изделий.



Рис. 4.1.2.2. Ручной балансировочный клапан VT.054

					12.ВКР.13.03.01-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Таблица 4.1.2.1. Результаты расчета настройка арматуры

Пом.	Символ	dn	Настройка	Q	M	V	V	V	Kv	ΔP арматуры	Производитель
		мм		Вт	кг/с	л/с	л/мин	м3/ч	м3/ч	Па	
1007	термостат на ОП	15	4	676	0,0066	0,007	0,4	0,024	1,650	21	не известен
1007	термостат на ОП	15	4	789	0,0075	0,008	0,5	0,027	1,650	28	не известен
1007	термостат на ОП	15	4	789	0,0072	0,007	0,4	0,026	1,650	25	не известен
1006	термостат на ОП	15	4	156	0,0009	0,001	0,1	0,003	1,650	0	не известен
1005	термостат на ОП	15	4	1018	0,0101	0,010	0,6	0,037	1,650	51	не известен
1004	термостат на ОП	15	4	1102	0,0100	0,010	0,6	0,037	1,650	50	не известен
1003	термостат на ОП	15	4	1037	0,0099	0,010	0,6	0,036	1,650	49	не известен
1	VT.054	25	3	5567	0,0521	0,054	3,2	0,194	0,610	10144	Valtec
2001	VT.054	25	4,5	9254	0,0883	0,091	5,5	0,328	1,105	8822	Valtec
1	VT.054	25	5	12920	0,1233	0,128	7,7	0,459	1,260	13289	Valtec
1	VT.054	25	4	7431	0,0709	0,073	4,4	0,264	0,950	7730	Valtec
1	VT.054	25	4	8492	0,0878	0,091	5,5	0,327	0,950	11849	Valtec
1039	VT.054	25	5,75	11967	0,1142	0,118	7,1	0,425	1,972	4641	Valtec
1041	VT.PICV-010	15	2	770	0,0103	0,010	0,6	0,037	0,110	11550	Valtec
2	VT.PICV-010	15	6	3808	0,0314	0,032	1,9	0,114	0,278	16920	Valtec

12. ВКР. 13.03.01-ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

44

Лист

Таблица 4.1.2.2. Результаты гидравлического расчета основных контуров отопления

Тип	Символ труб	L	Пом.	dn	Изоляция	двн х δ изоляции	Q участ.	M	Q	w	R	RL	Σζ	ΔP	t вход.	Δt
		м		мм		мм	Вт	кг/с	м3/ч	м/с	Па/м	Па		Па	°С	К
Циркуляционный контур А																
Р расп. = 49977 Па / L контура = 73,45 м																
И	Источник теплоснабжения				ΔP ист = 37084 Па											
П	ГОСТ 3262-75 О	0,45	2	80	-		60209	0,578	2,156	0,118	3	1	0	1	90	0,05
П	ГОСТ 3262-75 О	1	2	80	-		60209	0,578	2,156	0,118	3	3	0,3	5	89,95	0,11
П	ГОСТ 3262-75 О	0,85	2	80	-		56401	0,547	2,039	0,111	3	2	3	21	89,84	0,1
П	ГОСТ 3262-75 О	0,71	2	80	-		56401	0,547	2,039	0,111	3	2	0,3	4	89,74	0,09
П	ГОСТ 3262-75 О	2,15	2	80	-		56401	0,547	2,039	0,111	3	6	0,3	8	89,65	0,26
П	ГОСТ 3262-75 О	4,39	1002	80	труба из. РЕ 2	88x38	56401	0,547	2,038	0,111	3	12	0,3	14	89,39	0,05
П	ГОСТ 3262-75 О	3	1002	80	-		56401	0,547	2,038	0,111	3	8	0,3	10	89,34	0,39
П	ГОСТ 3262-75 О	1,81	1	80	труба из. РЕ 2	88x60	56401	0,547	2,038	0,111	3	5	5,3	38	88,95	0,02
П	ГОСТ 3262-75 О	0,1	1	50	труба из. РЕ 2	60x56	12920	0,123	0,459	0,058	1	0	0,6	1	88,93	0
П	ГОСТ 3262-75 О	1,93	1	50	труба из. РЕ 2	60x56	12920	0,123	0,459	0,058	1	3	7946,8	13292	88,92	0,07
П	VT.054	Настройка: 5 dn = 25 мм		kv = 1,260 м3/ч												
П	ГОСТ 3262-75 О	10,7	1	65	труба из. РЕ 2	75x60	12920	0,123	0,459	0,036	0	4	1,3	5	88,85	0,45
П	ГОСТ 3262-75 О	0,65	2016	65			12920	0,123	0,459	0,036	0	0	0,3	0	88,39	0,31
П	ГОСТ 3262-75 О	1	2016	65			12920	0,123	0,459	0,036	0	0	0,3	1	88,09	0,5
	Однотрубный участок	ΔP = 1986 Па														
О	ГОСТ 3262-75 О	1,27	1025	80			12920	0,123	0,452	0,025	0	0	0,5	0	62,59	0,38
О	ГОСТ 3262-75 О	3,33	1024	100			24887	0,237	0,87	0,028	0	1	1,2	1	61,14	0,62
О	ГОСТ 3262-75 О	0,2	1023	100			34141	0,326	1,193	0,038	0	0	0	0	59,93	0,03
О	ГОСТ 3262-75 О	1,9	1023	100			34141	0,326	1,193	0,038	0	1	0	1	59,9	0,28
О	ГОСТ 3262-75 О	22,98	1001	100			34141	0,326	1,192	0,038	0	6	0,3	7	59,62	3,24
О	ГОСТ 3262-75 О	4,95	1001	100			34141	0,326	1,191	0,038	0	1	0,3	2	56,38	0,63
О	ГОСТ 3262-75 О	3	2	100			34141	0,326	1,19	0,038	0	1	0,5	1	55,75	0,33
О	ГОСТ 3262-75 О	1,45	2	80			34141	0,326	1,19	0,065	1	2	0,4	2	55,42	0,12
О	ГОСТ 3262-75 О	3,72	2	100			34141	0,326	1,19	0,038	0	1	0,8	2	55,3	0,42
О	ГОСТ 3262-75 О	0,2	2	100			43516	0,409	1,493	0,048	0	0	1,3	2	52,01	0,02
О	ГОСТ 3262-75 О	0,1	2	100			60209	0,578	2,111	0,068	1	0	0,3	1	53,34	0,01
О	ГОСТ 3262-75 О	1,15	2	100			60209	0,578	2,111	0,068	1	1	0,3	2	53,33	0,07
О	ГОСТ 3262-75 О	0,45	2	100			60209	0,578	2,111	0,068	1	0	0	0	53,27	0,03

12. ВКР. 13.03.01-ПЗ

Изм.
Лист
№ докум.
Подпись
Дата

12.ВКР.13.03.01-ПЗ

Лист
46

Тип	Символ труб	L	Пом.	dn	Изоляция	двн х δ изоляция	Q участ.	M	Q	w	R	RL	Σζ	ΔP	t вход.	Δt
		м		мм		мм	Вт	кг/с	м3/ч	м/с	Па/м	Па		Па	°С	К
Циркуляционный контур Б																
Р расп. = 49960 Па / L контура = 102,78 м																
И	Источник теплоснабжения															
						ΔP ист = 37084 Па										
П	ГОСТ 3262-75 О	0,45	2	80	-		60209	0,578	2,156	0,118	3	1	0	1	90	0,05
П	ГОСТ 3262-75 О	1	2	80	-		60209	0,578	2,156	0,118	3	3	0,3	5	89,95	0,11
П	ГОСТ 3262-75 О	0,85	2	80	-		56401	0,547	2,039	0,111	3	2	3	21	89,84	0,1
П	ГОСТ 3262-75 О	0,71	2	80	-		56401	0,547	2,039	0,111	3	2	0,3	4	89,74	0,09
П	ГОСТ 3262-75 О	2,15	2	80	-		56401	0,547	2,039	0,111	3	6	0,3	8	89,65	0,26
П	ГОСТ 3262-75 О	4,39	1002	80	труба из. РЕ 2	88x38	56401	0,547	2,038	0,111	3	12	0,3	14	89,39	0,05
П	ГОСТ 3262-75 О	3	1002	80	-		56401	0,547	2,038	0,111	3	8	0,3	10	89,34	0,39
П	ГОСТ 3262-75 О	1,81	1	80	труба из. РЕ 2	88x60	56401	0,547	2,038	0,111	3	5	5,3	38	88,95	0,02
П	ГОСТ 3262-75 О	0,1	1	65	труба из. РЕ 2	75x60	21221	0,202	0,754	0,059	1	0	0,6	1	88,93	0
П	ГОСТ 3262-75 О	1,89	1	65	труба из. РЕ 2	75x60	21221	0,202	0,754	0,059	1	2	0,3	2	88,92	0,06
П	ГОСТ 3262-75 О	10,05	1	65	труба из. РЕ 2	75x60	21221	0,202	0,754	0,059	1	10	0,3	11	88,87	0,27
П	ГОСТ 3262-75 О	2,55	1	65	труба из. РЕ 2	75x60	21221	0,202	0,754	0,059	1	3	0,3	3	88,6	0,06
П	ГОСТ 3262-75 О	0,75	7	65	труба из. РЕ 2	75x44	21221	0,202	0,754	0,059	1	1	0,3	1	88,54	0,02
П	ГОСТ 3262-75 О	0,35	7	65	труба из. РЕ 2	75x44	21221	0,202	0,754	0,059	1	0	0,3	1	88,52	0,01
П	ГОСТ 3262-75 О	13,86	5	65	труба из. РЕ 2	75x60	21221	0,202	0,754	0,059	1	14	0,3	15	88,51	0,42
П	ГОСТ 3262-75 О	2,65	1039	32	-		11967	0,114	0,425	0,117	9	23	3,5	47	88,08	0,75
П	ГОСТ 3262-75 О	1,95	1039	32	-		11967	0,114	0,425	0,117	9	17	682,9	4660	87,34	0,54
П	VT.054	Настройка: 5,75 dn = 25 мм														
П	ГОСТ 3262-75 О	1,1	1039	32			11967	0,114	0,425	0,117	9	10	0,3	12	86,79	0,36
П	ГОСТ 3262-75 О	0,4	1039	32			11967	0,114	0,425	0,117	9	3	0,3	6	86,43	0,11
	Однотрубный участок	ΔP = 7120 Па														
О	ГОСТ 3262-75 О	1,88	2008	32			11967	0,114	0,418	0,115	9	17	0,3	19	61,32	0,31
О	ГОСТ 3262-75 О	0,35	2008	32			11967	0,114	0,418	0,115	9	3	0,3	5	61,01	0,05
О	ГОСТ 3262-75 О	3	1024	32			11967	0,114	0,418	0,115	9	27	0,3	29	60,96	0,41
О	ГОСТ 3262-75 О	4,1	1024	32			11967	0,114	0,418	0,115	9	36	1	43	60,55	0,56
О	ГОСТ 3262-75 О	3,33	1024	100			24887	0,237	0,87	0,028	0	1	1,2	1	61,14	0,62
О	ГОСТ 3262-75 О	0,2	1023	100			34141	0,326	1,193	0,038	0	0	0	0	59,93	0,03
О	ГОСТ 3262-75 О	1,9	1023	100			34141	0,326	1,193	0,038	0	1	0	1	59,9	0,28
О	ГОСТ 3262-75 О	22,98	1001	100			34141	0,326	1,192	0,038	0	6	0,3	7	59,62	3,24

Изм.
Лист
№ докум.
Подпись
Дата

О	ГОСТ 3262-75 О	4,95	1001	100			34141	0,326	1,191	0,038	0	1	0,3	2	56,38	0,63
О	ГОСТ 3262-75 О	3	2	100			34141	0,326	1,19	0,038	0	1	0,5	1	55,75	0,33
О	ГОСТ 3262-75 О	1,45	2	80			34141	0,326	1,19	0,065	1	2	0,4	2	55,42	0,12
О	ГОСТ 3262-75 О	3,72	2	100			34141	0,326	1,19	0,038	0	1	0,8	2	55,3	0,42
О	ГОСТ 3262-75 О	0,2	2	100			43516	0,409	1,493	0,048	0	0	1,3	2	52,01	0,02
О	ГОСТ 3262-75 О	0,1	2	100			60209	0,578	2,111	0,068	1	0	0,3	1	53,34	0,01
О	ГОСТ 3262-75 О	1,15	2	100			60209	0,578	2,111	0,068	1	1	0,3	2	53,33	0,07
О	ГОСТ 3262-75 О	0,45	2	100			60209	0,578	2,111	0,068	1	0	0	0	53,27	0,03

Тип	Символ труб	L	Пом.	dn	Изоляция	двн х δ изоляции	Q участ.	M	Q	w	R	RL	Σζ	ΔP	t вход.	Δt
		м		мм		мм	Вт	кг/с	м3/ч	м/с	Па/м	Па		Па	°С	К

Циркуляционный контур В

Р расп. = 50026 Па / L контура = 97,96 м

И	Источник теплоснабжения	ΔP ист = 37084 Па														
П	ГОСТ 3262-75 О	0,45	2	80	-		60209	0,578	2,156	0,118	3	1	0	1	90	0,05
П	ГОСТ 3262-75 О	1	2	80	-		60209	0,578	2,156	0,118	3	3	0,3	5	89,95	0,11
П	ГОСТ 3262-75 О	0,85	2	80	-		56401	0,547	2,039	0,111	3	2	3	21	89,84	0,1
П	ГОСТ 3262-75 О	0,71	2	80	-		56401	0,547	2,039	0,111	3	2	0,3	4	89,74	0,09
П	ГОСТ 3262-75 О	2,15	2	80	-		56401	0,547	2,039	0,111	3	6	0,3	8	89,65	0,26
П	ГОСТ 3262-75 О	4,39	1002	80	труба из. РЕ 2	88x38	56401	0,547	2,038	0,111	3	12	0,3	14	89,39	0,05
П	ГОСТ 3262-75 О	3	1002	80	-		56401	0,547	2,038	0,111	3	8	0,3	10	89,34	0,39
П	ГОСТ 3262-75 О	1,81	1	80	труба из. РЕ 2	88x60	56401	0,547	2,038	0,111	3	5	5,3	38	88,95	0,02
П	ГОСТ 3262-75 О	0,1	1	65	труба из. РЕ 2	75x60	21221	0,202	0,754	0,059	1	0	0,6	1	88,93	0
П	ГОСТ 3262-75 О	1,89	1	65	труба из. РЕ 2	75x60	21221	0,202	0,754	0,059	1	2	0,3	2	88,92	0,06
П	ГОСТ 3262-75 О	10,05	1	65	труба из. РЕ 2	75x60	21221	0,202	0,754	0,059	1	10	0,3	11	88,87	0,27
П	ГОСТ 3262-75 О	2,55	1	65	труба из. РЕ 2	75x60	21221	0,202	0,754	0,059	1	3	0,3	3	88,6	0,06
П	ГОСТ 3262-75 О	0,75	7	65	труба из. РЕ 2	75x44	21221	0,202	0,754	0,059	1	1	0,3	1	88,54	0,02
П	ГОСТ 3262-75 О	0,35	7	65	труба из. РЕ 2	75x44	21221	0,202	0,754	0,059	1	0	0,3	1	88,52	0,01
П	ГОСТ 3262-75 О	13,86	5	65	труба из. РЕ 2	75x60	21221	0,202	0,754	0,059	1	14	0,3	15	88,51	0,42
П	ГОСТ 3262-75 О	0,35	7	32	-		9254	0,088	0,329	0,09	5	2	3,5	16	88,08	0,14
П	ГОСТ 3262-75 О	1,84	7	32	-		9254	0,088	0,329	0,09	5	10	0,3	11	87,95	0,88
П	ГОСТ 3262-75 О	10,15	2001	32	-		9254	0,088	0,328	0,09	5	54	2175,3	8878	87,07	3,42

12. ВКР. 13.03.01-ПЗ

Изм.
Лист
№ докум.
Подпись
Дата

12.ВКР.13.03.01-ПЗ

Лист
48

П	VT.054	Настройка: 4,5 dn = 25 мм			kv = 1,105 м3/ч											
	Однотрубный участок	ΔP = 3154 Па														
О	ГОСТ 3262-75 О	1,45	1024	32			9254	0,088	0,323	0,089	5	8	0,3	9	58,65	0,29
О	ГОСТ 3262-75 О	0,15	1023	32			9254	0,088	0,323	0,089	5	1	1	5	58,36	0,03
О	ГОСТ 3262-75 О	0,2	1023	100			34141	0,326	1,193	0,038	0	0	0	0	59,93	0,03
О	ГОСТ 3262-75 О	1,9	1023	100			34141	0,326	1,193	0,038	0	1	0	1	59,9	0,28
О	ГОСТ 3262-75 О	22,98	1001	100			34141	0,326	1,192	0,038	0	6	0,3	7	59,62	3,24
О	ГОСТ 3262-75 О	4,95	1001	100			34141	0,326	1,191	0,038	0	1	0,3	2	56,38	0,63
О	ГОСТ 3262-75 О	3	2	100			34141	0,326	1,19	0,038	0	1	0,5	1	55,75	0,33
О	ГОСТ 3262-75 О	1,45	2	80			34141	0,326	1,19	0,065	1	2	0,4	2	55,42	0,12
О	ГОСТ 3262-75 О	3,72	2	100			34141	0,326	1,19	0,038	0	1	0,8	2	55,3	0,42
О	ГОСТ 3262-75 О	0,2	2	100			43516	0,409	1,493	0,048	0	0	1,3	2	52,01	0,02
О	ГОСТ 3262-75 О	0,1	2	100			60209	0,578	2,111	0,068	1	0	0,3	1	53,34	0,01
О	ГОСТ 3262-75 О	1,15	2	100			60209	0,578	2,111	0,068	1	1	0,3	2	53,33	0,07
О	ГОСТ 3262-75 О	0,45	2	100			60209	0,578	2,111	0,068	1	0	0	0	53,27	0,03

Тип	Символ труб	L	Пом.	dn	Изоляция	двн х δ изоляция	Q участ.	M	Q	w	R	RL	Σζ	ΔP	t вход.	Δt
		м		мм		мм	Вт	кг/с	м3/ч	м/с	Па/м	Па		Па	°C	K

Циркуляционный контур Г

R расп. = 48501 Па / L контура = 32,9 м

И	Источник теплоснабжения				ΔP ист = 37084 Па											
П	ГОСТ 3262-75 О	0,45	2	80	-		60209	0,578	2,156	0,118	3	1	0	1	90	0,05
П	ГОСТ 3262-75 О	1	2	80	-		60209	0,578	2,156	0,118	3	3	0,3	5	89,95	0,11
П	ГОСТ 3262-75 О	0,85	2	80	-		56401	0,547	2,039	0,111	3	2	3	21	89,84	0,1
П	ГОСТ 3262-75 О	0,71	2	80	-		56401	0,547	2,039	0,111	3	2	0,3	4	89,74	0,09
П	ГОСТ 3262-75 О	2,15	2	80	-		56401	0,547	2,039	0,111	3	6	0,3	8	89,65	0,26
П	ГОСТ 3262-75 О	4,39	1002	80	труба из. РЕ 2	88x38	56401	0,547	2,038	0,111	3	12	0,3	14	89,39	0,05
П	ГОСТ 3262-75 О	3	1002	80	-		56401	0,547	2,038	0,111	3	8	0,3	10	89,34	0,39
П	ГОСТ 3262-75 О	1,81	1	80	труба из. РЕ 2	88x60	56401	0,547	2,038	0,111	3	5	5,3	38	88,95	0,02
П	ГОСТ 3262-75 О	0,35	1	50	труба из. РЕ 2	60x56	5567	0,052	0,194	0,024	0	0	0,6	0	88,93	0,03
П	ГОСТ 3262-75 О	2,34	1	50	труба из. РЕ 2	60x56	5567	0,052	0,194	0,024	0	1	33904,9	10145	88,89	0,22
П	VT.054	Настройка: 3 dn = 25 мм			kv = 0,610 м3/ч											
П	ГОСТ 3262-75 О	3	1042	40			5567	0,052	0,194	0,041	1	3	0,8	4	88,67	2,17

П	ГОСТ 3262-75 O	9,15	1003	40			5567	0,052	0,194	0,041	1	9	0,3	10	86,51	6,38
П	ГОСТ 3262-75 O	4,2	1003	40			5567	0,052	0,193	0,041	1	4	0,3	5	80,13	2,3
П	ГОСТ 3262-75 O	3,35	1004	40			4530	0,042	0,156	0,033	1	2	0,5	2	77,84	2,15
П	ГОСТ 3262-75 O	4,08	1005	40			3428	0,032	0,119	0,025	0	1	0,5	1	75,69	3,22
П	ГОСТ 3262-75 O	0,91	1005	40			2410	0,022	0,082	0,017	0	0	0,5	0	72,46	0,99
П	ГОСТ 3262-75 O	5,25	1005	40			2410	0,022	0,082	0,017	0	1	0,3	1	71,47	6,36
П	ГОСТ 3262-75 O	1,34	1006	40			2410	0,022	0,081	0,017	0	0	0,3	0	65,11	1,35
П	РЕХС А1	0,32	1006	18x2,5			156	0,001	0,003	0,007	1	0	1,5	0	63,77	3,07
П	РЕХС А1	0,6	1006	18x2,5			156	0,001	0,003	0,007	1	0	2	0	60,7	3,85
П	РЕХС А1	0,15	1006	18x2,5			156	0,001	0,003	0,007	1	0	18,8	1	56,85	0,9
П	Термостат на подаче	Настройка: 4 dn = 15мм	kv = 1,650 м3/ч													
ОП	ALUM 500	3 сек.					L=0,24 м / q = 118 Вт									
О	РЕХС А1	0,1	1006	18x2,5		-	156	0,001	0,003	0,007	1	0	2,3	0	25,9	0,1
О	РЕХС А1	0,15	1006	18x2,5			156	0,001	0,003	0,007	1	0	2	0	25,79	0,15
О	РЕХС А1	0,12	1006	18x2,5			156	0,001	0,003	0,007	1	0	1	0	25,64	0,17
О	ГОСТ 3262-75 O	0,6	1006	40			3313	0,031	0,112	0,024	0	0	0,3	0	47,59	0,25
О	ГОСТ 3262-75 O	2,6	1007	40			3313	0,031	0,112	0,024	0	1	0,5	1	47,34	1,09
О	ГОСТ 3262-75 O	1,75	1007	40			4102	0,038	0,138	0,029	0	1	0,5	1	45,08	0,53
О	ГОСТ 3262-75 O	1,6	1007	40			4891	0,046	0,166	0,035	0	1	0	1	43,55	0,37
О	ГОСТ 3262-75 O	0,1	1007	40			4891	0,046	0,166	0,035	0	0	0,5	0	43,18	0,02
О	ГОСТ 3262-75 O	3,06	1007	40			5567	0,052	0,189	0,04	1	2	0,3	2	42,04	0,57
О	ГОСТ 3262-75 O	0,1	1007	40			5567	0,052	0,189	0,04	1	0	0,3	0	41,47	0,02
О	ГОСТ 3262-75 O	5,05	1007	40			5567	0,052	0,189	0,04	1	3	0	3	41,46	0,75
О	ГОСТ 3262-75 O	6	1044	40			5567	0,052	0,189	0,04	1	3	0,3	4	40,71	0,74
О	ГОСТ 3262-75 O	2,9	2	40			5567	0,052	0,189	0,04	1	2	0,3	2	39,97	0,4
О	ГОСТ 3262-75 O	0,15	2	40			5567	0,052	0,189	0,04	1	0	0,5	0	39,57	0,02
О	ГОСТ 3262-75 O	0,1	2	40			9375	0,084	0,303	0,064	3	0	0,9	2	40,84	0,01
О	ГОСТ 3262-75 O	0,2	2	100			43516	0,409	1,493	0,048	0	0	1,3	2	52,01	0,02
О	ГОСТ 3262-75 O	0,1	2	100			60209	0,578	2,111	0,068	1	0	0,3	1	53,34	0,01
О	ГОСТ 3262-75 O	1,15	2	100			60209	0,578	2,111	0,068	1	1	0,3	2	53,33	0,07
О	ГОСТ 3262-75 O	0,45	2	100			60209	0,578	2,111	0,068	1	0	0	0	53,27	0,03

12. ВКР. 13.03.01-ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

12.ВКР.13.03.01-ПЗ

50

Лист

Тип	Символ труб	L	Пом.	dn	Изоляция	двн х δ изоляция	Q участ.	M	Q	w	R	RL	Σζ	ΔP	t вход.	Δt
		м		мм		мм	Вт	кг/с	м3/ч	м/с	Па/м	Па		Па	°С	К
Циркуляционный контур Д																
Р расп. = 48539 Па / L контура = 40,9 м																
И	Источник теплоснабжения			ΔP ист = 37084 Па												
П	ГОСТ 3262-75 О	0,45	2	80	-		60209	0,578	2,156	0,118	3	1	0	1	90	0,05
П	ГОСТ 3262-75 О	1	2	80	-		60209	0,578	2,156	0,118	3	3	0,3	5	89,95	0,11
П	ГОСТ 3262-75 О	0,85	2	80	-		56401	0,547	2,039	0,111	3	2	3	21	89,84	0,1
П	ГОСТ 3262-75 О	0,71	2	80	-		56401	0,547	2,039	0,111	3	2	0,3	4	89,74	0,09
П	ГОСТ 3262-75 О	2,15	2	80	-		56401	0,547	2,039	0,111	3	6	0,3	8	89,65	0,26
П	ГОСТ 3262-75 О	4,39	1002	80	труба из. РЕ 2	88x38	56401	0,547	2,038	0,111	3	12	0,3	14	89,39	0,05
П	ГОСТ 3262-75 О	3	1002	80	-		56401	0,547	2,038	0,111	3	8	0,3	10	89,34	0,39
П	ГОСТ 3262-75 О	1,81	1	80	труба из. РЕ 2	88x60	56401	0,547	2,038	0,111	3	5	5,3	38	88,95	0,02
П	ГОСТ 3262-75 О	0,35	1	50	труба из. РЕ 2	60x56	8201	0,081	0,303	0,038	1	0	0,6	1	88,93	0,02
П	ГОСТ 3262-75 О	3,75	1	50	труба из. РЕ 2	60x56	8201	0,081	0,302	0,038	1	2	0,3	3	88,91	0,24
П	ГОСТ 3262-75 О	2,12	1	50	труба из. РЕ 2	60x56	7431	0,071	0,264	0,033	0	1	13981,8	7733	88,67	0,15
П	VT.054	Настройка: 4 dn = 25 мм		kv = 0,950 м3/ч												
П	ГОСТ 3262-75 О	3	1009	40			7431	0,071	0,264	0,056	2	5	0,8	7	88,52	1,5
П	ГОСТ 3262-75 О	0,27	1009	40			7431	0,071	0,264	0,056	2	0	0,3	1	87,02	0,13
П	ГОСТ 3262-75 О	0,7	1009	40			7431	0,071	0,264	0,056	2	1	0,3	2	86,89	0,38
	Однотрубный участок		ΔP = 1792 Па													
О	ГОСТ 3262-75 О	0,3	1008	40			7431	0,071	0,26	0,055	2	1	0,9	2	61,51	0,09
О	ГОСТ 3262-75 О	0,37	1008	40			15923	0,159	0,581	0,122	8	3	0,3	5	58,88	0,04
О	ГОСТ 3262-75 О	0,1	1008	40			15923	0,159	0,581	0,122	8	1	0,3	3	58,84	0,01
О	ГОСТ 3262-75 О	10,48	1008	40			15923	0,159	0,581	0,122	8	88	0,5	92	58,83	1,05
О	ГОСТ 3262-75 О	0,2	1002	40			16693	0,169	0,618	0,13	9	2	0,3	4	56,9	0,02
О	ГОСТ 3262-75 О	2,9	2	40			16693	0,169	0,618	0,13	9	28	0,3	30	56,88	0,27
О	ГОСТ 3262-75 О	0,25	2	40			16693	0,169	0,618	0,13	9	2	0,9	10	56,61	0,02
О	ГОСТ 3262-75 О	0,1	2	100			60209	0,578	2,111	0,068	1	0	0,3	1	53,34	0,01
О	ГОСТ 3262-75 О	1,15	2	100			60209	0,578	2,111	0,068	1	1	0,3	2	53,33	0,07
О	ГОСТ 3262-75 О	0,45	2	100			60209	0,578	2,111	0,068	1	0	0	0	53,27	0,03

Изм.
Лист
№ докум.
Подпись
Дата

12.ВКР.13.03.01-ПЗ

Лист
51

Тип	Символ труб	L	Пом.	dn	Изоляция	двн х δ изоляции	Q участ.	M	Q	w	R	RL	Σζ	ΔP	t вход.	Δt
		м		мм		мм	Вт	кг/с	м3/ч	м/с	Па/м	Па		Па	°С	К
Циркуляционный контур Е																
Р расп. = 50284 Па / L контура = 87,98 м																
И	Источник теплоснабжения				ΔP ист = 37084 Па											
П	ГОСТ 3262-75 О	0,45	2	80	-		60209	0,578	2,156	0,118	3	1	0	1	90	
П	ГОСТ 3262-75 О	1	2	80	-		60209	0,578	2,156	0,118	3	3	0,3	5	89,95	
П	ГОСТ 3262-75 О	0,85	2	80	-		56401	0,547	2,039	0,111	3	2	3	21	89,84	
П	ГОСТ 3262-75 О	0,71	2	80	-		56401	0,547	2,039	0,111	3	2	0,3	4	89,74	
П	ГОСТ 3262-75 О	2,15	2	80	-		56401	0,547	2,039	0,111	3	6	0,3	8	89,65	
П	ГОСТ 3262-75 О	4,39	1002	80	труба из. РЕ 2	88x38	56401	0,547	2,038	0,111	3	12	0,3	14	89,39	
П	ГОСТ 3262-75 О	3	1002	80	-		56401	0,547	2,038	0,111	3	8	0,3	10	89,34	
П	ГОСТ 3262-75 О	1,81	1	80	труба из. РЕ 2	88x60	56401	0,547	2,038	0,111	3	5	5,3	38	88,95	
П	ГОСТ 3262-75 О	0,1	1	40	труба из. РЕ 2	48x50	8492	0,088	0,327	0,069	3	0	0,5	1	88,93	
П	ГОСТ 3262-75 О	15,42	1	40	труба из. РЕ 2	48x50	8492	0,088	0,327	0,069	3	41	5006,4	11891	88,92	
П	VT.054				Настройка: 4 dn = 25 мм kv = 0,950 м3/ч											
П	CU PROFIPRESS	0,45	1	28x1,5	труба из. РЕ 2	28x50	8492	0,088	0,327	0,185	19	9	0,8	22	88,16	
П	CU PROFIPRESS	1,02	1	28x1,5	труба из. РЕ 2	28x50	8492	0,088	0,327	0,185	19	20	0,3	25	88,14	
П	CU PROFIPRESS	0,35	2010	22x1			4572	0,05	0,188	0,166	21	7	3,5	56	88,11	
П	CU PROFIPRESS	1,98	1016	22x1			4572	0,05	0,188	0,166	21	42	0,3	46	87,99	
П	CU PROFIPRESS	1,75	1016	22x1			4572	0,05	0,187	0,166	21	37	0,3	41	87,33	
П	CU PROFIPRESS	1,5	1017	22x1			4572	0,05	0,187	0,166	21	32	0,3	36	86,59	
П	CU PROFIPRESS	1,7	1017	22x1			4572	0,05	0,187	0,166	21	36	0,3	40	86,1	
П	CU PROFIPRESS	0,2	1017	22x1			4572	0,05	0,187	0,166	21	4	0,3	8	85,54	
П	PEXC A1	0,8	1017	18x2,5			1070	0,01	0,036	0,075	6	5	1,8	10	85,46	
П	PEXC A1	0,41	1017	18x2,5			1070	0,01	0,036	0,075	6	3	0,3	3	84,48	
П	PEXC A1	3	1019	18x2,5			1070	0,01	0,036	0,075	6	19	0,3	19	84	
П	PEXC A1	2,2	2012	18x2,5			1070	0,01	0,036	0,075	6	13	0,3	14	81,29	
П	PEXC A1	1,35	2012	18x2,5			1070	0,01	0,036	0,075	6	8	0,3	9	79,41	
П	PEXC A1	0,15	4,000 м L	2012	18x2,5		1070	0,01	0,036	0,074	6	1	0,3	2	78,29	
	GS-4-40				4м Q=980Вт											
О	PEXC A1	0,1	2012	18x2,5			1070	0,01	0,035	0,074	7	1	0,3	2	53,84	
О	PEXC A1	0,95	2012	18x2,5			1070	0,01	0,035	0,073	7	7	0,3	8	53,81	
О	PEXC A1	2,31	2012	18x2,5			1070	0,01	0,035	0,073	7	17	0,3	18	53,44	

Изм.
Лист
№ докум.
Подпись
Дата

12.ВКР.13.03.01-ПЗ

О	РЕХС А1	3	1019	18x2,5			1070	0,01	0,035	0,073	7	22	0,3	23	52,59	
О	РЕХС А1	0,42	1017	18x2,5			1070	0,01	0,035	0,073	7	3	0,3	4	51,52	
О	РЕХС А1	0,5	1017	18x2,5			1070	0,01	0,035	0,073	8	4	5	17	51,32	
О	PPR	0,6	1017	32x5,4	-		4572	0,05	0,184	0,145	17	10	0,3	14	59,83	
О	PPR	0,65	1017	32x5,4	-		4572	0,05	0,184	0,145	17	11	0,3	14	59,7	
О	PPR	2,75	1017	32x5,4			4572	0,05	0,184	0,145	17	48	0,5	53	59,59	0,47
О	PPR	1,15	1015	32x5,4			8492	0,088	0,321	0,253	46	53	0,3	62	58,2	0,11
О	PPR	5,6	1013	32x5,4			8492	0,088	0,321	0,253	46	256	0,3	266	58,09	0,58
О	PPR	1,9	1008	32x5,4			8492	0,088	0,321	0,253	46	87	0,3	97	57,52	0,17
О	PPR	5,15	1008	32x5,4			8492	0,088	0,321	0,253	46	236	0,3	246	57,34	0,5
О	PPR	0,15	1008	32x5,4			8492	0,088	0,321	0,253	46	7	1,5	55	56,84	0,01
О	ГОСТ 3262-75 0	0,37	1008	40			15923	0,159	0,581	0,122	8	3	0,3	5	58,88	0,04
О	ГОСТ 3262-75 0	0,1	1008	40			15923	0,159	0,581	0,122	8	1	0,3	3	58,84	0,01
О	ГОСТ 3262-75 0	10,48	1002	40			15923	0,159	0,581	0,122	8	88	0,5	92	58,83	1,05
О	ГОСТ 3262-75 0	0,2	2	40			16693	0,169	0,618	0,13	9	2	0,3	4	56,9	0,02
О	ГОСТ 3262-75 0	2,9	2	40			16693	0,169	0,618	0,13	9	28	0,3	30	56,88	0,27
О	ГОСТ 3262-75 0	0,25	2	40			16693	0,169	0,618	0,13	9	2	0,9	10	56,61	0,02
О	ГОСТ 3262-75 0	0,1	2	100			60209	0,578	2,111	0,068	1	0	0,3	1	53,34	0,01
О	ГОСТ 3262-75 0	1,15	2	100			60209	0,578	2,111	0,068	1	1	0,3	2	53,33	0,07
О	ГОСТ 3262-75 0	0,45		100			60209	0,578	2,111	0,068	1	0	0	0	53,27	0,03

Тип	Символ труб	L	Пом.	dn	Изоляция	двн х б изоляция	Q участ.	M	Q	w	R	RL	Σζ	ΔP	t вход.	Δt
		м		мм		мм	Вт	кг/с	мЗ/ч	м/с	Па/м	Па		Па	°С	К

Циркуляционный контур Ж

Р расп. = 46488 Па / L контура = 26,2 м

И	Источник теплоснабжения	ΔP ист = 37084 Па														
П	ГОСТ 3262-75 О	0,45	2	80			60209	0,578	2,156	0,118	3	1	0	1	90	
П	ГОСТ 3262-75 О	1	2	80			60209	0,578	2,156	0,118	3	3	0,3	5	89,95	
П	РЕХС-Р10	4,4	2	32x4,4			3808	0,031	0,117	0,077	5	20	3,5	30	89,84	
П	РЕХС-Р10	1,3	2	32x4,4			3808	0,031	0,117	0,077	5	6	0,3	7	86,77	
П	РЕХС-Р10	3,95	2	32x4,4			3808	0,031	0,117	0,077	5	18	0,3	19	86,05	
П	РЕХС А1	1,2	1001	32x4,4			3808	0,031	0,117	0,077	5	6	383,1	1131	83,88	
П	РЕХС А1	0,65	1001	32x4,4	-		3808	0,031	0,117	0,077	5	3	0,3	4	83,2	
Теплый пол Q=3808 Вт ΔP = 9213 Па																

Изм.
Лист
№ докум.
Подпись
Дата

О	РЕХС А1	0,95	1001	32x4,4	-		3808	0,031	0,114	0,075	4	3	0,3	4	45	
О	РЕХС А1	1,2	1001	32x4,4	-		3808	0,031	0,114	0,075	4	4	2755,8	7772	44,81	
О	РЕХС А1	3,65	2	32x4,4	-		3808	0,031	0,114	0,075	4	13	0,3	14	44,58	
О	РЕХС А1	1,55	2	32x4,4	-		3808	0,031	0,114	0,075	4	5	0,3	6	43,97	
О	РЕХС А1	3,9	2	32x4,4	-		3808	0,031	0,114	0,075	4	14	6011,1	16937	43,72	
VT.PICV-010			Настройка: 6 Ду = 15мм kv = 0,278 м3/ч													
О	ГОСТ 3262-75 О	0,1	2	40	-		9375	0,084	0,303	0,064	3	0	0,9	2	40,84	
О	ГОСТ 3262-75 О	0,2	2	100	-		43516	0,409	1,493	0,048	0	0	1,3	2	52,01	
О	ГОСТ 3262-75 О	0,1	2	100	-		60209	0,578	2,111	0,068	1	0	0,3	1	53,34	
О	ГОСТ 3262-75 О	1,15	2	100	-		60209	0,578	2,111	0,068	1	1	0,3	2	53,33	
О	ГОСТ 3262-75 О	0,45	2	100	-		60209	0,578	2,111	0,068	1	0	0	0	53,27	

Тип	Символ труб	L	Пом.	dn	Изоляция	двн х δ изоляции	Q участ.	M	Q	w	R	RL	Σζ	ΔP	t вход.	Δt
		м		мм		мм	Вт	кг/с	м3/ч	м/с	Па/м	Па		Па	°C	К

Циркуляционный контур 3
P расп. = 48501 Па / L контура = 32,9 м

И	Источник теплоснабжения				ΔP ист = 37084 Па											
П	ГОСТ 3262-75 О	0,45	2	80	-		60209	0,578	2,156	0,118	3	1	0	1	90	
П	ГОСТ 3262-75 О	1	2	80	-		60209	0,578	2,156	0,118	3	3	0,3	5	89,95	
П	ГОСТ 3262-75 О	0,85	2	80	-		56401	0,547	2,039	0,111	3	2	3	21	89,84	
П	ГОСТ 3262-75 О	0,71	2	80	-		56401	0,547	2,039	0,111	3	2	0,3	4	89,74	
П	ГОСТ 3262-75 О	2,15	2	80	-		56401	0,547	2,039	0,111	3	6	0,3	8	89,65	
П	ГОСТ 3262-75 О	4,39	1002	80	труба из. РЕ 2	88x38	56401	0,547	2,038	0,111	3	12	0,3	14	89,39	
П	ГОСТ 3262-75 О	3	1002	80	-		56401	0,547	2,038	0,111	3	8	0,3	10	89,34	
П	ГОСТ 3262-75 О	1,81	1	80	труба из. РЕ 2	88x60	56401	0,547	2,038	0,111	3	5	5,3	38	88,95	
П	ГОСТ 3262-75 О	0,35	1	50	труба из. РЕ 2	60x56	8201	0,081	0,303	0,038	1	0	0,6	1	88,93	
П	ГОСТ 3262-75 О	3,75	1	50	труба из. РЕ 2	60x56	8201	0,081	0,302	0,038	1	2	0,3	3	88,91	
П	ГОСТ 3262-75 О	3	1045	32	-		770	0,01	0,038	0,01	0	0	3,5	0	88,67	
П	ГОСТ 3262-75 О	1,18	1045	32	-		770	0,01	0,038	0,01	0	0	0,3	0	79,57	
П	ГОСТ 3262-75 О	1,86	1002	32	-		770	0,01	0,038	0,01	0	0	2195,2	119	76,5	
П	ГОСТ 3262-75 О	0,95	1041	32	-		770	0,01	0,038	0,01	0	0	0,3	0	71,23	
Теплый пол Q=770 Вт ΔP = 452 Па																
О	ГОСТ 3262-75 О	0,65	1041	32	-		770	0,01	0,037	0,01	0	0	0,3	0	45	
О	ГОСТ 3262-75 О	1,65	1043	32	-		770	0,01	0,037	0,01	0	0	220394,7	11598	44,53	

12. ВКР. 13.03.01-ПЗ

О	VT.PICV-010		Настройка: 2 Ду = 15мм kv = 0,110 м3/ч													
О	ГОСТ 3262-75 О	0,1	1043	32			770	0,01	0,037	0,01	0	0	1	0	43,28	
О	ГОСТ 3262-75 О	0,2	1002	40			16693	0,169	0,618	0,13	9	2	0,3	4	56,9	
О	ГОСТ 3262-75 О	2,9	2	40			16693	0,169	0,618	0,13	9	28	0,3	30	56,88	
О	ГОСТ 3262-75 О	0,25	2	40			16693	0,169	0,618	0,13	9	2	0,9	10	56,61	
О	ГОСТ 3262-75 О	0,1	2	100			60209	0,578	2,111	0,068	1	0	0,3	1	53,34	
О	ГОСТ 3262-75 О	1,15	2	100			60209	0,578	2,111	0,068	1	1	0,3	2	53,33	
О	ГОСТ 3262-75 О	0,45	2	100			60209	0,578	2,111	0,068	1	0	0	0	53,27	

12. ВКР. 13.03.01-ПЗ

4.1.3. Насосы системы отопления

Как указано в разделе 1, за циркуляцию данной системы отопления отвечают 4 насоса, установленных на контурах, 3 насоса на теплых полах и 1 главный насос в котельной.

Гидравлический расчёт показал, что суммарные потери напора в системе после увязки с учетом настройки регулирующей арматуры составляют – 4,96 м. Во многом это связано с тем, что диаметры разводящих магистралей однотрубных контуров слишком большие, и циркулирующий поток в них имеет низкое линейное сопротивление.

При таких потерях напора, требуемый суммарный расход системы – 2,11 м³/ч, может легко быть обеспечен одним насосом, установленным в котельной, в связи с чем рекомендуется отключение четырех насосов, установленных на контурах отопления.

Также при расчёте были определены рабочие точки трех смесительных насосов, которые установлены при коллекторах теплых полов. Параметры этих точек требуют гораздо менее производительные насосы, чем установленные сейчас, в связи с чем, проектом предусмотрена их замена.

Рабочая точка насоса в контуре теплого пола В составляет: $H = 0,51$ м, $Q = 0,23$ м. В связи с чем можно заменить DAB VA 65-130 с мощностью 82 Вт, на Wilo-Star Z Nova T, мощность которого составляет 5 Вт. Характеристика насоса представлена на рисунке 4.1.3.1.

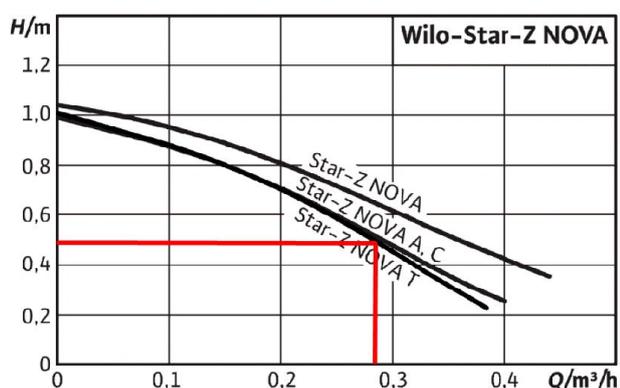


Рис. 4.1.3.1. Характеристика насоса Wilo-Star Z Nova T

Рабочая точка насоса в контуре теплого пола Ж составляет: $H = 1,86$ м, $Q = 0,4$ м. В связи с чем можно заменить Grundfos UPS 25-60 VA 65-130 с мощностью 130 Вт, на, уже имеющийся на складе, Wilo NO 25/2. Характеристика насоса представлена на рисунке 4.1.3.2.

Характеристика последовательно включенных насосов строится путем удваивания значений напора в точках расхода, см. рис. 4.1.3.4. Производительность насосов в рабочей точке составляет 2,45 м³/ч.

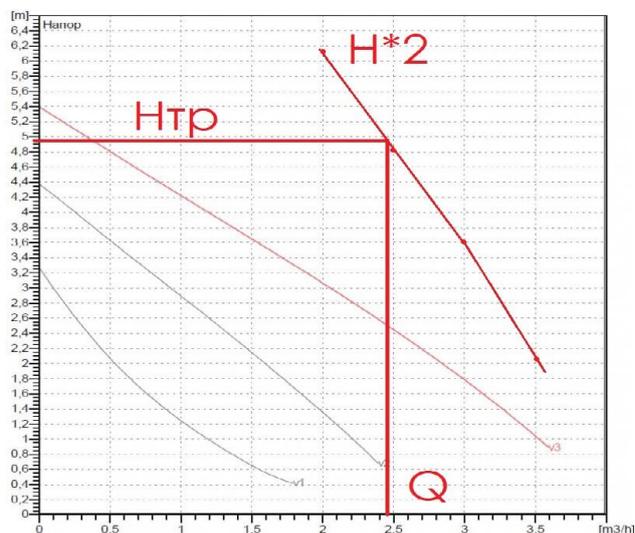


Рис. 4.1.3.4. Характеристика насоса Wilo-Star Z Nova T

4.2. Решения по котельной

4.2.1. Расчет расширительного бака

На данный момент установленные расширительные баки имеют общий объем – 50 л. Что, очевидно, является недостаточным решением для котельной производительностью 240 кВт и является причиной регулярных превышений рабочего давления в системе и утечек теплоносителя. Поэтому было решено произвести расчет расширительных баков и подобрать их.

Достаточный объем мембранного расширительного бака определяется по формуле:

$$V_6 = \frac{C \cdot \beta_t}{1 - \frac{p_{\min}^a}{p_{\max}^a}}, \text{ л} \quad (4.2.1)$$

где C – общий объем теплоносителя в системе отопления, л. Включает в себя объем воды в трубах, котле, радиаторах и других элементах системы.

Этот показатель подсчитывается по фактической емкости каждого элемента системы;

p_{\min}^a – начальное (настроечное) абсолютное давление в расширительном баке, бар;

					12.ВКР.13.03.01-ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

- Рабочее давление, 6 бар;
- Материал фланца, металл;
- Присоединительная резьба, 3/4"Г.

4.2.2. Расчет нагнетательного вентилятора

Расчетная производительность нагнетательного вентилятора определяется тем количеством воздуха, которое необходимо подать в топку для полного сгорания потребляемого количества топлива, м³/с :

$$Q_B = \beta_1 + \beta_p * (\alpha_T - \Delta\alpha_T + \Delta\alpha_{ВП})V^0 * \frac{273+t_B}{273}, \quad (4.2.4)$$

где $\beta_1 = 1,05$ – коэффициент запаса производительности нагнетательного вентилятора;

α_T – коэффициент избытка воздуха в конце топки;

t_B – температура воздуха, поступающего в вентилятор, °С.

β_p – расход топлива кг/с. Принимаем по паспорту котла $\beta_p = 0,0029$ кг/с

Количество воздуха, необходимое для полного сгорания твердого топлива, м³/кг, определяется по формуле:

$$V^0 = 0,089(C^p + 0,375S^p) + 0,265H^p - 0,0333O^p$$

где V^0 – теоретически необходимое количество воздуха для полного сгорания топлива, м³/кг (размерность показывает количество воздуха в м³, необходимое для сжигания 1 кг топлива при нормальных условиях).

Находим количество воздуха, необходимое для полного сгорания твердого топлива, м³/кг,

$$V^0 = 0,089(82 + 0,375 * 0,44) + 0,265 * 6,62 - 0,0333 * 7,98 = 8,8 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Находим расчетную производительность нагнетательного вентилятора, м³/с,

$$Q_B = 1,05 + 0,0029(1,1 - 0,05 + 0)8,8 * \frac{273+20}{273} 0,0287 \text{ м}^3/\text{с} = 103,32 \text{ м}^3/\text{ч}$$

По результатам расчета подбираем для твердотопливного котла нагнетательный вентилятор ELMOTECH VFS-120-2E-C-1.

Технические характеристики нагнетательного вентилятора :

					12.ВКР.13.03.01-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

- мощность, 34 Вт;
- объем воздуха, 149 м³/ч;
- давление, 280 Па;
- обороты колеса, 1650 об/мин.

Характеристика нагнетательного вентилятора представлена на рисунке 4.2.2.1.

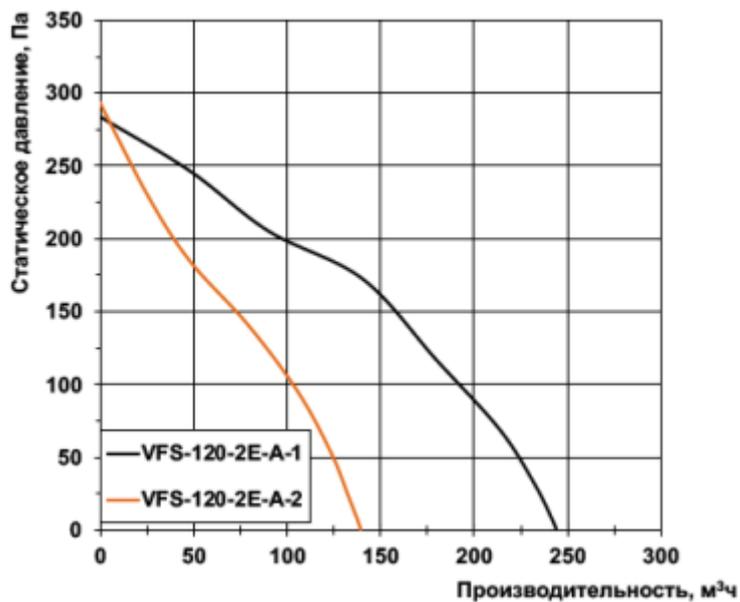


Рис.4.2.2.1. Характеристика нагнетательного вентилятора ELMOTECH VFS-120-2E-C-1

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

5.1. Экономические показатели систем теплоснабжения

Экономичность системы теплоснабжения выражена стоимостью материалов и оборудования, монтажа и сборки, а также эксплуатационными затратами. Показателями экономичности являются технология конструкций, масса, затраты монтажа и сроки изготовления, расходы на наладку и ремонт.

Создание экономичной системы отопления как правило заключается в модернизации и внедрении новой техники. В настоящее время применяют новые отопительные установки и технологии, используются не металлоёмкие отопительные приборы и агрегаты, изготавливаются тонкостенные трубы и воздухопроводы. Систему разбивают на ряд одинаковых монтажных узлов, состоящих из нормализованных деталей. Унификация узлов повышает степень индустриальности при изготовлении, понижает стоимость и протяженность монтажа систем. [16]

Экономический эффект выявляется при проведении технико-экономического сравнения различных проектных решений. Это позволяет выбрать вариант, более экономичный в данных конкретных условиях.

При экономическом сравнении вариантов применяются такие показатели как: начальные затраты или капитальные вложения K , эксплуатационные затраты \mathcal{E} , продолжительность монтажных работ и эксплуатации системы отопления. Как правило используется только часть таких показателей. Чаще всего сопоставляют системы по капитальным вложениям и эксплуатационным затратам. Редко учитываются сроки монтажа и службы, наличие трудовых резервов. [16]

Расчетная формула для определения срока окупаемости будет следующей:

$$z = K / (\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1), \text{ лет} \quad (5.1.1)$$

					<i>12.ВКР.13.03.01-ПЗ</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		<i>Родькин К.А.</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Рук-ль</i>		<i>Коробейников А.В.</i>				61	
<i>Зав. каф</i>		<i>Богомолов А.Р.</i>			<i>КузГТУ, ИЭ, ТЭБ-162</i>		
					ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА		

Если этот срок $z < z_n$ – нормативного срока окупаемости, то будет целесообразнее осуществить вариант с большими капиталовложениями K_1 и низкими эксплуатационными затратами \mathcal{E}_1 . Нормативное значение срока окупаемости z_n , вложений в систему отопления составляет 8,3 года (12,5 года для новой техники и энергосберегающих мероприятий) независимо от вида здания. [16]

Эксплуатационные затраты в отличие от капитальных ежегодно изменяются. Помимо того, они зависят от срока службы системы и отдельных ее элементов.

Годовые эксплуатационные затраты состояются из прямых расходов на обслуживание системы отопления и амортизационных расходов:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{пр}} + A ,$$

где $\mathcal{E}_{\text{пр}}$ - прямые расходы складываются из годовых затрат на топливо, электроэнергию, заработную плату обслуживающего персонала, управление системой и текущий ремонт; A - амортизационные расходы, состоящие из годовых затрат на капитальный ремонт системы и отчисления на полное восстановление капитальных вложений.

Отчисления на восстановление капитальных вложений связаны с нормативным сроком службы системы, определяемым исходя из сроков физического износа ее элементов. [16]

5.2. Определение капитальных вложений

Необходимо определить размеры капиталовложений на реконструкцию системы отопления братского корпуса.

Для расчета капиталовложений сведем все принятые элементы системы отопления в таблицу и определим их стоимость. Тут следует отметить тот факт, что у монастыря уже имеется часть оборудования на складе.

Таблица 5.2.1.

элемент	длина, м	цена,руб/м	общая стоимость
байпас 15 мм	37	87	3219
байпас 20 мм	21	78	1638
итого			4857

					<i>12.ВКР.13.03.01-ПЗ</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		<i>Родькин К.А.</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Рук-ль</i>		<i>Коробейников А.В.</i>				62	
<i>Зав. каф</i>		<i>Богомолов А.Р.</i>			<i>КузГТУ, ИЭ, ТЭБ-162</i>		
					ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА		

Находим эксплуатационные затраты для реконструированной системы:

$$\mathcal{E}_2 = 0,223 * 24 * 231 * 3,70 = 4574 \text{ руб/год}$$

Таким образом экономия на эксплуатационных затратах за счёт исключения лишних насосов для системы отопления составит:

$$\mathcal{E} = 15466 - 4574 = 10869 \text{ руб/год}$$

Теперь зная капитальные вложения и экономию за счёт этих вложений, можно найти сроки окупаемости без учета инфляции:

$$z = 160000/10869 = 14,7 \text{ лет}$$

					<i>12.ВКР.13.03.01-ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		64

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Есть проблема – не функционирует система отопления в монастыре.

Было произведено физическое обследование объекта. Полный сбор исходных данных.

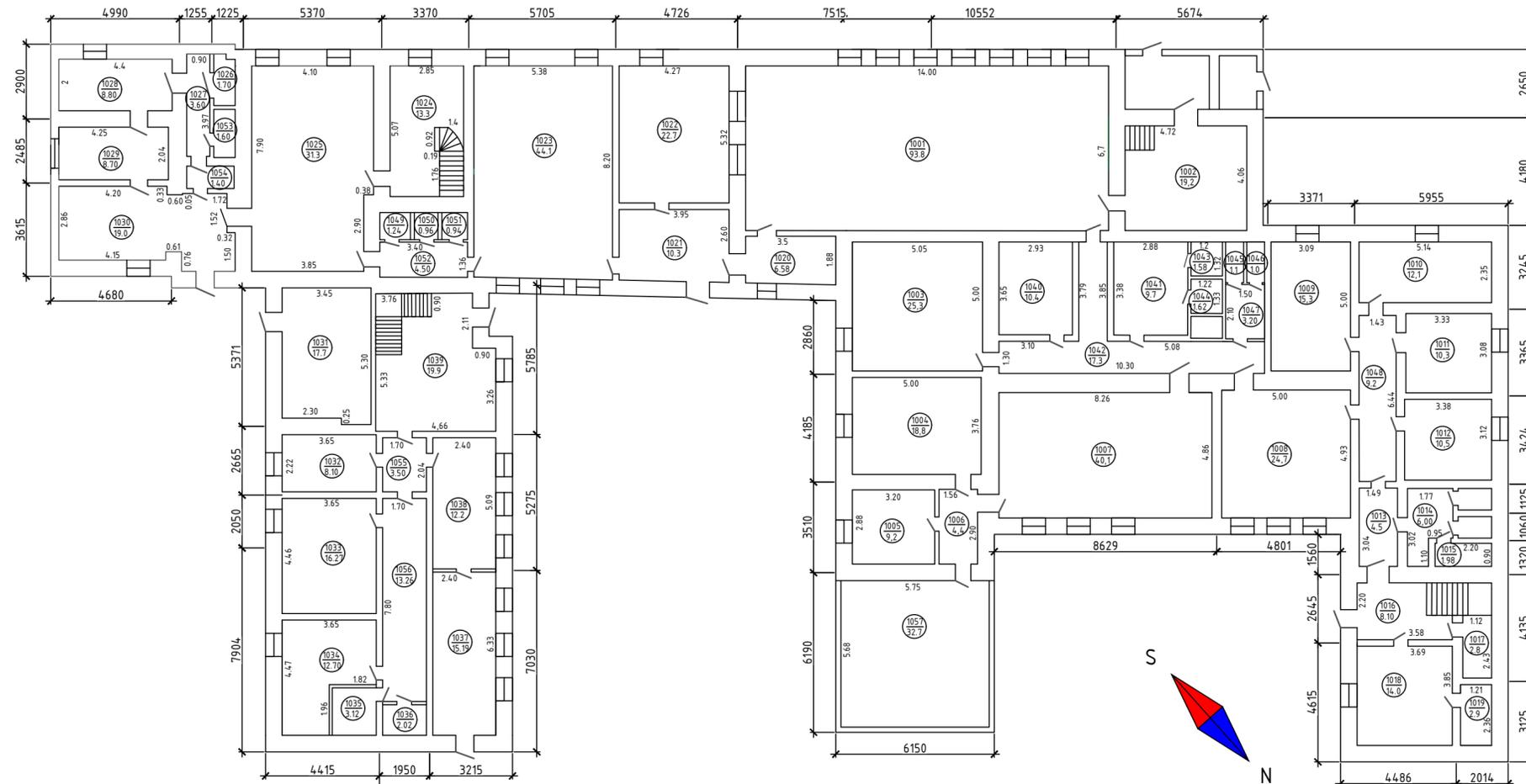
Был произведен тепловой расчёт ограждающих конструкций, составлен баланс тепловых притоков и оттоков, определена действительная нагрузка на систему отопления. Осуществлен тепловой и гидравлический расчёты текущей системы отопления для выявления и обоснования проблем её функционирования.

По всем пунктам были предложены решения, разработан проект реконструкции системы отопления. Произведены тепло-гидравлический расчёты, подтверждающие верность принятых решений. Произведен оценочный расчёт экономических вложений в реконструкцию системы и посчитана окупаемость этих вложений.

Проект выполнялся в соответствии с требованиями нормативной документации и справочной литературы, для расчётов были применены различное программное обеспечение, а также ручной счёт. Работы выполнена сполна, все цели достигнуты, поставленные задачи выполнены.

					12.ВКР.13.03.01-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

План 1 этажа



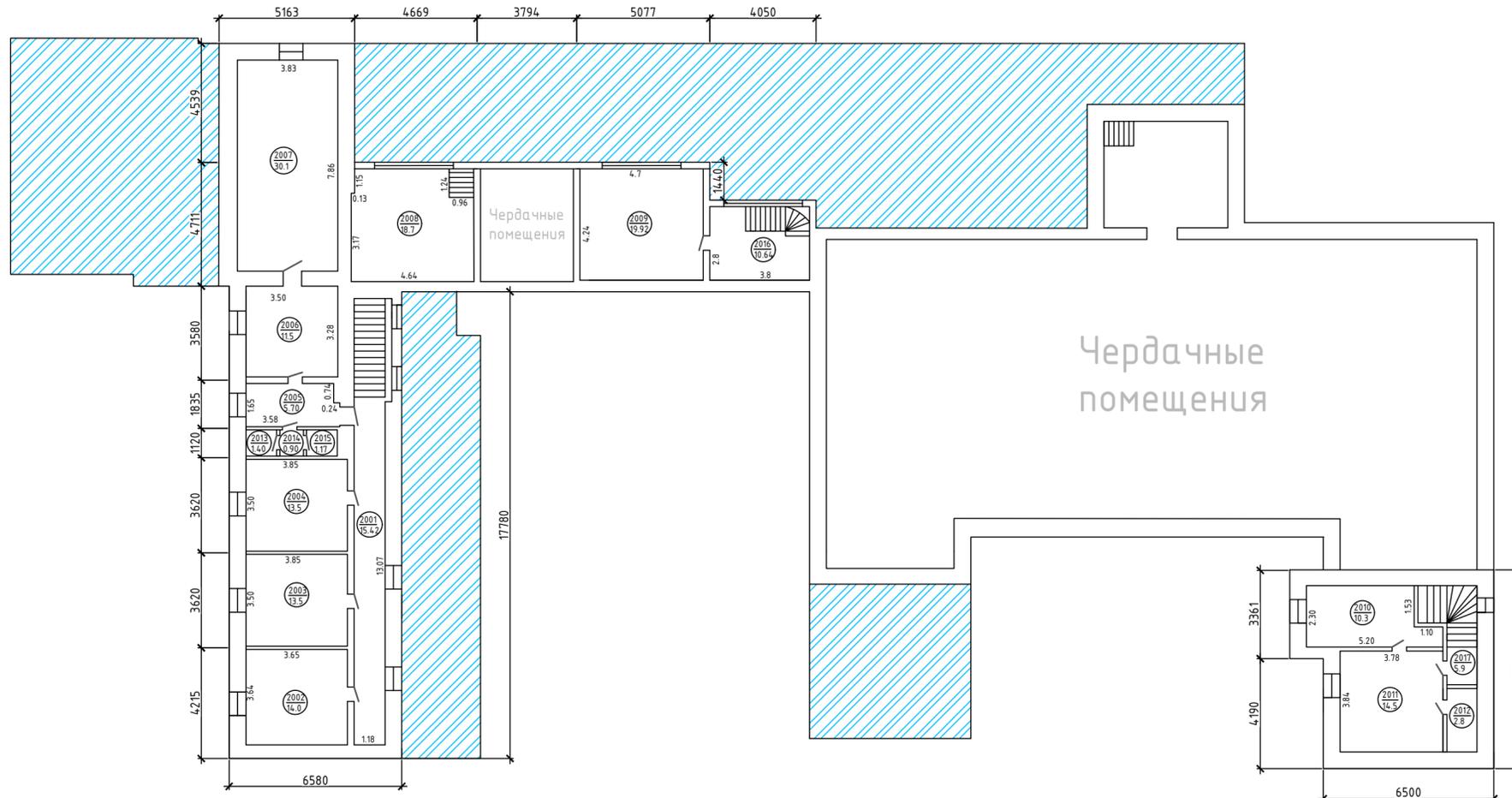
Экспликация 1 этажа

№	Наименование	Площадь, м²
1001	Столовая	93,8
1002	Вестибиль	19,2
1003	Жилая комната	25,
1004	Жилая комната	18,8
1005	Жилая комната	9,2
1006	Вестибиль	4,4
1007	Учебный класс	40,1
1008	Учебный класс	24,7
1009	Жилая комната	15,3
1010	Кабинет	12,1
1011	Жилая комната	10,3
1012	Жилая комната	10,5
1013	Коридор	4,5
1014	Совмещенный сан. узел	6
1015	Душевая	2
1016	Вестибиль	8,1
1017	Стиральная	2,8
1018	Жилая комната	14
1019	Совмещенный сан. узел	2,9
1020	Коридор	6,6
1021	Коридор	10,3
1022	Кухня	22,7
1023	Столовая	44,1
1024	Жилая комната	13,3
1025	Жилая комната	31,3
1026	Сан. узел	1,7
1027	Коридор	3,6
1028	Жилая комната	8,8
1029	Жилая комната	8,7
1030	Кабинет	19
1031	Склад	17,7
1032	Жилая комната	8,1
1033	Жилая комната	16,3
1034	Жилая комната	12,7
1035	Душевая	3,1
1036	Сан. узел	2
1037	Стиральная	15,2
1038	Гладильная	12,2
1039	Вестибиль	20
1040	Жилая комната	10,4
1041	Раздевальня при душевых	9,7
1042	Коридор	17,3
1043	Душевая	1,6
1044	Душевая	1,6
1045	Сан. узел	1
1046	Сан. узел	1
1047	Умывальная	3,2
1048	Коридор	9,2
1049	Сан. узел	1,2
1050	Сан. узел	1
1051	Сан. узел	1
1052	Коридор	4,5
1053	Душевая	1,6
1054	Коридор	1,4
1055	Коридор	3,5
1056	Коридор	13,3

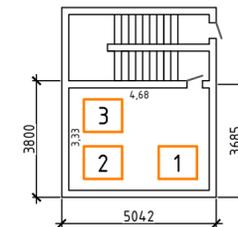
Экспликация 2 этажа

№	Наименование	Площадь, м²
2001	Коридор	15,4
2002	Жилая комната	14
2003	Жилая комната	13,5
2004	Жилая комната	13,5
2005	Жилая комната	5,7
2006	Жилая комната	11,5
2007	Жилая комната	30,1
2008	Жилая комната	18,7
2009	Жилая комната	19,9
2010	Жилая комната	10,3
2011	Жилая комната	14,5
2012	Совмещенный сан. узел	2,8
2013	Сан. узел	1,4
2014	Сан. узел	0,9
2015	Сан. узел	1,2
2016	Лестница	10,6
2017	Лестница	5,9

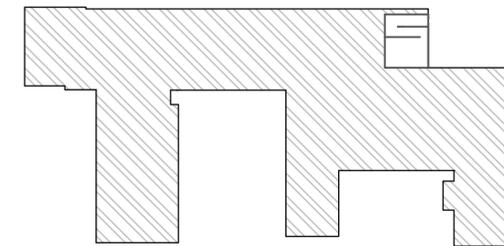
План 2 этажа



План котельной*



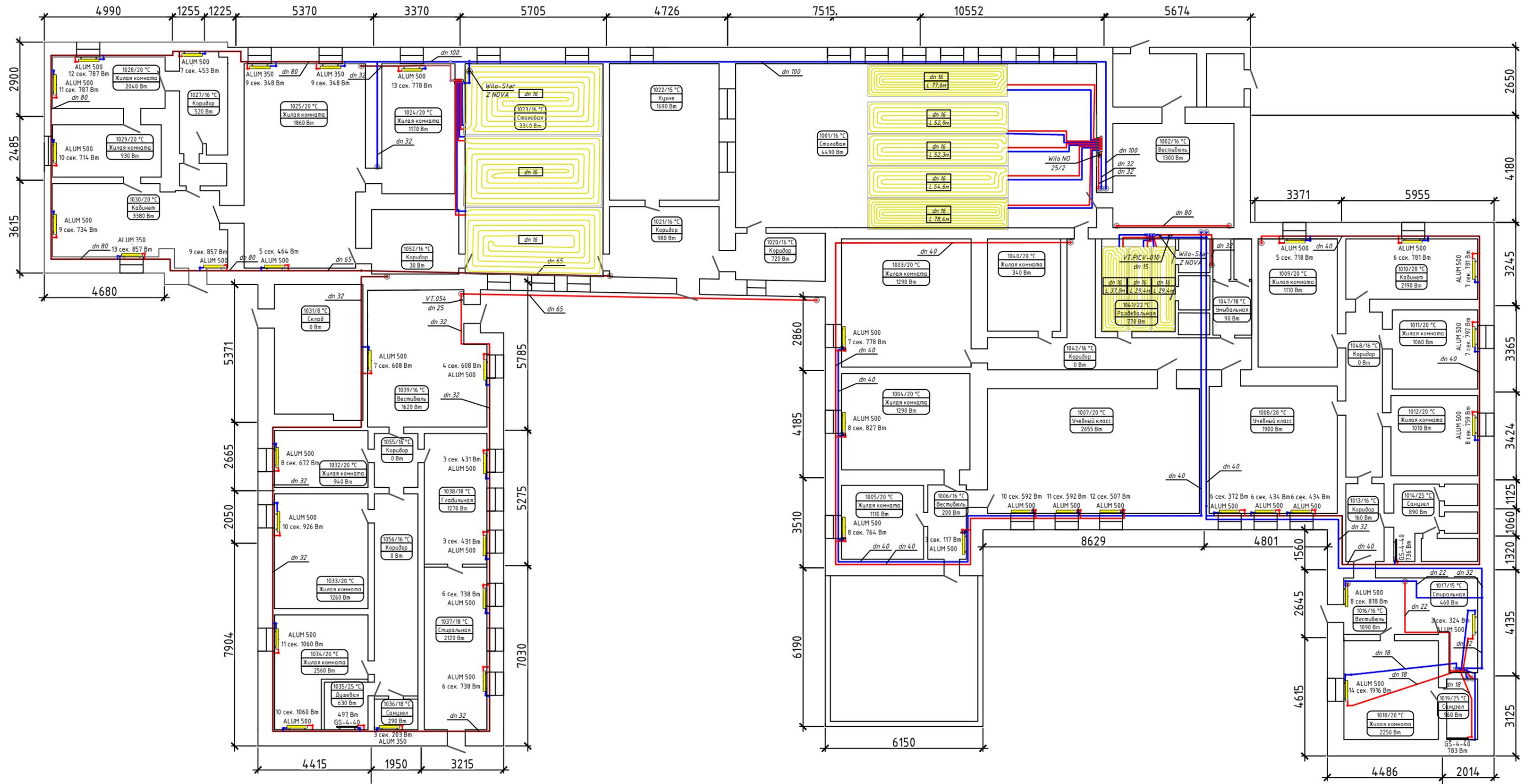
*котельная расположена в подвале



					2020	12.ВКР.13.03.01-ГЧ			
					Иверский мужской монастырь ул. Коростылева, 6, Ленинск-Кузнецкий, Кемеровская обл.				
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Реконструкция системы отопления Иверского мужского монастыря	Стадия	Лист	Листов
Проверил			Родькин					1	8
Дип. рук.			Коробейников						
Зав. каф.			Богомолов						
Планы этажей и помещений							КузГТУ, гр. ТЭБ-162		

Инв. № подл.	Подпись и дата
Васм. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

План 1 этажа

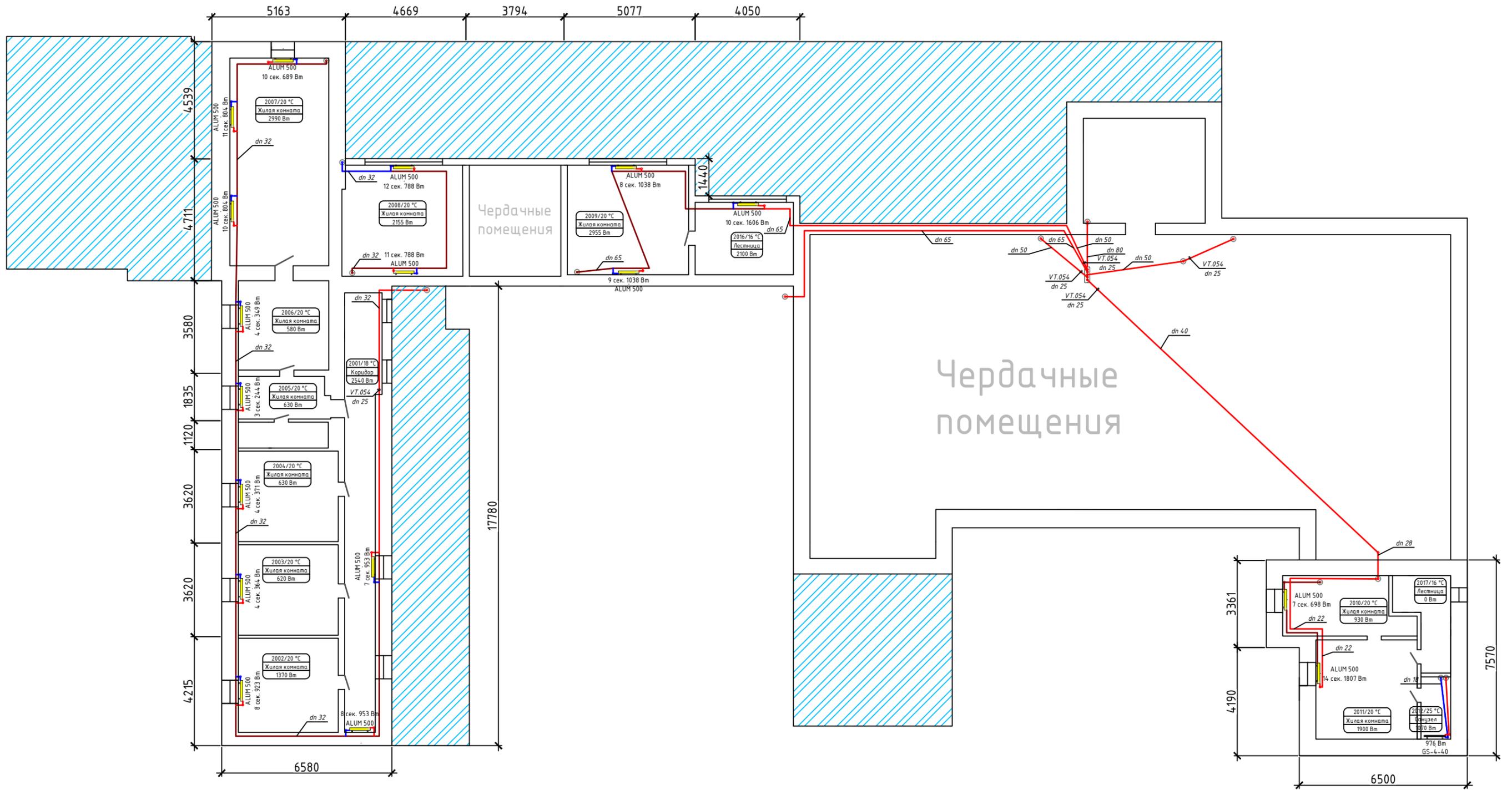


Инв. № подл.	Подпись и дата
Зав. каф.	Подпись и дата
Дип. рук.	Подпись и дата
Проверил	Подпись и дата
Исполнил	Подпись и дата
Инв. № дубл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Подпись и дата

Трубопроводы условно отнесены от стен.
 Теплотехнический расчет помещений производился в специализированном ПО RTI, в соответствии с действующими строительными нормами и правилами, а также техническими условиями.

						2020	12.ВКР.13.03.01-ГЧ			
							Иверский мужской монастырь ул. Коростылева, 6, Ленинск-Кузнецкий, Кемеровская обл.			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		Реконструкция системы отопления Иверского мужского монастыря	Стадия	Лист	Листов
Исполнил				Родькин					2	8
Проверил				Коробейников						
Дип. рук.				Коробейников						
Зав. каф.				Богомолов						
							План отопления. Этаж 1	КузГТУ, гр. ТЭБ-162		

План 2 этажа

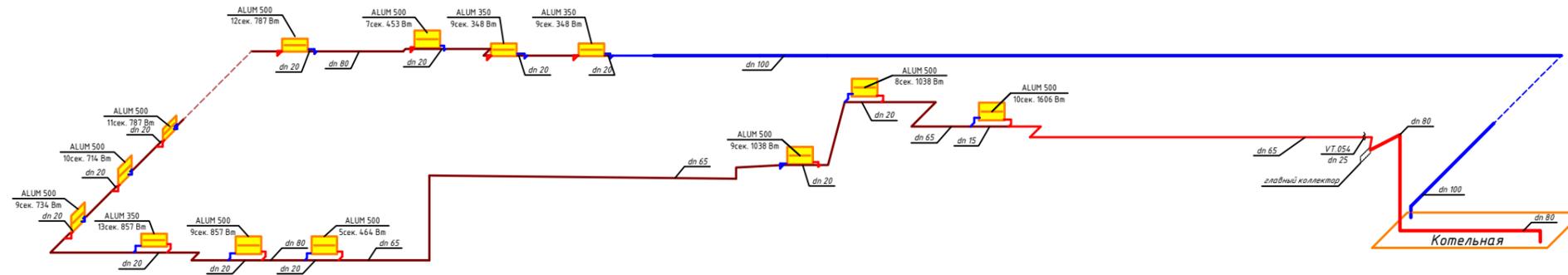


Трубопроводы условно отнесены от стен.
Теплотехнический расчет помещений производился в специализированном ПО RTI, в соответствии с действующими строительными нормами и правилами, а также техническими условиями.

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

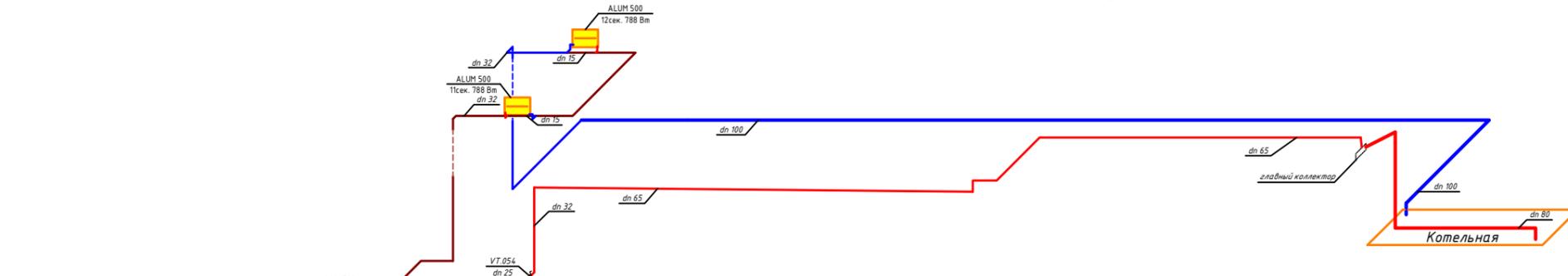
2020						12.ВКР.13.03.01-ГЧ		
Иверский мужской монастырь ул. Коростылева, 6, Ленинск-Кузнецкий, Кемеровская обл.						Стадия	Лист	Листов
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Реконструкция системы отопления Иверского мужского монастыря	3	8
Исполнил	Родькин					План отопления. Этаж 2	КузГТУ, гр. ТЭБ-162	
Проверил	Коробейников							
Дип. рук.	Коробейников							
Зав. каф.	Богомолов							

Контур А



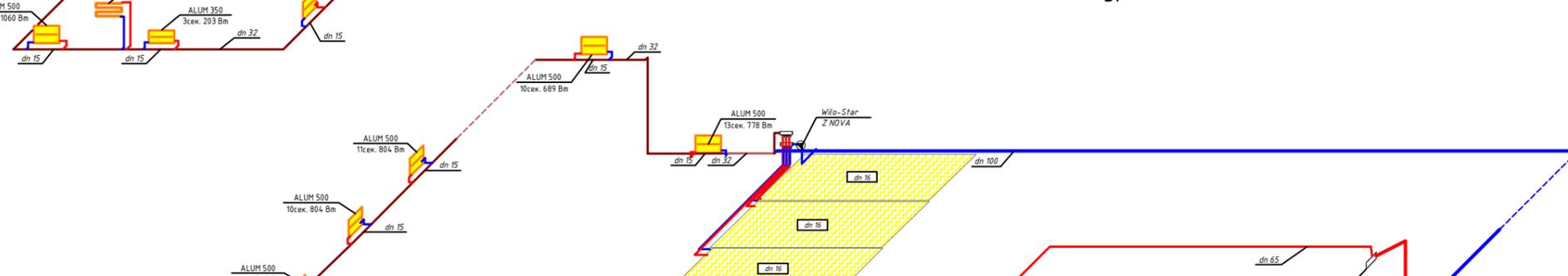
Основной трубопровод контура – сталь (ГОСТ 3262–75).
 Подводки к ОП – металлопластик d=25x3,5.
 Под каждым радиатором предусмотреть байпасы, Ду согласно схеме.
 Установить балансировочный клапан VT.054 после главного коллектора на врезке Ду25.
 Осуществить настройку клапана согласно паспорту на значение 5 ($Kv= 1,260 \text{ м}^3/\text{ч}$).

Контур Б



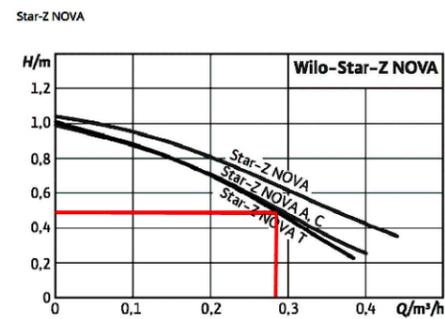
Основной трубопровод контура – сталь (ГОСТ 3262–75).
 Подводки к ОП – металлопластик d=18x2,5.
 Под каждым радиатором предусмотреть байпасы, Ду15 согласно схеме.
 Установить балансировочный клапан VT.054 перед первым ОП на врезке Ду25.
 Осуществить настройку клапана согласно паспорту на значение 5,75 ($Kv= 1,972 \text{ м}^3/\text{ч}$).

Контур В



Основной трубопровод контура – сталь (ГОСТ 3262–75).
 Подводки к ОП – металлопластик d=18x2,5.
 Под каждым радиатором предусмотреть байпасы, Ду15 согласно схеме.
 Установить балансировочный клапан VT.054 перед первым ОП на врезке Ду25.
 Осуществить настройку клапана согласно паспорту на значение 4,5 ($Kv= 1,105 \text{ м}^3/\text{ч}$).
 Заменить насос в контуре теплого пола на Wilo-Star Z Nova.

Характеристика насоса Wilo-Star Z Nova

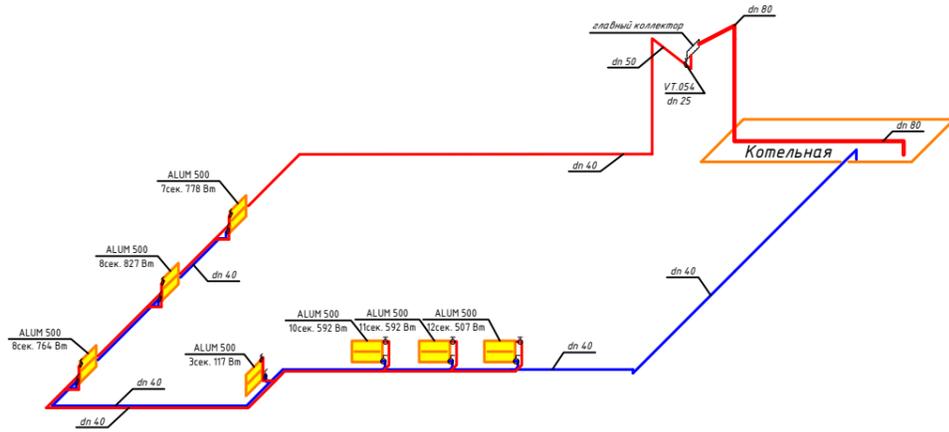


Инв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	Подп. и дата

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Исполнил	Родькин				
Проверил	Коробейников				
Дип. рук.	Коробейников				
Зав. каф.	Богомолов				

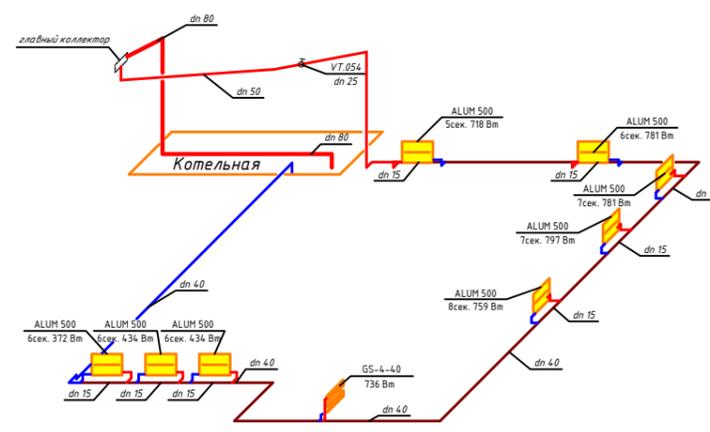
2020			12.ВКР.13.03.01-ГЧ		
Иверский мужской монастырь ул. Коростылева, 6, Ленинск-Кузнецкий, Кемеровская обл.					
Реконструкция системы отопления Иверского мужского монастыря			Стадия	Лист	Листов
				4	8
Схема отопления. Контуры А,Б,В			КузГТУ, гр. ТЭБ-162		

Контур Г



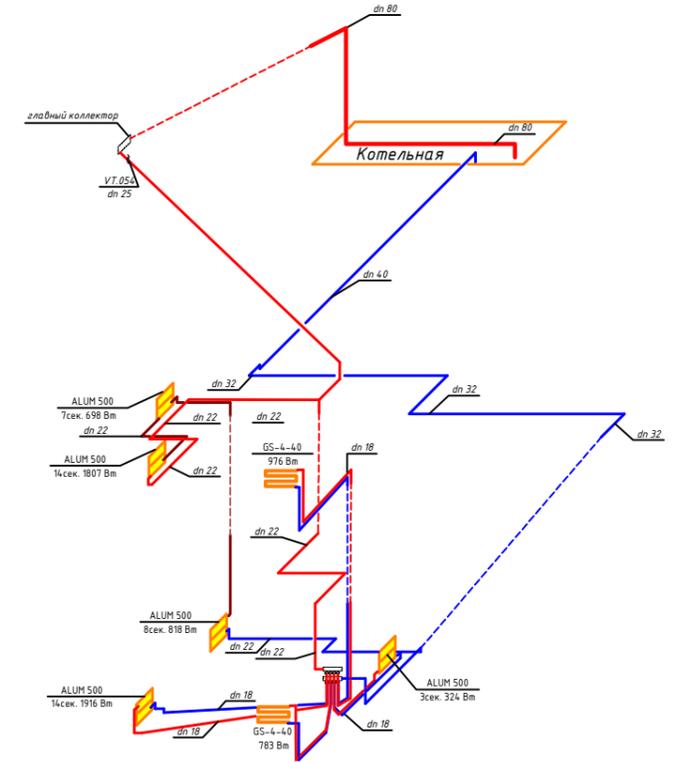
Основной трубопровод контура – сталь (ГОСТ 3262-75).
 Подводки к ОП – металлопластик d=18x2,5.
 Установить балансировочный клапан VT.054 после главного коллектора на врезке Ду25. Осуществить его настройку согласно паспорту на значение 3 ($Kv=0,610 \text{ м}^3/\text{ч}$).
 Настройка всех термостатических клапанов на радиаторах согласно паспорту на $Kv=1,650 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Контур Д



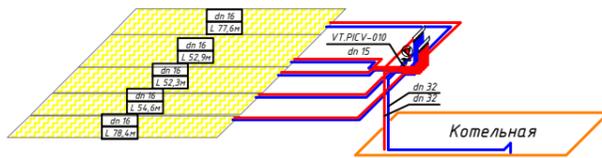
Основной трубопровод контура – сталь (ГОСТ 3262-75).
 Подводки к ОП – металлопластик d=18x2,5.
 Под каждым радиатором предусмотреть байпасы, Ду15 согласно схеме.
 Установить балансировочный клапан VT.054 на врезке Ду25, после отхождения на теплый пол.
 Осуществить настройку клапана согласно паспорту на значение 4 ($Kv=0,950 \text{ м}^3/\text{ч}$).

Контур Е



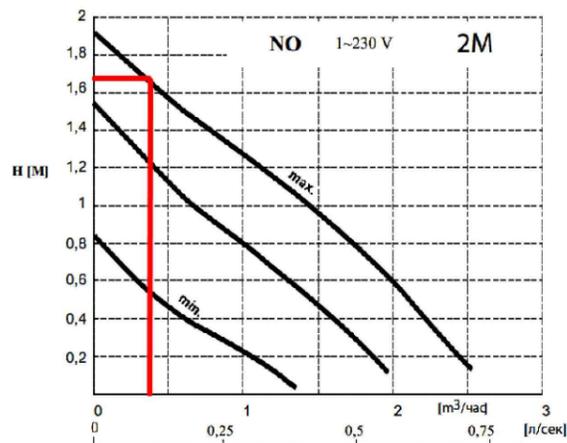
В данном контуре используются трубопроводы:
 – подающая магистраль – сталь (ГОСТ 3262-75);
 – медные d=22x1;
 – лучевые подводки к ОП – металлопластик d=18x2,5;
 – обратная магистраль – полипропилен PPR d=32x5,4.
 Установить балансировочный клапан VT.054 перед первым ОП на врезке Ду25.
 Осуществить настройку клапана согласно паспорту на значение 4,25 ($Kv=0,950 \text{ м}^3/\text{ч}$).

Контур Ж (теплый пол)

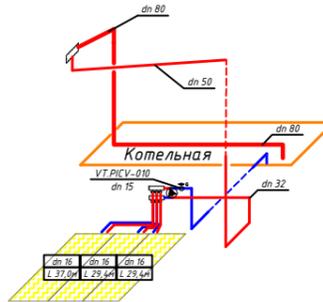


Трубопроводы – металлопластик 32x4,4 и 16x2,2.
 Насос в узле смешения при коллекторе заменить на Wilo NO 25/2.
 Установить регулятор расхода VT.PICV-010 Ду15, на обратный трубопровод после коллектора.
 Осуществить настройку регулятора согласно паспорту на расход 0,032 л/с.

Характеристика насоса Wilo NO 25/2

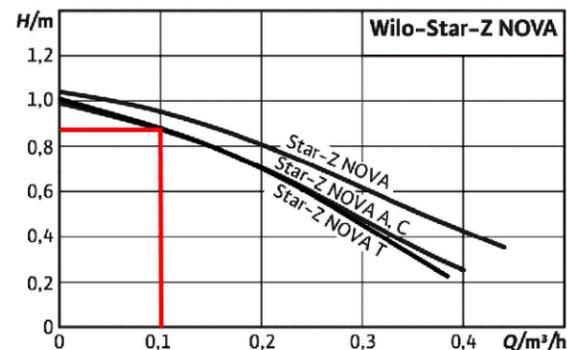


Контур З (теплый пол)



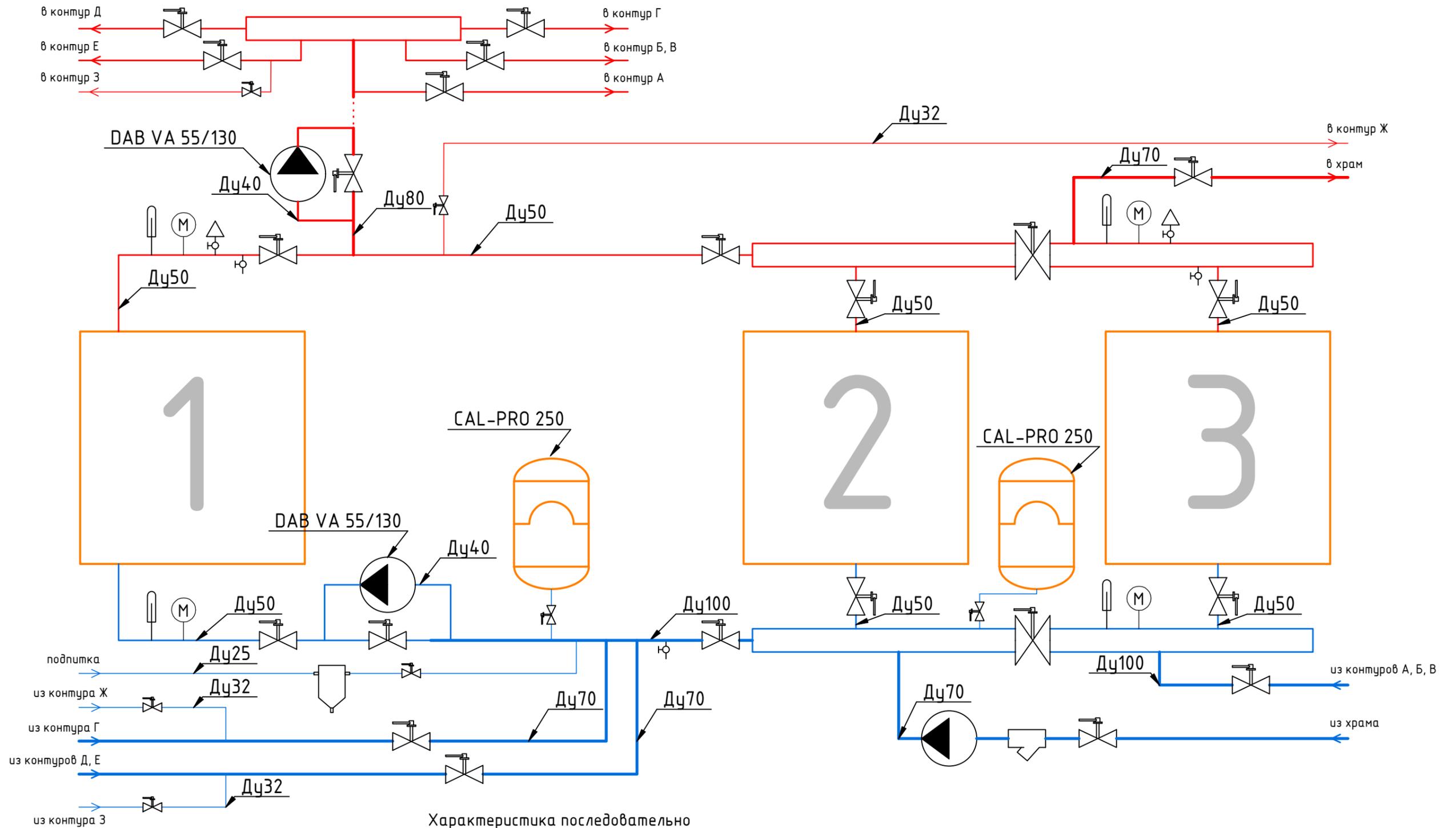
Основной трубопровод – сталь (ГОСТ 3262-75).
 Трубопроводы полов – металлопластик 16x2,2.
 Насос в узле смешения при коллекторе заменить на Wilo-Star Z Nova T.
 Установить регулятор расхода VT.PICV-010 Ду15, на обратный трубопровод после коллектора.
 Осуществить настройку регулятора согласно паспорту на расход 0,01 л/с.

Характеристика насоса Wilo-Star Z Nova T

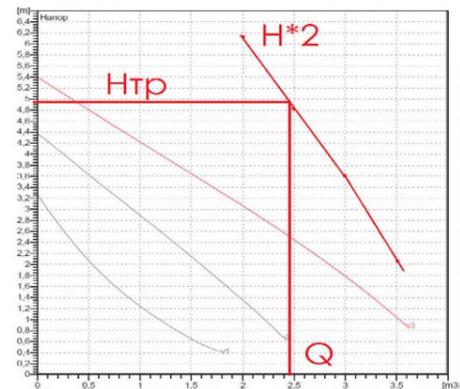


Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------

						2020	12.ВКР.13.03.01-ГЧ			
						Иверский мужской монастырь ул. Коростылева, 6, Ленинск-Кузнецкий, Кемеровская обл.				
Исполнил	Родькин						Реконструкция системы отопления Иверского мужского монастыря	Стадия	Лист	Листов
Проверил	Коробейников								5	8
Дип. рук.	Коробейников									
Зав. каф.	Богомолов									
							Схема отопления. Контуры Г, Д, Е, Ж, З	КузГТУ, гр. ТЭБ-162		



Характеристика последовательно включенных насосов DAB VA 55/130

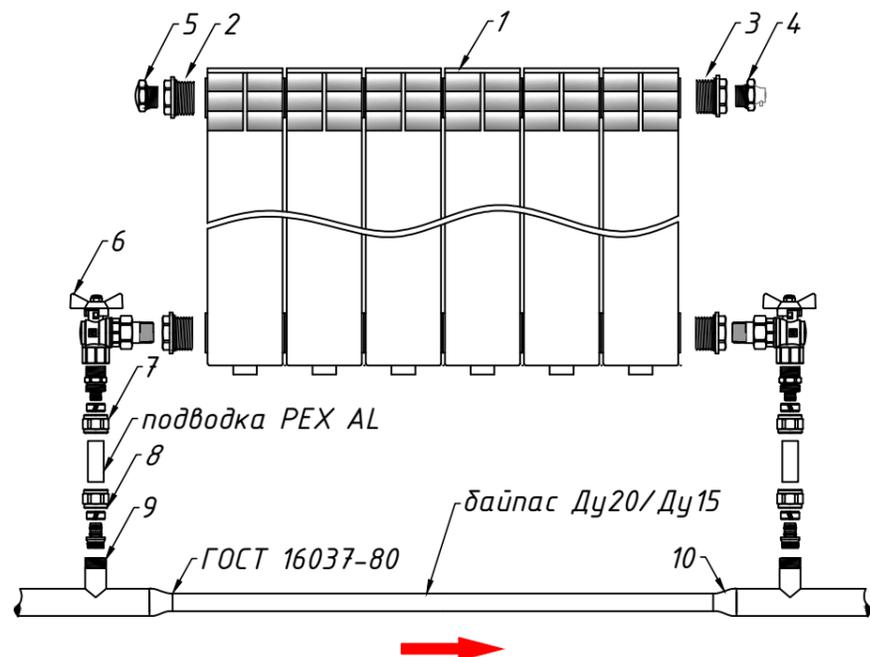


Заменить насос обратной линии GoldStar PH-123E на DAB VA 55/130, добавить на подающий трубопровод врезку с вторым насосом DAB VA 55/130, согласно схеме.
Установить два расширительных бака CAL-PRO 250 л, 6 Бар, присоединение 3/4"Г.

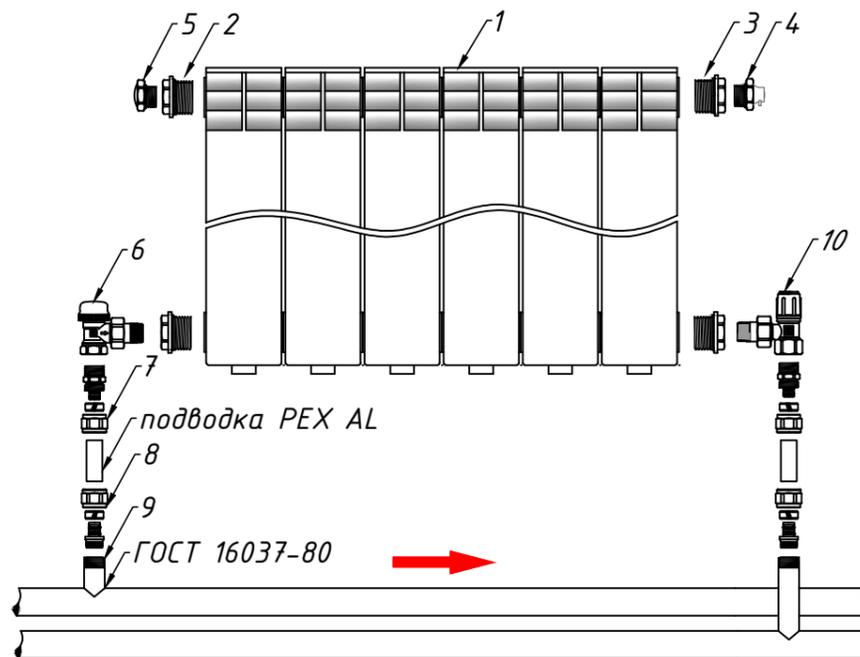
						2020	12.ВКР.13.03.01-ГЧ			
						Иверский мужской монастырь ул. Коростылева, 6, Ленинск-Кузнецкий, Кемеровская обл.				
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Реконструкция системы отопления Иверского мужского монастыря		Стадия	Лист	Листов
Исполнил	Родькин								6	8
Проверил	Коробейников									
Дип. рук.	Коробейников									
Зав. каф.	Богомолов									
						Схема котельной		КузГТУ, гр. ТЭБ-162		

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

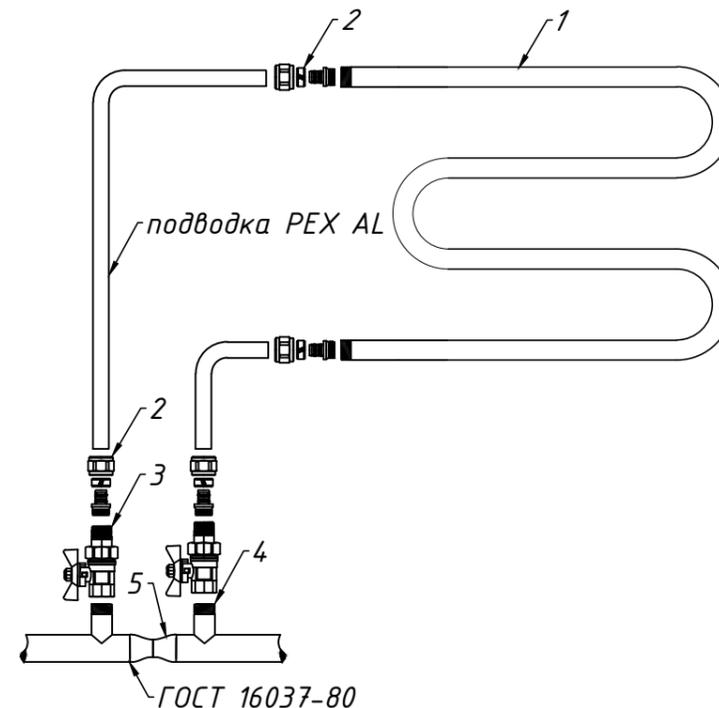
Типовой узел однотрубного контура



Типовой узел двухтрубного контура



Типовой узел полотенцесушителя



Спецификация узла однотрубного типового

Поз.	Обозначение, маркировка	Наименование	Кол.	Примечание
1	ALUM 500	Радиатор алюминиевый секционный	1 шт.	
2		Футорка левая, 1" x 3/4"	2 шт.	
3		Футорка правая, 1" x 3/4"	2 шт.	
4		Кран Маевского, 3/4"	1 шт.	
5		Пробка, 3/4"	1 шт.	
6	11827n1	Кран шаровый с американкой, 3/4"	2 шт.	
7	VTm.301.N	Соединитель обжим-наружная резьба	2 шт.	
8	VTm.302.N	Соединитель обжим-внутренняя резьба	2 шт.	
9	ГОСТ 17375-2001	Резьба ст. приварная	2 шт.	
10	ГОСТ 17378-2001	Переход концентрический	2 шт.	

Спецификация узла двухтрубного типового

Поз.	Обозначение, маркировка	Наименование	Кол.	Примечание
1	ALUM 500	Радиатор алюминиевый секционный	1 шт.	
2		Футорка левая, 1" x 3/4"	2 шт.	
3		Футорка правая, 1" x 3/4"	2 шт.	
4		Кран Маевского, 3/4"	1 шт.	
5		Пробка, 3/4"	1 шт.	
6		Клапан термостатический, 3/4"	2 шт.	
7	VTm.301.N	Соединитель обжим-наружная резьба	2 шт.	
8	VTm.302.N	Соединитель обжим-внутренняя резьба	2 шт.	
9	ГОСТ 17375-2001	Резьба ст. приварная	2 шт.	
10		Клапан настроечный, 3/4"	2 шт.	

Спецификация узла полотенцесушителя

Поз.	Обозначение, маркировка	Наименование	Кол.	Примечание
1	GS-4-40	Полотенцесушитель	1 шт.	
2	VTm.302.N	Соединитель обжим-внутренняя резьба	4 шт.	
3	11827n1	Кран шаровый с американкой, 3/4"	2 шт.	
4	ГОСТ 17375-2001	Резьба ст. приварная	2 шт.	
5	ГОСТ 17378-2001	Переход концентрический	2 шт.	

Количество секций ОП принимать согласно таблице отопительных приборов в ПЗ.

Гибкие подводки металлопластиковые используются имеющиеся.

Подводки подключаются к стальной трубе через приварную резьбу ст. ГОСТ 17375-2001.

Осуществить в узлы врезку байпасов Ду согласно схемам, через переходы концентрические ГОСТ 17378-2001.

Сварные соединения осуществить в соответствии с ГОСТ 16037-80.

Каждый ОП однотрубного контура подключить через краны шаровые для возможности ремонта и отключения.

Предусмотреть воздухоотводчик на каждом ОП.

						2020	12.ВКР.13.03.01-ГЧ		
							Иверский мужской монастырь ул. Коростылева, 6, Ленинск-Кузнецкий, Кемеровская обл.		
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				
Исполнил		Родькин				Реконструкция системы отопления Иверского мужского монастыря	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Коробейников						7	8
Дип. рук.		Коробейников							
Зав. каф.		Богомолов							
							Монтажные схемы типовых узлов ОП		
							КузГТУ, гр. ТЭБ-162		

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

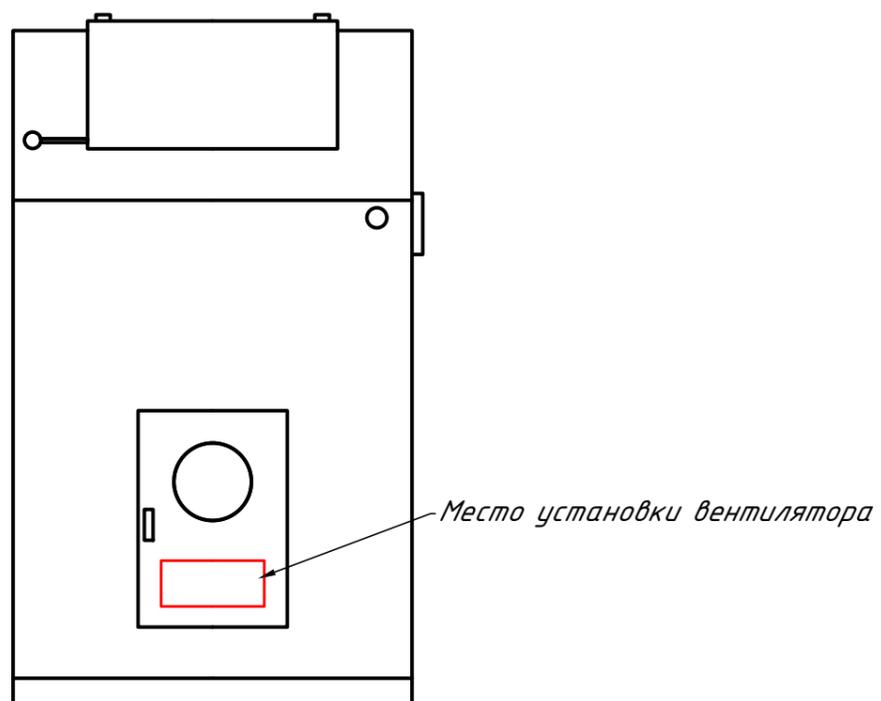
Источником теплоснабжения являются 3 котла Wirbel EKO 80:

- мощность 80кВт;
- объем конвективной части 100л;
- диапазон рабочих температур 40-90°C;
- температура обратной линии 65°C;
- КПД 68%.

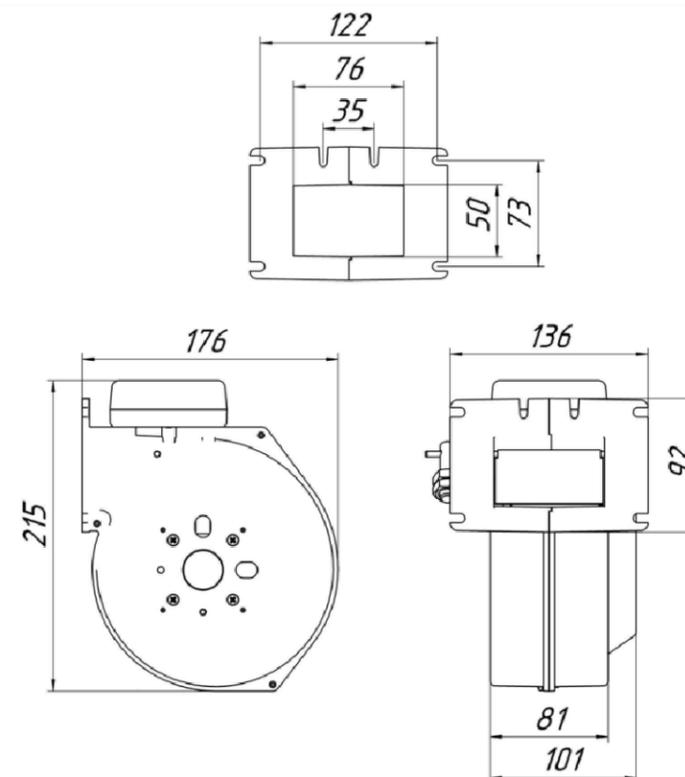
Для полного сгорания угля, установить на каждый котел дутьевой вентилятор VFS-120-2E-C-1.

Установку произвести на предусмотренный воздушный люк котла. Предусмотреть термоустойчивую прокладку в зоне крепления вентилятора, для плотности соединения.

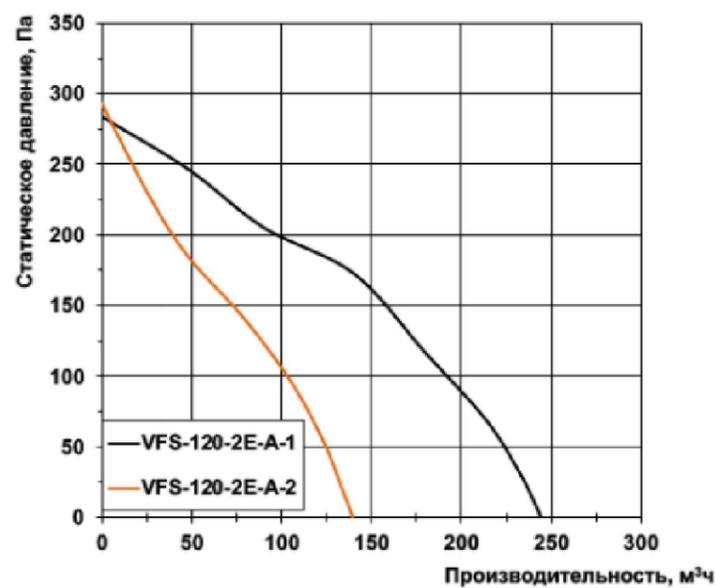
Котел Wirbel EKO 80
Вид спереди



Габариты дутьевого вентилятора VFS-120-2E-C-1



Характеристика дутьевого вентилятора VFS-120-2E-C-1



					2020	12.ВКР.13.03.01-ГЧ				
						Иверский мужской монастырь ул. Коростылева, 6, Ленинск-Кузнецкий, Кемеровская обл.				
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Реконструкция системы отопления Иверского мужского монастыря	Стадия	Лист	Листов	
Исполнил	Родькин						Монтаж дутьевого вентилятора		8	8
Проверил	Коробейников									
Дип. рук.	Коробейников									
Зав. каф.	Богомолов									
							КузГТУ, гр. ТЭБ-162			

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
ИНВ_НОМ_ПОДЛ	ПОДП_ДАТА_1	ВЗАМ_ИНВ_Н	ИНВ_Н_ДУБЛ	ПОДП_ДАТА_2