

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный

институт

Инженерных систем зданий и сооружений

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А.И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01.05 – Теплогазоснабжение и вентиляция

код – наименование направления

Отопление и вентиляция производственной базы в г. Канск

тема

Руководитель _____
подпись, дата

Кандидат технических наук, доцент
должность, ученая степень

В.К. Шмидт
инициалы, фамилия

Выпускник _____
подпись, дата

Д.С. Михайлова
инициалы, фамилия

Красноярск 2020

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Отопление и вентиляция производственной базы в г. Канск» содержит 74 страниц текстового документа, 2 приложения, 21 использованный источник, 6 листов графического материала.

ОТОПЛЕНИЕ, ТЕПЛОВЫЕ ПОТЕРИ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, ВОЗДУШНЫЙ БАЛАНС, КРАТНОСТЬ ВОЗДУХООБМЕНА, АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ.

Объект проекта – Производственная база с бытовым корпусом и ремонтным цехом в г. Канск.

Цели проекта:

- расчет и компенсация тепловых потерь ограждающей конструкции;
- подбор оборудования для эффективного расхода тепловой энергии;
- подбор и монтаж конструкций необходимой надежности и долговечности;
- обеспечение допустимого микроклимата и качества воздуха в обслуживаемой и рабочей зонах.

В результате проведения расчетов были определены тепловые потери, выбрана схема системы отопления, выполнен подбор оборудования, установлены состав и характеристики проектной документации, выявлены основные требования по монтажу.

В итоге был разработан проект, соответствующий межгосударственным стандартам, а также строительным нормам и правилам, с достаточно емкими капиталовложениями, и рассчитанный на дальнейшую перспективу.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. Исходные данные для проектирования	5
1.1 Характеристика объекта проектирования	5
1.2 Расчетные параметры наружного и внутреннего воздуха	5
2. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	6
2.1 Требуемое термическое сопротивление ограждающих конструкций	6
2.2 Расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции	12
3. Отопление	16
3.1 Принципиальная схема решения систем отопления зданий	16
3.2 Воздушно-тепловые завесы	24
4. Вентиляция	26
4.1 Вентиляция бытового корпуса с холодным складом и ремонтным цехом	26
5. Теплоснабжение приточной установки	41
6. Подбор оборудования для системы управления	44
6.1 Подбор оборудования узла учета тепловой энергии	44
6.2 Подбор оборудования узла управления	51
7. Техника и технология монтажно-заготовительных и строительных работ	55
7.1 Подготовительные работы перед монтажом отопительных и вентиляционных систем	55
7.2 Последовательность монтажа и монтаж систем отопления и вентиляции	56
7.3 Испытание и сдача в эксплуатацию систем отопления и вентиляции	63
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	71
ПРИЛОЖЕНИЕ А	73
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	74

ВВЕДЕНИЕ

Проект выполнен по индивидуальному заданию и состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Объектом проектирования является производственная база в г. Канске.

Основные задачи, решаемые проектом: обеспечение санитарно-гигиенических параметров воздушной среды в помещениях; применение оборудования высокого качества; минимальное использование площадей под вентиляционное оборудование; выбор оптимальных схем прокладки воздуховодов. А также: обеспечение комфорта, надежного и удобного управления системами, гармонии внешнего вида инженерного оборудования с дизайном помещений.

В проекте предусматривается оптимальная система вентиляции с комплексом автоматики, который обеспечивает в помещениях высокий уровень комфорта. Также в дипломном проекте запроектированы водяные двухтрубные горизонтальные системы отопления с тупиковым движением воды и нижней разводкой.

В чертежах приняты оборудование, приборы, материалы, изделия по действующим типовым проектным решениям, типовым материалам для проектирования, сериям, ГОСТам, которые не требуют проверки на патентную чистоту и патентоспособность, так как включены в Федеральный фонд массового применения.

1. Исходные данные для проектирования

1.1 Характеристика объекта проектирования

1. Район строительства – г. Канск.
2. Назначение объекта – производственная база в состав, которой входят: бытовая корпус с холодным складом и ремонтным цехом.
3. Ориентация главного фасада – С.
4. Основные характеристики элементов зданий:
 - наружные стены и кровля – металлические трехслойные панели (сендвич) ООО «Термоленд» с эффективным негорючим минераловатным утеплителем;
 - остекление – поливинилхлоридный профиль с заполнением двухкамерными стеклопакетами ГОСТ 30674-99;
 - двери – без тамбура;
 - полы – не утепленные на грунте.
5. Источник теплоснабжения – наружные тепловые сети.
6. Теплоноситель – вода с параметрами T1 – T2 95-70°C.
7. Средняя температура воздуха – -8,8°C.
8. Количество отопительных дней 238.

1.2 Расчетные параметры наружного и внутреннего воздуха

Расчетные параметры наружного воздуха принимаем по табл. 1,2 [1] в зависимости от географического местоположения объекта и назначения систем и заносим в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчетные параметры наружного воздуха

Период года	Параметры Б (для холодного), параметра А (для теплого)				Барометрическое давление, МПа
	Температура, °C	Теплосодержание I, кДж/кг	Относительная влажность, %	Влагосодержание, г/кг	
Теплый	+22	55,1	71	12,5	0,99
Холодный	-40	-40	77	0,1	
Переходный	+10	26,5	80	6,5	

Расчетные параметры внутреннего воздуха регламентирует ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Таблица 2 – Расчетные параметры внутреннего воздуха

Период года	Допустимые параметры воздуха				
	Температура, °С	Относительная влажность φ, %	Теплосодержание, кДж/кг	Влагосодержание, г/кг	Скорость движения воздуха V, м/с
Теплый	+22	60	46	9,5	0,5
Холодный	+20	60	42	8,5	0,3
Переходный	+20	60	42	8,5	0,3

2. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

2.1 Требуемое термическое сопротивление ограждающих конструкций

Ограждающие конструкции здания должны иметь регламентируемые нормами сопротивления теплопередаче R_O . Величина R_O определяется толщиной принятого в конструкции ограждения теплоизоляционного слоя, выбор которой и определение коэффициента теплопередачи K и является основной целью теплотехнического расчета.

Расчет ведется в соответствии со СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» [2].

Расчетные коэффициенты теплопроводности строительных материалов приняты по техническому каталогу сэндвич панелей ООО «Термоленд».

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_O следует принимать не менее требуемых значений, R_O^{mp} , определяемых исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий и условий энергосбережений.

- Теплотехнический расчет стен:

Требуемое сопротивление теплопередачи R_{cm}^{mp} определяется по формуле

$$R_{cm}^{TP} = \frac{n \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t_{\text{н}} \cdot \alpha_{\text{в}}}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \quad (2.1.1)$$

где n – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху по таблице 6 [2], ($n = 1$);

$t_{\text{в}}$ – расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

$t_{\text{н}}$ – расчетная зимняя температура наружного воздуха, °С, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по [1];

$\Delta t_{\text{н}}$ – нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемых по таблице 5 [2], ($\Delta t_{\text{н}} = 4,5 \text{°C}$);

$\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции принимаемый по таблице 4 [2], ($\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$).

$$R_{cm}^{TP} = \frac{1 \cdot (20 + 40)}{4,5 \cdot 8,7} = 1,53 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Требуемое сопротивление теплопередачи R_{O}^{mp} по условиям энергосбережения.

Градус сутки отопительного периода (ГСОП) находят по формуле

$$ГСОП = (t_{\text{вн.}} - t_{\text{ом.пер.}}) \cdot Z_{\text{ом.пер.}} \quad (2.1.2)$$

где $t_{\text{в}}$ – расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

$t_{\text{ом.пер.}}, Z_{\text{ом.пер.}}$ – средняя температура воздуха, °С, и продолжительность, сут., со средней суточной температурой воздуха $\leq 8 \text{°C}$ по [1].

$$ГСОП = (20 - (-8,8)) \cdot 238 = 6854$$

По таблице 4 [2] методом интерполяции принимаем $R_{cm}^{mp} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

Принимаем $R_{cm}^{mp} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

Термическое сопротивление, R_{cm} , $m^2\text{C}/\text{Вт}$, ограждающих конструкций рассчитываем по следующей формуле

$$R_{cm} = \frac{1}{\alpha_в} + R + \frac{1}{\alpha_н} \quad (2.1.3)$$

где $\alpha_в$ – коэффициент теплопередачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по таблице 4 [2], ($\alpha_в = 8,7 \text{ Вт}/m^2\text{C}$);

R – термическое сопротивление ограждающей конструкции, $m^2\text{C}/\text{Вт}$ определяемое как сумма термических сопротивлений отдельных слоев конструкции по формуле

$$R_0 = \frac{\delta_i}{\lambda_i} \quad (2.1.4)$$

где δ_i – толщина слоя, м;

λ_i – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, $\text{Вт}/(m^2 \text{C})$;

$\alpha_н$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по табл. 8 СП23-101-2004, ($\alpha_н = 23 \text{ Вт}/m^2\text{C}$).

$\delta_1 = 0,05 \text{ м}$ – толщина профлиста с $\lambda_1 = 407 \text{ Вт}/m^2\text{C}$;

$\delta_2 = 0,12 \text{ м}$ – толщина слоя утеплителя – минплита на основе базальта с

$\lambda_2 = 0,043 \text{ Вт}/m^2\text{C}$;

$\delta_3 = 0,01 \text{ м}$ – толщина пароизолирующей пленки «Изоком» с $\lambda_3 = 0,032 \text{ Вт}/m^2\text{C}$;

$\delta_4 = 0,05 \text{ м}$ – толщина профлиста с $\lambda_4 = 407 \text{ Вт}/m^2\text{C}$.

$$R_{cm} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{407} + \frac{0,12}{0,043} + \frac{0,01}{0,032} + \frac{0,05}{407} + \frac{1}{23} = 3,3 \text{ м}^2\text{C}/\text{Вт}$$

Требуемое термическое сопротивление должно быть не больше действительного: $R_{cm} > R_{cm}^{mp} = 3,3 = 3,3$. По расчету требуемое получилось равным действительному. Принимаем значение термического сопротивления $R = 3,3 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$.

Определяем коэффициент теплопередачи ограждения K , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{°С})$ по формуле

$$K = \frac{1}{R}, \text{ Вт} / \text{м}^2\text{°С}, \quad (2.1.5)$$

$$K_{cm} = \frac{1}{3,3} = 0,303 \text{ Вт} / \text{м}^2\text{°С}.$$

• Теплотехнический расчет покрытия:

Требуемое сопротивление теплопередачи $R_{пок}^{тр}$, определяется по формуле 2.1.1

$$R_{пок}^{тр} = \frac{1 \cdot (20 + 40)}{4,0 \cdot 8,7} = 1,72 \frac{\text{м}^2\text{°С}}{\text{Вт}}$$

Δt_n – нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемых по таблице 5 [2], ($\Delta t_n = 4,0\text{°С}$);

Требуемое сопротивление теплопередачи $R_{пок}^{mp}$ по условиям энергосбережения.

Градус сутки отопительного периода (ГСОП) по формуле 2.1.2

$$\text{ГСОП} = (20 - (-8,8)) \cdot 238 = 6854$$

По таблице 4 [2] методом интерполяции принимаем $R_{пок}^{mp} = 3,7 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$.

Принимаем $R_{пок}^{mp} = 3,7 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$.

Термическое сопротивление, $R_{нок}$, $м^2\text{°C}/\text{Вт}$, ограждающих конструкций рассчитываем по следующей формуле 2.1.3.

Термическое сопротивление ограждающей конструкции R , $м^2\text{°C}/\text{Вт}$ определяемое как сумма термических сопротивлений отдельных слоев конструкции, по формуле 2.1.4

$$\delta_1 - 0,05 \text{ м} - \text{толщина профлиста с } \lambda_1 = 407 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{°C};$$

$$\delta_2 - 0,15 \text{ м} - \text{толщина слоя утеплителя} - \text{минплита на основе базальта с } \lambda_2 = 0,043 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{°C};$$

$$\delta_3 - 0,01 \text{ м} - \text{толщина пароизолирующей пленки «Изоком» с } \lambda_3 = 0,032 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{°C};$$

$$\delta_4 - 0,05 \text{ м} - \text{толщина профлиста с } \lambda_4 = 407 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{°C}.$$

$$R_{нок} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{407} + \frac{0,15}{0,043} + \frac{0,01}{0,032} + \frac{0,05}{407} + \frac{1}{23} = 3,96 \text{ м}^2\text{°C}/\text{Вт}$$

Требуемое термическое сопротивление должно быть не больше действительного: $R_{нок} > R_{нок}^{mp} = 3,96 > 3,7$.

Определяем коэффициент теплопередачи покрытия K , по формуле 2.1.5, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{°C})$

$$K_{нок} = \frac{1}{3,96} = 0,25 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{°C}$$

Теплотехнический расчет оконных блоков

Термическое сопротивление теплопередаче выбранных в проекте оконных блоков из поливинилхлоридных профилей с двухкамерным стеклопакетом $R_{ок} = 0,7 \text{ м}^2\text{°C}/\text{Вт}$.

Требуемое сопротивление теплопередачи R_O^{mp} по условиям энергосбережения.

Градус сутки отопительного периода (ГСОП) по формуле 2.1.2

$$\text{ГСОП} = (20 - (-8,8)) \cdot 238 = 6854$$

По табл.4[2] методом интерполяции принимаем $R_{ок}^{mp} = 0,54 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$.

Запроектированные окна удовлетворяют требованиям СНиП 23-02-2003 ($R_{ок} > R_{ок}^{mp} = 0,7 > 0,54$).

Определяем коэффициент теплопередачи окна K по формуле 2.1.5, Вт/(м² °С)

$$K_{ок} = \frac{1}{0,7} - 0,31 = 1,12 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

- Теплотехнический расчет дверей и полов

Требуемое сопротивление теплопередачи дверей, ворот должно быть не менее $0,6 R_{cm}$ стен зданий и сооружений.

$$R_{дв}^{mp} = 0,6 \cdot R_{cm} = 0,6 \cdot 3,3 = 1,98 \text{ м}^2 \text{ °C/ Вт}$$

Определяем коэффициент теплопередачи двери K по формуле 2.1.5, Вт/(м² °С)

$$K_{дв} = \frac{1}{1,98} = 0,51 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °C)}$$

Для полов и стен, расположенных ниже уровня земли, разделенных по зонам коэффициент теплопередачи K , Вт/(м² °С) равен

0,476 – для I зоны; 0,233 – для II зоны; 0,116 – для III зоны; 0,07 – для IV зоны.

2.2 Расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции

Основное назначение системы отопления – компенсация теплопотерь здания с целью поддержания в обогреваемых помещениях расчетной температурой обстановки. При определении тепловой нагрузки отопительной системы $Q_{от}$, Вт, учитывают теплопотери через ограждения здания Q_0 , Вт, и теплопотери на нагревание инфильтрующегося воздуха $Q_{и}$, Вт.

Теплопотери через наружные ограждения здания Q_0 , Вт находят по формуле

$$Q_0 = K \cdot F \cdot (t_g - t_n) \cdot n \cdot (1 + \Sigma\beta) \quad (2.2.1)$$

где K – коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/($\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$);

F – расчетная площадь ограждений, м^2 ;

t_g, t_n – расчетные температуры соответственно воздуха внутри помещения и наружного воздуха, $^\circ\text{C}$;

n – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху по таблице 6 [2], ($n = 1$);

β – коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери через ограждения.

При вычислении площади помещений пользуемся правилом обмера. Теплопотери через полы, расположенные на грунте рассчитываем по зонам шириной 2 м, параллельным наружным стенам. Добавочные потери теплоты принимаем в долях от основных потерь: в помещениях любого назначения через наружные вертикальные и наклонные (вертикальная проекция) стены, двери и окна, обращенные на север, восток, северо-восток и северо-запад в размере 0,1, на юго-восток и запад – в размере 0,05; в угловых помещениях дополнительно – по 0,05 на каждую стену, дверь и окно, если одно из ограждений обращено на север, восток, северо-восток и северо-запад и 0,1 – в других случаях.

Теплопотери приняты с учетом 10% инфильтрации ограждающих конструкций.

Температура внутреннего воздуха в помещениях принимается по [5].

Расчет теплопотерь через ограждающие конструкции для каждого из зданий производственной базы сводится в таблицы.

- Бытовой корпус с холодным складом и ремонтным цехом.

Высота стен бытового корпуса 2,8 м, размер окон – 1,2х1,2 м, размер двери - 1,0х2,1 м; высота стен ремонтного цеха 8,5 м, размер окон – 2,4х1,2 м, размер ворот – 3,6х4,0 м, размер двери – 1,0х2,1 м.

Таблица 3 – Расчет теплотерь для бытового корпуса с холодным складом и ремонтным цехом

Наим-ние помещений	Характеристика ограждающих конструкций				$(t_{в}-t_{н}) \times n$	К, Вт/м ² °С	Дополнительные теплотери		$(1+\Sigma\beta)$	Q _о , Вт
	назва-ние	ориен-тация	размеры, м	пло-щадь, F, м ²			на ориен-тацию	про-чие		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.Коридор t _в =18 °С	нс	в	2,1·2,8	5,88	58	0,303	0,1		1,1	114
	дв	в	2,1·1	2,1	58	0,51	0,1		1,1	68
	плI		2,1·2	4,2	58	0,476				116
	плII		1·2+3·1,5	6,5	58	0,233				88
	кровля			10,7	58	0,25				157
										Σ542
2. Туалет t _в =18 °С	плII		1·3,1	3,1	58	0,233				42
	плIII		2·3,1	6,2	58	0,116				42
	кровля			9,3	58	0,25				136
										Σ220
3. Тамбур t _в =18 °С	нс	в	2·2,8	5,6	58	0,303	0,1		1,1	108
	плI		2·2	4	58	0,476				110
	плII		2·1	2	58	0,233				27
	кровля			6	58	0,25				88
										Σ334
4.Раздевалка муж.	нс	в	4,8·2,8	13,44	62	0,303	0,1	0,05	1,15	290

Продолжение таблицы 3 – Расчет теплотерь для бытового корпуса с холодным складом и ремонтным цехом

Наим-ние помещений	Характеристика ограждающих конструкций				$(t_{в}-t_{н}) \times n$	К, Вт/м ² °С	Дополнительные теплотери		(1+Σβ)	Q _о , Вт
	назва-ние	ориен-тация	размеры, м	пло-щадь, F, м ²			на ориен-тацию	про-чие		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
t _в =22 °С	нс	с	6·2,8	16,8	62	0,303	0,1	0,05	1,15	363
	окно	в	1,2·1,2·2	2,88	62	1,12	0,1	0,05	1,15	230
	окно	с	1,2·1,2·2	2,88	62	1,12	0,1	0,05	1,15	230
	плI		4,8·2+ 6,0·2	21,6	62	0,476				637
	плII		2,8·1,0	2,8	62	0,233				40
	кровля			20,4	62	0,25				319
										Σ 2110
5. Душевая t _в =25°С	плII		3·1,8	5,4	65	0,233				82
	кровля			5,4	65	0,25				88
										Σ 170
6. Комната персонала t _в =20°С	нс	в	2,6·2,8	7,28	60	0,303	0,1	0,05	1,15	152
	нс	ю	6·2,8	16,8	60	0,303		0,05	1,05	321
	окно	в	1,2·1,2	1,44	60	1,12	0,1	0,05	1,15	111
	окно	ю	1,2·1,2·2	2,88	60	1,12		0,05	1,05	203
	плI		2,6·2+ 6·1,7	15,4	60	0,476				440
	плII		1,0·0,6	0,6	60	0,233				8
	кровля			12,0	60	0,25				182

Продолжение таблицы 3 – Расчет теплопотерь для бытового корпуса с холодным складом и ремонтным цехом

Наим-ние помещений	Характеристика ограждающих конструкций				$(t_{в}-t_{н}) \times n$	К, Вт/м ² °С	Дополнительные теплопотери		(1+Σβ)	Q _о , Вт
	назва-ние	ориен-тация	размеры, м	пло-щадь, F, м ²			на ориен-тацию	про-чие		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
									Σ 1417	
7.Комната убороч. инвентаря $t_{в}=18^{\circ}\text{C}$	плІ		0,4·1,4	0,56	58	0,476				15
	плІІ		0,8·1,4	1,12	58	0,233				15
	кровля			1,68	58	0,25				21
									Σ 52	
8.Пом-е хр-я люм. ламп $t_{в}=16^{\circ}\text{C}$	плІ		0,4·1,2	0,48	56	0,476				13
	плІІ		0,8·1,2	0,96	56	0,233				13
	кровля			1,44	56	0,25				20
									Σ 46	
9.Рем.цех $t_{в}=16^{\circ}\text{C}$	нс	ю	12·8,5	102	56	0,303		0,05	1,05	1817
	нс	з	11,5·8,5	97,75	56	0,303	0,05	0,05	1,1	1825
	нс	с	12·8,5	102	56	0,303	0,1	0,05	1,15	1991
	ворота	ю	3,6·4,0	14,4	56	0,51				407
	дв	ю	2,1·1	2,1	56	0,51				59
	окно	с	2,4·1,2·2	5,76	56	1,12	0,1	0,05	1,15	415
	плІ		24·2+ 11,5·2	71	56	0,476				1893

Продолжение таблицы 3 – Расчет теплопотерь для бытового корпуса с холодным складом и ремонтным цехом

Наим-ние помещений	Характеристика ограждающих конструкций				$(t_{в}-t_{н}) \times n$	К, Вт/м ² °С	Дополнительные теплопотери		(1+Σβ)	Q _о , Вт
	назва-ние	ориен-тация	размеры, м	пло-щадь, F, м ²			на ориен-тацию	про-чие		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	плII		16·2+ 7,5·2	47	56	0,233				613
	плIII		8·3,5	28	56	0,116				182
	кровля			138	56	0,25				1932
										Σ11154

Тепловая нагрузка отопительной системы бытового корпуса с холодным складом и ремонтным цехом $Q_{OT} = 16044$ Вт.

3. Отопление

3.1 Принципиальная схема решения систем отопления зданий

Источником теплоснабжения является наружная тепловая сеть. Ввод тепловых сетей осуществляется в здание бытового корпуса с холодным складом и ремонтным цехом в осях А/3-4 через герметическую перегородку. На вводе в здание предусмотрен узел управления. Магистральные трубопроводы для систем отопления, теплоснабжения и ГВС смежных зданий прокладываются в канале пола в теплоизоляционных скорлупах из ППУ.

Теплоноситель – горячая вода с параметрами 95-70°С.

В складских помещениях, в которых нормами технологического проектирования температура внутреннего воздуха не нормируется, отопление предусматривать не следует.

Системы отопления всех зданий подключаются по зависимой схеме.

Для создания требуемых параметров воздуха в холодный период года проектом предусматривается 2-х трубная система водяного отопления с нижней разводкой магистральных трубопроводов для всех зданий базы.

В качестве отопительных приборов для помещения ремонтного цеха приняты 4-х рядные регистры из гладких труб Ø80x4,0 мм.

В качестве отопительных приборов для бытового корпуса приняты алюминиевые секционные радиаторы Calidor Super 350 фирмы Fondital.

В качестве запорно-регулирующей арматуры, устанавливаемой на подводках к отопительным приборам, в данном проекте используются регулирующие клапана типа RA-N с термостатическим элементом RA2990 и запорные клапана RLV-II, фирмы Danfoss. Установку регулирующего клапана необходимо выполнить на подающем трубопроводе, монтаж терморегулирующей головки необходимо произвести в горизонтальной плоскости, для обеспечения нормального функционирования клапана. Это позволяет обеспечить длительную бесперебойную эксплуатацию, при значительном снижении энергозатрат.

Удаления воздуха осуществляется через автоматические воздухоотводчики установленные на каждом регистре, через кран Маевского на каждом радиаторе, в верхних точках магистральных трубопроводов установлены автоматические воздухотводчики.

Трубопроводы системы отопления приняты из стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75 Ø15x2,8 – Ø40x3,2 мм.

Трубопроводы в местах пересечения внутренних стен и перегородок должны быть на одном уровне с поверхностями стен, перегородок. Заделку зазоров и отверстий в местах прокладки трубопроводов следует предусматривать негорючими материалами, обеспечивая нормируемый предел огнестойкости ограждений. Для заделки зазоров в гильзах используется базальтовый шнур. Крепление трубопроводов, прокладываемых по полу первого этажа выполняется по серии 4.904-69 с использованием крючков и хомутов.

По окончании монтажа трубопроводы подвергнуть гидравлическому испытанию давлением 1,5 рабочего, но не менее 0,2 МПа в самой нижней точки системы.

После чего в бытовом корпусе выполняется антикоррозийное покрытие согласно РД 153-34.0-20.518-2003 и теплоизоляция - трубной изоляцией Энергофлекс, в цехе трубопроводы окрасить масляной краской за два раза.

Расчет отопительных приборов и гидравлический расчет систем отопления зданий сделан в программе Danfoss C.O. версия 3.8 (см. ниже).

Расчет отопительных приборов и гидравлический расчет для бытового корпуса с холодным складом и ремонтным цехом

Ремонтный цех

Итоги - Общие

Назван. проекта:	База произ. бытовой корпус с цехом		
Расположение...:	Канск		
Проектировщик.:			
Дата расчетов:	Понедельник, 18 мая 2020, 13:51		

Параметры теплоносителя:

Тп, [°C].....:	95.00	То, [°C]:	70.00
Треа, [°C].....:	69.39		
Тип носителя...:	Вода		

Параметры источника тепла:

Сопр. гидр. [Па]:	0	Объем [л]:	0
-------------------	---	------------	---

Информация о типах труб:

Тип А:	GO_3262S	Тип В:		Тип С:		Тип D:	
Тип E:		Тип F:		Тип G:		Тип H:	
Тип I:		Тип J:		Тип K:		Тип L:	
Тип M:		Тип N:		Тип O:		Тип P:	

Гидр. сопрот. оборудования и источника тепла... dP _о , [Па]:	9680
Миним. сопрот. участка с отопит. приб..... dP _{gmin} , [Па]:	8
Полный расход воды в оборудовании..... G _о , [кг/с]:	0.106
Полная емкость оборудования..... V _о , [л]:	279

Расчетная тепловая мощность оборудования..... Q _о , [Вт]:	11154
Теряемая мощность..... Q _{тер} , [Вт]:	274
Запас мощности для заполнения буферной емкости Q _{зап} , [Вт]:	0
Требуемая расч. мощность источника тепла зимой.. Q _{из} , [W]:	0
Требуемая расч. мощность источника тепла летом Q _{ил} , [W]:	

Отапливаемые помещения:

Перегретые ...:	0	Избыток мощ., [Вт]:	92
Недогретые....:	0	Дефицит мощ., [Вт]:	0
Мощ.от.пр. [Вт]:	9609	Теплопост. от труб, [Вт]:	1637

Помещения неотапливаемые:

Мощ.от.пр. [Вт]:	0	Теплопост. от труб, [Вт]:	0
------------------	---	---------------------------	---

Отопительные приборы:

Перегревающие.:	0	Избыток мощ., [Вт]:	361
Недогревающие.:	0	Дефицит мощ., [Вт]:	269
Расч. мощ, [Вт]:	11154	Реальная мощ., [Вт]:	9609

Материалы - Трубы

dn	N каталожный	L	V	M	Цена	Замечания
[мм]		[м]	[л]	[кг]	[]	
Символ: GO_3262S Произв-ль:						
Трубы стальные водогазопроводные обыкновенные, ГОСТ 3262-75, Tmax = 300 град. Pmax = 2,5 МПа						
15		46.3	9	59		
20		47.1	17	78		
Всего		93.4	26	137		
Всего		93.4	26	137		

Материалы - Отопительные приборы

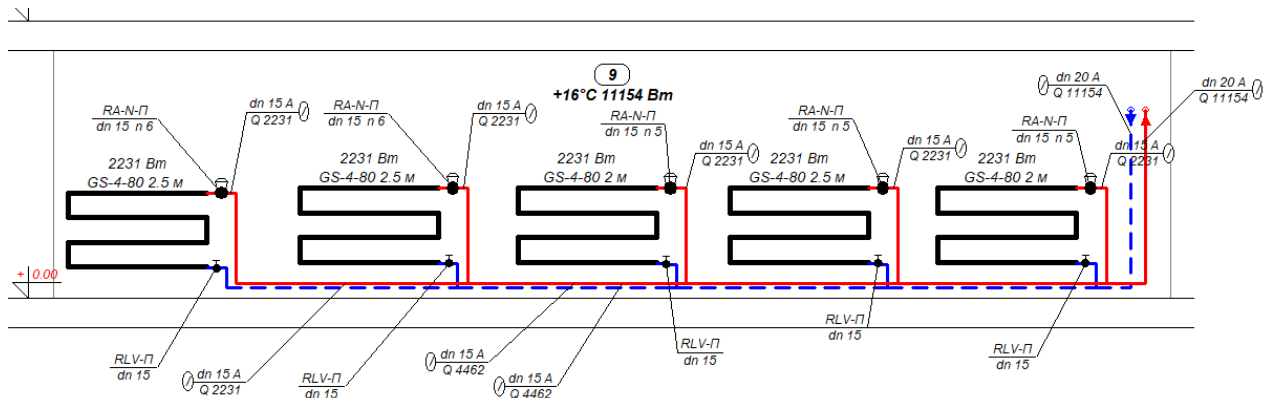
Символ	n/L	Колич	dn	Под.	V	M	Цена
	[шт./м]	[шт.]	[мм]		[л]	[кг]	[]
Символ: GS-4-80 Произв-ль:							
Отопительный прибор из 4 горизонт. стальных гладких труб dn 80 мм, размещенных друг над другом в соотв. PN-68/B-40021.							
	2.00	2	15	GDJ	89	146	
	2.50	3	15	GDJ	164	270	
Всего	11.50	5			253	416	

Материалы - Арматура

dn	N каталожный	Колич	Цена	Замечания
[мм]		[шт.]	[]	
Арматура на трубах символа GO_3262S				
Символ: RA2990 Произв-ль: DANFOSS				
Термостатический элемент RA2990 для монтажа на клапан Danfoss встроенного непосредственно в корпус радиатора, со встроенным датчиком, с защитой от мороза и устройством для ограничения и фиксирования температурной настройки, диапазон настройки 5-25 0С.				
	013G2990	5		
	Всего	5		
Символ: RA-N-П Произв-ль: DANFOSS				
Вентиль термостатический прямой с предварительной настройкой, тип RA-N. Изъят из производства. Заменено на RTR-N-П.				
15	013G3904	5		
	Всего	5		
Символ: RLV-П Произв-ль: DANFOSS				
Запорный клапан прямой с возможностью подсоединения дренажного крана, тип RLV; предназначен для отключения отдельного отопительного прибора для его демонтажа или технического обслуживания без слива всей системы.				
15	003L0144	5		
	Всего	5		

Символ: ДУГА90		Произв-ль:	
Дуга 90 град. $r/d \geq 2.5$.			
15		12	
20		2	
Всего		14	
Всего		29	

Расчетная схема системы отопления ремонтного цеха



Бытовой корпус

Итоги - Общие

Назван. проекта:	База произ. бытовой корпус с цехом
Расположение...:	Канск
Проектировщик.:	
Дата расчетов:	Понедельник, 18 мая 2020, 20:07

Параметры теплоносителя:

Тп, [оС].....:	95.00	То, [оС]:	70.00
Треа, [оС].....:	64.24		
Тип носителя...:	Вода		

Параметры источника тепла:

Сопр. гидр. [Па]:	0	Объем [л]:	0
-------------------	---	------------	---

Информация о типах труб:

Тип А:	GO_3262S	Тип В:		Тип С:		Тип D:	
Тип Е:		Тип F:		Тип G:		Тип H:	
Тип I:		Тип J:		Тип K:		Тип L:	
Тип M:		Тип N:		Тип O:		Тип P:	

Гидр. сопрот. оборудования и источника тепла... dPo, [Па]:	6351
Миним. сопрот. участка с отопит. приб..... dPqmin, [Па]:	9
Полный расход воды в оборудовании..... Go, [кг/с]:	0.037
Полная емкость оборудования..... Vo, [л]:	31

Расчетная тепловая мощность оборудования..... Q_0 , [Вт]:	3860
Теряемая мощность..... $Q_{тер}$, [Вт]:	888
Запас мощности для заполнения буферной емкости $Q_{зап}$, [Вт]:	0
Требуемая расч. мощность источника тепла зимой.. $Q_{из}$, [W]:	0
Требуемая расч. мощность источника тепла летом $Q_{ил}$, [W]:	

Отапливаемые помещения:

Перегретые . . . :	2	Избыток мощ., [Вт]:	729
Недогретые . . . :	0	Дефицит мощ., [Вт]:	0
Мощ.от.пр. [Вт]:	3157	Теплопост. от труб, [Вт]:	1433

Помещения неотапливаемые:

Мощ.от.пр. [Вт]:	0	Теплопост. от труб, [Вт]:	0
------------------	---	---------------------------	---

Отопительные приборы:

Перегревающие . :	4	Избыток мощ., [Вт]:	735
Недогревающие . :	0	Дефицит мощ., [Вт]:	5
Расч. мощ, [Вт]:	3861	Реальная мощ., [Вт]:	3157

Материалы - Трубы

dn	N каталожный	L	V	M	Цена	Замечания
[мм]		[м]	[л]	[кг]	[]	
Символ: GO_3262S Произв-ль:						
Трубы стальные водогазопроводные обыкновенные, ГОСТ 3262-75, Tmax = 300 град. Pmax = 2,5 МПа						
15		124.5	24	159		
Всего		124.5	24	159		
Всего		124.5	24	159		

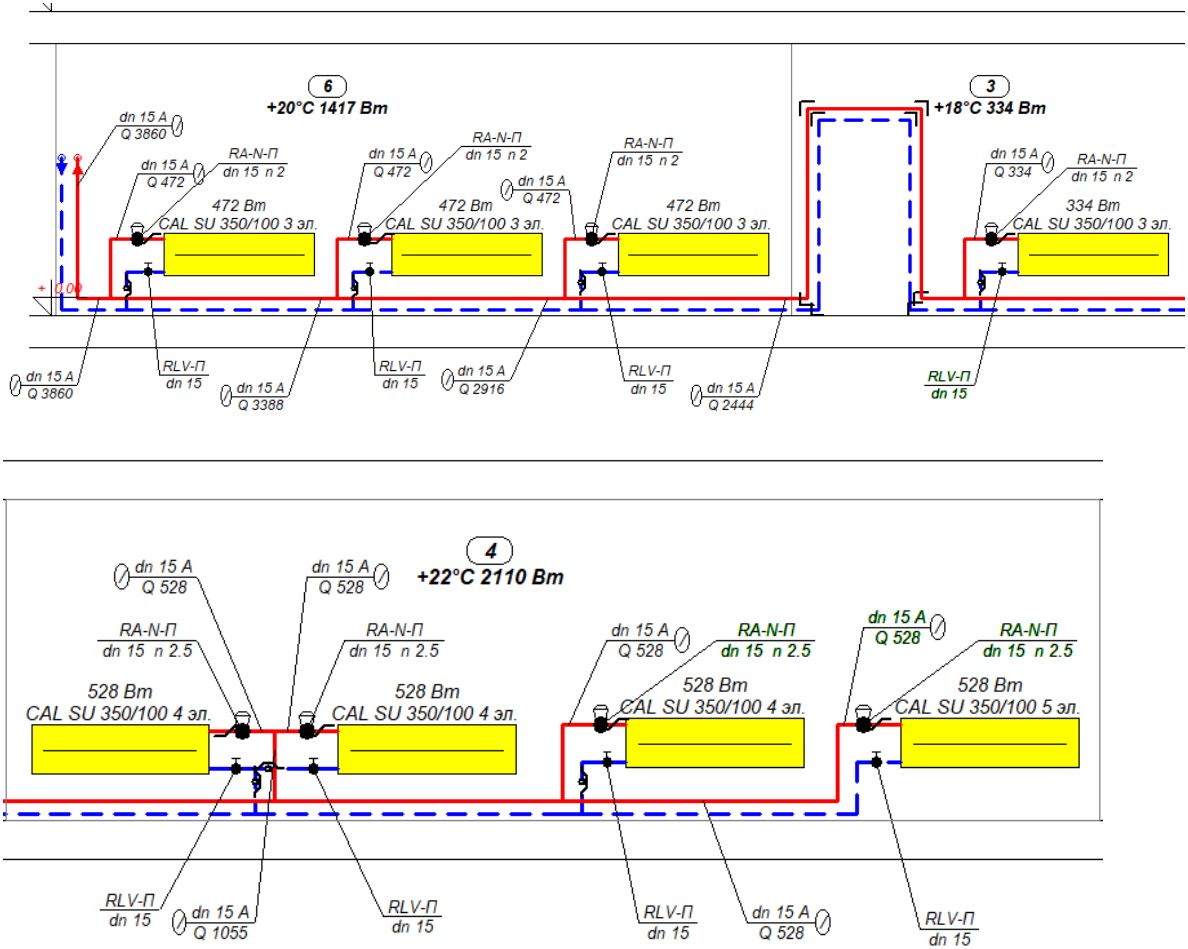
Материалы - Отопительные приборы

Символ	n/L	Колич	dn	Под.	V	M	Цена
	[шт./м]	[шт.]	[мм]		[л]	[кг]	[]
Символ: CAL SU 350/100 Произв-ль: FONDITAL							
Отопительный прибор алюминиевый секционный Calidor Super 350/100 (kod: V405014), высота H = 407 мм.							
	3	4	25	GDJ	3	13	
	4	3	25	GDJ	3	13	
	5	1	25	GDJ	1	6	
Всего	29	8			7	32	

Материалы - Арматура

dn	N каталожный	Колич	Цена	Замечания
[мм]		[шт.]	[]	
Арматура на трубах символа GO_3262S				
Символ: ОТВОД90 Произв-ль:				
Отвод 90 град.				
15		8		
		Всего	8	
Символ: ОБХОД Произв-ль:				
Обход трубопровода при отопительном приборе.				
15		7		
		Всего	7	
Символ: ИЗГИБ Произв-ль:				
Изгиб трубы при отопительном приборе.				
15		8		
		Всего	8	
Символ: RA2990 Произв-ль: DANFOSS				
Термостатический элемент RA2990 для монтажа на клапан Danfoss встроенного непосредственно в корпус радиатора, со встроенным датчиком, с защитой от мороза и устройством для ограничения и фиксирования температурной настройки, диапазон настройки 5-25 0С.				
	013G2990	8		
		Всего	8	
Символ: RA-N-П Произв-ль: DANFOSS				
Вентиль термостатический прямой с предварительной настройкой, тип RA-N. Изъяты из производства. Заменено на RTR-N-П.				
15	013G3904	8		
		Всего	8	
Символ: RLV-П Произв-ль: DANFOSS				
Запорный клапан прямой с возможностью подсоединения дренажного крана, тип RLV; предназначен для отключения отдельного отопительного прибора для его демонтажа или технического обслуживания без слива всей системы.				
15	003L0144	8		
		Всего	8	
Символ: ДУГА90 Произв-ль:				
Дуга 90 град. r/d >= 2.5.				
15		24		
		Всего	24	

Расчетная схема системы отопления бытового корпуса



3.2 Воздушно-тепловые завесы

Воздушные и воздушно-тепловые завесы следует предусматривать у ворот и проемов в наружных стенах не имеющих тамбуров, в районах с расчетной температурой наружного воздуха минус 15 °С и ниже [4].

Для предотвращения проникновения холодного воздуха через ворота и двери зданий производственной базы, проектом предусмотрена установка воздушно-тепловых завес с пультом управления в комплекте фирмы "Тепломаш".

Скорость, м/с, выпуска воздуха из щелей или отверстий воздушно-тепловых завес следует принимать не более: 8 - у наружных дверей; 25 - у ворот и технологических проемов [4].

Размер ворот ремонтного цеха бытового корпуса 3,6x4,0 (Н).

Завесы устанавливаются вертикально друг над другом.

Завесы КЭВ - 24П402Е с электрическим подогревом устанавливаются вертикально в нижней части проема, завесы КЭВ –П 412А без источника тепла устанавливаются в верхней части проема.

Характеристики завесы без источника тепла КЭВ –П 412А:

Параметры питающей сети, В/Гц – 220/50;

Расход воздуха м³/ч – 3000; 4600; 5800;

Скорость воздуха на выходе из сопла м/с – 14;

Эффективная длина струи, м – 5;

Габаритные размеры, мм – 272x380x2020;

Вес, кг – 50;

Потребляемая мощность эл.двигателей, Вт – 530;

Звуковое давление на расстоянии 5м, дБ(А) – 65.

Длина струи 5 м, что перекрывает ширину ворот.

Характеристики завесы с электрическим источником тепла КЭВ –24П 402Е:

Параметры питающей сети, В/Гц – 220/50;

Режимы мощности, кВт - */12/24;

Расход воздуха м³/ч –2600; 4000; 5200;

Скорость воздуха на выходе из сопла м/с – 13;
Эффективная длина струи, м – 4,5;
Подогрев воздуха, °С- 27/14;
Габаритные размеры, мм – 272x380x2020;
Вес, кг – 57;
Потребляемая мощность эл.двигателей, Вт – 530;
Звуковое давление на расстоянии 5м, дБ(А) – 65.
Длина струи 4,5 м, что перекрывает ширину ворот.
Размер дверей бытового корпуса 1,0x2,1(Н) м.

Над входной дверью предусмотрена горизонтальная установка воздушно-тепловой завесы КЭВ-6П221Е с электрическим источником тепла.

Данная завеса имеет низкий уровень шума, возможность отдельного подключения вентилятора и нагревателя, что позволит использовать ее в летнее время без нагревателя для защиты от жары, пыли и насекомых.

Характеристики завесы с электрическим источником тепла КЭВ –6П 221Е:

Параметры питающей сети, В/Гц – 220/50;
Режимы мощности, кВт - */4/6;
Расход воздуха м³/ч – 800; 950; 1100;
Скорость воздуха на выходе из сопла м/с – 7;
Эффективная длина струи, м – 2,5;
Подогрев воздуха, °С – 22/16;
Габаритные размеры, мм – 210x240x1000;
Вес, кг – 17;
Потребляемая мощность эл.двигателей, Вт – 100;
Звуковое давление на расстоянии 5м, дБ(А) – 52.
Длина струи 2,5 м, что перекрывает высоту двери.

4. Вентиляция

4.1 Вентиляция бытового корпуса с холодным складом и ремонтным цехом

В складских помещениях, в воздушную среду которых нет выделений вредностей и неприятных запахов следует предусматривать естественную общеобменную вентиляцию, обеспечивающую однократный воздухообмен в 1 ч. [7].

Приточная вентиляция холодного склада принята естественная через существующие не плотности и ворота. Вытяжная - организована при помощи осевого вентилятора, размещаемого в наружной стене.

Расчет воздуха производится по формуле

$$L_{СКЛ} = V_{СКЛ} = 590 \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (4.1.1)$$

где $V_{СКЛ}$ – объем холодного склада, м^3 .

Подбираем осевой вентилятор ECW фирмы POLAR BEAR, который предназначен для установки на стене.

Технические характеристики вентилятора ECW304M4:

Напряжение питания, В/Гц – 230/50;

Потребная мощность, Вт – 900;

Частота вращения, об/мин – 1370;

Уровень шума дБ(А) – 59;

Вес, кг – 4; Габаритные размеры, мм – 390x390x80.

В бытовом корпусе воздухообмен принят по нормативным кратностям в зависимости от назначения помещений [5].

В теплый период года в помещения следует предусматривать естественное поступление наружного воздуха через открывающиеся окна. В зданиях общей площадью помещений не более 108 м^2 , в которых размещено не более двух уборных, в холодный

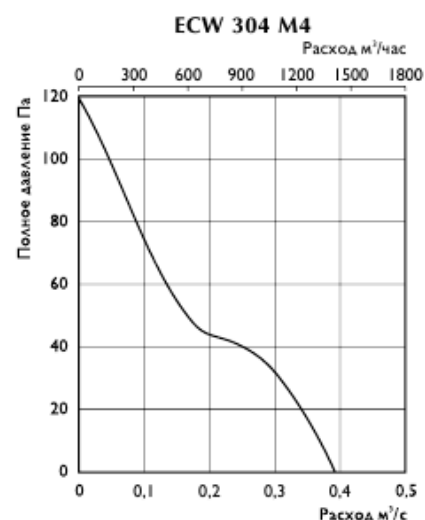


Рисунок 1 –
Характеристика
ECW 304 M4

период года допускается предусматривать естественный приток наружного воздуха через окна [5].

Удаление воздуха из гардеробных следует предусматривать через душевые, для этого в стене душевой предусмотрена переточная решетка АП 300х200 фирмы Арктос, предназначенная для перераспределения воздуха между помещениями, со скоростью в живом сечении 2,5 м/с, макс.расход воздуха – 260 м³/ч.

Таблица 4 – Воздухообмены по нормируемой кратности бытового корпуса

Наименование помещения	Объем помещения, м ³	Расчетная температура t _в , °С	Кратность, ч ⁻¹		Воздухообмен, м ³ /ч	
			приток	вытяжка	приток	вытяжка
коридор	28,7	18	-	-	-	-
туалет	22,6	18	-	50 м ³ /ч на унитаз	-	100
тамбур	13,8	18	-	-	-	-
раздевалка	51,5	22	из расчета компенсации вытяжки из душевых	-	225	-
душевая	14,5	25	-	75 м ³ /ч на душ.сетку	-	225
комната персонала	31,8	20	1,5	-	48	-
Комната уборочного инвентаря	4,8	18	-	25 м ³ /ч на поддон	-	25
Помещение для хранения отработанных люминисцентных ламп	4,2	16	-	5	-	20

В бытовом корпусе предусмотрена вытяжная вентиляция с механическим побуждением, приточная вентиляция принята естественная через окна и двери.

Количество удаляемого воздуха: $L_{\text{БЫТ}} = 370 \text{ м}^3 / \text{ч}$.

Аэродинамический расчет выполняется с целью определения сечений воздуховодов и суммарных потерь давления по участкам основного направления с увязкой всех остальных участков системы.

Перед началом расчета вычерчивают схемы воздуховодов систем в аксонометрической проекции. На схемах указывают номера участков и расходы воздуха.

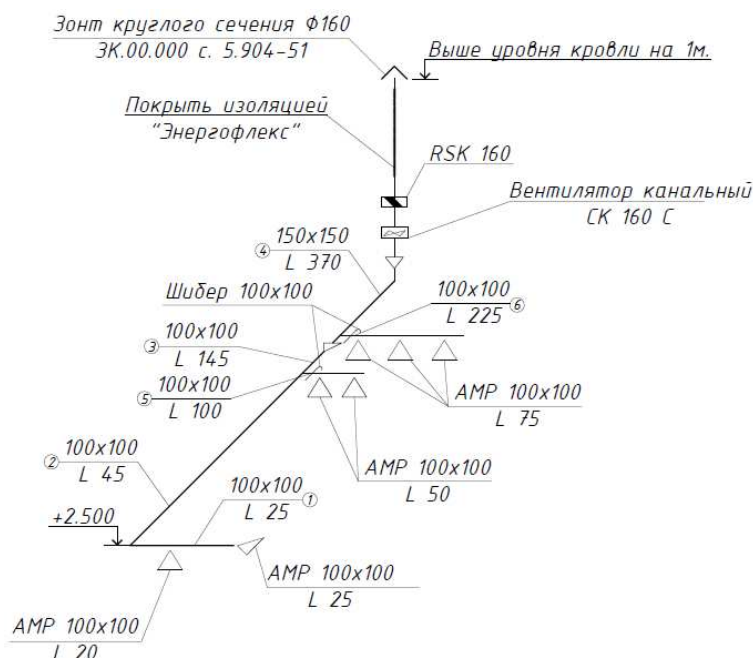


Рисунок 2 – Расчетная схема системы вентиляции В3

1. При расчете воздуховодов используем таблицы, составленные для прямоугольных воздуховодов, по которым в зависимости от расхода подбираем сечение воздуховода, а также выписываем скорость, удельные потери давления, потери давления динамические.

2. Потери давления на трение на участке (Па)

$$\Delta P_{тр} = R \cdot L \quad (4.1.2)$$

где R – удельные потери давления (Па/ м²)

L – длина участка воздуховода, м.

3. Потери давления в местных сопротивлениях на участке, Па определяются по формуле

$$Z = \sum \zeta \cdot P_q \quad (4.1.3)$$

где $\Sigma \zeta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке, Па;

P_q – динамическое давление.

4. Суммируют потери давления на трение и в местных сопротивлениях.

5. В графу 16 вписывают потери давления в последовательно соединенных участках по магистральному направлению. После этого выписываем исходные данные по ответвлениям и производят увязку располагаемых давлений.

Размеры ответвления считают подобранными, если относительная невязка не превышает 15% по следующей формуле

$$\Delta = \frac{\Delta P_{\text{маг}} - \Delta P_{\text{отв}}}{\Delta P_{\text{маг}}} \cdot 100\% \quad (4.1.4)$$

Устранения большей невязки достигается изменением сечений ответвлений, а при соблюдении требований по стандартизации ответвлений путем установки диафрагм.

Расчет сводим в таблицу.

Таблица 5 – Аэродинамический расчет воздуховодов бытового корпуса

№	Расход воздуха L, л/с	Длина участка l, м	Размер воздуховодов				Скорость возд V, м/с	Уд. потери давл. R, Па/м	Коэф. шероховатости	Потери давл. На трение	$\Sigma \text{КМС}$	Динам. давл. Rд, Па	Потери давл. в м.с. Z, Па	Потери давл. на уч.-ке. P, Па	Потери давл. в системе P, Па
			a, мм	b, мм	Диаметр d, мм	Площадь F, м ²									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ВЗ															
1	25	0,6	100	100		0,01	0,69	0,11 3	0,1	0,0	2	0,29 4	0,6	0,6	0,6
2	45	6,5	100	100		0,01	1,25	0,28 9	0,1	0,2	2,2 1	0,95 3	2,1	2,3	2,9
3	145	0,5	100	100		0,01	4,03	2,38	0,1	0,1	0,7	9,89 6	6,9	7,0	9,9
4	370	2	150	150		0,0225	4,57	1,62	0,1	0,3	6,8 2	12,7 3	86,8	87,1	97,1
5	100	1,4	100	100		0,01	2,78	1,44	0,1	0,2	1,6	4,70 7	7,5	7,7	7,7
невязка $\Delta = (9,9 - 7,7/9,9) \cdot 100\% = 22\%$ установка диафрагмы на уч.5															
6	225	2,5	100	100		0,01	6,25	4,83	0,1	1,2	1,6	23,8 3	38,1	39,3	39,3
невязка $\Delta = (97,1 - 39,3/97,1) \cdot 100\% = 60\%$ установка диафрагмы на уч.6															

Подбираем канальный вентилятор фирмы Ostberg.

Технические характеристики вентилятора СК160С:

Напряжение питания, В/Гц – 230/50;

Ном. мощность, Вт – 101;

Ток, А – 0,44;

Частота вращения, об/мин – 2480;

Уровень шума дБ(А) – 73;

Вес, кг – 4,3;

Габаритные размеры, Ø мм – 344;

Мах. расход, м³/ч – 800;

Мах. тем-ра, °С – 65.

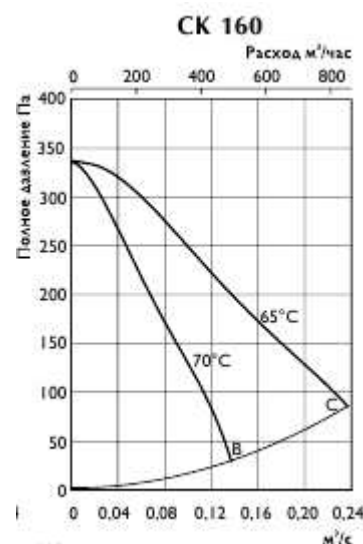


Рисунок 3 –
Характеристика СК
160

Перед вентилятором установлен обратный клапан с подпружиненными лопастями RSK160, предназначенный для автоматического перекрытия воздуховода при выключении вентилятора.

В качестве вытяжных устройств приняты накладные решетки вентиляционные, предназначенные для подачи и удаления воздуха в помещения, с регулируемыми горизонтальными жалюзи для направления потока воздуха и регуляторами расхода воздуха, АМР 100х100 фирмы Арктос.

Для вентиляции цеха предусматривается приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением. Воздухообмен принят из расчета вредных поступлений, но не менее однократного воздухообмена.

- Теплопоступления от искусственного освещения.

Количество тепла, поступающего в помещение от источников искусственного освещения, Вт, находят по формуле

$$Q_{осв} = E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot n_{осв} \quad (4.1.5)$$

где E – освещенность, принимаемая в зависимости от типа светильников, размера помещения, лк (таблица 9 [8]);

F – площадь пола помещения, м²;

$q_{осв}$ – удельные тепловыделения, Вт/(м²·лк), (табл.10/8/);

$n_{осв}$ – доля тепла, поступающего в помещение = 0,15-1,0

$$Q_{OCB} = 200 \cdot 138 \cdot 0,132 \cdot 0,15 = 547 \text{ Вт}$$

- Поступление тепла в помещение через световые проемы.

Количество теплоты, Вт, поступающее в теплый период года через световые проемы имеет формулу

$$Q_o = (q' \cdot F_o' + q'' \cdot F_o'') \cdot \beta_{сз}, \quad (4.1.6)$$

где q' , q'' – тепловые потоки, поступающие в помещение через вертикальное остекление, Вт/м²;

F_o' , F_o'' – площади световых проемов, соответственно облучаемых и необлучаемых прямой солнечной радиацией, м;

$\beta_{сз}$ – коэффициент теплопропускания солнцезащитных (таблица 11 [8]) $\beta_{сз} = 0,9$.

Для вертикальных остеклений, частично или полностью облучаемых прямой солнечной радиацией,

$$q' = (q_{ВП} + q_{БР}) \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (4.1.7)$$

для вертикальных остеклений, находящихся в тени,

$$q'' = q_{БР} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (4.1.8)$$

где $q_{вп}$, $q_{бр}$ – поступление теплоты, Вт/м², соответственно от прямой и рассеянной солнечной радиации;

$K_1 = 0,72$ – коэффициент, учитывающий затенение остекления;

$K_2 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий загрязнение остекления.

При определении q' и q'' следует выявить максимальное количество теплоты, которое поступает в расчетные часы суток через все вертикальные остекления.

Географическая широта 56 с.ш.

Расчет сделан по пособию 2.19 к СНиП 2.04.05-91 «Расчет поступления теплоты солнечной радиации в помещения», [9].

Часы суток	Количество теплоты, поступающее через вертикальное остекление, Вт/м ²	
	обращенное на С	всего
4-5	19	19
5-6	56	56
6-7	66	66
7-8	65	65
8-9	62	62
9-10	58	58
10-11	57	57
11-12	55	55

Период максимальных поступлений в помещение наблюдается с 6 до 7 часов.

$$Q_{OK} = (q' \cdot F_o' + q'' \cdot F_o'') \cdot \beta_{cs} = (q_c \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot F_c) \cdot \beta_{cs}, \quad (4.1.9)$$

F_c – площади световых проемов, обращенных на С, м².

Размер одного окна = 2,4х2,0 м, F = 4,8 м², в стене 2 окна на север.

$$Q_{OK} = (66 \cdot 0,72 \cdot 1,0 \cdot 9,6) \cdot 0,9 = 411 \text{ Вт}.$$

- Теплопоступления от электромеханического оборудования
Поступление тепла от электродвигателя и приводимого ими в действие оборудования определяется по формуле

$$Q_{ЭЛ.М} = N_y \cdot k_{cn} \cdot (1 - k_n \cdot \eta + k_T \cdot k_n \cdot \eta) \cdot 10^3, \text{ Вт} \quad (4.1.10)$$

где N_y – установочная мощность электродвигателей, кВт;

k_{cn} – коэффициент спроса на электроэнергию – 0,2-0,8;

k_n – коэффициент, учитывающий полноту загрузки электродвигателя – 0,9-1,0;

k_T – коэффициент перехода тепла в помещение – 0,9-1,0;

η – КПД электродвигателя при полной его загрузки – 0,75-0,92.

Оборудование – сварочный аппарат марки «ФЕБ-150», ($I = 150$ А, $N = 3,5$ кВт)

$$Q_{ЭЛ.М} = 3,5 \cdot 0,2 \cdot (1 - 1 \cdot 0,92 + 0,9 \cdot 1 \cdot 0,92) \cdot 10^3 = 636 \text{ Вт}$$

• Тепло-и влагопоступления и поступления углекислого газа от людей
Тепловыделения человека складываются из отдачи явной и скрытой теплоты и зависят от вида выполняемой человеком работы, температуры внутреннего воздуха в помещении и теплозащитных свойств одежды. От этих же факторов зависит и влагопоступления в помещения от человека, таблица 8 [8]. Работа легкая.

Теплопоступления от людей определяется по формуле, Вт

$$Q_{чел}^{пол} = q_{П} \cdot n, \quad (4.1.11)$$

где q_n – полное тепловыделение одним человеком, Вт;

n – количество человек в помещении, (4 человека).

Теплый период: $Q_{чел}^{пол} = 149 \cdot 4 = 596 \text{ Вт}$, $Q_{чел}^{яв} = 85 \cdot 4 = 340 \text{ Вт}$,

Холодный период: $Q_{чел}^{пол} = 151 \cdot 4 = 604 \text{ Вт}$, $Q_{чел}^{яв} = 99 \cdot 4 = 396 \text{ Вт}$.

Количество влаги W (кг/ч), выделяемой людьми зависит от нормы влаговыделений одним человеком W (кг/ч),

$$W = \frac{W_i \cdot n}{1000}. \quad (4.1.12)$$

Теплый период: $W = \frac{91 \cdot 4}{1000} = 0,36$ кг/ч, холодный период: $W = \frac{75 \cdot 4}{1000} = 0,3$ кг/ч,

Поступления углекислого газа от людей $M = M_i \cdot n$, гр/ч,

где M_i – количество углекислого газа, выделяемого одним человеком, 25 г/ч, $M = 25 \cdot 4 = 100$ г/ч.

Расчет тепло-, влаго-, газопоступлений в помещение завершается составлением сводной таблицы выделений теплоты, влаги, газов.

Для холодного периода:

$$Q_{изб} = Q_{чел} + Q_{осв} + Q_{эл.м}, Вт.$$

$$Q_{изб}^{яв} = 396 + 547 + 636 = 1579 Вт;$$

$$Q_{изб}^{пол} = 604 + 547 + 636 = 1787 Вт.$$

Для теплого периода года следует дополнительно учитывать теплопоступления от солнечной радиации (через остекление).

$$Q_{изб} = Q_{чел} + Q_{осв} + Q_o + Q_{эл.м}, Вт,$$

$$Q_{изб}^{яв} = 340 + 547 + 636 + 411 = 1934 Вт;$$

$$Q_{изб}^{пол} = 596 + 547 + 636 + 411 = 2190 Вт.$$

Таблица 8 – Баланс помещений по вредностям

Период года	Наим. помещения	t, °C	Q _{изб} ^{яв} , Вт	Q _{изб} ^{пол} , Вт	W, кг/ч	M, г/ч
теплый	ремонтный цех	22	1934	2190	0,36	100
холодный		20	1579	1787	0,3	100

- Параметры воздуха в вентиляционном процессе

Температура воздуха, удаляемого из верхней зоны помещения имеет формулу

$$t_y = t_e + (H - 2) \cdot grad t, °C \quad (4.1.13)$$

где t_e – расчетная температура внутреннего воздуха в помещении, °C;

H – высота помещения, м;

$grad t$ – температурный градиент, принимается в зависимости от удельного избытка явной теплоты q , Вт/м³, (таблица 10 [8]).

Для теплого периода

$$q = \frac{Q_{изб}^{яв}}{V} = \frac{1934}{1173} = 1,7 \Rightarrow grad t = 0-0,5°C. \quad (4.1.14)$$

$$V = 138 \cdot 8,5 = 1173 \text{ м}^3 - \text{объем помещения. } t_y = 22 + (5,8 - 2) \cdot 1 = 25,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Для холодного периода

$$q = \frac{Q_{изб}^{яв}}{V} = \frac{1579}{1173} = 1,4 \text{ Вт/м}^3 \Rightarrow \text{gradt} = 0 - 0,5^\circ\text{C. } t_y = 20 + (5,8 - 2) \cdot 0,3 = 21,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура приточного воздуха в холодный период года допускается принимать на 4-6 $^\circ\text{C}$ ниже расчетной температуры внутреннего воздуха в помещении. Для теплого периода года температура приточного воздуха должна совпадать с t_n по параметрам А.

Холодный период $t_{np} = 16 \text{ } ^\circ\text{C}$, теплый период $t_{np} = 22 \text{ } ^\circ\text{C}$.

- Построение вентиляционных процессов на I-d диаграмме

В помещениях с тепло- и влаговыведениями воздухообмен определяют по I-d диаграмме с одновременным учетом изменения энтальпии и влагосодержания воздуха.

Основной характеристикой изменения параметров воздуха в помещении является угловой коэффициент луча процесса, кДж/кг, имеющий формулу

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot Q_{изб}^{пол}}{W}, \quad (4.1.15)$$

где $Q_{изб}^{пол}$ – избыточные полные тепловыделения в помещении, Вт, (из таблицы 8);

W – влаговыведения в помещении, кг/ч, (из таблицы 8).

Угловой коэффициент определяют для двух периодов года.

$$\text{Теплый период: } \varepsilon = \frac{3,6 \cdot 2190}{0,36} = 21900 \text{ кДж/кг,}$$

$$\text{Для холодного периода: } \varepsilon = \frac{3,6 \cdot 1787}{0,3} = 21444 \text{ кДж/кг.}$$

После определения этой характеристики переходят к определению положения характерных точек процесса изменения состояния воздуха на I-d диаграмме (Приложение А, Б).

Таблица 9 – Параметры точек приточного и удаляемого воздуха

Период года	Температура t, °С.	Влагосодержание d, г/кг	Теплосодержание I, КДж/ кг
Теплый период	<i>Приточный воздух</i>		
	22	11	50
	<i>Удаляемый воздух</i>		
	25,8	11,5	55
Холодный период	<i>Приточный воздух</i>		
	16	0,1	16
	<i>Удаляемый воздух</i>		
	21,1	0,4	21

- Определение расчетных воздухообменов

Расчет воздухообменов G_1, G_2, G_3, G_4 производится для двух периодов года, исходя из условий ассимиляции поступлений теплоты, влаги и газов.

Воздухообмен, кг/ч, определяется по следующим формулам

$$\text{по избыткам явной теплоты: } G_1 = \frac{Q_{изб}^{яв}}{0,278 \cdot (t_y - t_n)}, \text{ кг/ч} \quad (4.1.16)$$

$$\text{по избыткам полной теплоты: } G_2 = \frac{Q_{изб}^{пол}}{0,278 \cdot (I_y - I_n)}, \text{ кг/ч} \quad (4.1.17)$$

$$\text{по избыткам влаги: } G_3 = \frac{W}{(d_y - d_n)}, \text{ кг/ч} \quad (4.1.18)$$

$$\text{по газовым вредностям: } G_4 = \frac{M}{C_y - C_n}, \text{ кг/ч,} \quad (4.1.19)$$

где $Q_{изб}^{яв}$, $Q_{изб}^{пол}$ – избытки теплоты, соответственно явной и полной в помещении, Вт, (таблица 8);

t_y , t_n – температуры воздуха, соответственно удаляемого и подаваемого в помещение, °С;

I_y , I_n – энтальпии воздуха, соответственно удаляемого и подаваемого в помещение, кДж/кг, (таблица 9);

W – избытки влаги в помещении, кг/ч, (таблица 8);

d_y , d_n – влагосодержание воздуха, соответственно удаляемого и подаваемого в помещение, кг/кг сух.возд, (таблица 9);

C_y , C_n – содержание CO_2 в воздухе, соответственно удаляемого и подаваемого в помещение, г/м³, (концентрация CO_2 в удаляемом воздухе для учреждений $C_y = 2,0$ г/м³, концентрация CO_2 в приточном воздухе для больших городов $C_n = 0,8$ г/м³);

M – количество газов, выделяющихся в помещении, г/ч, (таблица 8).

Результаты расчета воздухообменов сводят в таблицу 10.

Таблица 10 – Воздухообмен

Наименование помещения	Воздухообмен G, кг/ч.					Расчетный, L, м ³ /ч
	по теплоизбыткам		по влагоизбыткам	по газоизбыткам	расчетный	
	явным	полным				
Ремонтный цех	<i>Теплый период</i>					
	1831	1576	720	83	1831	1500
	<i>Холодный период</i>					
	1114	1286	1000	83	1286	1054

Объемное количество воздуха, м³/ч, определяют по формуле

$$L = \frac{G}{\rho}, \quad (4.1.20)$$

где $\rho = 1,22$ кг/м³ – плотность воздуха.

За расчетный воздухообмен принимается больший.

Метод аэродинамического расчета описан выше.

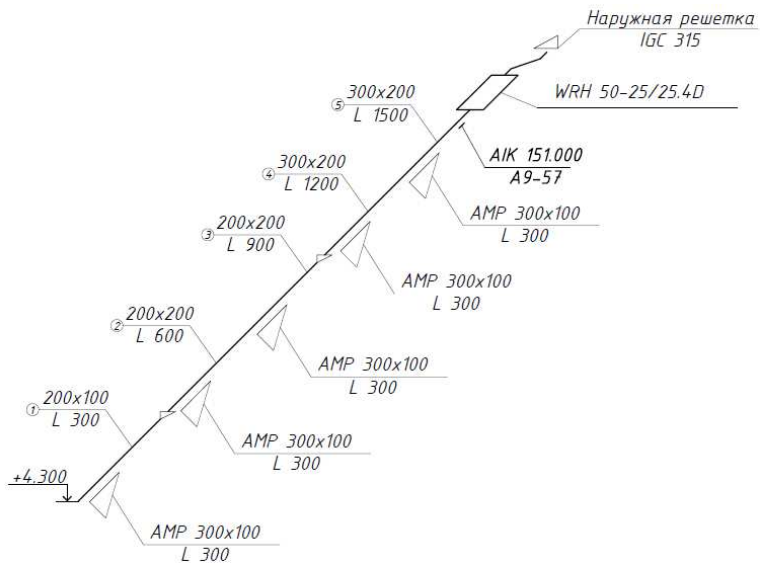


Рисунок 4 – Расчетная схема системы вентиляции П1

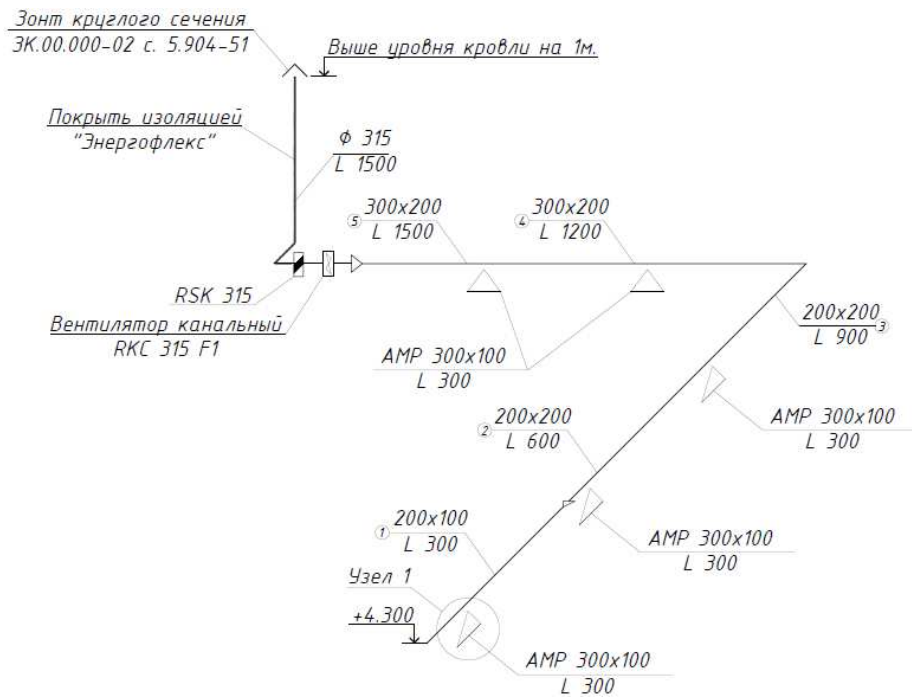


Рисунок 5 – Расчетная схема системы вентиляции В1

Таблица 11 – Аэродинамический расчет воздуховодов ремонтного цеха

№	Расход воздуха L, м³/ч	Длина участка l, м	Размер воздуховодов				Скорость возд V, м/с	Уд. потери давл. R, Па/м	Коэф. шероховатости	Потери давл. На трение	ΣКМС	Динам. давл. Pд, Па	Потери давл. в м.с. Z, Па	Потери давл. на уч.-ке. P, Па	Потери давл. в системе P, Па
			a, мм	b, мм	Диаметр d, мм	Площадь F, м²									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
B1															
1	300	4	100	200		0,014	5,95	3,66	0,1	1,5	2	21,6 1	43,2	44,7	44,7
2	600	4	200	200		0,0314	5,31	1,76	0,1	0,7	2,3 1	17,1 9	39,7	40,4	85,1
3	900	5,3	200	200		0,0314	7,96	3,53	0,1	1,0	2,2 1	38,6 7	85,5	87,3	172,4
4	1200	4	200	300		0,045	7,41	2,42	0,1	1,0	2,1	33,4 7	70,3	71,3	243,7
5	1500	4,5	200	300		0,045	9,26	3,38	0,1	1,5	2	52,3	104,6	106,1	349,8
П1															
1	300	1,6	100	200		0,014	5,95	3,66	0,1	0,6	2	21,6 1	43,2	43,8	43,8
2	600	1,6	200	200		0,0314	5,31	1,76	0,1	0,3	2,3 1	17,1 9	39,7	40,0	83,8
3	900	1,6	200	200		0,0314	7,96	3,53	0,1	0,6	2	38,6 7	77,3	77,9	161,7
4	1200	1,6	200	300		0,045	7,41	2,42	0,1	0,4	2,1	33,4 7	70,3	70,7	232,4
5	1500	4,5	200	300		0,045	9,26	3,38	0,1	1,5	2	52,3	104,6	106,1	338,5

Подбираем вытяжной канальный вентилятор фирмы Ostberg.

Технические характеристики вентилятора РКС315F1:

Напряжение питания, В/Гц – 230/50;

Ном. мощность, Вт – 1230;

Ток, А – 5,83;

Частота вращения, об/мин – 990;

Уровень шума дБ(А) – 73;

Вес, кг – 4,3;

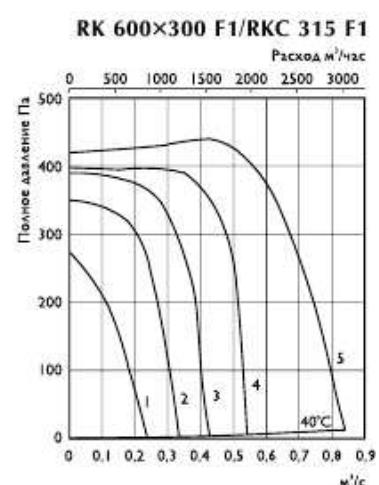


Рисунок 6 – Характеристика РКС315F1

Габаритные размеры, Øмм – 315;

Мах. расход, м³/ч – 3000.

Перед вентилятором установлен обратный клапан с подпружиненными лопастями RSK315, предназначенный для автоматического перекрытия воздуховода при выключении вентилятора.

Для компенсации удаляемого воздуха, проектом предусматривается устройство приточной вентиляции с водяным нагревателем. Оборудование приточной установки принято фирмы KORF.

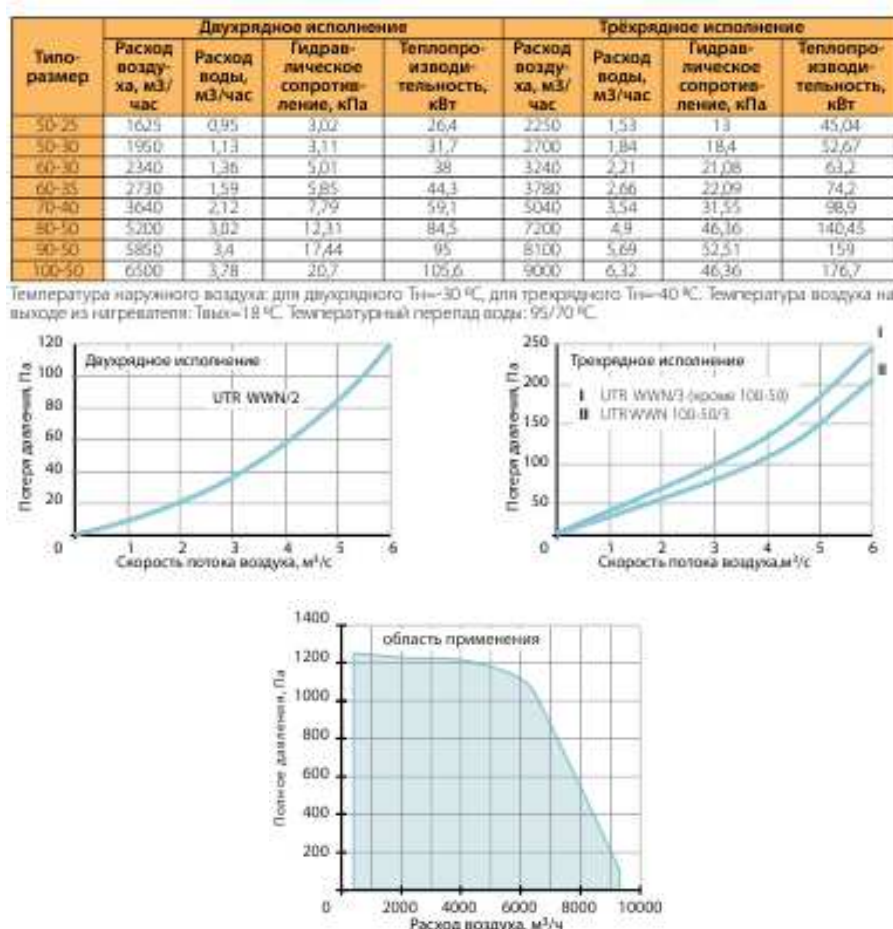


Рисунок 7 – Характеристика WRH 50-25/25.4D

Технические характеристики вентилятора WRH 50-25/25.4D

Напряжение питания, В/Гц – 230/50;

Мощность, кВт – 2,48;

Частота вращения, об/мин – 1415;

Класс изоляции IP54;

Температура перемещаемого воздуха от -40°C до $+65^{\circ}\text{C}$.

Получение любых характеристик при помощи частотного или трансформаторного регулятора. Подбираем воздухонагреватель водяной трехрядный WVN50-25/3. Также подбираем кассетный фильтр FKV 50-25G3.

Для забора воздуха принята круглая наружная решетка IGC315 фирмы Systemair.

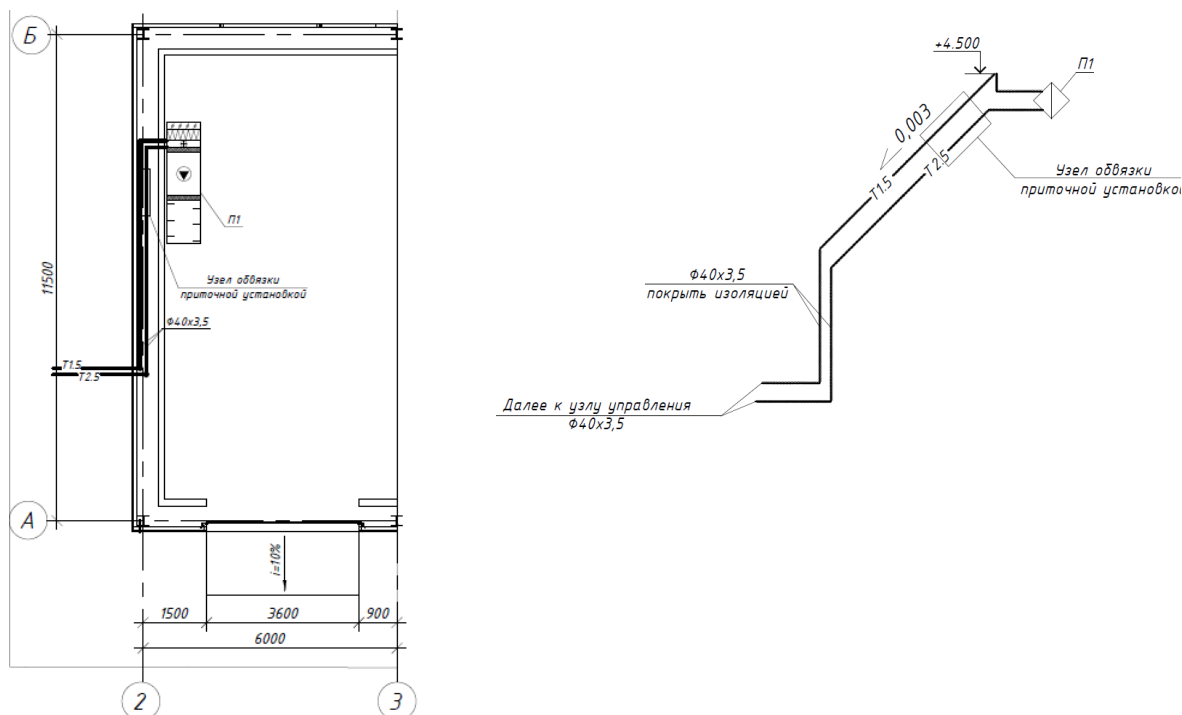
В качестве вытяжных и приточных устройств приняты накладные решетки вентиляционные, предназначенные для подачи и удаления воздуха в помещения, с регулируемыми горизонтальными жалюзи для направления потока воздуха и регуляторами расхода воздуха, АМР 300x100 фирмы Арктос.

5. Теплоснабжение приточной установки

Для подогрева приточного воздуха системы вентиляции в холодный период, проектом предусматривается система теплоснабжения. Трубопроводы системы теплоснабжения приняты из стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75. Магистральные трубопроводы теплоизолируются трубной изоляцией K-Flex Solar толщиной 13 мм с диапазоном температур до 150 °С.

Для обвязки теплообменника принят смесительный узел в составе: трехходовой клапан с электроприводом, насос циркуляционный, отключающая арматура, термометр, манометр.

Фрагмент плана в осях 2-3/А-Б. Схема теплоснабжения приточной установки П1.



1. Расход тепловой энергии на теплоснабжение по формуле

$$Q = L \cdot 1,2 \cdot 0,24 \cdot 1,163 \cdot \Delta t, \text{ Вт} \quad (5.1)$$

где L – расход воздуха на вентиляцию ($L = 1500 \text{ м}^3/\text{ч}$);

Δt – разница температур в подающем и обратном трубопроводе, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q = 1500 \cdot 1,2 \cdot 0,24 \cdot 1,163 \cdot (95 - 70) = 12,56 \text{ кВт}$$

$$Q = 0,011 \text{ Гкал/ч}$$

Расход воды по формуле

$$G = \frac{Q \cdot 1000}{\Delta t} \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (5.2)$$

$$G = \frac{0,011 \cdot 1000}{95 - 70} = 0,44 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Диаметр трубопроводов вычисляем по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{3,14 \cdot 3600 \cdot w}} \cdot 1000 \text{ мм}, \quad (5.3)$$

где w – скорость воды в трубопроводах

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,88}{3,14 \cdot 3600 \cdot 0,25}} \cdot 1000 = 25 \text{ мм},$$

Принимаем диаметр трубопроводов 25 мм.

1. Подбор регулирующего клапана.

Клапан трехходовой устанавливается на смешении.

$$P_1 = 5,8 \text{ кгс/см}^2, P_2 = 2,8 \text{ кгс/см}^2$$

Определяем расчетный перепад давлений на клапане из условия:

$$\Delta P_{\text{кл}} \geq 0,5 \cdot \Delta P_p,$$

где ΔP_p – располагаемый напор на регулируемом участке,

$$\Delta P_p = 3,0 \text{ кгс/см}^2, \Delta P_{\text{кл}} = 0,5 \cdot 3,0 = 1,5 \text{ кгс/см}^2.$$

Рассчитываем требуемую пропускную способность клапана по формуле

$$K_{VS}^{mp} = \frac{G \cdot 1,2}{\sqrt{\Delta P_{\text{кл}}}} \quad (5.4)$$

$$K_{VS}^{mp} = \frac{0,44 \cdot 1,2}{\sqrt{1,5}} = 0,65 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

По техническим характеристикам в каталоге фирмы Danfoss подбираем регулирующий клапан трехходовой латунный VMV Ду20, $P_y = 16$ бар, $T = 2-120$ °С, $K_{VS} = 4 \text{ м}^3/\text{ч}$.

2. Подбор циркуляционного насоса.

Производительность насоса = производительности системы теплоснабжения

$$G = 0,44 \cdot 1,1 = 0,48 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

1,1 – коэффициент запаса.

Гидравлическое сопротивление воздухонагревателя – 13 кПа = 1,33 м.в.с. (см.выше подбор воздухонагревателя);

Потери в обвязке насоса – 0,3 м.в.с.

$$H = 1,36 \text{ м.в.с.}$$

По номограмме каталога фирмы Grundfoss подбираем насос для системы теплоснабжения ALPHA2 25-40 ($G = 0,48 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H = 1,36 \text{ м}$), $T = +110$.

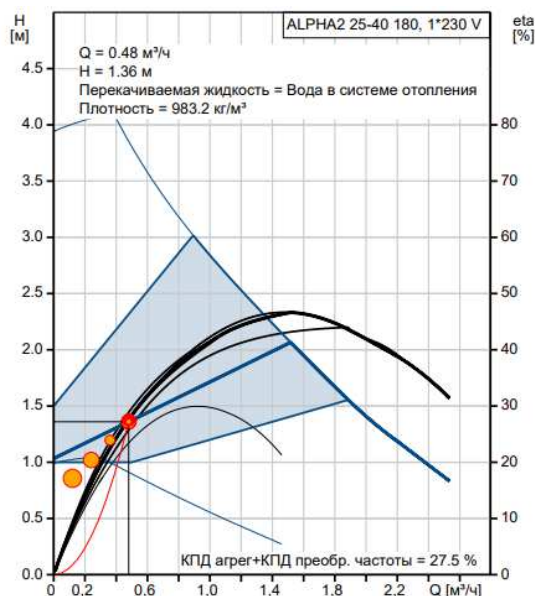
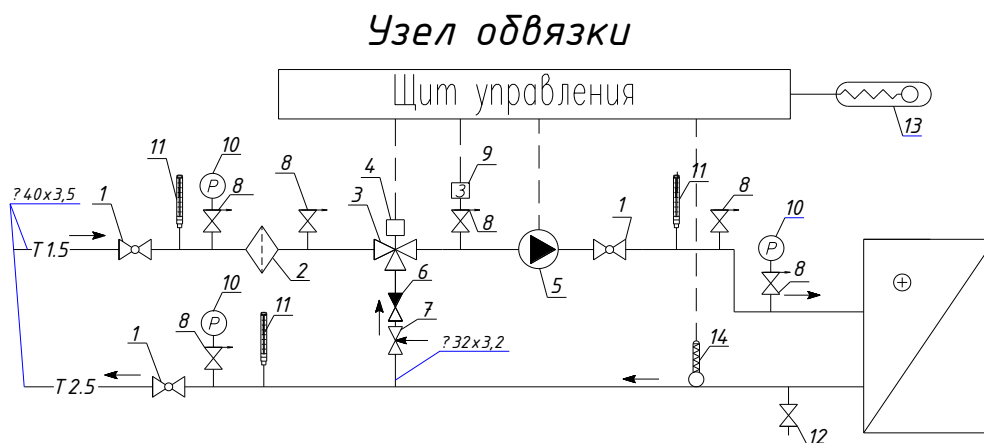


Рисунок 8 – Характеристика ALPHA2 25-40 180

Узел обвязки приточной установки П1.



Примечание:
 Поз. 14 – канальный датчик температуры и
 поз.13 – датчик температуры наружного воздуха, учтены
 в обвязке калорифера "по-воздуху".

6. Подбор оборудования для системы управления

6.1 Подбор оборудования узла учета тепловой энергии

Узел учета тепловой энергии предназначен для подготовки теплоносителя, регулирования его параметров, определяет качество расходуемой энергии для коммерческого расчета с энергоснабжающей организацией.

Эксплуатационные параметры.

Расчетная температура теплоносителя тепловой сети: – 130/70.

Расчетное давление теплоносителя тепловой сети: – 5,8/2,8 кгс/см².

Температурный график системы отопления 95-70 °С

Температура в системе горячего водоснабжения 65-40 °С

Максимальный расход тепловой энергии на отопление равен

$$Q_{\text{теплоснаб}} = 25,12 \text{ кВт}, \quad Q_{\text{от}}^{\text{быт.кор}} = 16,04 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{от}}^{\text{общ}} = 41,16 \text{ кВт} = 0,0354 \text{ Гкал/ч}$$

Максимальный массовый расход на отопление и теплоснабжение:

$$G_{\text{отопл}} = \frac{Q_{\text{от}}^{\text{общ}} \cdot 1000}{(130 - 70)} = \frac{0,0354 \cdot 1000}{130 - 70} = 0,59 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Максимальный массовый расход на гвс – 0,97 м³/ч.

Общий максимальный массовый расход – 1,56 м³/ч

Оборудование узла учета тепловой энергии:

Краны стальные шаровые приварные на вводе в здание для отключения от тепловых сетей, грязевики и фильтры для защиты расходомеров, системы отопления и гвс от загрязнения, расходомеры, позволяющие производить учет теплоносителя, термопреобразователи температуры, манометры и термометры. В проекте предусмотрена установка теплосчетчика ТСК-7 в комплекте: вычислитель теплоты ВКТ-7-03; два преобразователя расхода ПРЭМ-2 Ду32, работающие в диапазоне измерения расхода 0,12-30,0 м³/ч; один комплект (2 шт) термопреобразователей платиновых КТСП-Н с диапазоном измерений от 0 до 160 °С.

Сделаем гидравлический расчет для оценки влияния потерь напора, вызванных установкой приборов учета тепловой энергии.

Определяем средние скорости потока на всех отрезках трубопровода для значения $G = 1,56 \text{ м}^3 / \text{ч}$

1. Скорость потока, м/с, по формуле

$$w_i = \frac{4 \times G}{3600 \times \pi \times d_i^2}, \quad (6.1.1)$$

где d_i – диаметр i -го отрезка трубопровода.

$$w_{32} = \frac{4 \times 1,56}{3600 \times \pi \times 0,032 \times 0,032} = 0,54 \text{ м/с},$$

$$w_{65} = \frac{4 \times 1,56}{3600 \times \pi \times 0,065 \times 0,065} = 0,13 \text{ м/с}$$

2. Определяем кинематическую вязкость воды ν при атм. давлении

$$\nu = 0,325 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с} \text{ – на под. тр-де};$$

$$\nu = 0,415 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с} \text{ – на обрат. тр-де}.$$

3. Определяем число Рейнольдса на каждом из отрезков трубопровода по формуле

$$\text{Re}_i = \frac{w \cdot d_i}{\nu}, \quad (6.1.2)$$

где d_i – диаметр соответствующего отрезка трубопровода.

$$\text{Re}_{\text{под.тр.}(65)} = 0,13 \cdot 0,065 / 0,325 \cdot 10^{-6} = 26130$$

$$\text{Re}_{\text{под.тр.}(32)} = 0,54 \cdot 0,032 / 0,325 \cdot 10^{-6} = 53077$$

$$\text{Re}_{\text{обр.тр.}(65)} = 0,13 \cdot 0,065 / 0,415 \cdot 10^{-6} = 20463$$

$$\text{Re}_{\text{обр.тр.}(32)} = 0,54 \cdot 0,032 / 0,415 \cdot 10^{-6} = 41566$$

4. Определяем коэффициент гидравлического трения λ линейных отрезков измерительного участка трубопровода

$$\lambda_i = 0,11 \left(\frac{K_{\varepsilon}}{d_i} + \frac{68}{\text{Re}_i} \right)^{0,25}, \quad (6.1.3)$$

где K_{ε} – коэффициент шероховатости стенок трубопровода, для стальных сварных труб = 0,5 мм.

$$\lambda_{\text{под.мп}(65)} = 0,11 \left(\frac{0,5}{65} + \frac{68}{26130} \right)^{0,25} = 0,035 ; \quad \lambda_{\text{под.мп}(32)} = 0,11 \left(\frac{0,5}{32} + \frac{68}{53077} \right)^{0,25} = 0,0397$$

$$\lambda_{\text{обр.мп}(65)} = 0,11 \left(\frac{0,5}{65} + \frac{68}{20463} \right)^{0,25} = 0,0356 ; \quad \lambda_{\text{обр.мп}(32)} = 0,11 \left(\frac{0,5}{32} + \frac{68}{41566} \right)^{0,25} = 0,0399$$

5. Определяем потери напора на линейных отрезках трубопровода

Потери давления по длине трубопровода Т1 и Т2 находим по формуле

$$h_{\text{мп}} = \lambda_i \frac{l_i}{d_i} \rho \frac{w^2}{2}, \quad (6.1.4)$$

где l_i – длина соответствующего отрезка, $l_{(65)} = 650$ мм; $l_{(32)} = 480$ мм,

ρ – плотность теплоносителя, $\rho = 970$ кг/м³.

$$h_{\text{под.мп}(65)} = 0,035 \frac{650}{65} \cdot 970 \cdot \frac{0,13^2}{2} = 3 \text{Па} ;$$

$$h_{\text{под.мп}(32)} = 0,0397 \frac{480}{32} \cdot 970 \cdot \frac{0,54^2}{2} = 84 \text{Па} ;$$

$$h_{\text{обр.мп}(65)} = 0,0356 \frac{650}{65} \cdot 970 \cdot \frac{0,13^2}{2} = 3 \text{Па} ;$$

$$h_{\text{обр.мп}(32)} = 0,0399 \frac{480}{32} \cdot 970 \cdot \frac{0,54^2}{2} = 84 \text{Па} .$$

6. Определяем потери давления в местных сопротивлениях по формуле

$$h_{\text{м.с.}} = \sum \xi \cdot \rho \frac{w^2}{2} \quad (6.1.5)$$

Коэффициент местного сопротивления:

ξ перехода (внезапное расширение мах) = 1.

ξ перехода (внезапное сужение мах) = 0,5.

ξ пер = 0,5 + 1 = 1,5;

ρ – плотность теплоносителя, $\rho = 970 \text{ кг/м}^3$.

$$h_{\text{пер.}} = 1,5 \cdot 970 \frac{0,54^2}{2} = 211 \text{ Па}$$

7. Определение потерь напора на термопреобразователе сопротивления и техническом термометре.

Расчетная часть термометра внутри трубопровода представляет собой цилиндрическое тело, установленное под углом 45° к потоку.

Коэффициент местного сопротивления для термометра находят согласно выражению

$$\xi = c \times F / F_0 \times 1 / (1 - F / F_0)^2, \quad (6.1.6)$$

где $c = 0,55$ – коэффициент лобового сопротивления цилиндра, установленного под углом 45° ;

F – проекция площади поперечного сечения корпуса термометра на поперечное сечение трубопровода;

F_0 – площадь поперечного сечения трубопровода в месте установки термометра.

Отношение площадей F / F_0 можно определить по формуле

$$\frac{F}{F_o} = 0,9 \cdot \frac{L_r \cdot d_r}{d^2} \quad (6.1.7)$$

где L_r и d_r – длина рабочей части гильзы термометра внутри трубопровода и ее диаметр, соответственно.

$$L_r = 80 \text{ мм} = 0,08 \text{ м}; d_r = 15 \text{ мм} = 0,015 \text{ м};$$

d – диаметр трубопровода на котором установлен термометр.

$$\left(\frac{F}{F_o} \right)_1 = 0,9 \cdot \frac{0,08 \cdot 0,015}{0,065 \cdot 0,065} = 0,26$$

$$\text{Определяем } \xi: \quad \xi = 0,55 \cdot 0,26 \cdot \frac{1}{(1 - 0,26)^2} = 0,25$$

Определяем потери напора на термопреобразователе:

$$h_{\text{тер.собр.}} = \xi \cdot \rho \frac{w^2}{2} = 0,25 \cdot 970 \cdot 0,13^2 / 2 = 2,1 \text{ Па}$$

Аналогично для технического термометра:

$$L_r = 100 \text{ мм} = 0,1 \text{ м}; d_r = 10 \text{ мм} = 0,01 \text{ м};$$

d – диаметр трубопровода на котором установлен термометр.

$$\left(\frac{F}{F_o} \right)_1 = 0,9 \cdot \frac{0,1 \cdot 0,01}{0,065 \cdot 0,065} = 0,21$$

$$\text{Определяем } \xi: \quad \xi = 0,55 \cdot 0,21 \cdot \frac{1}{(1 - 0,21)^2} = 0,19$$

Определяем потери напора на термометре

$$h_{\text{мер.}} = \xi \cdot \rho \frac{w^2}{2} = 0,19 \cdot 970 \cdot 0,13^2 / 2 = 1,6 \text{ Па}$$

8. Определение потерь напора на арматуре.

$$h_{\text{кр.шар.}(65)} = \xi \cdot \rho \frac{w^2}{2} = 0,15 \cdot 970 \cdot 0,13^2 / 2 = 1,24 \text{ Па}$$

$$h_{\text{кр.шар.}(32)} = \xi \cdot \rho \frac{w^2}{2} = 0,15 \cdot 970 \cdot 0,54^2 / 2 = 21,1 \text{ Па}$$

9. Определение потерь в грязевике.

Коэффициент местного сопротивления ξ грязевика (мах) = 10.

$$h_{\text{грязевик}} = \xi \cdot \rho \frac{w^2}{2} = 10 \cdot 970 \cdot 0,13^2 / 2 = 83 \text{ Па}$$

10. Определение полных потерь напора на измерительном участке

Полные потери напора определяются суммированием всех ранее полученных потерь по длине и потерь давления в местных сопротивлениях.

Преобразователи расхода не вносят потери на измерительном участке.

Потери напора на подающем участке трубопровода составляют:

$$h_{\text{под.тр.}} = 3 + 84 + 211 + 2,1 + 1,6 + 1,24 + 21,1 \cdot 2 + 83 = 428 \text{ Па}$$

Потери напора на обратном участке трубопровода составляют:

$$h_{\text{обр.тр.}} = 3 + 84 + 211 + 2,1 + 1,6 + 1,24 + 21,1 \cdot 2 = 346 \text{ Па}$$

Общие потери напора составляют: $h_{\text{общ.}} = 428 + 346 = 774 \text{ Па}$.

11. Оценка влияния потерь напора вызванных установкой приборов учета тепловой энергии

$$h_{\text{общ.}} = 774 \text{ Па} = 0,008 \text{ кгс/см}^2.$$

Относительные потери давления на узле учета

$$\Delta = \frac{h_{\text{общ}}}{P_1 - P_2} \times 100\% \quad (6.1.8)$$

$$\Delta = \frac{0,008}{5,8 - 2,8} \cdot 100\% = 0,3\%$$

Потери давления при установке приборов учета не превышают 5%-10%, т. е. установка приборов не ухудшит теплоснабжение здания.

Установку оборудования узла учета тепловой энергии смотри ниже.

6.2 Подбор оборудования узла управления

Тепловые потери не являются постоянной величиной, они зависят от изменения наружной температуры. Цель регулирования обеспечить подачу в нагревательные приборы такого количества тепла, которое компенсировало бы тепловые потери помещения через ограждающие конструкции.

В нашем случае используется качественное регулирование.

Для регулирования расхода теплоносителя установлен регулятор систем теплоснабжения ECL-300 фирмы Danfoss. Электронный блок регулятора управляет приводом регулирующего клапана, а также насосами системы отопления. Регулятор обеспечивает температуры теплоносителя, поступающего в системы отопления и горячего водоснабжения, а также температуру теплоносителя, возвращаемого в тепловую сеть, в зависимости от температуры наружного воздуха.

Кроме того, регулятор имеет функции защиты системы от замерзания, функцию ограничения температуры теплоносителя, возвращаемого в тепловую сеть, функцию самодиагностики.

Для контроля параметров теплоносителя во внутреннем и наружном контурах системы теплоснабжения здания установлены контрольные термометры и манометры в соответствии с принципиальной схемой (см. графическую часть).

Для экономии тепловой энергии трубопроводы узла управления изолировать.

Настройка параметров узла управления производится при проведении пусконаладочных работ.

1. Подбор циркуляционного насоса.

Производительность насоса = производительности системы отопления:

$$Q_{от}^{быт.кор} = 16,04 \text{ кВт}, Q_{от}^{общ} = 16,04 \text{ кВт} = 0,014 \text{ Гкал/ч}$$

Максимальный массовый расход на отопление определяются по формуле

$$G_{отопл} = \frac{Q_{от}^{общ} \cdot 1000}{(95 - 70)} \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (6.2.1)$$

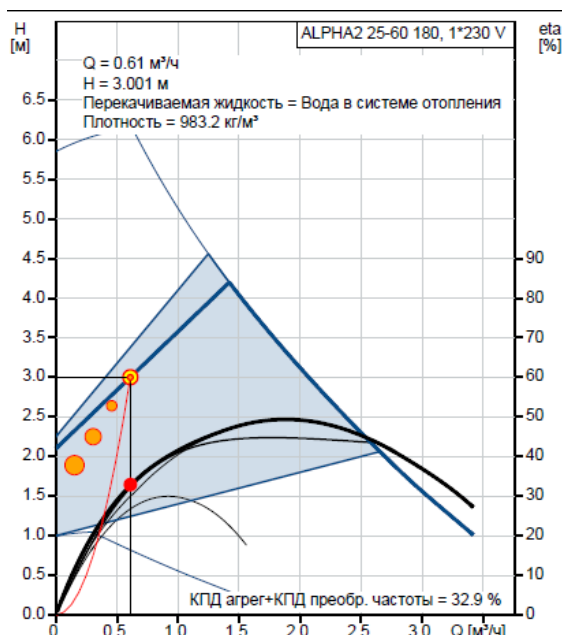
$$G_{отопл} = \frac{0,014 \cdot 1000}{95 - 70} = 0,55 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$G = 0,55 \cdot 1,1 = 0,61 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

1,1 – коэффициент запаса; потери в обвязке насоса – 0,3 м.в.с.; потери давления в системе отопления бытового корпуса – 16031 Па (см. расчет в программе Danfoss) = 1,635 м.в.с.; потери давления по длине = 1 м.в.с.

$$H = 3,0 \text{ м.в.с.}$$

По номограмме каталога фирмы Grundfoss подбираем насос для системы отопления ALPHA2 25-60 180 ($G = 0,61 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H = 3,0 \text{ м}$), $T = +110$.



Данные электрооборудования:

Потребляемая мощность-Р1:	3 .. 34 Вт
Частота питающей сети:	50 / 60 Hz
Номинальное напряжение:	1 x 230 В
Максимальное потребление тока:	0.04 .. 0.32 А

2. Подбор регулирующего клапана.

Клапан трехходовой устанавливается на смешении: $P_1 = 5,8 \text{ кгс/см}^2$,

$P_2 = 2,8 \text{ кгс/см}^2$

Определяем расчетный перепад давлений на клапане из условия:

$\Delta P_{\text{кл}} \geq 0,5 \Delta P_p$, где ΔP_p – располагаемый напор на регулируемом участке,

$\Delta P_p = 3,0 \text{ кгс/см}^2$, $\Delta P_{\text{кл}} = 0,5 \cdot 3,0 = 1,5 \text{ кгс/см}^2$.

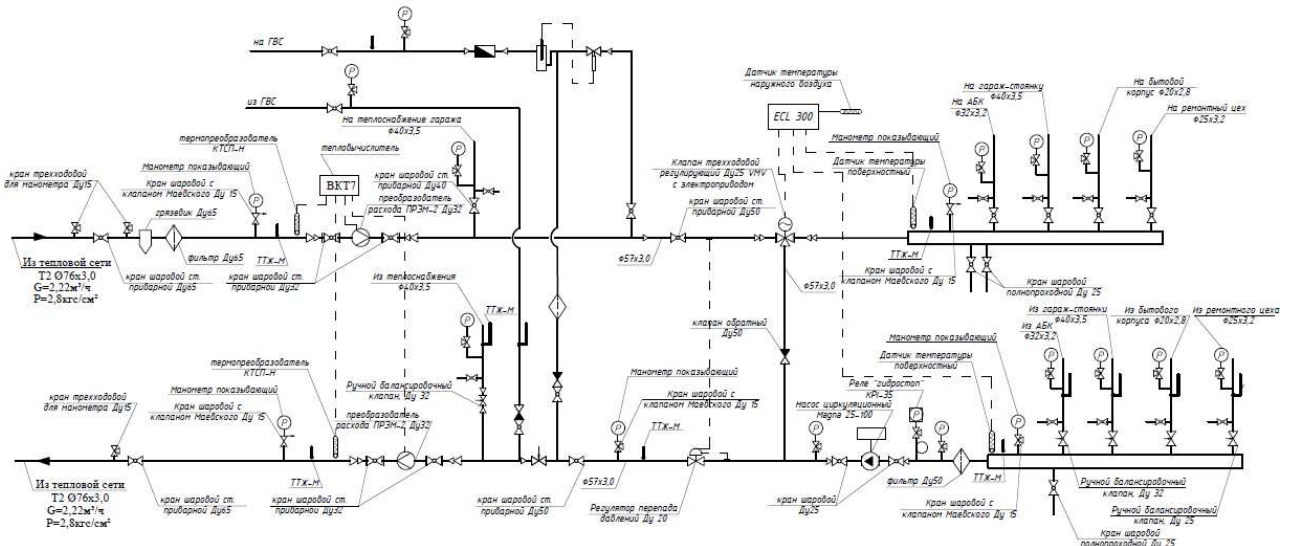
Рассчитываем требуемую пропускную способность клапана.

$$K_{VS}^{mp} = \frac{G \cdot 1,2}{\sqrt{\Delta P_{\text{кл}}}}, \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (6.2.2)$$

$$K_{VS}^{mp} = \frac{0,61 \cdot 1,2}{\sqrt{1,5}} = 0,6 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

По техническим характеристикам в каталоге фирмы Danfoss подбираем регулирующий клапан трехходовой латунный VMV Ду25, $P_y = 16 \text{ бар}$, $T = 2-120^\circ\text{C}$, $K_{VS} = 6,3 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Принципиальная схема системы управления.



7. Техника и технология монтажно-заготовительных и строительных работ

7.1 Подготовительные работы перед монтажом отопительных и вентиляционных систем

Подготовительные работы перед монтажом систем отопления.

- разноска нагревательных приборов и узлов трубопроводов к местам их установки;
 - отделка участков стен в местах установки нагревательных приборов;
 - разбивка мест установки кронштейнов и их установка;
- пробивка (в случае необходимости) отверстий в стенах, перекрытиях и перегородках для прокладки труб.

Для производства монтажных санитарно-технических работ необходимо иметь следующую готовность:

- 1) борозды в стенах для прокладки трубопроводов;
- 2) стены и перегородки в местах расположения нагревательных приборов и трубопроводов должны быть оштукатурены;
- 3) свободный доступ ко всем местам производства санитарно-технических работ и достаточная освещенность этих мест;
- 4) временная электросеть в лестничных клетках.

Готовность объекта к монтажу системы отопления подтверждается двухсторонним актом.

Подготовительные работы перед монтажом вентиляционных систем.

До начала монтажа воздуховодов должны быть подготовлены:

- 1) отверстия в стенах, перегородках и перекрытиях для прохода воздуховодов;
- 2) монтажные проемы для такелажа воздуховодов;
- 3) закладные детали для крепления воздуховодов (в случаях, предусмотренных проектом);
- 4) проходы и проезды к месту монтажа;
- 5) оштукатуренные стены и потолки в местах прокладки воздуховодов;
- 6) подготовка под чистые полы;
- 7) обеспечена возможность включения электроинструментов, а также электросварочных аппаратов на расстоянии не более 50м один от другого;
- 8) выполнены мероприятия, обеспечивающие безопасное производство монтажных работ.

Начальными этапами подготовки являются детальное ознакомление с рабочим проектом указанных систем и разработка проекта производства работ, монтажных чертежей и эскизов для передачи на завод вентиляционных заготовок.

Готовность объекта к монтажу оформляют актом, который подписывается представителями генерального подрядчика и организации, производящей монтажные работы. К началу монтажных работ генподрядчик обязан предоставить монтажникам вентиляционных систем помещение для мастерской, прорабской, бытовок для рабочих с помещением для приема пищи, площадки для открытого хранения материалов, изделий и оборудования.

В состав проекта производства работ по монтажу систем вентиляции должны входить: календарный план производства монтажных работ, в котором перечислены все работы по монтажу систем и определены сроки работ по объекту, а также график движения рабочей силы. Здесь же должны быть приложены технологические карты монтажа особо сложных узлов и систем; схемы подъема грузов, в которых разработаны способы доставки громоздких и тяжелых грузов; график поставки изделий и заготовок, в котором указаны сроки их поставки по каждой системе; заказы на изготовление воздухопроводов и прочих изделий. ППР должен быть утвержден главным инженером монтажной организации, согласован с генеральным подрядчиком и дирекцией строящегося предприятия.

В состав монтажного проекта входят: монтажные схемы систем, эскизы ненормализованных деталей, чертежи расположения воздухопроводов вблизи других коммуникаций. Монтажный проект предназначен для заготовительного производства, но его используют и при монтаже.

7.2 Последовательность монтажа и монтаж систем отопления и вентиляции

Отопление. После подготовительных работ последовательность выполнения монтажно-сборочных работ следующая:

- монтаж стояков и подводок с установкой нагревательных приборов;
- монтаж магистральных трубопроводов;
- гидравлическое испытание системы;
- тепловая изоляция трубопроводов и оборудования.

Монтаж отопительных приборов. Радиаторы собирают на заводах-изготовителях по спецификациям заказчика, но не более восьми секций в одной группе с прокладками из термостойкой резины. Каждую поставляемую заводом группу снабжают двумя глухими пробками и двумя пробками с резьбовыми

отверстиями условным диаметром Ду 15 мм или диаметром Ду 20 мм по согласованию с заказчиком.

Радиаторы необходимо устанавливать на расстоянии не менее 60 мм от пола, не менее 50 мм от нижней поверхности подоконных досок и 25 мм от поверхности штукатурки стен.

Радиаторы испытывают пробным гидравлическим давлением 1,2 МПа (12 кгс/см²) при максимальном рабочем давлении 0,6 МПа.

Крепление отопительных приборов. Радиаторы устанавливают на кронштейны, заделываемые в каменные стены бетонным раствором или пристреливаемые к стенам монтажным пистолетом дюбель - гвоздями.

Монтаж магистральных трубопроводов. Перед монтажом трубы необходимо проверять на отсутствие засоров; временно открытые концы их следует закрывать инвентарными пробками. Все разборные соединения трубопроводов, а также арматура должны находиться в доступных для обслуживания местах.

Последовательность монтажа трубопроводов. Размечают оси магистрали и места установки средств крепления, устанавливают опоры, раскладывают монтажные узлы на опоры или подвешивают к строительным конструкциям, стыкуют узлы и сваривают стыки.

Для высококачественного выполнения работ необходимо обеспечить:

надежную плотность соединений труб между собой и с арматурой; прочность креплений элементов трубопровода к строительным конструкциям здания;

прямолинейность прокладки и отсутствие изломов участков трубопроводов;

исправное действие арматуры, оборудования, предохранительных и контрольно-измерительных приборов; возможность удаления воздуха и спуска воды из систем; соблюдение проектных уклонов трубопроводов.

Вентиляция. После подготовительных работ последовательность работ следующая:

- Воздуховоды монтировать вне зависимости от наличия технологического оборудования в соответствии с проектными привязками и отметками.

- Прокладки между фланцами воздуховодов не должны выступать внутрь воздуховодов. Прокладки изготовить из ленточной монолитной резины.

- Болты во фланцах затянуть, все гайки болтов расположить с одной стороны фланца. При установке болтов вертикально гайки расположить с нижней стороны соединения.

- Крепления горизонтальных воздухопроводов установить на расстоянии при \varnothing 315, 355 мм – 4 м, а при \varnothing 560, 630, 710, 900 – 3 м друг от друга. Хомуты должны плотно охватывать воздухопроводы.

- Крепление растяжек и подвесок непосредственно к фланцам воздухопроводов не допускается. Напряжение регулируемых подвесок должно быть равномерным.

- Свободно подвешиваемые воздухопроводы рассчитать путем установки двойных подвесок через две одинарные подвески при длине подвески 0.5 м.

- Воздуховоды укрепить так, чтобы их вес не передавался на вентиляционное оборудование. Виброизолирующие гибкие вставки установить непосредственно перед индивидуальными испытаниями.

- Вал вентилятора установить горизонтально, вертикальные стенки кожухов не должны иметь перекосов и наклона. Последовательность монтажа проводить согласно СНиП 3.05.01-85.

Установка вентиляторов. Процесс монтажа вентиляторов состоит из последовательно выполняемых операций: доставка вентилятора или отдельных его деталей к месту монтажа; установка грузоподъемных средств; строповка вентиляторов или отдельных его деталей; подъем и горизонтальное перемещение вентилятора к месту установки; установка вентилятора (сборка вентилятора) на опорных конструкциях (фундаменте, площадке, кронштейнах); проверка правильности установки и сборки вентилятора; закрепление вентилятора к опорным конструкциям; проверка работы вентилятора. Способы и порядок выполнения отдельных операций в основном зависят от типа (центробежный, осевой, крышной) и размера вентиляторов и места их установки.

Монтаж центробежных вентиляторов. Центробежные вентиляторы устанавливаются на пружинных виброизоляторах или непосредственно на опорных конструкциях, прикрепляя к болтами. К фундаменту вентилятор закрепляется анкерными болтами. Анкерные болты опускают в гнезда фундамента, резьбовой частью вставляются снизу в отверстия рамы установленного на фундамент вентилятора. Гнезда заливают цементным раствором, после схватывания которого проверяют по уровню и отвесу установку вентилятора и электродвигателя и окончательно затягивают гайки анкерных болтов. При установке центробежных вентиляторов на пружинных виброизоляторах их предварительно закрепляют на болтах к раме вентилятора. Места крепления виброизоляторов указаны в паспортах и каталогах вентиляторов.

При установке вентиляторов на металлоконструкциях виброизоляторы закрепляют к ним болтами через имеющиеся в нижней плите отверстия, применяя резиновые прокладки. Часто вентиляторные агрегаты укомплектовывают с отступлениями от рекомендации каталогов, заменяя электродвигатели, шкивы, салазки. В этих случаях места расположения виброизоляторов определяют путем пробной установки в такой последовательности: располагают виброизоляторы на основании; устанавливают на виброизоляторы вентилятор; путем перемещения виброизоляторов вдоль рамы и вентилятора на раме достигают равномерную осадку виброизоляторов. При перемещении виброизоляторов вентилятор приподнимают автокраном, лебедкой, домкратами; отмечают места окончательной установки виброизоляторов и размечают отверстия для их крепления. После этого снимают вентилятор с виброизоляторов и по разметке просверливают отверстия в раме вентилятора. Окончательно вентилятор устанавливают в указанном порядке. Перед окончательным закреплением вентиляторов к опорным конструкциям проверяют правильность сборки и установки вентилятора.

Монтаж осевых вентиляторов. При монтаже осевого вентилятора в воздуховоде предварительно устанавливают подвески в перекрытии для вентилятора, а затем поднимают вентилятор на проектную отметку. Далее вентилятор закрепляют на подвесках и снимают строп.

Закончив установку вентилятора, присоединяют к нему воздуховоды. В воздуховоде, расположенном со стороны электродвигателя, делают лючок для подключения вентилятора к электросети и проведения профилактических осмотров. Пластинчатые шумоглушители монтируют, устанавливая их в заранее изготовленный металлический кожух. Гибкие вставки устанавливают между всасывающим или нагнетательным отверстием вентиляторов и воздуховодами и соединяют с помощью фланцев на болтах.

Монтаж приточных камер. Типовые приточные вентиляционные камеры состоят из отдельных секций; вентиляторной, соединительной и приемной. Секции камер доставляют на объект в собранном виде или отдельными узлами и панелями. Для монтажа вентиляционных камер принимают те же грузоподъемные механизмы. Секции камер монтируют в направлении от приемного клапана к вентиляторному агрегату в такой последовательности: устанавливают грузоподъемные средства; монтируют в воздухозаборе приемный клапан и патрубок, соединяющий клапан с приемной секцией; длина патрубка определяется толщиной стены; строят приемную секцию; устанавливают приемную секцию; присоединяют приемную секцию на болтах, применяя прокладки.

В такой же последовательности устанавливают остальные секции камер.

Секции между собой соединяются на болтах, применяя прокладки из мягкой резины. Соединительные, калориферные и приемные секции

вентиляционных камер монтируются непосредственно на полу. Вентиляторные секции устанавливаются на виброизолирующих основаниях. К соединительной секции и подающему воздуховоду вентилятор присоединяют мягкими вставками.

Установка средств крепления воздуховодов. Крепления горизонтальных металлических неизолированных воздуховодов (хомуты, подвески, опоры и др.) на бесфланцевом соединении устанавливаются на расстоянии не более 4 м одного от другого при диаметрах воздуховода круглого сечения или размерах большей стороны воздуховода прямоугольного сечения менее 400 мм и на расстоянии не более 3 м одного от другого – при 400 мм и более.

Крепления воздуховодов на фланцевом соединении круглого сечения диаметром до 2000 мм и прямоугольного сечения с размером его большей стороны до 2000 мм устанавливаются на расстоянии не более 6 м.

Крепления вертикальных металлических воздуховодов располагают на расстоянии не более 4 м одного от другого.

Растяжки и подвески не разрешается крепить непосредственно к фланцам воздуховодов. Хомуты должны плотно охватывать воздуховоды.

Общие правила монтажа металлических воздуховодов. При монтаже металлических воздуховодов нужно соблюдать следующие основные требования СНиП III-28-75: воздуховоды необходимо надежно прикреплять к строительным конструкциям здания; не допускается опирание воздуховодов на вентиляционное оборудование; фланцы воздуховодов не должны заделываться в стены, перекрытия; вертикальные воздуховоды не должны отклоняться от вертикали более чем на 2 мм на 1 метр высоты; воздуховоды, предназначенные для транспортирования увлажненного воздуха, в нижней части не должны иметь продольных швов; разводящие участки воздуховодов, на которых возможно выпадение конденсата из транспортируемого влажного воздуха, монтируют с уклоном 0.01 – 0.015 в сторону дренажных устройств.

Монтаж воздуховодов осуществляют с помощью лебедок.

Монтаж металлических воздуховодов, как правило, следует вести способами, предусмотренными «Типовыми технологическими картами на монтаж систем промышленной вентиляции и кондиционирования воздуха» (серия ТТК – 7.05.01).

Набор инструментов и приспособлений для монтажа

Набор инструмента и приспособлений для комплексной бригады слесарей-сантехников

Наименование инструмента, оборудования и приспособлений	Размер или вес	Количество	Срок службы (год)
Верстак переносной инвентарный	-	1	3

Гидравлический пресс ручной	до 20 кгс/см ²	1	2
Зубило слесарное длиной	150 мм	3	0,5
Клупп трубный Маевского, комплект То же	№1, 1/2-3/4''	1	3
	№2, 1-1 1/4''	1	3
Ключ трубный рычажный	№2	5	1
	№4	2	1,5
Ключ арматурный (с мягким зажимом)	-	2	1
Ключ радиаторный для ниппелей с трубной резьбой	1 1/4''	4	1
Ключи гаечные двусторонние	9x11 мм	1	1
	12x14 мм	1	1
	14x17 мм	2	1
	19x22 мм	2	1
	24x27 мм	1	1
	27x30 мм	1	1
	32x36 мм	1	1
Конопатка стальная	50 мм	3	0,5
	100 мм	3	0,5
Кувалда тупоносая	2 кг	1	3
	4 кг	1	3
Лампа паяльная керосиновая емкостью	2 л	1	3
Метр стальной складной	-	5	2
Молоток слесарный с квадратным бойком	800 г	5	2
Напильник драчевый плоский То же, круглый	350 мм	1	0,2
	200 мм	1	0,2
Ножовочный станок переставной	-	1	1,5
Ножовочные полотна для ручных станков	250-300 мм	5	0,05
Отвертка длиной	150-300 мм	4	1
Отвес со шнуром	-	5	2
Пассатижи длиной	200 мм	2	2
Прижим для труб верстачный СТД-2007, диаметр труб Ду	15-50 мм	2	1,5

Приспособление для разметки мест установки радиаторных кронштейнов	-	1	3
Рулетка металлическая	20 м	1	2
Скарпель стальной	-	2	1
Трубогиб ручн. типа Вольнова для гнутья труб Ду	15:20:25 мм	1	2
Уровень деревянный слесарный	-	1	1
	200 мм	1	3
Чеканка стальная	100 мм	3	0,5

Набор инструмента и приспособлений для комплексной бригады рабочих по монтажу вентиляционных устройств (2 слесаря по вентиляции, три жестянщика и один газосварщик)

Наименование инструмента, оборудования и приспособлений	Количество	Срок службы (год)
Основные сборочные работы		
Ключи гаечные двусторонние		
9х11 мм	8	1
12х14 мм	8	1
14х17 мм	8	1
19х22 мм	2	1
Ключ гаечный разводной ПТ 36х300 мм	1	2
Молоток:		
Слесарный 800 г	3	2
Кровельный № 2 650 г	3	1
Кувалда 3-кг	2	3
Киянка	2	0,2
Зубило слесарное 20-мм	2	0,5
Ножницы кровельные 320-мм	3	2
Бородок D = 4 мм	4	0,5
Кернер размерочный	1	1
Скарпели 300-мм	2	1
Отвертка 200-мм	1	1

Плоскогубцы комбинированные 150-мм	1	3
Отвес со шнуром 200-г	2	2
Метр складной 1-м	3	2
Уровень слесарный 200-мм	1	3
Рулетка стальная 10-м	1	2
Шило для сшивки ремней 60-мм	2	1
Газосварочные работы		
Баллон кислородный	2	3
Газогенератор ацетиленовый ГВН-1,25	1	2
Резак ацетиленовый	1	2
Горелка комбинированная	1	2
Наконечники сварочные №3,4,6	3	1
Редуктор кислородный	1	3
Шланги:		
кислородные 30-м	1	1
ацетиленовые 30-м	1	1
Щиток предохранительный	1	1
Очки защитные темные	1	0,5
Плоскогубцы комбинированные	1	3
Напильник драчевый:		
плоский 350-мм	1	0,2
круглый 200-мм	1	0,2

7.3 Испытание и сдача в эксплуатацию систем отопления и вентиляции

Тепловое испытание систем отопления. Испытание производить при отключенных котлах и расширительных сосудах гидростатическим методом давлением, равным 1,5 рабочего давления, на не менее 0,2 МПа в самой нижней точке системы.

Система выдержала испытание, если в течение 5 мин. нахождения и под пробным давлением падение давления не превысит 0,02 МПа и отсутствуют течи

в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре, отопительных приборах и оборудовании.

Величина пробного давления при гидростатическом методе испытания для системы отопления не должна превышать предельного пробного давления для чугунных радиаторов.

При положительной температуре наружного воздуха:

Испытания следует производить при температуре воды в подающих магистралях не менее 60°C, при этом все нагревательные приборы должны прогреваться равномерно.

При отрицательной температуре наружного воздуха:

Испытания следует производить при соответствующей температуре теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха во время испытания (но не менее 50°C) и при располагаемом давлении в системе согласно проекту, тепловое испытание систем отопления следует производить в течение 7 часов. Прогрев приборов осуществляется на ощупь.

- лица, занятые гидравлическим испытанием, должны находиться в безопасных местах и быть ограждены на случай возможного выбивания заглушек.

Заглушки, люки фланцевые и другие соединения следует во время испытания отметить предупредительными знаками;

- стоять против заглушки, вентиля или задвижки, находящихся под давлением, запрещается;

- при гидравлическом испытании труб и арматуры заглушки необходимо крепить полным комплектом шпилек по количеству отверстий во фланцах;

- до начала гидравлического испытания трубопровода или арматуры должны быть тщательно проверены запорные приборы и заглушки.

Производить гидравлическое испытание при неисправном манометре запрещается;

- при гидравлическом испытании труб и арматуры запрещается поднимать давление выше, чем это предусмотрено правилами Госгортехнадзора;

- устранять дефекты арматуры во время нахождения ее под давлением запрещается;

- подъем и снижение давления необходимо производить постепенно;

- одновременно гидравлическое испытание нескольких трубопроводов, смонтированных на одних опорных конструкциях или эстакаде, допускается, если эти опорные конструкции или эстакады рассчитаны на соответствующие нагрузки;

- перед продувкой трубопровода необходимо внимательно проверить надежность закрепления его в опорах и закрепление самих опор;

- запрещается находиться у противоположного конца труб, например, змеевика пароперегревателя, при их продувке воздухом. При выполнении этой

работы на противоположном конце трубы должен быть установлен предохранительный щит;

- во избежание несчастного случая при пробое прокладки или какой-либо другой аварии находиться против фланцевых соединений и швов во время продувки трубопровода и испытания его на плотность запрещается;

- производить какие бы то ни было работы на трубопроводе, находящемся под давлением, кроме обтяжки фланцев, запрещается.

Обтяжка болтов фланцевых соединений допускается только при давлении, не превышающем 3 ст;

- для предупреждения несчастных случаев у места отвода пара в атмосферу снаружи здания должен быть поставлен специальный дежурный;

- перед испытанием трубопровода на плотность под давлением пара необходимо убедиться в надежном действии запорной арматуры и заглушек, обратив особое внимание на отключение трубопровода от пароприемника.

Испытания вентиляционных систем. Система вентиляции воздуха перед пуском должна пройти предпусковые испытания и регулирование.

Испытывает и монтирует систему вентиляции монтажная организация, выполнявшая монтаж системы.

К началу индивидуальных испытаний системы следует закончить общестроительные и отделочные работы, а также закончить монтаж и индивидуальные испытания средств обеспечения (электроснабжения и т. д.)

Перед пусковыми испытаниями проверяют:

- соответствие проекту и правильность установки вентиляционного оборудования, изготовления и монтажа воздуховодов, каналов, вентиляционных камер, шахт и других устройств;

- прочность креплений вентиляционного оборудования, воздуховодов и других элементов;

- правильность установки жалюзийных решеток, наличие фиксирующих приспособлений;

- выполнение предусмотренных проектом мероприятий по борьбе с шумом.

Выявленные в процессе проверки неисправности в системах должны быть устранены до начала испытаний.

При испытании проверяют соответствие производительности вентилятора проектным данным: выявляют неплотности, имеющиеся в воздуховодах; определяют соответствие проектным данным объемов воздуха, проходящего через воздухораспределители и воздухозаборные устройства; равномерность прогрева калориферов; соответствие температур и влажности подаваемого в помещение воздуха проектным данным. Эти показатели определяют правильность работы калорифера и увлажнительных камер; определяют скорость подаваемого воздуха.

Результаты испытаний заносят в протокол по установленной форме. После устранения всех выявленных отступлений или отклонений от проекта приступают к испытанию систем. Отклонения показателей по расходу воздуха от предусмотренных проектом после регулировки и испытания системы вентиляции допускается: 10% - по расходу воздуха, проходящего через воздухораспределительные устройства.

Контрольно-измерительные приборы применяемые при испытаниях: микроманометры, пневмометрические трубки, анемометры, термометры, термометры, психрометры, барометры, тахометры и секундомеры.

Сдача в эксплуатацию.

Смонтированные системы вентиляции принимают в эксплуатацию после индивидуальных испытаний и регулирования при условии исправной и неисправной работы установок в течении 7 ч.

Все площадки, на которых смонтировано вентиляционное оборудование, должны иметь постоянные лестницы в соответствии с правилами техники безопасности. Оставленные проемы в перекрытиях должны быть ограждены перилами.

Перед пуском вентиляционного оборудования проверяют надежность ограждения муфт и других движущихся частей установок, натяжение ремней и др. Во время пуска агрегатов следует находиться в стороне от вентиляторов и ременных передач.

Монтажнику систем вентиляции, пневмотранспорта и аспирации категорически запрещается включать и выключать электродвигатели вентиляционного оборудования и присоединять приборы к электросети. Все эти работы должен выполнять дежурный электрик строительной или эксплуатирующей организации.

При обнаружении ударов, подозрительного шума, перегрева электродвигателей, вибрации вентиляционного оборудования или прекращения подачи электроэнергии необходимо об этом сообщить дежурного электрику. В период осмотра колес вентиляторов, подшипников и при работе внутри вентиляционных воздуховодов дежурный электрик должен полностью обесточить систему или снять пробки у пусковых устройств и повесить табличку «Не включать – работают люди!».

Категорически запрещается находиться внутри вентиляционных воздуховодов, бункеров, циклонов, скрубберов и других устройств до полной остановки соответствующей вентиляционной системы. Вентиляционные установки следует проветрить и освободить от газовой среды и пыли.

Пуск, наладка и регулировка системы вентиляции

Системы регулируют только в тех случаях, когда фактические расходы воздуха по ответвлениям не соответствуют проектным данным. Расход воздуха в сети воздуховодов регулируют шиберами, дроссель-клапанами, диафрагмами

и др. Вентиляционные установки регулируют по отдельным воздуховыпускным отверстиям, по каждой ветви системы вентиляции, по отдельным ветвям системы. Расход воздуха по воздуховыпускным или воздухозаборным отверстиям регулируют путем дросселирования одного из двух наиболее удаленных от вентилятора отверстий какой-либо ветви и уравнивают в них отношение фактического количества воздуха к проектному. Принимая в дальнейшем оба отрегулированных отверстия за единое, аналогично регулируют последующее отверстие. Таким образом регулируют другие ветви установки.

После регулирования расхода воздуха по отверстиям всех ветвей вновь делают измерения и определяют фактическое количество воздуха, проходящего по отдельным ветвям. Регулирование по ветвям системы производят аналогично регулированию по отверстиям начиная с наиболее отдаленной от вентилятора ветви. Проектная производительность установки и проектные расходы воздуха по вентиляционным отверстиям после окончания регулирования сети могут быть достигнуты путем изменения степени открытия дросселирующих устройств, установленных на магистральных воздуховодах, или путем изменения частоты вращения вентилятора. Отклонения показателей по расходу воздуха от предусмотренных проектом после регулирования и испытания систем вентиляции допускаются:

$\pm 10\%$ - при прохождении воздуха через воздухораспределительные и воздухоприемные устройства общеобменных установок, систем при условии обеспечения требуемого подпора (разрежения) воздуха в помещении;

$\pm 10\%$ - воздуха, удаляемого через местные отсосы и подаваемого через душирующие патрубки.

Величина подсоса или утечки воздуха в рукавных фильтрах и клапанах, отключающих ответвления, не должна превышать величин, указанных в технических условиях и паспортах на это оборудование.

В тех случаях, когда необходимая производительность установки не может быть достигнута с помощью установленного вентилятора или электродвигателя, то замена этого оборудования должна быть согласована с проектной организацией.

Продолжительность обкатки вентиляционного оборудования принимают по техническим условиям или паспорту испытуемого оборудования. По результатам его испытаний составляют акт.

При регулировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха до проектных параметров с учетом требований ГОСТ 12.4.021-75 следует: испытать вентиляторы при работе их в сети (определение соответствия фактических характеристик паспортным данным – подачи и давления воздуха, частоты вращения); проверить равномерность прогрева (охлаждения) теплообменных аппаратов и отсутствие выноса влаги через каплеуловители оросительных камер; испытать и отрегулировать систему с целью достижения проектных показателей

по расходу воздуха в воздуховодах, местных отсосах по воздухообмену в помещениях и определение в системах подсосах или потерь воздуха.

При комплексно опробовании систем вентиляции и кондиционировании воздуха в состав пусконаладочных работ входят: опробовании одновременно работающих систем; проверка работоспособности систем вентиляции и кондиционирования воздуха при проектных режимах работы с определением соответствия фактических параметров проектным; выявление причин, по которым не обеспечиваются проектные режимы работы систем и принятие мер по их устранению; опробование устройств защиты, блокировки, сигнализации и управления оборудования; измерения уровней шума в расчетных точках.

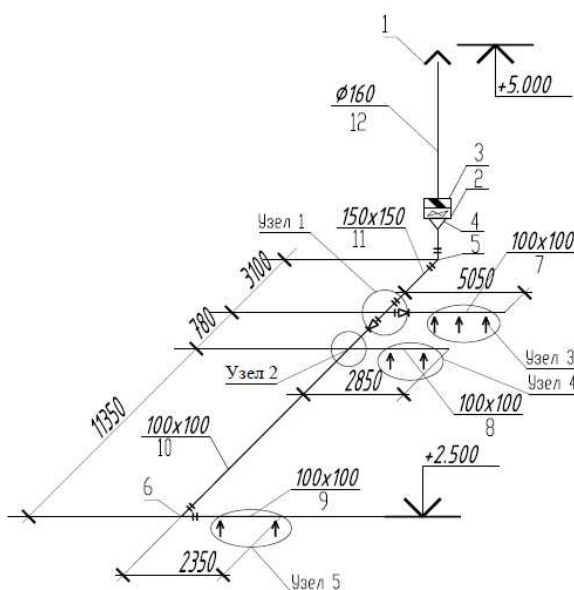
Комплексное опробование систем осуществляется по программе и графику, разработанным заказчиком или по его поручению наладочной организацией и согласованным с генеральным подрядчиком и монтажной организацией.

После окончания предпусковых испытаний и регулирования систем вентиляции составляют акт на предпусковое испытание и регулирование вентиляционных систем, а также паспорт на каждую вентиляционную установку.

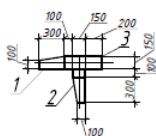
Санитарно-гигиенические испытания вентиляционных устройств заключаются в определении содержания в воздухе помещений вредных газов, паров и пыли, выполнении измерений температуры и влажности воздуха на рабочих местах, определении содержания производственных вредностей и выявлении соответствия состояния воздушной среды действующим Санитарным нормам.

Расчет заготовительных длин воздуховодов системы вентиляции бытового корпуса производственной базы в г. Канск.

Схема системы ВЗ, бытового корпуса



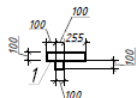
Узел 1 (М:50)



Спецификация узла 1

Деталь	Наименование	Длина, l, мм	F, м ²
1	Переход 150x150-100x100	300	0,17
2	Переход 150x150-100x100	300	0,17
3	Воздуховод 150x150	450	0,27

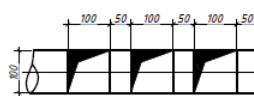
Узел 2 (М:50)



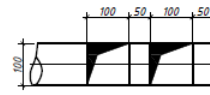
Спецификация узла 1

Деталь	Наименование	Длина, l, мм	F, м ²
1	Воздуховод 100x100	455	0,182

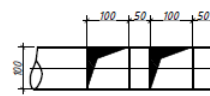
Узел 3 (М:10)



Узел 4 (М:10)



Узел 5 (М:10)



Заглушить

Заглушить

Заглушить

Комплектовочная ведомость

Деталь	Наименование детали	Размеры воздуховода, мм		Длина, мм	Центральный угол	Количество, шт	Площадь поверхности, м ²		Примечания
		Круглого	Прямоугольного				Одной детали	Общая	
1	ЗК.00.000-00	160				1			
2	канальн вен-р СК160С			228		1			Масса 4,3 кг
3	клапан обр. RSK160			120		1			
4	Переход с квадр.на кругл.			300		1			
5	Отвод		150x150	275	90	1	0,27		
6	-----		100x100	250	90	1	0,21		
7	Воздуховод с решетками		100x100	4575		1	0,4	1,83	Площадь на 1 м.
8	-----		100x100	2700		1	0,4	1,08	Площадь на 1 м.
9	-----		100x100	2100		1	0,4	0,84	Площадь на 1 м.
10	Воздуховод		100x100	10950		1	0,4	4,38	Площадь на 1 м.
11	-----		150x150	2550		1	0,6	1,53	Площадь на 1 м.
12	-----	160		1577		1	0,5	0,79	Площадь на 1 м.

Расчет заготовительных длин воздуховодов

1. Расчет воздуховодов с решетками

$$7 = 5050 - 300 - 100 + 150/2 \text{ (см. узел 1)} = 4575 \text{ м;}$$

$$8 = 2850 - 100 - 100/2 \text{ (см. узел 2)} = 2700 \text{ м;}$$

$$9 = 2350 - 250 \text{ (отвод 6)} = 2100 \text{ м.}$$

2. Расчет воздуховодов

$$10 = 11350 - 250 \text{ (отвод 6)} - 150 \text{ (см. узел 2)} = 10950 \text{ м;}$$

$$11 = 3100 - 200 - 150/2 \text{ (см. узел 1)} - 275 \text{ (отвод 5)} = 2550 \text{ м;}$$

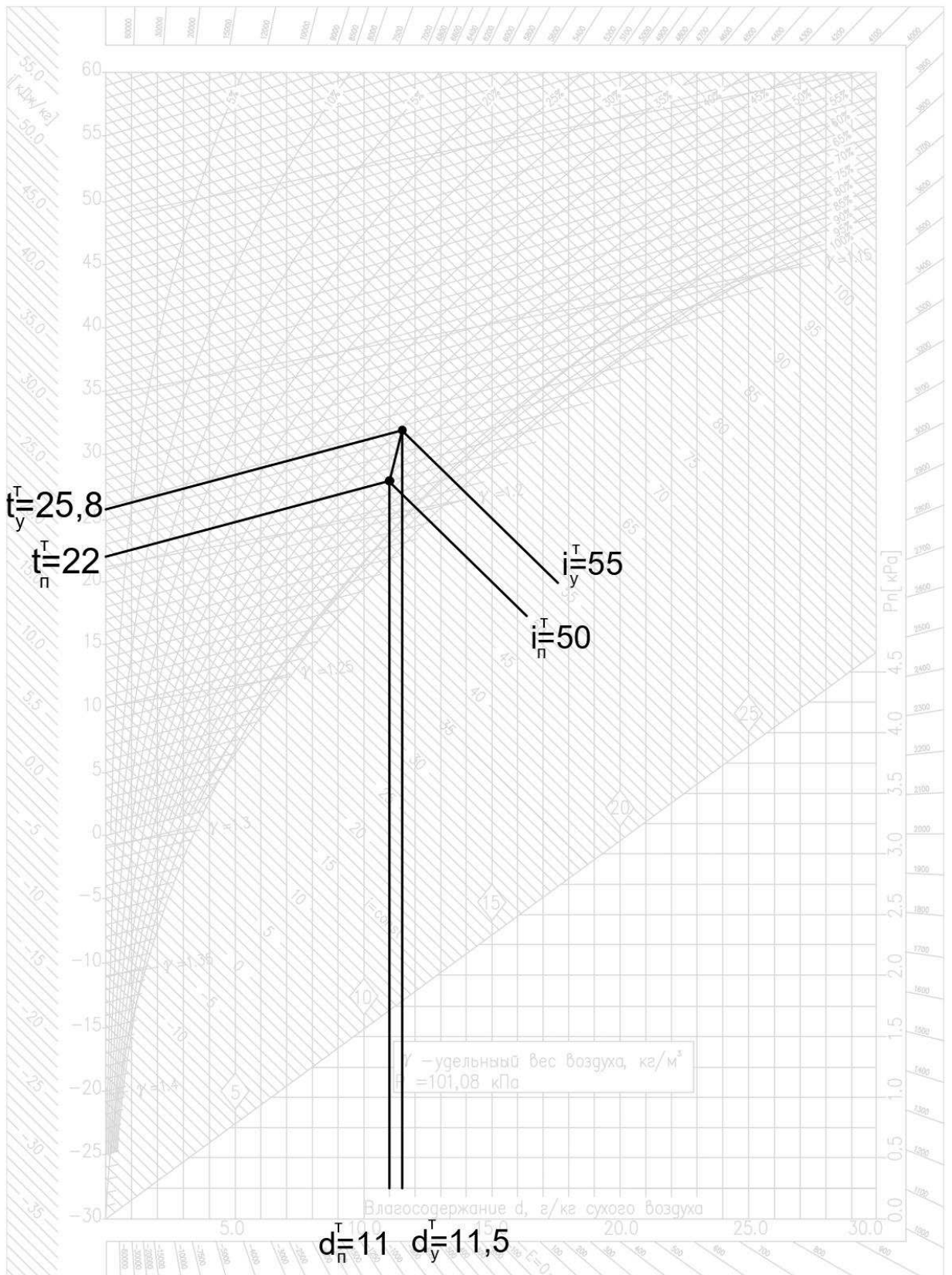
$$12 = 5000 - 2500 - 275 \text{ (отвод 5)} - 300 \text{ (переход 4)} - 120 \text{ (клапан 3)} - 228 \text{ (вентилятор 2)} = 1577 \text{ м.}$$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

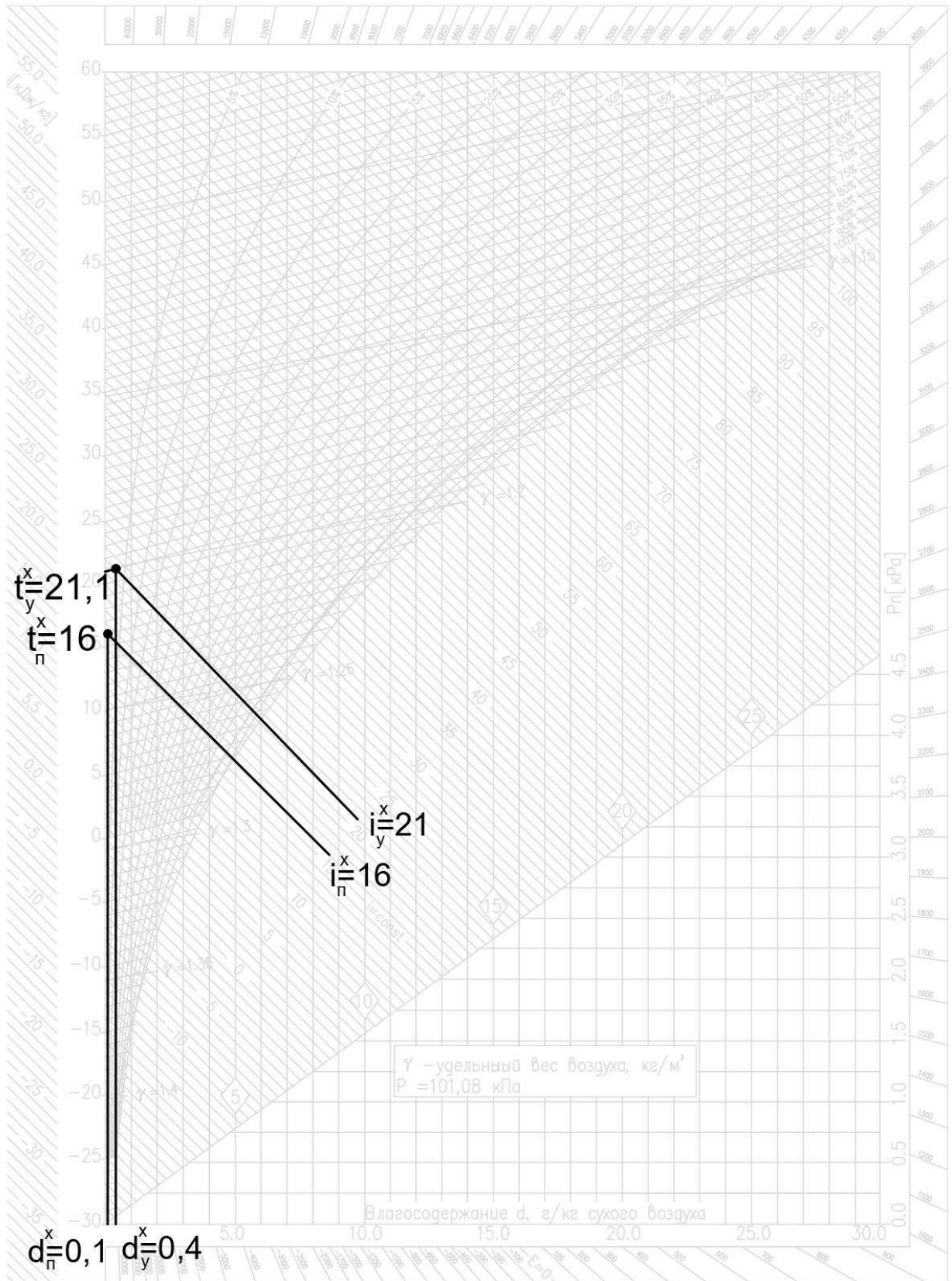
- 1.СНиП 23-01-99. Строительная климатология/Госстрой России, 1999-68с;
- 2.СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий/Госстрой РФ, 2003-34с;
- 3.СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий/Госстрой России.-М.2004-323с;
- 4.СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование/Госстрой России.-М.2004-71с;
- 5.СНиП 2.09.04-87*. Административные и бытовые здания/Госстрой Комитет СССР.-М.1994-38с;
- 6.Отопление и вентиляция. Учебник для вузов. Ч 2. Вентиляция / Под ред. В.Н.Богословского. – М.: Стройиздат, 1976. – 439с;
- 7.СНиП 31-04-2001.Складские здания/Госстрой России-М.2001-7с;
8. Методические указания к курсовому проекту «Отопление и вентиляция промышленного здания». В.К. Шмидт, И.М.Шалаев/КИСИ.- Красноярск,1988.-42с;
9. Пособие 2.91 к СНиП 2.04.05-91 «Расчет поступления теплоты солнечной радиации в помещения»;
10. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Жилые здания со встроенно-пристроенными помещениями общественного назначения и стоянками автомобилей. Справочное пособие.-М.:Пантори, 2003.-308с.:ил;
11. ОНТП-01-91/Росавтотранс. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта/ Росавтотранс, - М.1991. – 39с;
12. ВСН 01-89. Ведомственные строительные нормы предприятия по обслуживанию автомобилей/Минавтотранс РСФСР – М.1990 – 24с;
- 13.Справочник проектировщика, часть 3«Вентиляция и кондиционирование воздуха».под ред. Н.Н.Павлова, Ю.И. Шиллера-4-е изд. перераб. и доп.- М.:Стройиздат,1992, 319с;
- 14.Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.II. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Под ред. И.Г.Старовойта и Ю.И.Шиллера. – М.: Стройиздат, 1990-370с;
15. Каталоги фирмы Danfoss , Grundfoss;
- 16.Технология монтажа и заготовительные работы».В.И. Сосков, М.:Высшая школа, 1989.-344с;
17. Справочник мастера-сантехника. Б.А. Журавлев, С.Н. Лисицын, М.:Стройиздат,1966.-490с;
- 18.«Монтаж систем вентиляции и кондиционирования воздуха».- Учеб.для ПТУ, С.А.Харланов, В.А.Степанов, М.:Высшая школа, 1991.-262с;

19. Каганов Ш.И. Охрана труда при производстве санитарно-технических и вентиляционных работ. – М.: Стройиздат, 1989. – 300с;
20. Дикман Л.Г. Организация жилищно-гражданского строительства. – М: Стройиздат, 1990. – 495с. – (Справочник строителя);
21. Приложения к методическим указаниям по организации строительного производства спец. 290700 (курсовое и дипломное проектирование) -8с.

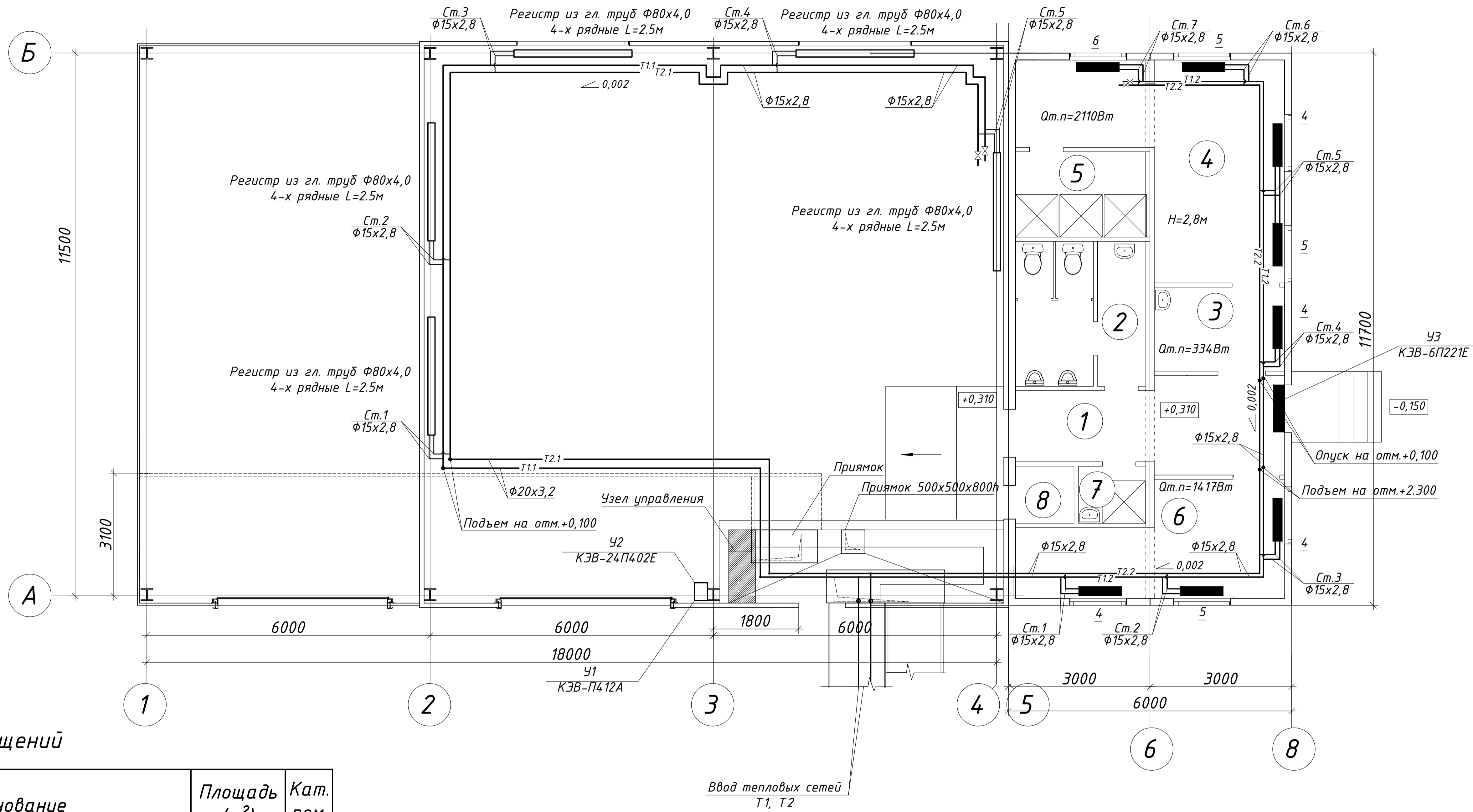
ПРИЛОЖЕНИЕ А



ПРИЛОЖЕНИЕ Б



План на отм. +0,000



Экспликация помещений

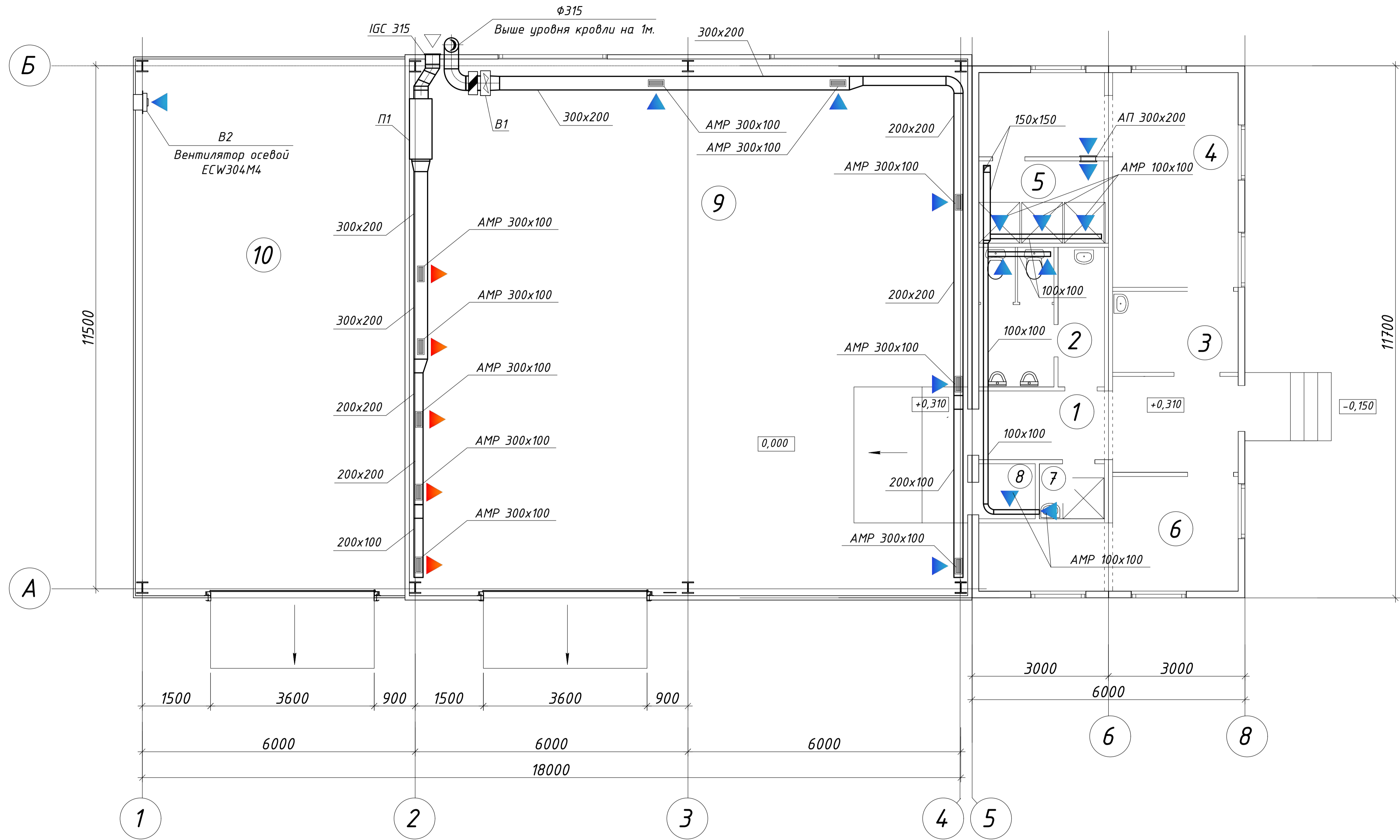
№ п.п.	Наименование	Площадь (м ²)	Кат. пом.
1	Коридор	10,26	
2	Туалет мужской	8,06	
3	Тамбур	4,91	
4	Раздевалка мужская	18,38	
5	Душевая	5,16	
6	Комната персонала	11,36	
7	Комната уборочного инвентаря	1,73	
8	Помещение для хранения отработанных люминисцентных ламп	1,50	
9	Ремонтный цех	134,3	
10	Холодный склад материалов	70,0	

Примечание:

- Все трубопроводы, отопительные приборы условно отнесены от стены.
- Завесу КЭВ-П412А установить вертикально в верхней части проема, завесу КЭВ-24П404Е-установить вертикально в нижней части проема. Завесу КЭВ - 6П221Е установить горизонтально над дверным проемом.

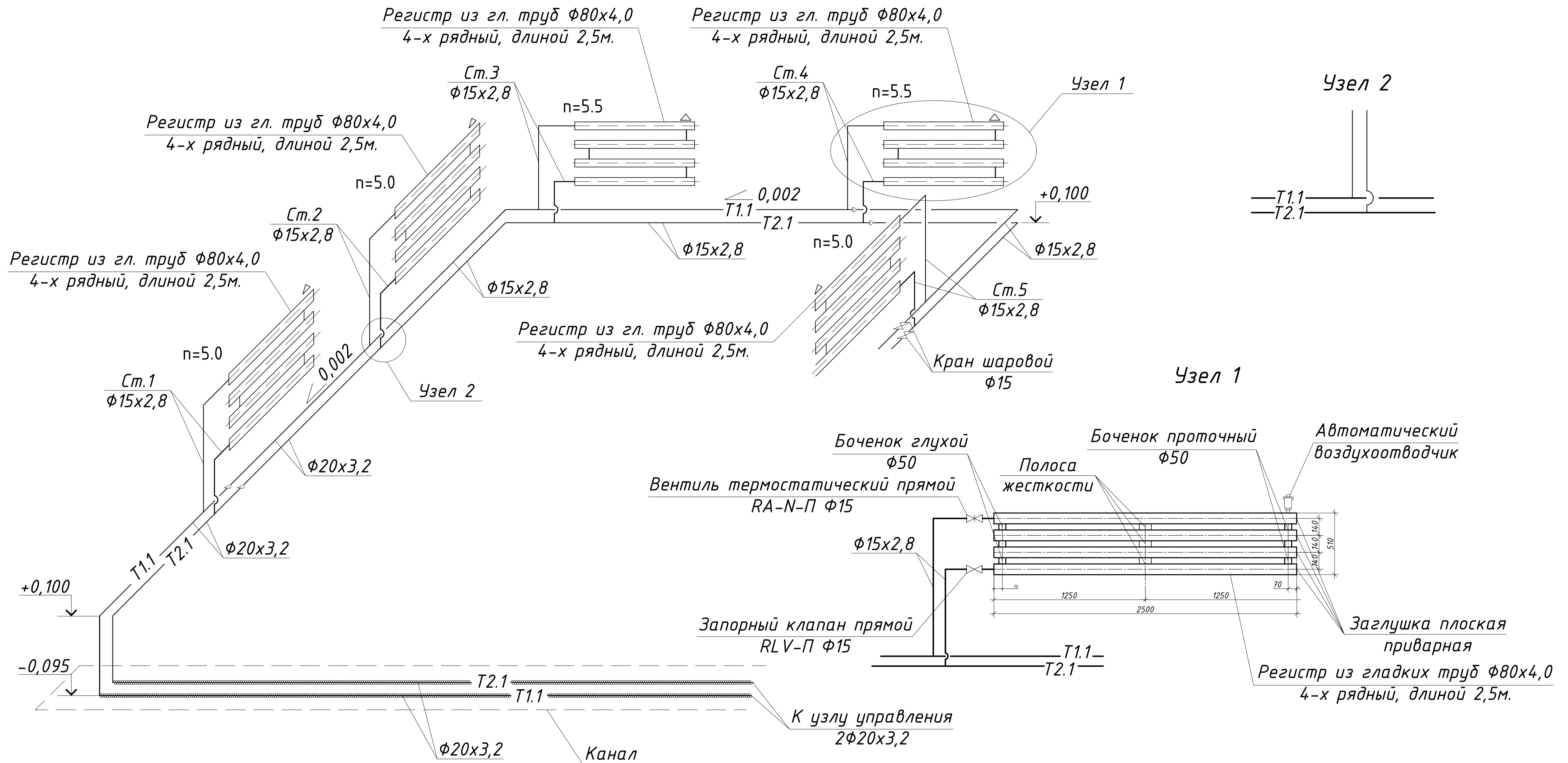
СФУ ИСИ ДП-08.03.01.05 ОВ					
Отопление и вентиляция производственной базы в г. Канск					
Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подп.	Дата
Разраб.	Михайлова				
Руководит.	Шmidt				
Консульт.	Шmidt				
И.Контр.	Шmidt				
Зав. каф.	Матвешенко				
Бытовой корпус с холодным складом и ремонтным цехом				Стация	Лист
Отопление. План на отм. 0,000				у	2
				Листов	6
				Каф. ИСЗиС	

План на отм. +0,000



СФУ ИСИ ДП-08.03.01.05 ОВ					
Отопление и вентиляция производственной базы в г. Канск					
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Михайлова				
Руководит.	Шmidt				
Консульт.	Шmidt				
И.Контр.	Шmidt				
Зав. каф.	Матюшенко				
Бытовой корпус с холодным складом и ремонтным цехом				Стация	Лист
Вентиляция. План на отм. 0,000				у	3
				Листов	6
				Каф. ИСЗиС	

Схема системы отопления Т1.1, Т2.1

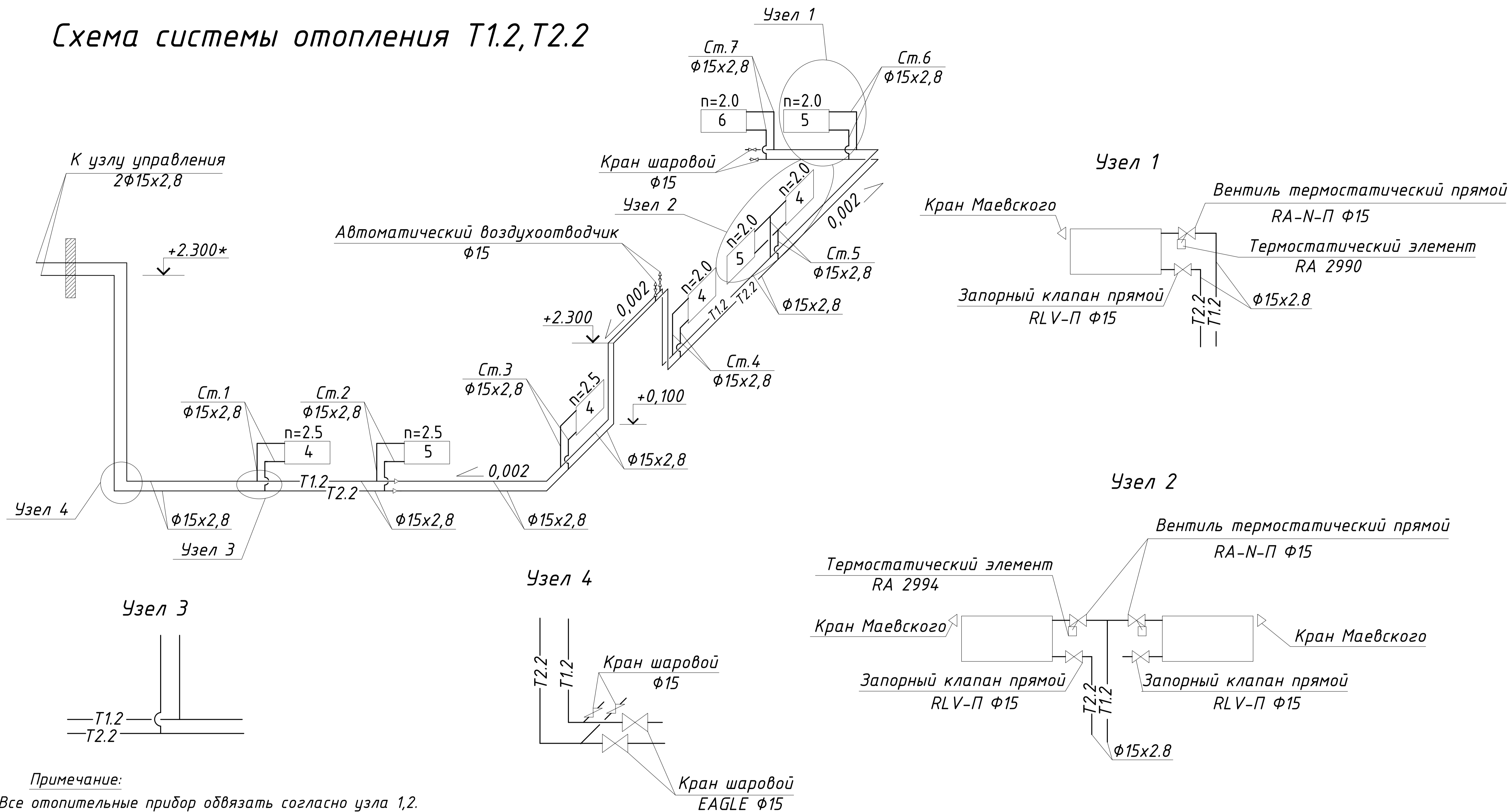


Примечание:

1. Подводки к регистрам принять равным 500 мм.
2. Все регистры обвязать согласно узла 1. Стояки и подводки к регистрам выполнить Ду 15 мм.
3. Трубы и отопительные приборы (регистры) окрасить масляной краской за 2 раза.
4. На всех стояках системы отопления не устанавливать отключающей и спускной арматуры, смотри узел 2.
5. Магистральные трубопроводы проложить с уклоном 0.002 в сторону узла управления.
6. Магистральные трубопроводы, прокладываемые в канале пола покрыть теплоизоляцией на основе вспененного каучука Kaiflex ST, толщиной 13 мм.
7. На концевых участках магистрального трубопровода установить спускные краны Ду15 мм с возможностью подсоединения дренажного шланга.

						СФУ ИСИ ДП-08.03.01.05 ОВ		
						Отопление и вентиляция производственной базы в г. Канск		
Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подп.	Дата	Бытовой корпус с холодным складом и ремонтным цехом		
Разраб.	Михайлова					Стация	Лист	Листов
Руководит.	Шmidt					У	4	6
Консульт.	Шmidt							
И.Контр.	Шmidt					Отопление.		
Зав. каф.	Матвешенко					Схема системы отопления Т1.1, Т2.1. Узлы 1,2		
						Каф. ИСЗиС		

Схема системы отопления Т1.2, Т2.2



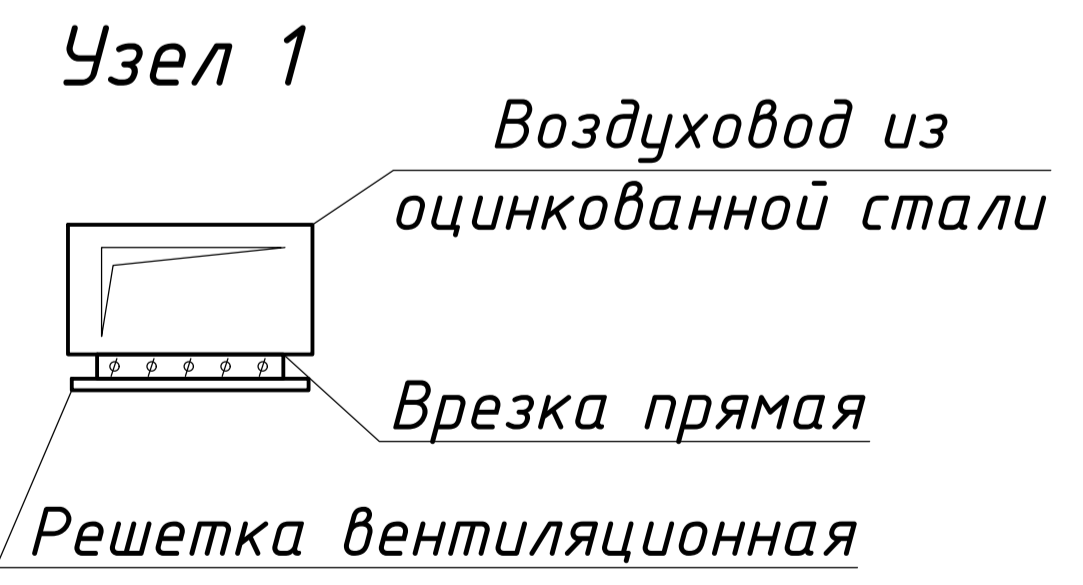
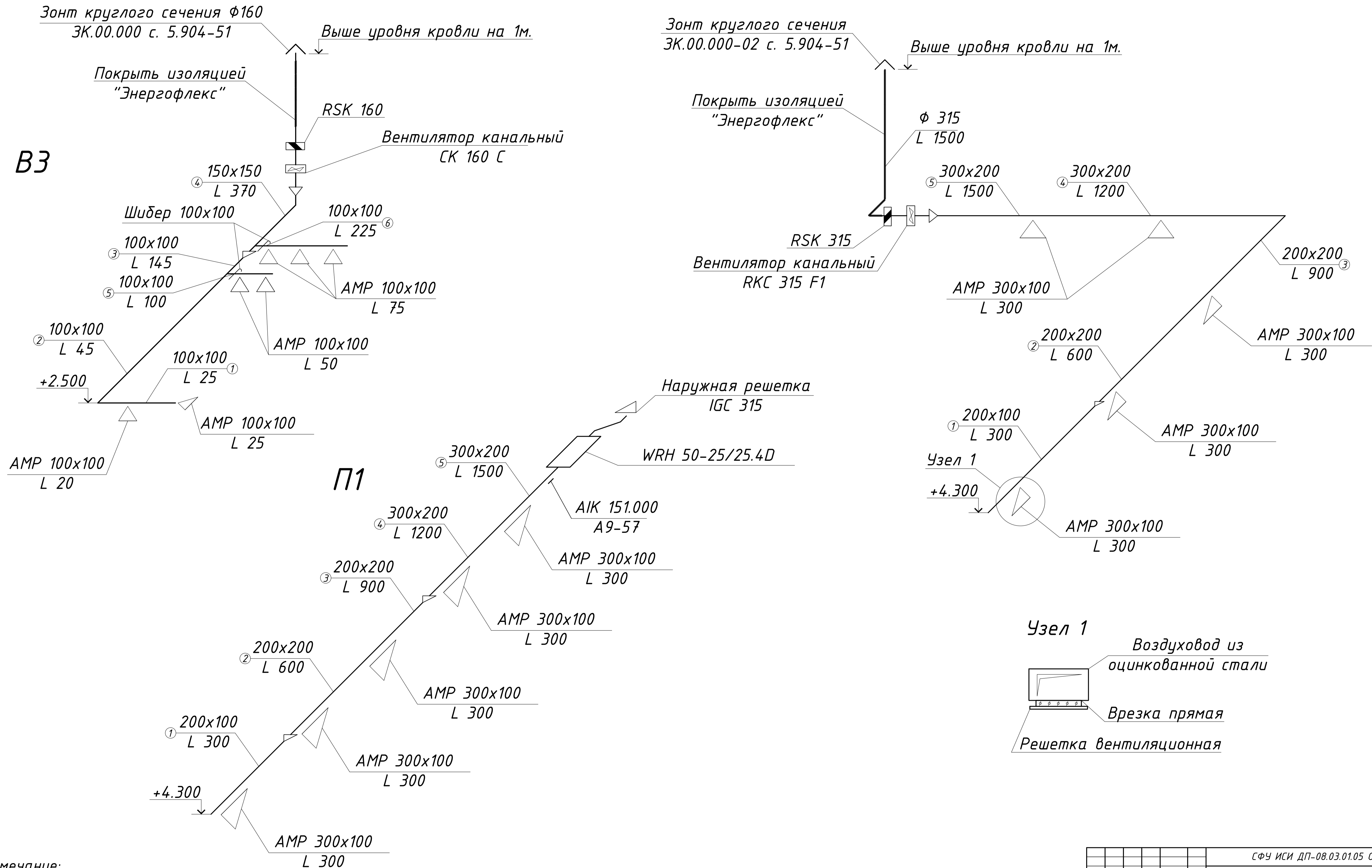
Примечание:

1. Все отопительные прибор обвязать согласно узла 1,2.
2. Подводки к отопительным приборам выполнить Ду 15 мм.
3. Подводки к отопительным приборам принять равным 500 мм.
4. Стояки и подводки к отопительным приборам окрасить масляной краской за 2 раза.
5. На всех стояках системы отопления не устанавливать отключающей и спускной арматуры, смотри узел 3.
6. В верхних точках магистральных трубопроводов системы отопления установить автоматические воздухоотводчики.
7. Магистральные трубопроводы покрыть изоляцией Энергофлекс толщиной 13 мм и проложить с уклоном 0,002 в сторону узла управления.
8. На концевых участках магистрального трубопровода установить спускные краны Ду 15 мм с возможностью подсоединения дренажного шланга.

СФУ ИСИ ДП-08.03.01.05 ОВ							
Отопление и вентиляция производственной базы в г. Канск							
Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подп.	Дата		
Разраб.	Михайлова						
Руководит.	Шmidt						
Консульт.	Шmidt						
И.Контр.	Шmidt						
Зав. каф.	Матюшенко						
Бытовой корпус с холодным складом и ремонтным цехом					Стация	Лист	Листов
Отопление.					У	5	6
Схема системы отопления Т1.2, Т2.2 Узлы 1-4					Каф. ИСЗиС		

Схема системы П1, В1, В3

В1



Примечание:

1. Решетки врезать через прямую врезку, для предотвращения сужения сечения воздуховода.

СФУ ИСИ ДП-08.03.01.05 ОВ					
Отопление и вентиляция производственной базы в г. Канск					
Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подп.	Дата
Разраб.	Михайлова				
Руководит.	Шнидт				
Консульт.	Шнидт				
И.Контр.	Шнидт				
Зав. каф.	Матюшенко				
Бытовой корпус с холодным складом и ремонтным цехом				Стация	Лист
				У	6
Схемы систем вентиляции П1, В1, В3. Узел 1				Листов 6	
				Каф. ИСЗиС	

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный
институт

Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Занимающий кафедру


А.И. Мирошченко
подпись инициалы, фамилия

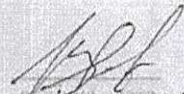
«30» 06 2020г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01.05 – Теплогазоснабжение и вентиляция
код – наименование направления

Отопление и вентиляция производственной базы в г. Канск
тема


Руководитель


подпись, дата 22.06

Кандидат технических наук, доцент
должность, ученая степень

В.К. Шмидт
инициалы, фамилия

Выпускник


подпись, дата 22.06.2020

Д.С. Михайлова
инициалы, фамилия

Красноярск 2020