

Федеральное государственное  
автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Инженерно-строительный  
институт  
Инженерные системы зданий и сооружений  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ А.И.Матюшенко  
подпись                      инициалы, фамилия  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01.05

код – наименование направления

Отопление и вентиляция автотехцентра в г. Саяногорске

тема

Руководитель \_\_\_\_\_  
подпись, дата

доцент, к. т. н  
должность, ученая степень

В. К. Шмидт  
инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_  
подпись, дата

М.Д.Шарова  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер \_\_\_\_\_  
подпись, дата

В. К. Шмидт  
инициалы, фамилия

Красноярск 2020

## Реферат

Выпускная квалификационная работа на тему «Отопление и вентиляция автотехцентра г. Саяногорска» содержит 76 страниц, 6 рисунков, 13 таблиц, 41 формулу, 5 приложений, 13 использованных источников, 11 листов графического материала.

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ, ТЕПЛОПОТЕРИ, ТЕПЛОВОЙ РАСЧЁТ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ, ВОЗДУХООБМЕН, ВОЗДУШНЫЙ БАЛАНС, АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ.

Целью настоящей работы было обеспечение нормируемых параметров микроклимата в помещениях автотехцентра.

Для достижения поставленной цели был определён ряд технических задач:

- а) теплотехнический расчёт ограждающих конструкций здания;
- б) расчёт теплопотерь здания через ограждающие конструкции;
- в) расчёт системы отопления;
- г) расчёт системы вентиляции.

В результате проведённого точного расчёта, в здании автотехцентра запроектированы системы отопления и вентиляции, обеспечивающие нормируемые параметры микроклимата. Кроме того, данные системы имеют высокую энергоэффективность, что в настоящее время является актуальным.

## Содержание

Введение .....	7
1 Исходные данные для проектирования .....	8
1.1 Характеристика объекта и района строительства .....	8
1.2 Расчетные параметры воздуха .....	8
1.2.1 Расчетные параметры наружного воздуха .....	8
1.2.2 Расчетные параметры внутреннего воздуха .....	9
2 Тепловой режим помещений .....	10
2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций .....	10
2.2 Расчет тепловых потерь помещений .....	13
3 Отопление .....	18
3.1. Принципиальные схемы решения отопления .....	18
3.2 Расчет отопительных приборов и гидравлический расчет систем .....	22
4 Вентиляция .....	22
4.1 Расчет поступления вредных веществ .....	22
4.1.1 Теплопоступления от источников искусственного освещения .....	22
4.1.2 Теплопоступления в помещение за счет солнечной радиации .....	23
4.1.3 Выделение окиси углерода от автомобилей .....	24
4.1.5 Теплопоступления от людей .....	25
4.2 Баланс помещений по вредностям .....	25
4.3 Уравнения воздушных балансов помещений .....	27
4.4 Расчет температур приточного и удаляемого воздуха .....	27
4.5 Расчет воздухообменов помещений .....	30
4.6 Воздухообмен по нормируемой кратности .....	33
4.7 Расчет воздухораспределителей .....	34
4.8 Принципиальные схемы решения систем вентиляции .....	35
4.9 Аэродинамический расчет систем .....	36
4.10 Расчет и подбор оборудования систем .....	41
4.11 Воздушно-тепловая завеса .....	41
5 Монтажное проектирование систем вентиляции .....	43
5.1 Подготовительные работы перед монтажом системы вентиляции .....	43
5.2 Описание последовательности монтажа систем вентиляции .....	45

5.3 Испытание систем вентиляции.....	47
5.4 Набор инструментов и приспособлений для монтажа системы вентиляции .....	49
5.5 Расчет заготовительных длин воздуховодов.....	51
Заключение .....	53
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....</b>	<b>54</b>
Приложение А .....	55
Приложение Б.....	65
Приложение В .....	69
Приложение Г .....	73
Приложение Д .....	76

## Введение

Главной мерой, обеспечивающей комфортный отдых людей и высокую производительность труда, является, в условиях производства, проектирование отопления и вентиляции. Главная роль систем отопления и вентиляции заключается в сохранении окружающей среды от загрязнения.

В производственных зданиях целесообразно использовать комбинированные системы для повышения энергоэффективности, которые отвечают санитарно-гигиеническим нормам и технологическим требованиям на высоком уровне.

Решающим фактором является монтаж, наладка и эксплуатация спроектированных систем, от этого непосредственно зависит эффективность работы выполненных расчетов и правильных подборов схем систем.

В представленной работе рассмотрены вопросы проектирования, конструирования, монтажа и эксплуатации отопительно – вентиляционных систем на примере здания автотехцентра.

## 1 Исходные данные для проектирования

### 1.1 Характеристика объекта и района строительства

Назначение объекта проектирования – автотехцентр.

Географический пункт расположения объекта проектирования г. Саяногорск; географическая широта 53° с.ш.

Ориентация главного фасада здания – ЮВ.

Этажность объекта – 2 этажа, высота этажа – 4 м.

Основные характеристики ограждений здания:

Наружные стены – сэндвич-панели (оцинкованные листы с утеплителем Пеноплекс);

Остекление – двухкамерный стеклопакет в алюминиевых отдельных переплётах;

Двери – двойные 2x2,085, одинарная 1,274x2,085;

Полы – неутепленные на грунте (керамическая плитка);

Перекрытие – стальной профнастил, минераловатный утеплитель «Техноруф», пленка пароизоляционная «ТехноНиколь»

Теплоноситель в системе отопления – вода с параметрами  $T_1/T_2=95/70^\circ\text{C}$ .

### 1.2 Расчетные параметры воздуха

#### 1.2.1 Расчетные параметры наружного воздуха

Расчетные параметры наружного воздуха при разработке проекта для здания принимаются в соответствии с п. 5.13 [1] для теплого и холодного периодов согласно [2], используя таблицу 10.1 [2].

Параметр А – для систем вентиляции в теплый период года;

Параметр Б – для систем отопления и вентиляции в холодный период года.

Принятые расчетные параметры наружного воздуха заносим в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчетные параметры наружного воздуха

Период года	Параметр А				Параметр Б			
	Температура, $t_n, ^\circ\text{C}$	Удельная энтальпия, $I_n, \text{кДж/кг}$	Относительная влажность, $\varphi, \%$	Скорость ветра, $v, \text{м/с}$	Температура, $t_n, ^\circ\text{C}$	Удельная энтальпия, $I_n, \text{кДж/кг}$	Относительная влажность, $\varphi, \%$	Скорость ветра, $v, \text{м/с}$
Холодный	-	-	-	-	-39	-39,2	77	4,4
Теплый	22,1	46,4	57	1	-	-	-	-

## 1.2.2 Расчетные параметры внутреннего воздуха

Расчет параметров внутреннего воздуха произведен согласно [1] в соответствии с [3] и [4]. Категория работы для производственных помещений принята Пб. Для теплого периода года температуру внутреннего воздуха принимаем на 4 °С выше температуры наружного воздуха.

Принятые параметры внутреннего воздуха приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчетные параметры внутреннего воздуха

№ помещения	Наименование помещения	Расчетные параметры					
		Теплый период года			Холодный период года		
		Температура, $t_{в}, ^\circ\text{C}$	Относительная влажность, $\varphi, \%$	Скорость движения воздуха, $v, \text{м/с}$	Температура, $t_{в}, ^\circ\text{C}$	Относительная влажность, $\varphi, \%$	Скорость движения воздуха, $v, \text{м/с}$
I этаж							
1	Выстовочный зал	26	60	0,2	16	55	0,2
2	Магазин	26	60	0,2	16	55	0,2
3	Предпродажная подготовка машин	26	60	0,2	16	55	0,2
4	Мойка	26	60	0,2	16	55	0,2
5	Агрегатная	26	60	0,2	16	55	0,2
6	Склад масел	26	60	0,2	16	55	0,2
7	Инструментальная	26	60	0,2	16	55	0,2
8	Гардероб мужской	26	60	0,2	16	55	0,2
9	Санузел	26	Н	Н	16	Н	Н
10	Душевая	26	Н	0,25	25	Н	0,2
11	Раздевалка	26	Н	Н	21	Н	Н

Окончание таблицы 1

2 этаж							
12	Комната отдыха	26	60	0,25	18	55	0,3
13	Кабинет директора	26	60	0,25	18	55	0,3
14	Холл	26	Н	Н	16	Н	Н
15	Приемная	26	60	0,25	18	55	0,3
16	Кабинет главного бухгалтера	26	60	0,25	18	55	0,3
17	Касса	26	60	0,25	18	55	0,3

\*Н – не нормируется

## 2 Тепловой режим помещений

### 2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Ограждающие конструкции должны соответствовать нормативным требованиям тепловой защиты здания сопротивления теплопередачи  $R_o$  [6], в целях обеспечения:

- заданных параметров микроклимата, необходимых для жизнедеятельности людей и работы технологического или бытового оборудования;
- тепловой защиты;
- защиты от переувлажнения ограждающих конструкций;
- необходимой надежности и долговечности конструкции.

Величина сопротивления теплопередачи  $R_o$  определяется толщиной принятого в конструкции ограждения теплоизоляционного слоя, выбор которой и определение коэффициента теплопередачи  $K$ , является основной целью теплотехнического расчета.

В холодный период влажностный режим помещений здания устанавливается в соответствии с таблицей 1 [6], в зависимости от температуры и относительной влажности внутреннего воздуха. Зона влажности для г.Саяногорск – сухая по приложению В [6]. Условия эксплуатации А определяем по таблице 2 [6].

Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год, определяем по формуле

$$ГСОП = (t_g - t_{om}) \cdot z_{om}, \quad (1)$$

где  $t_g$  – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С;



$t_{om}$  – средняя температура наружного воздуха, °C, для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °C по [1];

$z_{om}$  – продолжительность отопительного периода, сут/год, для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °C по [1].

$$ГСОП = (21 - (-9,1)) \cdot 234 = 7044 \text{ °C} \cdot \text{сут/год}$$

Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций  $R_o^{TP}$ ,  $m^2 \cdot C/Wm$ , в зависимости от ГСОП из условий энергосбережения по таблице 3 [6], представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Стена	Покрытие	Окно и балконная дверь	Чердак
2,3	3,08	0,35	2,3

Определим толщину слоя утеплителя по формуле

$$\delta_2 = (R_o^{TP} - (\frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_n}{\lambda_n})) \cdot \lambda_2, \quad (2)$$

где  $\delta_1, \delta_3, \delta_n$  – толщины слоев, м;

$\lambda_1, \lambda_3, \lambda_n$  – коэффициенты теплопроводности материалов,  $Вт/(м \cdot C)$  по приложению Т [6];

$\alpha_в, \alpha_n$  – коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей ограждения, принимаем по таблице 6 [6].

Фактическое сопротивление определяем по формуле

$$R_{огр \Phi} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (3)$$

где  $\alpha_в, \alpha_n, \frac{\delta_1}{\lambda_1}, \frac{\delta_3}{\lambda_3}, \frac{\delta_n}{\lambda_n}, \frac{1}{\alpha_n}$  – то же, что в формуле 2.

Таблица 3 – Характеристики ограждающих конструкций

Наименование ограждений	Материал	Толщина слоя	Теплопроводность
Наружная стена	Оцинкованный лист	0,0007	110,1
	Пеноплекс	-	0,03
	Оцинкованный лист	0,007	110,1
Покрытие	Стальной профнастил	0,007	110,1
	Минераловатный утеплитель «Технориф»	-	0,041
	Пленка пароизоляционная «ТехноНиколь»	0,002	0,5

– Наружная стена

$$\delta_{cm} = (2,3 - (\frac{1}{8,7} + \frac{0,0007}{110,1} + \frac{0,0007}{110,1})) \cdot 0,03 = 0,1 \text{ м};$$

$$R_{cm}^{\Phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0007}{110,1} + \frac{0,1}{0,03} + \frac{0,0007}{110,1} + \frac{1}{23} = 3,49 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт};$$

– Покрытие

$$\delta_{nm} = (2,3 - (\frac{1}{8,7} + \frac{0,0002}{0,5} + \frac{0,0007}{110,1})) \cdot 0,041 = 0,15 \text{ м}.$$

$$R_{nm}^{\Phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0007}{110,1} + \frac{0,15}{0,03} + \frac{0,0007}{110,1} + \frac{0,0002}{0,5} + \frac{1}{12} = 5,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Сопrotивление теплопередачи  $R_o$  требуемое и фактическое для неутепленных полов на грунте по зонам шириной 2 м, параллельно наружным стенам принимаем равными по [7]: I зона – 2,1; II зона – 4,3; III зона – 8,6; IV зона – 14,2.

Требуемое сопротивление теплопередаче дверей (кроме балконных) и ворот должно быть не менее  $0,6 R_o^{TP}$  стен здания, определяемого по формуле

$$R_o^{\Phi} = 0,6 \cdot 3,49 = 2,094 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}. \quad (3)$$

Условие  $R_{огр}^{\Phi} \geq R_{огр}^{TP}$  выполнено.

Определяем коэффициенты теплопередач по формуле

$$K = \frac{1}{R_{огр}^{\Phi}}, \quad (4)$$

$$K_{cm} = \frac{1}{3,49} = 0,29 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C};$$

$$K_{nm} = \frac{1}{5,2} = 0,19 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°С};$$

$$K_{ок} = \frac{1}{0,35} = 2,86 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°С};$$

$$K_{\partial} = \frac{1}{2,094} = 0,48 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°С};$$

$$K_{nl(I)} = \frac{1}{2,1} = 0,48 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°С};$$

$$K_{nl(II)} = \frac{1}{4,3} = 0,23 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°С};$$

$$K_{nl(III)} = \frac{1}{8,6} = 0,12 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°С};$$

$$K_{nl(IV)} = \frac{1}{14,2} = 0,07 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°С}.$$

Рассчитанные сопротивления и коэффициенты теплопередачи конструкции приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Сопротивления и коэффициенты теплопередачи конструкций

	Вид ограждения							
	Стена	Дверь	Окно	Перекрытие	Пол			
					Зона I	Зона II	Зона I II	Зона IV
$R_{\phi}$	3,49	2,094	0,35	5,2	2,1	4,3	8,6	14,2
$K$	0,29	0,48	2,86	0,19	0,48	0,23	0,12	0,07

## 2.2 Расчет тепловых потерь помещений

Теплопотери через наружные ограждения определяют при расчете системы отопления здания, то есть для определенных наружной и внутренней температуры воздуха.

Основное назначение систем отопления зданий – поддержание в помещениях в течение холодного периода года температуры не ниже нижнего предела допускаемого нормами интервала температуры воздуха [7].

При определении тепловой нагрузки отопительной системы  $Q_{от}$ , Вт, учитывают теплопотери через ограждающие конструкции здания,  $Q_o$ , Вт.

$$Q_{от} = Q_o, \tag{5}$$

Теплопотери через наружные ограждения здания,  $Q_o$ , Вт, определяем по формуле

$$Q_o = k \cdot F \cdot (t_g - t_n) \cdot n \cdot (1 + \Sigma \beta), \quad (6)$$

где  $K$  – то же, что в формуле 4;

$F$  – расчетная площадь ограждений, м<sup>2</sup>;

$t_g, t_n$  – расчетные температуры соответственно воздуха внутри помещения и наружного воздуха, °С;

$n$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения поверхности наружного ограждения конструкции по отношению к наружному воздуху (для наружных стен, окон, дверей и полов  $n=1$ , чердачного перекрытия  $n=0,9$ ; над неотапливаемым подвалом  $n=0,6$ );

$\beta$  – коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери через ограждения, которые состоят из добавочных теплопотерь на ориентацию и угловых помещениях [8].

Результаты расчета приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Расчет теплопотерь ограждающих конструкций здания

№ помеще- ния, назва- ние	tв, °С	Характеристика ограждений					$(tв-tн) \cdot n$	K, Вт/м <sup>2</sup> ·°С	Добавочные потери теплоты		$\eta$	Qо, Вт
		Наимено- вание	Ориен- тация	Размеры, м		S, м <sup>2</sup>			На ори- ентацию	Прочие		
				L	H							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1, Выставоч- ный зал	18	НС	Ю	3	8	24	55	0,29		15	1,15	440
		НС	ЮЗ	4,2	8	33,6	55	0,29		15	1,15	620
		НС	Ю	11	8	88	55	0,29		15	1,15	1610
		НС	ЮВ	8,7	8	69,6	55	0,29	5	15	1,2	1330
		НС	В	9	8	72	55	0,29	10	15	1,25	1435
		ВИТРАЖ	Ю	3	8	24	55	2,57		15	1,15	3900
		ВИТРАЖ	ЮЗ	4,2	8	33,6	55	2,57		15	1,15	5460
		ВИТРАЖ	Ю	11	8	88	55	2,57		15	1,15	14310
		ВИТРАЖ	ЮВ	8,7	8	69,6	55	2,57	5	15	1,2	11810
		ВИТРАЖ	В	9	8	72	55	2,57	10	15	1,25	12720
		ворота	ЮВ	2	2,085	4,17	33	0,48	5	15	1,2	135
		I	-	-	-	67,5	33	0,48			1	1070
		II	-	-	-	60,4	33	0,23			1	460
		III	-	-	-	53,8	33	0,12			1	215
IV	-	-	-	121,1	33	0,07			1	280		
											∑	55795
2, Магазин	18	НС	Ю	15,0507	4	60,2	55	0,29		15	1,15	1105
		НС	З	12,0507	4	48,2	55	0,29	5	15	1,2	925
		ОК	Ю	1,77	2,755	4,876	55	2,57		15	1,15	795
		ОК	Ю	1,77	2,755	4,876	55	2,57		15	1,15	795
		ОК	Ю	1,77	2,755	4,876	55	2,57		15	1,15	795
		ОК	Ю	1,77	2,755	4,876	55	2,57		15	1,15	795
		ДВ	Ю	1,274	2,085	2,656	55	0,48		15	1,15	80
		I	-			48,71	33	0,48			1	770
		II	-			40,6	33	0,23			1	310
		III	-			32,74	33	0,12			1	130
		IV	-			49,16	33	0,07			1	120

Продолжение таблицы 6

											∑	6620	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
3, Предпро- дажная под- готовка ма- шин	18	НС	3	12,0507	4	48,2	55	0,29	5	15	1,2	925	
		НС	С	12,0507	4	48,2	55	0,29	10	15	1,25	960	
		НС	В	12	4	48	55	0,29	10	15	1,25	960	
		ВИТРАЖ	В	12	3,5	42	55	2,57	10	15	1,25	7420	
		I	-			59,5	33	0,48				1	945
		II	-			59,7	33	0,23				1	455
		III	-			59,7	33	0,12				1	240
		IV	-			239,3	33	0,07				1	555
											∑	12460	
4, Мойка	18	НС	3	5,2507	4	21	55	0,29	5	15	1,2	405	
		НС	С	26,1014	4	104,4	55	0,29	10	15	1,25	2080	
		ВОРОТА	3	3	3,5	10,5	55	0,48	5	15	1,2	340	
		ВОРОТА	С	2	3,5	7	55	0,48	10	15	1,25	230	
		ОК	С	1,77	2,755	4,876	55	2,57	10	15	1,25	860	
		ОК	С	1,77	2,755	4,876	55	2,57	10	15	1,25	860	
		I	-			44,51	33	0,48				1	705
		II	-			36,7	33	0,23				1	280
III	-			22,6	33	0,12				1	90		
											∑	5850	
5, Агрегатная	16	НС	В	2,6	4	10,4	55	0,29	10		1,1	185	
		I	-			5	33	0,48			1	80	
		II	-			7,3	33	0,23			1	55	
		III	-			3,1	33	0,12			1	20	
											∑	340	
6, Склад масел	16	НС	В	2,6	4	10,4	55	0,29	10		1,1	185	
		I	-			4,8	33	0,48			1	80	
		II	-			4,9	33	0,23			1	40	
		III	-			4,9	33	0,12			1	20	
		IV	-			0,25	33	0,07			1	10	
											∑	335	

Окончание таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7, Инструмен- тальная	16	I	-			9,8	33	0,48			1	155
		II	-			9,8	33	0,23			1	75
		III	-			9,8	33	0,12			1	40
		IV	-			0,72	33	0,07			1	10
											∑	2230
8,Гардероб мужской	16	НС	3	2,8	4	11,2	55	0,29	5		1,05	190
		I	-			6,25	33	0,48			1	100
		II	-			6,25	33	0,23			1	50
											∑	340
9, Санузел	16	III	-			7,8	33	0,12			1	30
		IV	-			3,8	33	0,07			1	10
											∑	40
10,Разде- валка	21	III	-			1,7	36	0,12			1	10
		IV	-			3,8	36	0,07			1	10
											∑	20
11, Душевая	23	III	-			1,7	37,2	0,12			1	10
		IV	-			3,8	37,2	0,07			1	10
											∑	20
12, Комната отдыха	18	ПТ	-			24,8	53,1	0,18			1	240
13, Кабинет директора	18	ПТ	-			39,2	53,1	0,18			1	385
14, Холл	16	ПТ	-			29,3	49,5	0,18			1	260
15, Прием- ная	18	ПТ	-			21,7	53,1	0,18			1	210
16, Кабинет главного бухгалтера		ПТ	-			19,8	53,1	0,18			1	190

### **3 Отопление**

#### **3.1. Принципиальные схемы решения отопления**

Для расчета принято дежурное отопление на 5 °С, в целях энергоэффективности. Система отопления – центральная с механическим побуждением циркуляции воды, двухтрубная, с нижней разводкой. Принимаем трубы стальные электросварные прямошовные ГОСТ 10704-76. В качестве нагревательных приборов в административных помещениях принимаем стальные настенные конвекторы типа «ВІWВ», в помещениях С/У, раздевалки, кабинет директора, приемная, касса, кабинет главного бухгалтера, комната отдыха применяем электрические конвекторы типа «НОВО», в производственных – регистры из гладких труб. Гидравлическая увязка осуществляется с помощью термостатического клапана с предварительной настройкой, тип FHV-A. Нагрузка на систему отопления определена через теплопотери ограждающих конструкций, выполнен перерасчет на температуру внутреннего воздуха 5 °С, результат расчета представлен в таблице 7.



Таблица 7 – Расчет теплотерь ограждающих конструкций

№ помеще- ния, назва- ние	$t_{в}, ^\circ\text{C}$	Характеристика ограждений					$(t_{в}-t_{н})\cdot n$	$K, \text{Вт/м}^2\cdot^\circ\text{C}$	Добавочные потери теплоты		$\eta$	$Q_o, \text{Вт}$
		Наимено- вание	Ориен- тация	Размеры, м		$S, \text{м}^2$			На ориен- тацию	Прочие		
				$L$	$H$							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1, Выставоч- ный зал	5	НС	Ю	3	8	24	44	0,29		15	1,15	350
		НС	ЮЗ	4,2	8	33,6	44	0,29		15	1,15	490
		НС	Ю	11	8	88	44	0,29		15	1,15	1290
		НС	ЮВ	8,7	8	69,6	44	0,29	5	15	1,2	1070
		НС	В	9	8	72	44	0,29	10	15	1,25	1150
		ВИТРАЖ	Ю	3	8	24	44	1,5		15	1,15	3120
		ВИТРАЖ	ЮЗ	4,2	8	33,6	44	1,5		15	1,15	4370
		ВИТРАЖ	Ю	11	8	88	44	1,5		15	1,15	11440
		ВИТРАЖ	ЮВ	8,7	8	69,6	44	1,5	5	15	1,2	9440
		ВИТРАЖ	В	9	8	72	44	1,5	10	15	1,25	10180
		ворота	ЮВ	2	2,085	4,17	44	1,02	5	15	1,2	110
		I	-	-	-	67,5	26,4	0,48			1	860
		II	-	-	-	60,4	26,4	0,23			1	370
		III	-	-	-	53,8	26,4	0,12			1	170
IV	-	-	-	121,1	26,4	0,07			1	220		
											$\Sigma$	44630
2, Магазин	5	НС	Ю	15,0507	4	60,2	44	0,29		15	1,15	880
		НС	З	12,0507	4	48,2	44	0,29	5	15	1,2	740
		ОК	Ю	1,77	2,755	4,876	44	1,5		15	1,15	630
		ОК	Ю	1,77	2,755	4,876	44	1,5		15	1,15	630
		ОК	Ю	1,77	2,755	4,876	44	1,5		15	1,15	630
		ОК	Ю	1,77	2,755	4,876	44	1,5		15	1,15	630
		ДВ	Ю	1,274	2,085	2,656	44	1,02		15	1,15	60
		I	-			48,71	26,4	0,48			1	620
		II	-			40,6	26,4	0,23			1	250
		III	-			32,74	26,4	0,12			1	100
		IV	-			49,16	26,4	0,07			1	90

Продолжение таблицы 7												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
											∑	5260
3, Предпродажная подготовка машин	5	НС	3	12,0507	4	48,2	44	0,29	5	15	1,2	740
		НС	С	12,0507	4	48,2	44	0,29	10	15	1,25	770
		НС	В	12	4	48	44	0,29	10	15	1,25	770
		ВИТРАЖ	В	12	3,5	42	44	1,5	10	15	1,25	5940
		I	-			59,5	26,4	0,48			1	750
		II	-			59,7	26,4	0,23			1	360
		III	-			59,7	26,4	0,12			1	190
		IV	-			239,3	26,4	0,07			1	440
											∑	9960
4, Мойка	5	НС	3	5,2507	4	21	44	0,29	5	15	1,2	320
		НС	С	26,1014	4	104,4	44	0,29	10	15	1,25	1670
		ВОРОТА	3	3	3,5	10,5	44	1,02	5	15	1,2	270
		ВОРОТА	С	2	3,5	7	44	1,02	10	15	1,25	180
		ОК	С	1,77	2,755	4,876	44	1,5	10	15	1,25	690
		ОК	С	1,77	2,755	4,876	44	1,5	10	15	1,25	690
		I	-			44,51	26,4	0,48			1	560
		II	-			36,7	26,4	0,23			1	220
		III	-			22,6	26,4	0,12			1	70
											∑	4670
5, Агрегатная	5	НС	В	2,6	4	10,4	44	0,29	10		1,1	150
		I	-			5	26,4	0,48			1	60
		II	-			7,3	26,4	0,23			1	40
		III	-			3,1	26,4	0,12			1	10
											∑	260
6, Склад масел	5	НС	В	2,6	4	10,4	44	0,29	10		1,1	150
		I	-			4,8	26,4	0,48			1	60
		II	-			4,9	26,4	0,23			1	30
		III	-			4,9	26,4	0,12			1	20
		IV	-			0,25	26,4	0,07			1	5
											∑	265

Окончание таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
7, Инструмен- тальная	5	НС	В	5,8	4	23,2	44	0,29	10		1,1	330	
		ОК	В	1,77	2,755	4,876	44	1,5	10		1,1	610	
		ОК	В	1,77	2,755	4,876	44	1,5	10		1,1	610	
		I	-			9,8	26,4	0,48				1	120
		II	-			9,8	26,4	0,23				1	60
		III	-			9,8	26,4	0,12				1	30
		IV	-			0,72	26,4	0,07				1	10
											∑	1770	
8, Гардероб мужской	16	НС	3	2,8	4	11,2	55	0,29	5		1,05	150	
		I	-			6,25	33	0,48				1	80
		II	-			6,25	33	0,23				1	40
											∑	270	

## 3.2 Расчет отопительных приборов и гидравлический расчет систем

Целью расчета отопительных приборов является определение размеров нагревательной поверхности, которая должна обеспечить необходимое поступление тепла, компенсируя теплопотери помещения.

Гидравлический расчет трубопроводов заключается в определении диаметров трубопроводов и потерь напора на преодоление гидравлических сопротивлений, возникающих в трубе.

Гидравлический расчет выполнен с помощью программы Danfoss C.O. Результаты расчета приведены в приложении А.

## 4 Вентиляция

### 4.1 Расчет поступления вредностей

#### 4.1.1 Теплоступления от источников искусственного освещения

Энергия, затраченная на освещение, переходит в тепло, которое нагревает воздух помещения. Количество тепла, поступающего в помещение от источников искусственного освещения, следует определять по фактической или проектной мощности светильников.

Тепловыделения от источников искусственного освещения определяем по формуле

$$Q_{осв} = E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot \eta, \quad (7)$$

где  $E$  – освещенность, лк, принимаем в зависимости от назначения помещения по табл.2.3 [7]. Для помещения гаражей – технического обслуживания и ремонта автомобилей  $E = 200$  лк, мытья и уборки автомобилей  $E = 150$  лк;

$F$  – площадь пола помещения;

$\eta_{осв}$  – доля тепла, поступающего в помещение, для люминесцентных ламп, находящихся в помещении,  $\eta_{осв} = 1$ ;

$q_{осв}$  – удельные тепловыделения, Вт/(м<sup>2</sup>·лк), зависят от типа светильника и площади помещения, принимаем по таблице 2.4 [7],  $q_{осв} = 0,067$ .

- Помещение № 3 Предпродажная подготовка машин

$$Q_{осв} = 200 \cdot 418,2 \cdot 0,067 \cdot 1 = 5604 \text{ Вт};$$

- Помещение № 4 Мойка

$$Q_{осв} = 150 \cdot 103,81 \cdot 0,067 \cdot 1 = 1044 \text{ Вт}.$$

#### 4.1.2 Теплопоступления в помещение за счет солнечной радиации

Поступление тепла в помещение в теплый период года через световые проемы и покрытия следует определять в соответствии с методикой, приведенной в [11].

Для упрощенного расчета поступление тепла от солнечной радиации через светопрозрачные ограждения можно определить по таблице 3.9 [9]. Таблица составлена для одинарного остекления в пластиковых (деревянных) переплетах. Если применены металлические переплеты, данные таблицы следует умножить на 1,25. Для одинарного стеклопакета следует применить коэффициент 0,6, для двойного – 0,4.

Теплопоступления, Вт, в теплый период от солнечной радиации через остекление определяем по формуле

$$Q = q \cdot F \cdot n \cdot k, \quad (8)$$

где  $q$  – удельные поступления тепла в помещения через вертикальное остекление, Вт/м<sup>2</sup>, принимаем по [9];

$F$  – площадь окна, м<sup>2</sup>;

$n$  – количество окон;

$k$  – коэффициент, зависящий от вида остекления.

- Помещение № 3 Предпродажная подготовка машин

$$Q = 240 \cdot 42 \cdot 1 \cdot 0,4 = 4032 \text{ Вт.}$$

Теплопоступления, Вт, в теплый период года от солнечной радиации через массивное ограждение покрытия рассчитываем по [9] по формуле

$$Q = q \cdot F, \quad (9)$$

где  $q$  – удельные теплопоступления через массивное ограждение покрытия, принимаем 5 Вт/м<sup>2</sup> [9], Вт/м<sup>2</sup>;

$F$  – площадь покрытия, м<sup>2</sup>.

- Помещение № 3 Предпродажная подготовка машин

$$Q = 5 \cdot 418,2 = 2091 \text{ Вт;}$$

- Помещение № 4 Мойка

$$Q = 5 \cdot 103,81 = 520 \text{ Вт.}$$

Теплопоступления через массивные ограждения покрытия и светопрозрачные ограждения учитываем только в теплый период.

### 4.1.3 Выделение окиси углерода от автомобилей

Количество окиси углерода  $M_{CO}$ , г/с, выделяемого при движении автомобилей по помещению предпродажной подготовки машин, определяем по формуле

$$M_{CO} = 10^{-3} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{q_{CO} \cdot L \cdot A_{эi} \cdot K_c}{t_g \cdot 3,6}, \quad (10)$$

где  $n$  – количество типов автомобилей (бензиновые, дизельные и т.д.), выделяющих окись углерода, шт.;

$q_{CO}$  – удельный окиси углерода одним автомобилем  $i$ -го типа с учетом возраста и технического состояния автомобиля (г/км, таблица 4, приложения 5 к ОНТП-01-91) г/м<sup>3</sup>;

$L$  – условный пробег одного автомобиля за цикл по помещению гаража-стоянки с учетом затрат времени на запуск двигателя и движение (таблица 5, приложение 5 к ОНТП-01-91), км;

$A_{эi}$  – эксплуатационное количество автомобилей в гараже-стоянке с учетом коэффициента выпуска, шт;

$K_c$  – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние режима движения (скорости) автомобиля (таблица 6, приложение 5 к ОНТП-01-91);

$t_g$  – время выезда или въезда автомобилей, ч, принимаем равное 1ч.

$$M_j = 10^{-3} \cdot \frac{20,8 \cdot 1,4 \cdot (4 \cdot 0,7 + 2 \cdot 0,25)}{1 \cdot 3,6} = 0,027 \text{ г/с} = 0,0972 \text{ кг/ч.}$$

### 4.1.4 Поступлении влаги в помещении мойки

Количество влаги, испарившейся с поверхности некипящей воды, определяем по формуле

$$M_{H_2O} = 6 \cdot F \cdot (t_g - t_m), \quad (11)$$

где  $t_g$  – температура внутреннего воздуха по сухому термометру, °C;

$t_m$  – температура внутреннего воздуха по мокрому термометру, °C, в теплый период года при  $t_g = 26$  °C,  $t_m = 20,2$  °C; в холодный период года при  $t_g = 16$  °C,  $t_m = 11$  °C;

$F$  – площадь пола, м<sup>2</sup>.

Теплый период

$$M_{H_2O} = 6 \cdot 103,81 \cdot (26 - 20,2) = 3613 \text{ г/ч} = 3,613 \text{ кг/ч};$$

Холодный период

$$M_{H_2O} = 6 \cdot 103,81 \cdot (16 - 11) = 3115 \text{ г/ч} = 3,115 \text{ кг/ч}.$$

#### 4.1.5 Теплопоступления от людей

Выделения теплоты людьми зависит от затрачиваемой энергии и температуры воздуха в помещении. Выделяемое человеком тепло складывается из явного, отдаваемого путем «сухой теплоотдачи» тела, и скрытого, т.е. тепла водяного пара, поступающего в помещение при дыхании и испарении с поверхности кожи.

Количество задействованных людей в помещении предпродажной подготовки машин и мойки равняется по 6 человек. Объемы предпродажной подготовки машин и мойки соответственно равны 1672,8 м<sup>3</sup> и 415,24 м<sup>3</sup>, на одного человека приходится > 50 м<sup>3</sup>, следовательно теплопоступления не учитываем.

Результаты расчета сводим в таблицу 8.

Таблица 8 – Выделение вредностей

Номер и наименование помещения	Период года	Теплопоступления от источников освещения, Вт	Теплопоступления от солнечной радиации, Вт	Выделение окиси углерода, кг/ч	Влагопоступления, кг/ч
3, Предпродажная подготовка машин	Теплый	5604	6123	0,0972	-
	Холодный	5604	-	0,0972	-
4, Мойка	Теплый	1044	520	-	3,613
	Холодный	1044	-	-	3,115

#### 4.2 Баланс помещений по вредностям

По закону сохранения тепловой энергии помещения и по закону сохранения массы вещества для каждого помещения составляют уравнения тепловых балансов.

- Помещение № 3 Предпродажная подготовка машин  
Холодный период

$$Q_{изб} = Q_{осв} - Q_o, \quad (12)$$

где  $Q_{осв}$  – теплопоступление от источников искусственного освещения, Вт;  
 $Q_o$  – теплопотери через ограждающие конструкции, Вт.

$$Q_{изб} = 5604 - 2500 = 3104 \text{ Вт.}$$

Теплый период

$$Q_{изб} = Q_{осв} + Q_{радиации} \quad (13)$$

где  $Q_{осв}$  – то же, что в формуле 12, Вт;  
 $Q_{радиации}$  – теплопоступления от солнечной радиации через остекление и массивные ограждения, Вт.

$$Q_{изб} = 5604 + 6123 = 11272 \text{ Вт.}$$

По явному теплу

$$\pm 3,6Q_{я} + c \cdot t_{п} \cdot G_{п} - c \cdot t_{в} \cdot G_{в} = 0 \quad (14)$$

По объему выделения СО

$$\pm 3,6Q_{я} + M_{co} + \frac{G_{п} C_{п}}{\rho_{п}} - \frac{G_{в} C_{в}}{\rho_{в}} = 0 \quad (15)$$

– Помещение №3 Мойка  
Холодный период

$$Q_{н} = Q_{осв} - Q_o, \quad (16)$$

$$Q_{н} = 1044 - 1180 = -136 \text{ Вт.}$$

Теплый период

$$Q_{изб} = Q_{осв} + Q_{радиации} \quad (17)$$

$$Q_{изб} = 1044 + 520 = 1564 \text{ Вт.}$$

По явному теплу



$$\pm 3,6Q_{Я} + c \cdot t_{П} \cdot G_{П} - c \cdot t_{У} \cdot G_{У} = 0 \quad (18)$$

По выделению влаги

$$\pm 3,6Q_{Я} + M_w + d_{П} \cdot G_{П} - d_{У} \cdot G_{У} = 0 \quad (19)$$

где  $Q_{Я}$  – теплоизбытки или недостатки явной теплоты, Вт;  
 $G_{П}, G_{У}$  – массовый расход приточного и удаляемого воздуха, кг/ч;  
 $c_p$  – удельная теплоемкость воздуха, кДж/кгК;  
 $t_{П}, t_{У}$  – температура приточного и удаляемого воздуха, °С;  
 $C_{П}, C_{У}$  – концентрации окиси углерода в приточном и удаляемом воздухе, кг/м<sup>3</sup> ( $C_{П} = 0,00002$  кг/м<sup>3</sup>;  $C_{У} = 0,000006$  кг/м<sup>3</sup>);

$\rho_{П}, \rho_{У}$  – плотности соответственно приточного и удаляемого воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  
 $d_{П}, d_{У}$  – влагосодержание соответственно приточного и удаляемого воздуха, г/кг;  
 $M_w$  – количество поступающей в помещение влаги, кг/ч;

### 4.3 Уравнения воздушных балансов помещений

Уравнение сохранения массы воздуха применительно к вентилируемому помещению носит название уравнения воздушного баланса.

– №3 Предпродажная подготовка машин

При общеобменной вентиляции местной вытяжной и приточной вентиляции (один приток-две вытяжки) уравнение примет вид

$$G_{П} = G_{МО} + G_{ВЗ}, \quad (20)$$

– №4 Мойка

Уравнение при общеобменной вентиляции (один приток-одна вытяжка) примет вид

$$G_{П} = G_{У}, \quad (21)$$

### 4.4 Расчет температур приточного и удаляемого воздуха

Температуру удаляемого воздуха для теплого и холодного воздуха рассчитываем по формуле

$$t_{У} = t_{В} + gradt \cdot (h - h_{ПЗ}), \quad (22)$$

где  $t_{В}$  – температура внутреннего воздуха помещения, °С;

$gradt$  – градиент температуры по высоте помещения, принимаем по [7];  
 $h$  – высота помещения, м;  
 $h_{P3}$  – высота рабочей зоны помещения, м, люди работают в положении стоя, следовательно, принимаем  $h_{P3} = 2$  м.

- № 3 Предпродажная подготовка машин  
Холодный период

$$t_y = 16 + 0,3 \cdot (4 - 2) = 16,6^\circ\text{C};$$

Теплый период

$$t_y = 26 + 0,3 \cdot (4 - 2) = 26,6^\circ\text{C}.$$

Температуру приточного воздуха в холодный период помещения предпродажной подготовки машин рассчитываем по формуле

$$t_{\Pi} = \frac{3,6Q_{ИЗБ} + G_{МО} \cdot t_{P3} + G_{B3} \cdot t_y}{G_{\Pi}}, \quad (23)$$

где  $G_{P3}$  – весовой расход воздуха, удаляемого из рабочей зоны помещения системами местных отсосов, кг/ч, принимаем согласно [10],  $500 \text{ м}^3/\text{ч}$  на один автомобиль,  $L_{P3} = 3000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

$G_{\Pi}$  – весовой расход приточного воздуха, кг/ч;

$G_{B3}$  – весовой расход воздуха, удаляемого из верхней зоны помещения, кг/ч, принимаем для расчета однократный воздухообмен, учитывая 20% выделения окиси углерода от шлангового отсоса.

$Q_{ИЗБ}$  – избыточный явный тепловой поток в помещение, Вт;

$c$  – теплоемкость воздуха, равная  $1,2 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ ;

$t_{P3}$  – температура воздуха, удаляемого системами местных отсосов, рабочей зоне помещения,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{\Pi}$  – температура приточного воздуха,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_y$  – температура воздуха, удаляемого из помещения за рабочей зоны,  $^\circ\text{C}$ ;

$$t_{\Pi} = \frac{3,6 \cdot 3104 + 2931 \cdot 16 + 2406 \cdot 16,6}{5337} = 18,4^\circ\text{C}.$$

Температуры приточного и удаляемого воздуха в помещении мойки определяем по  $I-D$  диаграмме, рассчитав луч процесса по формуле

$$E = \frac{3,6Q_{\Pi}}{W}, \quad (24)$$

где  $Q_{\Pi}$  – избыток полного тепла в помещении, Вт;

$W$  – количество влаги, поступающей с поверхности пола, кг/ч.

Холодный период

$$E = \frac{3,6 \cdot (-136)}{3,115} = -158.$$

Из точки с параметрами наружного воздуха  $t_H = -39^\circ\text{C}$  и  $\varphi = 77\%$  ведем линию вверх с постоянным влагосодержанием до пересечения с лучом процесса и определяем температуру приточного воздуха и влагосодержание, двигаясь по постоянной изотерме влево, температуру удаляемого воздуха принимаем на  $2^\circ\text{C}$  ниже температуры внутреннего воздуха и определяем влагосодержание.

$$t_{II} = 32^\circ\text{C}, d_{II} = 0,2 \text{ г/кг};$$

$$t_v = 14^\circ\text{C}, d_v = 6,9 \text{ г/кг}.$$

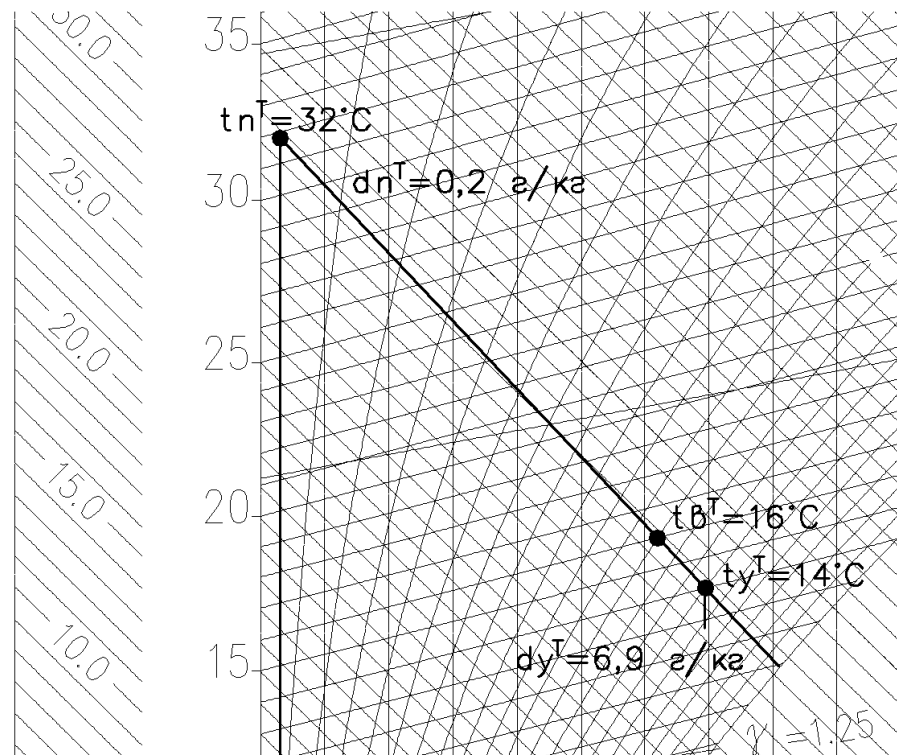


Рисунок 1 – Построение процесса в теплый период на  $I-D$  диаграмме

Теплый период

$$E = \frac{3,6 \cdot 384}{3,613} = 383.$$

В теплый период температура приточного воздуха равняется температуре наружного воздуха, учитывая нагрев в вентиляторе на  $0,5^\circ\text{C}$ , определяем влаго-

содержание. Луч процесса ведем от точки приточного воздуха, температуру удаляемого воздуха принимаем на 2 °С ниже температуры внутреннего воздуха и определяем влагосодержание.

$$t_{п} = 22,6^{\circ}\text{C}, d_{п} = 9,7^{\circ}\text{C};$$

$$t_{в} = 20,6^{\circ}\text{C}, d_{в} = 10,6^{\circ}\text{C}.$$

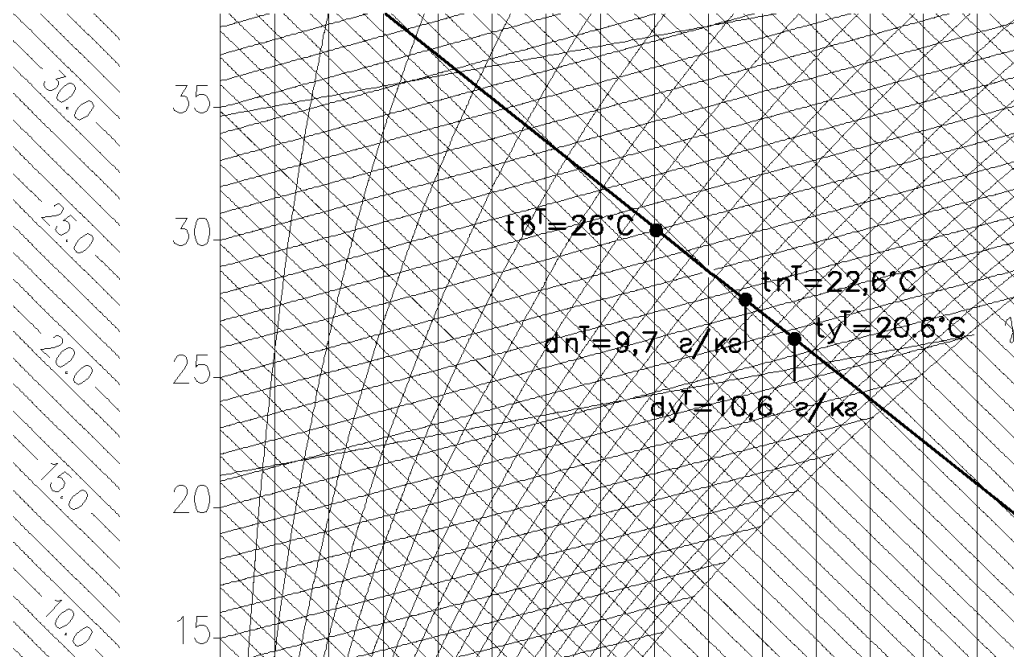


Рисунок 2 – Построение процесса в теплый период на *I-D* диаграмме

#### 4.5 Расчет воздухообменов помещений

Расходы приточного воздуха, для обеспечения санитарно-гигиенических норм определяем по следующим формулам

- №3 Предпродажная подготовка машин  
По избыткам явной теплоты определяем по формуле

$$G_{я} = G_{пз} + \frac{3,6Q_{я} - cG_{пз}(t_{пз} - t_{п})}{c(t_{в} - t_{п})}, \quad (25)$$

где  $G_{пз}$  – весовой расход воздуха, удаляемого из обслуживаемой или рабочей зоны помещения системами местных отсосов, кг/ч, принимаем согласно [10], 500 м<sup>3</sup>/ч на один автомобиль,  $L_{пз} = 3000$  м<sup>3</sup>/ч;

$Q_{я}$  – избыточный явный тепловой поток в помещение, Вт;

$c$  – теплоемкость воздуха, равная 1,005 кДж/(м<sup>3</sup>·°С);

$t_{пз}$  – температура воздуха, удаляемого системами местных отсосов, в обслуживаемой или рабочей зоне помещения, °С;

$t_{\Pi}$  - температура приточного воздуха, °С;  
 $t_{У}$  - температура воздуха, удаляемого из помещения за пределами обслуживаемой или рабочей зоны, °С;

Холодный период

$$G_{я} = 2931 + \frac{3,6 \cdot 3104 - 1,005 \cdot 2931(16 - 18,4)}{1,005(16,6 - 18,4)} = -7155 \text{ кг/ч};$$

Теплый период

$$G_{я} = 2835 + \frac{3,6 \cdot 11227 - 1,005 \cdot 2835(26 - 22,6)}{1,005(26,6 - 22,6)} = 10928 \text{ кг/ч}.$$

По массе выделяющихся вредных или взрывоопасных веществ определяем по формуле

$$G_{CO} = G_{PЗ} + \frac{M_{BP} - G_{PЗ} \left( \frac{C_{PЗ}}{\rho_{PЗ}} - \frac{C_{\Pi}}{\rho_{\Pi}} \right)}{\left( \frac{C_{BЗ}}{\rho_{BЗ}} - \frac{C_{\Pi}}{\rho_{\Pi}} \right)}, \quad (26)$$

где  $G_{PЗ}$  – весовой расход воздуха, удаляемого из обслуживаемой или рабочей зоны помещения системами местных отсосов, кг/ч, принимаем согласно [10], 500 м<sup>3</sup>/ч на один автомобиль,  $L_{PЗ} = 3000$  м<sup>3</sup>/ч;

$M_{BP}$  – расход каждого из вредных или взрывоопасных веществ, поступающих в воздух помещения, кг/ч;

$C_{PЗ}$ ,  $C_{BЗ}$ ,  $C_{\Pi}$  – концентрации окиси углерода в приточном и удаляемом воздухе кг/м<sup>3</sup> ( $C_{\Pi, PЗ} = 0,00002$  кг/м<sup>3</sup>;  $C_{BЗ} = 0,000006$  кг/м<sup>3</sup>);

$\rho_{PЗ}$ ,  $\rho_{\Pi}$ ,  $\rho_{У}$  – плотности соответственно воздуха рабочей зоны, приточного и удаляемого воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

Холодный период

$$G_{CO} = 2931 + \frac{0,0972 - 2931 \cdot 1,005 \left( \frac{0,00002}{1,221} - \frac{0,000006}{1,211} \right)}{1,005 \left( \frac{0,00002}{1,219} - \frac{0,000006}{1,211} \right)} + 3663 \cdot 0,2 = 9227 \text{ кг/ч}.$$

Теплый период

$$G_{CO} = 2835 + \frac{0,0972 - 2835 \left( \frac{0,00002}{1,221} - \frac{0,000006}{1,194} \right)}{\left( \frac{0,00002}{1,178} - \frac{0,000006}{1,194} \right)} + 3543 \cdot 0,2 = 9203 \text{ кг/ч.}$$

Таблица 9 – Воздухообмен для помещения предпродажной подготовки машин

Период года	Воздухообмен, $G$ , кг/ч		
	По избыткам явного тепла, $G_{я}$	По избыткам CO, $G_{CO}$	Расчетный
Теплый	10928	9203	10928
Холодный	-7155	9227	

– №4 Мойка

По избыткам явной теплоты определяем по формуле

$$G_{я} = \frac{3,6Q_{я}}{c(t_{вз} - t_{п})}, \quad (27)$$

Холодный период

$$G_{я} = \frac{3,6 \cdot (-136)}{1,005 \cdot (14 - 32)} = 28 \text{ кг/ч;}$$

Теплый период

$$G_{я} = \frac{3,6 \cdot 1564}{1,005 \cdot (20,6 - 22,6)} = -2816 \text{ кг/ч.}$$

По избыткам влаги определяем по формуле

$$G_w = \frac{M_{вл} \cdot 1000}{(d_{вз} - d_{п})}, \quad (28)$$

Холодный период

$$G_w = \frac{3,115 \cdot 1000}{(6,9 - 0,2)} = 465 \text{ кг/ч;}$$

Теплый период

$$G_w = \frac{3,613 \cdot 1000}{(10,6 - 9,7)} = 4015 \text{ кг/ч.}$$

Таблица 10 – Воздухообмен для помещения мойки

Период года	Воздухообмен, G, кг/ч		
	По избыткам явного тепла, $G_{\text{я}}$	По избыткам влаги, $G_{\text{в}}$	Расчетный
Теплый	-2816	4015	4015
Холодный	28	465	

#### 4.6 Воздухообмен по нормируемой кратности

Кратность – величина, показывающая сколько раз в течении часа, полностью меняется воздух в помещении.

Для всех помещений, кроме №3 Предпродажная подготовка машин и №4 Мойка, определяем воздухообмен по формуле

$$L = K \cdot V, \quad (29)$$

где  $K$  – нормируемая кратность, принимаем в соответствии нормативного документа [11], 1/ч;

$V$  – объем помещения, м<sup>3</sup>.

Расчет воздушного баланса помещений представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Воздушный баланс помещений

Помещение		Приток				Вытяжка			
Наименование	Объем, $V$ , м <sup>3</sup>	Механическая, кг/ч	Естественная, кг/ч	Всего, кг/ч	Кратность	Механическая, кг/ч	Естественная, кг/ч	Всего, кг/ч	Кратность
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Выставочный зал	2422,4	4845	-	4845	2	4845		4845	2
Магазин	684,8	4370	-	4370	2	4370		4370	2
Предпродажная подготовка машин	1672,8	9024	-	9024	5,4	9024		9024	5,4
Мойка	415,2	4015	-	4015	8,1	4015		4015	8,1
Агрегатная	61,6	61,6	-	61,6	1	61,6	-	61,6	1
Склад масел	59,4	59,4	-	59,4	1	59,4	-	59,4	1
Инструментальная	251,3	252	-	252	1	-	252	252	1
Гардероб	100	100	-	100	1	100	-	100	1
Санузел	46,4	-	-	-	-	-	50	50	50 кг/ч на 1 унитаз

Окончание таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Душевая	22	-	-	-	-	-	75	75	75 кг/ч на 1 душевую сетку
Раздевалка	22	110	-	110	5	110	-	110	5
Комната отдыха	99,2	99,2	-	99,2	2	99,2	-	99,2	2
Кабинет директора	156,8	314	-	314	2	314	-	314	2
Холл	117,2	235	-	235	2	235	-	235	2
Приемная	86,8	174	-	174	2	174	-	174	2
Кабинет главного бухгалтера	79,2	159	-	159	2	159	-	159	2
Касса	14	-	-	-	-	28	-	28	2
Комната менеджера	54	108	-	108	2	108	-	108	2
Комната персонала	54	108	-	108	2	108	-	108	2

Из таблицы видно, что вытяжка преобладает над притоком, следовательно подадим 303 кг/ч в холл.

#### 4.7 Расчет воздухораспределителей

Расчет и подбор воздухораспределителей выполнен в соответствии расчетом, представленным в [10] с помощью программы Comfort Air, отчет представлен на рисунке 3. Кроме этого по программе ArtkosCFSELNoise произведена проверка на допустимый уровень шума работы ВР, отчет представлен на рисунке 3.

Comfort Air. Программа расчета воздухораспределения. NILAA@arktos.ru Версия 2018.08

**Выбор воздухораспределителя**

Круглые диффузоры  
 Типоразмер: 315  
 ДКК  
 Рег. формы струи:  
 20 мм  
 0 мм  
 -25 мм



BP на arktoscomfort.ru



**Выбор схемы подачи воздуха**

Схема подачи воздуха



Открыть методику

Исходные данные:

a = 6,4 м  
 b = 12 м  
 h = 4 м  
 h0 = 3,5 м  
 hoz = 2 м

L0 = 1524 м<sup>3</sup>/ч  
 Изотермическая струя  
 toz = 16 °C  
 t0 = 18,4 °C

Результат: Считай! ΔP = 35 Па Vx = 0,18 м/с Δtx = 0,1 °C  Акустический расчет  Журнал и отчет

**Определение уровня звукового давления Lp в расчетной точке**

Исходные данные для акустического расчета:

Размеры помещения, м: 35 x 12 x 4 | Тип помещения: Помещение с наибольшим количеством людей | Кольцо ВР: 5 | Расстояния от расчетной точки до ближайших ВР, м: 3,5,3,5,3,5,3,5

Расчет акустики							
Уровни звукового давления L <sub>a</sub> (дБ) в октавных полосах частот							
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
38	30	23	23	17	<10	<10	23

Акустический расчет выполняется на основе методики, изложенной в СНиП II-12-77 "Защита от шума"

a)



Comfort Air. Программа расчета воздухораспределения. NILAA@arktos.ru

Версия 2018.08

**Выбор воздухораспределителя**

Круглые диффузоры  
 Типоразмер: 315  
 Рег. формы струи:  
 20 мм  
 0 мм  
 -25 мм

BP на arktoscomfort.ru

**Выбор схемы подачи воздуха**

Схема подачи воздуха

Исходные данные:  
 $a = 6,4$  м  
 $b = 12$  м  
 $h = 4$  м  
 $h_0 = 3,5$  м  
 $h_{03} = 2$  м  
 $L_0 = 1524$  м<sup>3</sup>/ч  
 Изотермическая струя  
 $t_{03} = 26$  °C  
 $t_0 = 22,6$  °C

Результат:  
 $\Delta P = 35$  Па  $V_x = 0,18$  м/с  $\Delta t_x = -0,1$  °C

**Определение уровня звукового давления  $L_p$  в расчетной точке**

Исходные данные для акустического расчета:  
 Размеры помещения, м: 35 \* 12 \* 4  
 Тип помещения: Помещение с небольшим количеством людей  
 Кол-во ВР: 5  
 Расстояние от расчетной точки до ближайшего ВР, м: 3,5,3,5,3,5,3,5

Расчет акустики

Уровни звукового давления $L_p$ (дБ) в октавных полосах частот								$L_{pA}$ дБ(A)
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
38	30	23	23	17	<10	<10	<10	23

Акустический расчет выполняется на основе методики, изложенной в СНиП II-12-77 "Защита от шума"

б)

а – Холодный период; б – Теплый период  
 Рисунок 3 – Расчет воздухораспределителей:

Из отчета видим, что в холодный и теплый период мы попадаем в допустимые отклонения по изменению температуры  $\pm 1$  °C, по скорости в рабочей зоне  $\pm 0,07$  м/с [1] и шуму  $\leq 75$  дБ[11].

Таким образом, принимаем воздухораспределители тип круглые диффузоры марки ДКК Ø315 мм.

#### 4.8 Принципиальные схемы решения систем вентиляции

В помещении №3 Предпродажная подготовка машин принимаем общеобменную и местную систему вентиляции. Подача воздуха осуществляет «сверху», с помощью диффузор, веерными настилающимися струями. Удалении из верхней зоны осуществлено диффузорами. Система местной вентиляции запроектирована следующим образом, 6 рабочих мест оборудуются вытяжными устройствами DP 100-6, которые соединены сетью воздуховодов. Работу сети осуществляет центральный вентилятор (приложение Г). Удаляемый воздух выбрасывается на улицу через отверстие в стене. Воздухообмен рассчитан по теплоизбыткам.

В помещении №4 Мойка схему организации принимаем «сверху-вверх». Подача и удаление воздуха производится вентиляционными решетками. Воздухообмен рассчитан по избыткам влаги.

Санузлы и душевые, инструментальная, склад масел и агрегатная оборудованы естественной вытяжной системой, осуществляемой удаление воздуха из верхней зоны. Воздухообмен рассчитан по нормируемой кратности.

В остальных помещениях схему организации принимаем «сверху-вверх», с помощью воздухораспределительных устройств – решеток. Воздухообмен рассчитан по нормируемой кратности.

Все приточные и вытяжные установки крепятся к потолку рассматриваемого помещения.

Для распределения и удаления воздуха из помещений предусмотрены круглые и прямоугольные воздуховоды из оцинкованной стали оп гост 19904-90\*. Прокладку магистралей и ответвлений принимаем с учетом архитектурно-конструктивных решений.

#### 4.9 Аэродинамический расчет систем

Перед проведением аэродинамического расчета вычерчиваем расчетную схему воздухораспределения в аксонометрической проекции. Аэродинамический расчет выполняется с целью определения сечений воздуховодов и суммарных потерь давления по участкам основного направления (магистрала).

На схеме выбираем основное (магистральное) направление, для чего выявляем наиболее протяженную цепочку последовательно расположенных расчетных участков. При равной протяженности магистралей за расчетную принимаем наиболее нагруженную. Производим нумерацию участков магистрали, начиная с участка с меньшим расходом, а затем нумеруем участки ответвлений. На каждом участке указывают расход воздуха  $L$ , м<sup>3</sup>/ч, и длину  $l$ , м.

Ориентировочную площадь поперечного сечения воздуховода, м<sup>2</sup>, принимаем по формуле

$$F_o = \frac{L}{3600 \cdot v_{рек}}, \quad (30)$$

где  $L$  – расход воздуха на участке, м<sup>3</sup>/ч;

$v_{рек}$  – рекомендуемая скорость воздуха, м/с,  $v_{рек} = 9$  м/с.

Ориентируясь на  $F_o$ , принимаем площадь сечения стандартного воздуховода  $F_{cm}$  и размер диаметра.

Фактическую скорость воздуха, м/с, определяем с учетом площади сечения  $F_{cm}$  принятого стандартного воздуховода

$$v = \frac{L}{3600 \cdot F_{cm}}, \quad (31)$$

При определении значения  $R$  для круглых воздуховодов необходимо найти значение  $R$  при  $v$  и  $d$ . По этим же таблицам находим динамическое давление  $P_d$ .

Потери давления на трение, Па, определяем по формуле

$$\Delta P_{тр} = R \cdot \beta_{ш} \cdot l, \quad (32)$$

Определяем сумму коэффициентов местных сопротивлений (к.м.с.) на участках  $\sum \xi$ .

Система П1:

Участок 1-2

Отвод  $90^\circ = 0,35$ ;

Диффузор = 0,04;

Тройник = 1,5;

$\sum \xi = 1,89$ .

Участок 2- 3

Конфузор = 0,05;

Тройник = 1,5;

$\sum \xi = 1,55$ .

Участок 3- 4

Конфузор = 0,02;

Тройник = 1,5;

$\sum \xi = 1,52$ .

Участок 4- 5

Конфузор = 0,02;

Тройник = 1,52;

$\sum \xi = 1,52$ .

Участок 5- П1

Внезапное сужение = 0,3;

Отвод  $90^\circ = 0,35 = 0,35$ ;

$\sum \xi = 0,65$ .

Система В1:

Участок 1-2

Отвод  $90^\circ = 0,35$ ;

Тройник = 1,5;

$\sum \xi = 1,85$ .

Участок 2-3

Диффузор = 0,07;

Тройник = 1,5;

$\sum \xi = 1,57$ .

Участок 3-В1

Внезапное расширение = 0,3;

Тройник = 1,5;

$\sum \xi = 1,8$ .

Потери давления в местных сопротивлениях  $Z$ , Па, определяем по формуле

$$Z = \sum \xi \cdot P_d \quad (33)$$

Общие потери давления на расчетном участке  $\Delta P$ , Па, определяют по формуле

$$\Delta P_{TP} = R \cdot \beta_{ui} \cdot l + Z \quad (34)$$

Общие потери давления в системе равны сумме потерь в последовательно соединенных участках по магистральному направлению.

Расчеты сведены в таблицу 12.

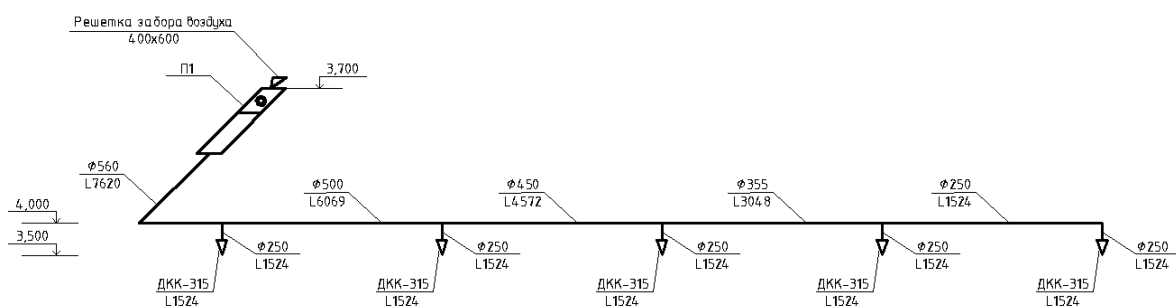


Рисунок 4 – Аксонометрическая схема системы П1

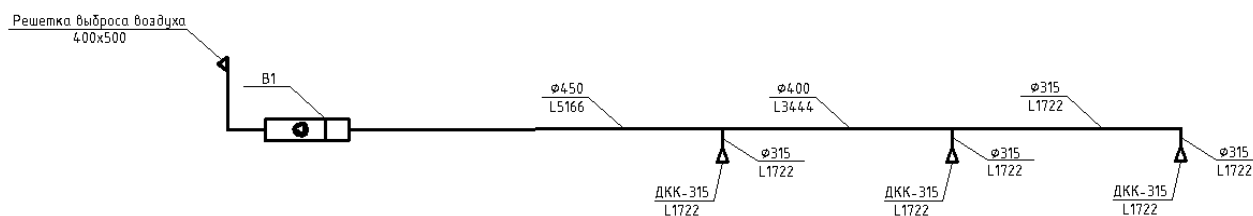


Рисунок 5 – Аксонометрическая схема системы В1

Таблица 12 – Аэродинамический расчет

№ участка	L, м <sup>3</sup> /ч	l, м	Размеры воздуховодов			V, м/с	β <sub>ш</sub>	R, Па/м	Rβ <sub>ш</sub> l, Па	Σξ	P <sub>д</sub> , Па	Z, Па	ΔP, Па	ΣΔP, Па
			d <sub>v</sub> , мм	F <sub>ст</sub> , м <sup>2</sup>	F <sub>тр</sub> , м <sup>2</sup>									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
П1														
1-2	1524	7,09	250	0,0471	0,049	8,64	1	0,33	2,339	1,89	46,67	88,21	90,55	90,55
2-3	3048	6,4	355	0,0941	0,099	8,56		0,218	1,3952	1,55	46,22	71,65	73,05	163,6
3-4	4572	6,4	450	0,1412	0,159	7,99		0,14	0,896	1,52	38,4	58,37	59,27	222,87
4-5	6096	6,4	500	0,1882	0,196	8,64		0,14	0,896	1,52	44	66,88	67,78	290,65
5-П1	7620	5,27	560	0,2352	0,246	8,61		0,123	0,64821	0,65	43,86	28,51	29,16	319,81
ДКК													35	354,81
Ответвления системы П1														
2-6	1524	0,69	250	0,0471	0,049	8,64	1	0,33	0,165	1,55	46,67	72,34	72,34	72,34
ДКК														35
Увязка														
$\frac{354,81 - 107,34}{354,81} \cdot 100\% = 70 > 15\%$ , следовательно, устанавливаем дроссель клапан на ответвление.														
3-7	1524	0,5	250	0,0471	0,049	8,64	1	0,33	0,165	1,58	46,67	73,74	73,74	73,74
ДКК														35
Увязка														
$\frac{354,81 - 108,74}{354,81} \cdot 100\% = 69 > 15\%$ , следовательно, устанавливаем дроссель клапан на ответвление.														
4-8	1524	0,5	250	0,0471	0,049	8,64	1	0,33	0,165	1,59	46,67	74,21	74,21	74,21
ДКК														35
Увязка														

Окончание таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$\frac{354,81-109,21}{354,81} \cdot 100\% = 69,2 > 15\%$ , следовательно, устанавливаем дроссель клапан на ответвление.														
5-9	1524	0,5	250	0,0471	0,049	8,64	1	0,33		1,59		74,21	74,21	74,21
ДКК														35
Увязка														
$\frac{354,81-109,21}{354,81} \cdot 100\% = 69,2 > 15\%$ , следовательно, устанавливаем дроссель клапан на ответвление.														
В1														
1-2	1721,66	7,09	315	0,0532	0,0615	7,78	1	0,184	1,1776	1,85	32,68	60,46	60,46	60,46
2-3	3443,33	6,4	400	0,1063	0,126	7,6		0,144	0,9216	1,57	34,15	53,62	53,62	114,08
3-В1	5165	10,5	450	0,1595	0,159	9,03		0,113	1,1865	1,8	48,6	87,48	87,48	201,56
ДКК													35	236,56
Ответвления системы В1														
2-4	1721,66	0,5	315	0,0532	0,0615	7,78	1	0,184	0,092	1,59	32,68	51,96	51,96	51,96
ДКК													35	86,96
Увязка														
$\frac{236,56-86,96}{236,56} \cdot 100\% = 63,2 > 15\%$ , следовательно, устанавливаем дроссель клапан на ответвление.														
3-5	1721,66	0,5	315	0,0532	0,0615	7,78	1	0,184	0,092	1,57	32,68	51,31	51,31	51,31
ДКК													35	86,31
Увязка														
$\frac{236,56-86,31}{236,56} \cdot 100\% = 63,5 > 15\%$ , следовательно, устанавливаем дроссель клапан на ответвление.														

#### 4.10 Расчет и подбор оборудования систем

Расчет и подбор оборудования для систем П1 и В1 в помещении №3 Пред-продажная подготовка машин, произведены по программе «Win Clim II», результаты приведены в приложении Б и В.

Таблица 13 – Данные для расчета и подбора оборудования систем П1 и В1

Расход приточного воздуха $L_{П}$ , м <sup>3</sup> /ч	Расход удаляемого воздуха $L_{В}$ , м <sup>3</sup> /ч	Температура наружного воздуха $t_{Н}$ , °С	Температура приточного воздуха $t_{П}$ , °С	Температура внутреннего воздуха $t_{В}$ , °С
7620	5165	-39	18,4	16

Для шланговых отсосов, объединенных в систему В2, расчет произведен по программе «Win Clim II», результаты приведены в приложении Г.

#### 4.11 Воздушно-тепловая завеса

Общий расход воздуха, подаваемого завесой шибберного типа, кг/ч определяют по формуле

$$G_3 = 5100 \cdot q \cdot \mu_{ПР} \cdot F_{ПР} \sqrt{\Delta p \cdot \rho_{см}}, \quad (35)$$

где  $q$  – отношение расхода воздуха, подаваемого завесой, к расходу воздуха, проходящего в помещение через проем при работе завесы;

$\mu_{ПР}$  – коэффициент расхода проема при работе завесы, принимаем равный 0,32, принимаем по таблице 7.2 [11];

$F_{ПР}$  – площадь открываемого проема, оборудованного завесой, м<sup>2</sup>;

$\Delta p$  – разность давлений воздуха с двух сторон наружного ограждения на уровне проеме, оборудованного завесой, Па;

$\rho_{см}$  – плотность воздуха кг/м<sup>3</sup>, при температуре смеси воздуха  $t_{см} = 12$  °С [8], определяем по формуле

$$\rho_{см} = \frac{353}{273+t} = \frac{353}{273+12} = 1,239 \text{ кг/м}^3 \quad (36)$$

Разность давлений воздуха определяем по формуле

$$\Delta p = \Delta p_T + k_1 \cdot \Delta p_B, \quad (37)$$

где  $k_1$  – поправочный коэффициент на ветровое давление, учитывающий степень герметичности зданий, принимаем равный 0,2 по таблице 7.3 [8];

Рассчитываем значение  $\Delta p_T$  и  $\Delta p_B$  по формулам

$$\Delta p_T = 9,8 \cdot h_{расч} \cdot (\rho_H - \rho_B); \quad (38)$$

$$\Delta p_B = \frac{c \cdot v^2 \rho_H}{2}, \quad (39)$$

где  $h_{расч}$  – расчетная высота, м, принимаем равной  $0,5 h_{ПП}$  [8];

$\rho_H$  – плотность воздуха при температуре наружного воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_B$  – плотность воздуха при температуре внутреннего воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$v^2$  – расчетная скорость ветра для холодного периода года, м/с;

$c$  – расчетный аэродинамический коэффициент.

$$\Delta p_T = 9,8 \cdot 1,9 \cdot (1,508 - 1,213) = 5,5 \text{ Па};$$

$$\Delta p_B = \frac{0,8 \cdot 4,4^2 \cdot 1,508}{2} = 11,68 \text{ Па};$$

$$\Delta p = 5,5 + 0,2 \cdot 11,68 = 7,84 \text{ Па}.$$

$$G_3 = 5100 \cdot 0,6 \cdot 0,32 \cdot 7,6 \cdot \sqrt{7,84 \cdot 1,239} = 23188 \text{ кг/ч}.$$

Принимаем к установке завесу шибберного типа ЗВТ1.00.000 с производительностью по воздуху  $G_3 = 28800$  кг/ч.

Требуемую суммарную тепловую мощность калориферов завесы вычисляем по формуле

$$Q = A \cdot G_3 \cdot (t_3 - t_{НАЧ}), \quad (40)$$

где  $A = 0,28$  - коэффициент;

$t_{НАЧ}$  – температура воздуха, забираемого для завесы, °С

Требуемая температура воздуха завесы  $t_3$ , определяется на основании уравнения теплового баланса по формуле

$$t_3 = t_H + \frac{t_{СМ} - t_H}{(q \cdot (1 - Q))}, \quad (41)$$

где  $Q$  – отношение теплоты, теряемой с воздухом, уходящим через открытый проем наружу, к тепловой мощности завесы, определяем по рисунку 7.3 [11].

Определим отношение расхода воздуха, подаваемого завесой из формулы

$$q = \frac{28800}{5100 \cdot 0,34 \cdot 7,6 \cdot \sqrt{7,84 \cdot 1,239}} = 0,7;$$



$$t_3 = (-39) + \frac{12 + 39}{(0,7 \cdot (1 - 0,05))} = 37,5^\circ\text{C};$$

$$Q = 0,28 \cdot 28800 \cdot (37,5 - 12) = 205966 \text{ Вт.}$$

Расчет остальных воздушных завес в автотехцентре произведен аналогично.

## **5 Монтажное проектирование систем вентиляции**

### **5.1 Подготовительные работы перед монтажом системы вентиляции**

Перед монтажом внутренних санитарно-технических систем и устройств должны быть выполнены следующие работы:

- монтаж междуэтажных перекрытий, стен и перегородок, на которые будет устанавливаться санитарно-техническое оборудование;
- устройство фундаментов или площадок для установки теплогенераторов, холодильных машин, водоподогревателей, насосов, вентиляторов, кондиционеров, воздухонагревателей и другого санитарно-технического оборудования;
- возведение строительных конструкций, вентиляционных камер, приточных и вытяжных установок;
- устройство гидроизоляции в местах установки кондиционеров, холодильных машин, приточных вентиляционных камер, мокрых фильтров, теплогенераторов, узлов водоподогревателей, насосов;
- устройство полов (или соответствующая подготовка под них) в местах размещения установок отопительных приборов на подставках и вентиляторов, устанавливаемых на пружинных виброизоляторах, также на «плавающих» основаниях для вентиляционного и сантехнического оборудования;
- устройство опор для установки крышных вентиляторов, холодильных машин, выхлопных шахт и дефлекторов на покрытиях зданий, а также опор под трубопроводы, прокладываемые в подпольных каналах и технических подпольях;
- подготовка отверстий, борозд, ниш и гнезд в фундаментах, стенах, перегородках, перекрытиях и покрытиях, необходимых для прокладки трубопроводов и воздухопроводов. Размеры отверстий и борозд для прокладки трубопроводов в перекрытиях, стенах и перегородках зданий и сооружений, если другие размеры не предусмотрены рабочей документацией. Места прохода транзитных воздухопроводов через стены, перегородки и перекрытия зданий (в том числе, в кожухах и шахтах) следует герметично уплотнять негорючими материалами, обеспечивая нормируемый предел огнестойкости пересекаемой ограждающей конструкции в соответствии с СП 7.13130;
- нанесение на внутренних и наружных стенах всех помещений вспомогательных отметок, равных проектным отметкам чистого пола плюс 500 мм;
- установка оконных коробок, а в жилых и общественных зданиях подоконных досок;

- оштукатуривание (или облицовка) поверхностей стен и ниш в местах установки санитарных и отопительных приборов, прокладки трубопроводов и воздуховодов, а также оштукатуривание поверхности борозд для скрытой прокладки трубопроводов в наружных стенах;
- подготовка монтажных проемов в стенах и перекрытиях для подачи крупногабаритного оборудования и воздуховодов;
- установка в соответствии с рабочей документацией закладных деталей в строительных конструкциях для крепления оборудования, воздуховодов и трубопроводов;
- обеспечение возможности включения электроинструмента, а также электросварочных аппаратов на расстоянии не более 50 м один от другого;
- остекление оконных проемов в наружных ограждениях, утепление помещений и входов.

Санитарно-технические, общестроительные и другие специальные работы следует выполнить, в санитарных узлах в следующем порядке:

- подготовка под полы, оштукатуривание стен и потолков, устройство маяков для установки трапов;
- огрунтовка стен, устройство чистых полов;
- установка средств крепления, прокладка трубопроводов и проведение их гидростатического или манометрического испытания;
- гидроизоляция перекрытий;
- установка ванн, кронштейнов под умывальники и деталей крепления смывных бачков;
- первичная окраска стен и потолков, облицовка плитками;
- установка умывальников, унитазов и смывных бачков;
- повторная окраска стен и потолков;
- установка водоразборной арматуры.

В вентиляционных камерах необходимо выполнять строительные, санитарно-технические и другие специальные работы в следующей последовательности:

- подготовка под полы, устройство фундаментов, оштукатуривание стен и потолков;
- устройство монтажных проемов, монтаж кран-балок;
- монтаж трапов в приточных вентиляционных камерах;
- работы по устройству вентиляционных камер;
- гидроизоляция перекрытий;
- устройство чистых полов;
- первичная окраска стен и потолков;
- работы по монтажу вентиляционного оборудования;
- установка теплообменников с обвязкой их трубопроводами;
- монтаж воздуховодов и санитарно-технические работы;
- изоляционные работы (тепло- и звукоизоляция);
- испытание заполнением водой поддона камеры орошения;

- электромонтажные работы;
- отделочные работы (в том числе заделка отверстий в перекрытиях, стенах и перегородках после прокладки трубопроводов и воздуховодов);
- общестроительные работы для интегрированных в здании помещений индивидуальных тепловых пунктов (ИТП), крышных, пристроенных и встроенных котельных.

При проведении монтажа санитарно-технических систем, а также смежных общестроительных работ не должно быть повреждений ранее выполненных работ.

## **5.2 Описание последовательности монтажа систем вентиляции**

Монтажно-сборочные работы по системам вентиляции и кондиционирования воздуха включают в себя следующие основные последовательно выполняемые процессы:

- подготовку объекта к монтажу указанных систем;
- прием и складирование воздуховодов и оборудования;
- комплектование воздуховодов, фасонных частей и вентиляционных деталей;
- подбор и комплектование вентиляционного оборудования, а при необходимости проведение предмонтажной ревизии оборудования;
- сборку узлов;
- доставку узлов, деталей и элементов к месту монтажа;
- установку средств крепления;
- монтаж оборудования;
- укрупнительную сборку воздуховодов;
- монтаж магистральных (вертикальных, горизонтальных и наклонных) воздуховодов;
- монтаж опусков и деталей систем;
- изготовление и монтаж подмеров;
- обкатку смонтированного оборудования;
- наладку и регулирование систем;
- сдачу систем в эксплуатацию.

Воздуховоды внутри здания прокладываются под потолком, по стенам и под подвесным потолком. Монтаж воздуховодов под подвесным потолком начинают с детального осмотра мест прокладки, чтобы выявить наиболее рациональные пути транспортировке воздуховодов. После этого приступают к монтажу. При монтаже горизонтальных металлических воздуховодов обязательно соблюдают такую последовательность работ:

- устанавливают средства крепления путем приварки к закладным деталям или с помощью строительного монтажного пистолета;

- намечают места установки механизмов для подъема узлов воздуховодов и готовят к работе подмости, вышки;
- подносят отдельные детали воздуховодов и собирают их в укрупненные узлы;
- устанавливают хомуты или другие средства крепления.

После промежуточной сборки воздуховодов монтажный узел стропуют, используя траверсу, а на концах узлов привязывают оттяжки из пенькового каната диаметром 18-23 мм. Трос для поднятия траверсы опускают через отверстия в кровле, под которым установлен монтажно-тяговый механизм. Монтажный узел воздуховода поднимают на проектную отметку монтажно-тяговым механизмом, затем подвешивают его к ранее установленным креплениям. В конце монтажа воздуховод соединяют фланцами с ранее смонтированным участком воздуховода.

Вертикальные воздуховоды монтируются наращиванием сверху. Воздуховоды подаются на один из верхних этажей здания и устанавливают в вентиляционной шахте. Наверху шахты устанавливают грузовую балку, к которой крепят либо отводной блок, либо монтажно-тяговой механизм. На этаже, куда подняты воздуховоды, в шахте устанавливают деревянный настил и с настила собирают несколько звеньев воздуховодов. Монтажно-тяговым механизмом поднимают звенья для сборки укрупненного узла, затем настил разбирают, а собранный узел отпускают вниз на проектную отметку и закрепляют его. Указанные операции повторяют до полной сборки вертикального воздуховода.

Сборку систем воздуховодов из элементов между собой осуществляют с помощью предварительно установленных в местах стыков соединительных элементов.

**Фланцевые соединения.** Фланцевые соединения для прямоугольных воздуховодов изготавливаются для размера воздуховодов со сторонами до 700х700 мм включительно в заводских условиях из стандартного углового проката 25х25 мм с толщиной полок 3 мм. Для воздуховодов со сторонами 800х800 мм и выше из стандартного углового проката 32х32 мм с толщиной полок 3 мм. Во всех случаях на фланцах вырубается отверстия для соединительных болтов.

Прокладки фланцевых соединений должны плотно прилегать по всей плоскости фланца (не выступать внутрь воздуховода), обеспечивая герметичность соединения. Все головки болтовых соединений располагают с одной стороны фланца. Концы болтов не должны выступать из гаек более чем на 0,5 диаметра болтов. Затяжку последних делают по диагонали, чтобы избежать перекоса фланцевого соединения. Для заворачивания болтов нужно применять электрогайковерты или трехточечные ключи, что значительно повышает производительность сборки.

Монтаж вентиляторов должен производиться в следующей последовательности:

- приемка помещений вентиляционной камеры;
- доставка вентилятора или отдельных его деталей к месту монтажа;
- установка грузоподъемных средств;
- строповка вентилятора или отдельных его деталей;
- подъем и горизонтальное перемещение вентилятора к месту установки;

- установка вентилятора (сборка вентилятора) на опорных конструкциях;
- проверка правильности установки и сборки вентилятора;
- закрепление вентилятора к опорным конструкциям;
- проверка работы.

На объекте для подъема используются лебедки. Для этого под местом установки к перекрытию крепят блок, через который проходит канат к лебедке. Вентилятор с помощью строп поднимают, опускают на фундамент и крепят к основанию виброизоляторами.

### 5.3 Испытание систем вентиляции

Индивидуальные испытания вентиляционного оборудования (обкатка) систем вентиляции и кондиционирования воздуха выполняют в целях проверки работоспособности электродвигателей и отсутствия механических дефектов во вращающихся элементах оборудования. Индивидуальные испытания выполняют после монтажа оборудования при подключенной сети воздухопроводов. В случаях установки крупногабаритного оборудования в труднодоступных местах (кровля зданий, подвалы и т. д.) рекомендуется проводить испытания до подачи оборудования к месту монтажа (на производственной базе или непосредственно на стройплощадке).

При индивидуальном испытании оборудования с неподключенной сетью воздухопроводов (осевых вентиляторов) запрещается включение оборудования без создания искусственного сопротивления (необходимо заглушить 3/4 всасывающего отверстия).

Индивидуальные испытания вентиляционного оборудования выполняют в течении 1 часа работы оборудования или путем проверки значений силы тока двигателя, работающего в режиме эксплуатации.

Расхождение показаний не должно превышать 10% значений тока  $I_n$  указанных на двигателе.

При отсутствии электроснабжения вентиляционных установок по постоянной схеме подключение электроэнергии по временной схеме и проверку исправности пусковых устройств выполняет лицо, осуществляющее строительство.

По результатам проведения индивидуальных испытаний вентиляционного оборудования составляют акт по форме.

Испытания на герметичность участков воздухопроводов, скрывааемых строительными конструкциями, выполняет аэродинамических методов плиз это требование указано в рабочей документации. Испытание следует осуществлять до нанесения тепловой изоляции и огнестойких мастик.

Перед сдачей в эксплуатацию систем вентиляции и кондиционирования воздуха после передачи монтажной организации работ (оформляется актом) наладочной организация проводит индивидуальную и (или) комплексную наладку систем.

Пусконаладочным работам предшествуют работы, выполняемые специализированными электромонтажными организациями:

- подключение и проверка электропитания, направления вращения электродвигателей, защиты (установка щитов управления);
- подключение и проверка работоспособности систем пожарной автоматики, клапанов пожарных систем и систем управления (включения/ отключения) вентиляционных систем при возникновении пожара.

При регулировке систем на проектные расходы воздуха следует выполнить:

- проверку соответствия фактического исполнения систем вентиляции и кондиционирования воздуха исполнительной документации и требованиям настоящего раздела;
- проверку соответствия фактических характеристик техническим данным, в том числе: расход воздуха и полное давление, частота вращения, потребляемая мощность и т. д.;
- проверку равномерности прогрева (охлаждения) теплообменных аппаратов, при этом прогрев (охлаждение) проверяется тактильным способом (на ощупь) либо с применением накладных термометров или пирометров с любой погрешностью, а также проверку отсутствия выноса влаги через каплеуловители камер орошения или воздухоохладителей;
- определение расхода и сопротивление пылеулавливающих устройств;
- проверку действия вытяжных устройств естественной вентиляции;
- испытание и регулировку вентиляционной сети систем в целях достижения проектных показателей по расходу воздуха в воздуховодах, местных отсосах, по воздухообмену в помещениях и определение в системах подсосов или потерь воздуха.

Отклонения показателей по расходу воздуха от предусмотренных исполнительной документацией после регулировки и испытания систем вентиляции и кондиционирования воздуха допускаются:

- в пределах  $\pm 8\%$  по расходу воздуха, проходящего через воздухораспределительные и воздухоприемные устройства общеобменных установок вентиляции и кондиционирования воздуха, при условии обеспечения требуемого подпора (разрежения) воздуха в помещении;
- до  $+ 8\%$  по расходу воздуха, удаляемого через местные отсосы и подаваемого через душирующие патрубки.

Комплексно наладку систем вентиляции и кондиционирования воздуха осуществляется по программе и графику, разработанным техническим заказчиком или по его поручению проектной или наладочной организацией.

Комплексная наладка, выполняемая после завершения индивидуальной наладки инженерных систем, должна включать в себя:

- проверку одновременно работающих систем здания;
- проверку работоспособности вентиляционных устройств и оборудования с определением характеристик и соответствия их требованиям рабочей документации;
- оценку работоспособности систем вентиляции и кондиционирования воздуха с сопутствующими сетями теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения при проектных режимах работы;

- проверку отключения общеобменных и местных систем вентиляции при пожаре;
- проверку включения систем противодымной вентиляции и подпора воздуха;
- проверка срабатывания противопожарных и дымовых клапанов в соответствии с требованиями исполнительной документации;
- проверку основных показателей работы систем противодымной вентиляции в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53300;
- проверку функционирования оборудования, устройств защиты, блокировки, сигнализации и регулирования;
- измерения уровней шума или звукового давления, а при необходимости величины вибрации оборудования.
- Результаты комплексной наладки и передачи систем в эксплуатацию (техническому заказчику) оформляют в виде акта.

Если в соответствии с заданием на проектирование здание аттестуется (сертифицируется) по «зеленым стандартам», то комплексную наладку систем отопления, вентиляции, кондиционирования, горячего водоснабжения и теплоснабжения выполняют с разработкой режимных карт по эксплуатации, автоматическому регулированию и контролю.

#### **5.4 Набор инструментов и приспособлений для монтажа системы вентиляции**

Монтаж вентиляционных устройств выполняют комплексные бригады, состав которых (количество рабочих и квалификация) зависит от объемов, сроков и способов производства работ. Обычно бригада состоит из шести человек, один из которых имеет профессию сварщика. Каждая бригада должна быть обеспечена набором необходимых инструментов повседневного и периодического пользования, а также электросварочным оборудованием. Применение ручных и механизированных инструментов, в том числе специальных, повышает производительность труда рабочих и сокращает сроки производства работ.

Весь инструмент, применяемый для монтажа вентиляционных устройств, можно разбить на несколько групп: измерительный, разметочный для резки и опиловки металла, сверления отверстий, выполнения сборочно-монтажных работ.

Стальной металлический метр с ценой деления 1 мм и металлическая рулетка предназначены для измерения линейных размеров и разметки.

Штангенциркуль измеряют наружные и внутренние размеры воздуховодов и заготовок.

Строительный брусковый уровень с ценой деления основной ампулы от 0,02 до 0,2 мм/м служит для контроля горизонтальности и вертикальности при сборке изделий или вентиляционного оборудования.

Стальной строительный отвес применяют при производстве строительно-монтажных работ для проверки вертикальности стояков воздуховодов и оборудования.

Удлиненные оправки СТД-931/1 и СТД-931/2 служат для совмещения отверстий во фланцевых соединениях воздуховодов. Острый конец оправки вставляют в отверстия фланцев, а другим ее концом как рычагом смещают фланцы в нужную сторону до совпадения отверстий.

Кернеры используют для нанесения точек на металле при разметке.

Чертилки, представляющими собой карандаш с иглой из твердого сплава, наносят линии на листе металла при разметке.

Слесарные молотки (ГОСТ 2310-70) применяются для сборки воздуховодов и вентиляционного оборудования.

Кувалды выпускают тупоносые (ГОСТ 11401-75) и остроносые (ГОСТ 11402-75) массой от 2 до 8 кг. В вентиляционных работах чаще всего используют тупоносые кувалды массой 2 кг для пробивки отверстий в строительных конструкциях.

Гаечные ключи бывают односторонние, двусторонние и разводные. При монтаже вентиляций применяют двусторонние гаечные ключи (ГОСТ 2839-71) малых и средних размеров зева (от 8x10 до 22x24 мм). Применяют также гаечные разводные ключи с наибольшим раскрытием зева 12 и 19 мм.

По назначению вентиляционные детали подразделяются: на детали для регулирования количества воздуха, воздухораспределительные устройства, типовые детали вентиляционных устройств, детали крепления воздуховодов, детали для соединения воздуховодов.

К деталям для регулирования количества воздуха относятся дроссель-клапаны, воздушные унифицированные заслонки, огнезадерживающие клапаны, шиберы, лепестковые обратные клапаны во взрывобезопасном исполнении.

К воздухораспределительным устройствам относятся прямоточные регулируемые воздухораспределители, воздухораспределители для сосредоточенной подачи воздуха, пристенные воздухораспределители, душирующие патрубки с верхней и нижней подачей воздуха, приклонные регулируемые веерные воздухораспределители, эжекционные воздухораспределители.

К типовым деталям вентиляционных систем относятся штампованные воздухозаборные решетки с неподвижными ребрами, приточные регулируемые решетки, приточно-вытяжные щелевые решетки, просечная сетка, дефлекторы, зонты, двери для вентиляционных камер, гибкие вставки, трубчатые глушители, пластинчатые шумоглушители, вентиляционные фильтры экранированных помещений, пружинные виброизоляторы, штампованные отводы, узлы прохода вентиляционных шахт через перекрытия зданий и сооружений, местные и бортовые отсосы, вытяжные шкафы, пылеприемники и др.



К деталям крепления воздухопроводов можно отнести кронштейны, хомуты, траверсы, регулируемые и нерегулируемые подвески, тяги, захваты.

К деталям для соединений воздухопроводов и фасонных частей относятся круглые и прямоугольные фланцы, бандажи, манжеты, замки, соединительные рейки.

Воздуховоды и фасонные части к ним бывают круглого и прямоугольного сечений. В зависимости от материалов, из которых их изготавливают, они подразделяются на металлические и неметаллические. По способу соединения между собой воздухопроводы делятся на фланцевые и бесфланцевые.

К вспомогательным материалам, используемым для монтажа систем вентиляции и кондиционирования воздуха, относятся метизы, электроды, сварочная проволока, лакокрасочные материалы. Их марка определяется монтажным проектом или рабочей документацией.

### 5.5 Расчет заготовительных длин воздухопроводов

Расчет произведен для системы П1 с помощью методики изложенной в [12].

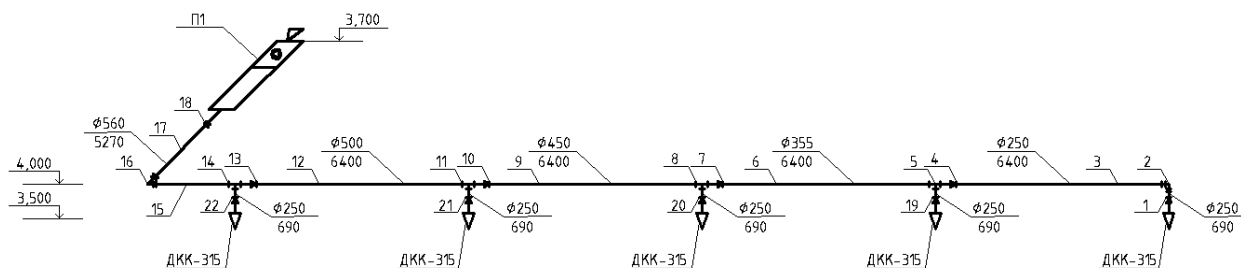


Рисунок 6 – Аксонометрическая схема системы П1

1 Деталь – Переход Ø 315 мм

$$l_3 = 270 \text{ мм.}$$

2 Деталь – Унифицированный отвод круглого сечения Ø 250 мм, 90°

$$l_1 = 420 \text{ мм.}$$

3 Деталь – Воздуховод круглого сечения Ø 250 мм

$$l_2 = 6400 - l_2 - l_4 - \frac{l_5}{2} = 6400 - 420 - 270 - \frac{450}{2} = 5485 \text{ мм.}$$

4 Деталь – Переход Ø 355 мм

$$l_4 = 270 \text{ мм.}$$

5 Деталь – Тройник

$$l_5 = 450 \text{ мм.}$$

6 Деталь – Воздуховод круглого сечения Ø 355 мм

$$l_6 = 6400 - \frac{l_5}{2} - l_7 - \frac{l_8}{2} = 6400 - \frac{450}{2} - 270 - \frac{530}{2} = 5640 \text{ мм.}$$

7 Деталь – Переход Ø 450 мм

$$l_7 = 270 \text{ мм.}$$

8 Деталь – Тройник

$$l_8 = 530 \text{ мм.}$$

9 Деталь – Воздуховод круглого сечения  $\varnothing 450$  мм

$$l_9 = 6400 - \frac{l_8}{2} - l_{10} - \frac{l_{11}}{2} = 6400 - \frac{530}{2} - 270 - \frac{350}{2} = 5690 \text{ мм.}$$

10 Деталь – Переход  $\varnothing 500$  мм

$$l_{10} = 415 \text{ мм.}$$

11 Деталь – Тройник

$$l_{12} = 350 \text{ мм.}$$

12 Деталь – Воздуховод круглого сечения  $\varnothing 450$  мм

$$l_{12} = 6400 - \frac{l_{11}}{2} - l_{13} - \frac{l_{14}}{2} = 6400 - \frac{350}{2} - 270 - \frac{350}{2} = 5780 \text{ мм.}$$

13 Деталь – Переход  $\varnothing 500$  мм

$$l_{13} = 270 \text{ мм.}$$

14 Деталь – Тройник

$$l_{14} = 350 \text{ мм.}$$

15 Деталь – Воздуховод круглого сечения  $\varnothing 560$  мм

$$l_{15} = 2400 - \frac{l_{14}}{2} - l_{16} = 2400 - \frac{350}{2} - 605 = 1620 \text{ мм.}$$

16 Деталь – Унифицированный отвод круглого сечения  $\varnothing 560$  мм,  $90^\circ$

$$l_{16} = 605 \text{ мм.}$$

17 Деталь – Воздуховод круглого сечения  $\varnothing 560$  мм

$$l_{17} = 2870 - l_{16} - l_{18} = 2870 - 120 - 605 = 2145 \text{ мм.}$$

18 Деталь – Гибкая вставка  $\varnothing 560$  мм

$$l_{16} = 120 \text{ мм.}$$

19 Деталь – Переход  $\varnothing 400$  мм

$$l_{19} = 120 \text{ мм.}$$

20 Деталь – Переход  $\varnothing 450$  мм

$$l_{20} = 120 \text{ мм.}$$

21 Деталь – Переход  $\varnothing 500$  мм

$$l_{21} = 120 \text{ мм.}$$

22 Деталь – Переход  $\varnothing 560$  мм

$$l_{21} = 120 \text{ мм.}$$

## Заключение

Системы отопления и вентиляции на сегодняшний день актуальны и пользуются большим спросом для обеспечения комфортных условий в производственных зданиях по допустимым нормам.

В соответствии с предоставленным заданием были разработаны инженерные системы для обеспечения микроклимата здания в соответствии с нормами, стандартами и правилами. Произведен расчет и подбор отопительного и вентиляционного оборудования.

В заключении, исходя из выше сказанного необходимо владеть навыками точного расчета и рационального подбора оборудования для создания микроклимата, посредствующего жизнедеятельности людей.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. Введ.01.01.2013. – Москва: Минрегион России, 2012. – 76 с.
- 2 СП 131.13330.2018 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. Введ.01.01.2013. – Москва: Минрегион России, 2012. – 108 с.
- 3 СанПиН 2.2.4548-96. "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений " (с изменениями на 15 марта 2010 года). – введ. 15.06.2003. – Москва:ГГСВ РФ, 2010. – 26 с.
- 4 ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. Докипедия: ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. - Взамен ГОСТ 30494-96; введ. 01.01.2013. - Москва: МНТКС,2013. – 20 с.
- 5 СП 113.13330.2016 Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99\*. Введ. 08.05.2017. – Москва: Минрегион России, 2016. – 42 с.
- 6 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2033. Введ. – Москва: ФГУП ЦПП, 2012. – 14 с.
- 7 Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий. Учеб. пособие для вузов / В.П.Титов и др. – М.: Стройиздат 1985-208 с.
- 8 Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.II. Вентиляция и кондиционирование воздуха /Под ред. И. Г. Староверова и Ю.И.Шиллера. – М.: Стройиздат, 1990-370 с.
- 9 Учебно-методическое пособие для курсового проектирования «Отопление и вентиляция промышленного здания». Г.В. Смольников, В.К.Шмидт, В.И.Панфилов. Красноярск, СФУ, 2014. – 61 с.
- 10 СНиП II-12-77 «Защита от шума» Госстрой СССР, 1977. – 133 с.
- 11 СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87\*. – Москва: ФГУП ЦПП, 2007. – 16 с.
- 12 Учебно-методическое пособие для курсового проектирования ««Основы технологии систем ТГВ». И.В.Мисютина, В.И.Панфилов. Красноярск, СФУ, 2013. – 41 с.
- 13 СТО 4.2-07-2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Введ.22.12.2014.-Красноярск : ИПК СФУ, 2014. – 60 с.

## Приложение А

### Система Ст 12 – Ст 24

#### Отопительные приборы

Но- мер	Пом.	Тип от. пр.	n	L	Qрас	Qтр	Qреа	Qдеф	Аоп	tп	dt	AG	G
Стойак			[эл.]	[м]	[Вт]	[Вт]	[Вт]	[Вт]		[°C]	[K]		[кг/с]
12	2	GS-2-40	2	1,00	260	260	320	-60	1,000	95,00	30,79	1,00	0,00248
13	3	GS-4-40	1	0,50	265	265	309	-44	1,000	95,00	29,17	1,00	0,00253
14	4	GS-4-40	6	3,00	1770	1770	1794	-24	1,000	95,00	25,34	1,00	0,01687
15	5	GS-4-40	9	4,50	2490	2490	2621	-131	1,000	95,00	26,32	1,00	0,02373
16	5	GS-4-40	8	4,00	2490	2490	2395	95	1,000	95,00	24,04	1,00	0,02373
17	6	BIWW 020 20	24	2,40	6695	6695	6738	-43	1,000	95,00	25,16	1,00	0,06380
18	6	BIWW 020 15	22	2,20	4463	4463	4416	47	1,000	95,00	24,74	1,00	0,04253
19	6	BIWW 020 10	20	2,00	2232	2232	2369	-137	1,000	95,00	26,54	1,00	0,02127
20	6	BIWW 020 20	30	3,00	8926	8926	8534	392	1,000	95,00	23,90	1,00	0,08507
21	6	BIWW 020 20	26	2,60	6695	6695	7174	-480	1,000	95,00	26,79	1,00	0,06380
22	6	BIWW 020 20	24	2,40	6695	6695	6738	-43	1,000	95,00	25,16	1,00	0,06380
23	6	BIWW 020 10	16	1,60	2232	2232	1982	249	1,000	95,00	22,21	1,00	0,02127
24	6	BIWW 020 20	24	2,40	6695	6695	6738	-43	1,000	95,00	25,16	1,00	0,06380

## Гидравлический расчет

Тип	Номер		Пом.	Символ	Настройки	Авт.	dn	G	Kv	dP
	Стояк						[мм]	[кг/с]	[м3/ч]	[Па]
П	12		2	ASV-BD	1.6		15	0,002	0,480	37
П	12		2	RA-DV П RA	1		10	0,002	0,018	26656
О	12		2	ASV-BD	1.6		15	0,002	0,480	36
П	13		3	ASV-BD	1.6		15	0,003	0,480	39
П	13		3	RA-DV П RA	1		10	0,003	0,018	26184
О	13		3	ASV-BD	1.6		15	0,003	0,480	37
П	14		4	ASV-BD	1		15	0,017	0,290	4738
П	14		4	FHV-A	2.5	0,53	20	0,017	0,156	16399
О	14		4	ASV-BD	1		15	0,017	0,290	4586
П	15		5	ASV-BD	1.4		15	0,024	0,410	4692
П	15		5	FHV-A	3.5	0,50	20	0,024	0,224	15686
О	15		5	ASV-BD	1.4		15	0,024	0,410	4536
П	16		5	ASV-BD	1.5		15	0,024	0,440	4074
П	16		5	FHV-A	3.5	0,51	20	0,024	0,222	16035
О	16		5	ASV-BD	1.5		15	0,024	0,440	3949
П	17		6	ASV-BD	1.9		20	0,064	1,430	2788
П	17		6	FHV-A	7	0,52	20	0,064	0,591	16311
О	17		6	ASV-BD	1.9		20	0,064	1,430	2699
П	18		6	ASV-BD	1.3		20	0,043	0,990	2585
П	18		6	FHV-A	5.5	0,51	20	0,043	0,400	15856
О	18		6	ASV-BD	1.3		20	0,043	0,990	2504
П	19		6	ASV-BD	1.6		15	0,021	0,480	2749
П	19		6	FHV-A	3.5	0,42	20	0,021	0,219	13155
О	19		6	ASV-BD	1.6		15	0,021	0,480	2657
П	20		6	ASV-BD	5.2		20	0,085	6,000	282
П	20		6	FHV-A	N	0,52	20	0,085	0,790	16239
О	20		6	ASV-BD	5.2		20	0,085	6,000	273
П	21		6	ASV-BD	2.5		20	0,064	1,960	1484
П	21		6	FHV-A	7	0,41	20	0,064	0,667	12811
О	21		6	ASV-BD	2.5		20	0,064	1,960	1434

Π	22		6	ASV-BD	2.6		20	0,064	2,070	1330
Π	22		6	FHV-A	7	0,40	20	0,064	0,675	12497
Ο	22		6	ASV-BD	2.6		20	0,064	2,070	1288
Π	23		6	ASV-BD	2		15	0,021	0,630	1596
Π	23		6	FHV-A	3.5	0,37	20	0,021	0,234	11542
Ο	23		6	ASV-BD	2		15	0,021	0,630	1550
Π	24	13	6	ASV-BD	2.8		20	0,064	2,310	1068
Π	24	13	6	FHV-A	N	0,38	20	0,064	0,694	11841
Ο	24	13	6	ASV-BD	2.8		20	0,064	2,310	1034
Π		1	1	ASV-BD	5.5		40	0,495	26,000	507
Π		1	1	DANF FVR			40	0,495	24,500	571
Π		1	1	ASV-BD	5.5		40	0,495	26,000	507
Ο		1	1	ASV-BD	5.5		40	0,495	26,000	491
Ο		1	1	DANF FVR			40	0,495	24,500	553
Ο		1	1	ASV-BD	5.5		40	0,495	26,000	491

Материалы - Трубы

dn	N каталожный	L	V	M	Цена	Замечания
[мм]		[м]	[л]	[кг]	[ ]	
Символ: GO_10704 Произв-ль:						
Трубы стальные электросварные прямошовные, ГОСТ 10704-76, T <sub>max</sub> = 300 град. P <sub>max</sub> = 2.5 МПа						
15		62.6	10	49		
20		93.0	32	105		
25		46.0	28	68		
Всего		201.5	70	223		
Всего		201.5	70	223		

Материалы - Отопительные приборы

Символ	n/L	Колич	dn	Под.	V	M	Цена
	[шт./м]	[шт.]	[мм]		[л]	[кг]	[ ]
Символ: GS-4-40 Произв-ль:							
Отопительный прибор из 4 горизонт. стальных гладких труб dn 40 мм, размещенных друг над другом в соотв. PN-68/B-40021.							
	1.50	1	15	GDJ	9	23	
	2.00	5	15	GDJ	57	150	
	2.50	3	15	GDJ	43	112	
	3.00	1	15	GDJ	17	44	
	3.50	1	15	GDJ	20	52	
Всего	25.50	11			145	380	

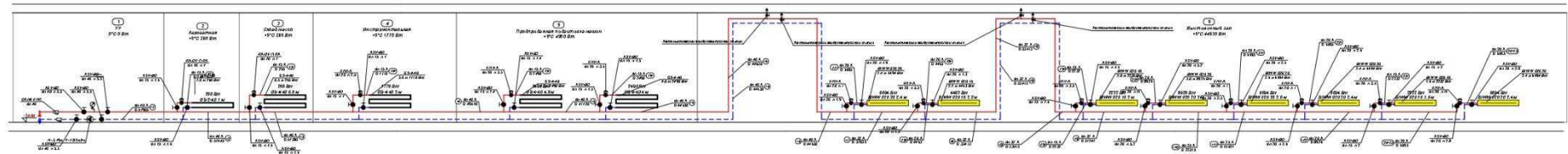
Материалы - Арматура

dn	N каталожный	Колич	Цена	Замечания
[мм]		[шт.]	[ ]	
Арматура на трубах символа GO_10704				
Символ: ASV-BD Произв-ль: DANFOSS				
Вентиль запорный, тип ASV-BD, резьба внутренняя. Сопротивление клапана не входит в зону стабилизации давления.				
15	003Z4041	22		
25	003Z4043	4		
Всего		26		
Символ: FHV-A Произв-ль: DANFOSS				
Вентиль термостатический с предварительной настройкой, тип FHV-A предназначен для индивидуальной регулировки температуры в системах подпольного отопления.				
20	003L100100	11		
Всего		11		
Символ: FVF 065B772 Произв-ль: DANFOSS				
Фильтр сетчатый фланцевый, тип FVF со спускным элементом, кат. ном. 065B772**.				
25	065B7728	2		
Всего		2		

Материалы - Арматура

dn	N каталожный	Колич	Цена	Замечания
[мм]		[шт.]	[ ]	
Символ: ОТВОД90 Произв-ль:				
Отвод 90 град.				
15		22		
20		44		
25		8		
Всего		74		
Символ: ОБХОД Произв-ль:				
Обход трубопровода при отопительном приборе.				
15		7		
25		2		
Всего		9		
Символ: ДУГА90 Произв-ль:				
Дуга 90 град. r/d >= 2.5.				
15		24		
20		8		
25		8		
Всего		40		





Система Ст 1 – Ст 11

Отопительные приборы

Номер	Пом.	Тип от. пр.	n	L	Qрас	Qтр	Qреа	Qдеф	Aоп	tp	dt	AG	G
Стойк			[эл.]	[м]	[Вт]	[Вт]	[Вт]	[Вт]		[оС]	[К]		[кг/с]
1	7	GS-4-40	6	3,00	1868	1868	1813	55	1,000	95,00	24,27	1,00	0,01780
2	7	GS-4-40	3	1,50	934	934	927	7	1,000	95,00	24,82	1,00	0,00890
3	7	GS-4-40	7	3,50	1868	1868	2039	-171	1,000	95,00	27,29	1,00	0,01780
4	9	GS-4-40	5	2,50	1245	1245	1449	-204	1,000	95,00	29,10	1,00	0,01187
5	9	GS-4-40	4	2,00	1245	1245	1225	20	1,000	95,00	24,60	1,00	0,01187
6	9	GS-4-40	4	2,00	1245	1245	1225	20	1,000	95,00	24,60	1,00	0,01187
7	9	GS-4-40	4	2,00	1245	1245	1225	20	1,000	95,00	24,60	1,00	0,01187
8	10	GS-4-40	5	2,50	1315	1315	1468	-153	1,000	95,00	27,90	1,00	0,01253
9	10	GS-4-40	4	2,00	1315	1315	1238	77	1,000	95,00	23,53	1,00	0,01253
10	10	GS-4-40	4	2,00	1315	1315	1238	77	1,000	95,00	23,53	1,00	0,01253
11	10	GS-4-40	5	2,50	1315	1315	1468	-153	1,000	95,00	27,90	1,00	0,01253

Гидравлический расчет

Тип	Номер		Пом.	Символ	Настройки	Авт.	dn	G	Kv	dP
	Стойк	Участ.								
П	1		7	FHV-A	3	0,55	20	0,018	0,170	15442
П	1		7	ASV-BD	1.1		15	0,018	0,320	4335
О	1		7	ASV-BD	1.1		15	0,018	0,320	4201
П	2		7	FHV-A	1.5	0,45	20	0,009	0,094	12517
П	2		7	ASV-BD	0.4		15	0,009	0,140	5661
О	2		7	ASV-BD	0.4		15	0,009	0,140	5483
П	3		7	FHV-A	3	0,54	20	0,018	0,171	15214
П	3		7	ASV-BD	1.3		15	0,018	0,380	3074
О	3		7	ASV-BD	1.3		15	0,018	0,380	2969
П	4		9	FHV-A	2	0,45	20	0,012	0,124	12757
П	4		9	ASV-BD	1.1		15	0,012	0,320	1925
О	4		9	ASV-BD	1.1		15	0,012	0,320	1856
П	5		9	FHV-A	2	0,43	20	0,012	0,128	11981

П	5		9	ASV-BD	1.2		15	0,012	0,350	1610
О	5		9	ASV-BD	1.2		15	0,012	0,350	1559
П	6		9	FHV-A	2	0,42	20	0,012	0,130	11667
П	6		9	ASV-BD	1.3		15	0,012	0,380	1365
О	6		9	ASV-BD	1.3		15	0,012	0,380	1323
П	7		9	FHV-A	2	0,42	20	0,012	0,130	11667
П	7		9	ASV-BD	1.4		15	0,012	0,410	1173
О	7		9	ASV-BD	1.4		15	0,012	0,410	1136
П	8		10	FHV-A	2.5	0,42	20	0,013	0,137	11682
П	8		10	ASV-BD	1.6		15	0,013	0,480	955
О	8		10	ASV-BD	1.6		15	0,013	0,480	921
П	9		10	FHV-A	2.5	0,39	20	0,013	0,143	10804
П	9		10	ASV-BD	2.4		15	0,013	0,800	344
О	9		10	ASV-BD	2.4		15	0,013	0,800	333
П	10		10	FHV-A	2.5	0,38	20	0,013	0,144	10551
П	10		10	ASV-BD	4.4		15	0,013	1,910	60
О	10		10	ASV-BD	4.4		15	0,013	1,910	58
П	11	13	10	FHV-A	2.5	0,37	20	0,013	0,145	10492
П	11	13	10	ASV-BD	5.7		15	0,013	3,000	24
О	11	13	10	ASV-BD	5.7		15	0,013	3,000	24
П		1	1	ASV-BD	6.2		25	0,142	9,500	313
П		1	1	FVF 065B772			25	0,142	16,500	104
П		1	1	ASV-BD	6.2		25	0,142	9,500	313
О		1	1	ASV-BD	6.2		25	0,142	9,500	303
О		1	1	FVF 065B772			25	0,142	16,500	100
О		1	1	ASV-BD	6.2		25	0,142	9,500	303

**Материалы - Трубы**

dn	N каталожный	L	V	M	Цена	Замечания
[мм]		[м]	[л]	[кг]	[ ]	
Символ: GO_10704 Произв-ль:						
Трубы стальные электросварные прямошовные, ГОСТ 10704-76, Tmax = 300 град. Pmax = 2.5 МПа						
15		12.4	2	10		
20		21.4	7	24		
25		22.2	14	33		
32		42.5	39	76		
40		70.6	93	150		
<b>Всего</b>		<b>169.2</b>	<b>155</b>	<b>292</b>		
<b>Всего</b>		<b>169.2</b>	<b>155</b>	<b>292</b>		

**Материалы - Отопительные приборы**

Символ	n/L	Колич	dn	Под.	V	M	Цена
	[шт./м]	[шт.]	[мм]		[л]	[кг]	[ ]
Символ: BIWW 020 10 Произв-ль: JAGA							
Отопительный прибор - конвектор настенный BIWW, тип 10, высота H = 200 мм.							
	1.60	1	15	GDJ	1	9	
	2.00	1	15	GDJ	1	11	
<b>Всего</b>	<b>3.60</b>	<b>2</b>			<b>2</b>	<b>19</b>	
Символ: BIWW 020 15 Произв-ль: JAGA							
Отопительный прибор - конвектор настенный BIWW, тип 15, высота H = 200 мм.							
	2.20	1	15	GDJ	2	15	
<b>Всего</b>	<b>2.20</b>	<b>1</b>			<b>2</b>	<b>15</b>	
Символ: BIWW 020 20 Произв-ль: JAGA							
Отопительный прибор - конвектор настенный BIWW, тип 20, высота H = 200 мм.							
	2.40	3	15	GDJ	10	60	
	2.60	1	15	GDJ	3	22	
	3.00	1	15	GDJ	4	25	
<b>Всего</b>	<b>12.80</b>	<b>5</b>			<b>17</b>	<b>106</b>	

**Материалы - Отопительные приборы**

Символ	n/L	Колич	dn	Под.	V	M	Цена
	[шт./м]	[шт.]	[мм]		[л]	[кг]	[ ]
Символ: GS-2-40 Произв-ль:							
Отопительный прибор из 2 горизонт. стальных гладких труб dn 40 мм, размещенных друг над другом в соотв. PN-68/B-40021.							
	1.00	1	15	GDJ	3	8	
<b>Всего</b>	<b>1.00</b>	<b>1</b>			<b>3</b>	<b>8</b>	
Символ: GS-4-40 Произв-ль:							
Отопительный прибор из 4 горизонт. стальных гладких труб dn 40 мм, размещенных друг над другом в соотв. PN-68/B-40021.							
	0.50	1	15	GDJ	3	8	
	3.00	1	15	GDJ	17	44	
	4.00	1	15	GDJ	22	59	
	4.50	1	15	GDJ	25	66	
<b>Всего</b>	<b>12.00</b>	<b>4</b>			<b>68</b>	<b>178</b>	
<b>Всего</b>		<b>13</b>			<b>92</b>	<b>326</b>	

Материалы - Арматура

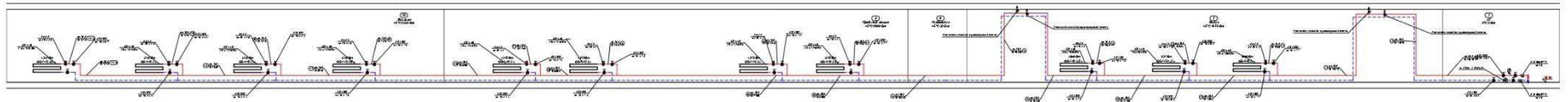
dn [мм]	N каталожный	Колич [шт.]	Цена [ ]	Замечания
<b>Арматура на трубах символа GO_10704</b>				
Символ: ASV-BD Произв-ль: DANFOSS				
Вентиль запорный, тип ASV-BD, резьба внутренняя. Сопротивление клапана не входит в зону стабилизации давления.				
15	003Z4041	14		
20	003Z4042	12		
40	003Z4045	4		
Всего		30		
Символ: DANF FVR Произв-ль: DANFOSS				
Фильтр сетчатый со сливной пробкой, тип FVR.				
40	065B8239	2		
Всего		2		
Символ: FHV-A Произв-ль: DANFOSS				
Вентиль термостатический с предварительной настройкой, тип FHV-A предназначен для индивидуальной регулировки температуры в системах подпольного отопления.				
20	003L100100	11		

Материалы - Арматура

dn [мм]	N каталожный	Колич [шт.]	Цена [ ]	Замечания
Символ: ОТВОД90 Произв-ль:				
Отвод 90 град.				
20		6		
25		8		
32		8		
40		2		
Всего		24		
Символ: ОБХОД Произв-ль:				
Обход трубопровода при отопительном приборе.				
15		7		
20		6		
40		2		
Всего		15		
Символ: RA-DV II RA Произв-ль: DANFOSS				
Прямой термостатический клапан RA-DV с автоматическим регулятором расхода, интервал расхода 20 - 125 л/ч. Версия с термостатической головкой типа RA.				
10	013G7712 + RA	2		

Материалы - Арматура

dn [мм]	N каталожный	Колич [шт.]	Цена [ ]	Замечания
Символ: RTR 7090 Произв-ль: DANFOSS				
Термостатический элемент для регулирующего клапана RTR 7090 Danfoss.				
	013G7090	2		
Всего		2		
Символ: ДУГА90 Произв-ль:				
Дуга 90 град. r/d >= 2.5.				
15		14		
20		14		
32		8		
40		8		
Всего		44		
Символ: СОЕДИН.-II Произв-ль:				
Соединитель прямой с резьбой к отопительному прибору.				
15		9		
20		6		
Всего		15		
Всего		145		

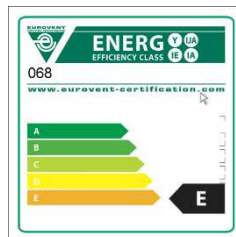


## Приложение Б

### Система П1

#### Технические данные

Типоразмер	PR 090	Корпус	
Расход приточ. возд.	7620 м <sup>3</sup> /h	Толщина мет. листа	1.0 мм нар. / 0.8 мм вн.
	2.12 м <sup>3</sup> /s	Внутр. лист	Оцинков. сталь
Тип агрегата	Внутрен. установки	Наруж. лист	С эмалевым покрытием
Высота над ур.м.	0 м	Крепеж	Оцинков. сталь
Velocity in air tunnel	2.2 м/с	Изоляция	Минерал. вата (35 кг/м <sup>3</sup> ) / 50 мм



Energy Efficiency Class : E

Классификация по EN 1886

Прочность корпуса : класс 2A - D1 (PR & TR)

Герметич. Корпуса : класс B/B - L2/L2 (PR & TR)

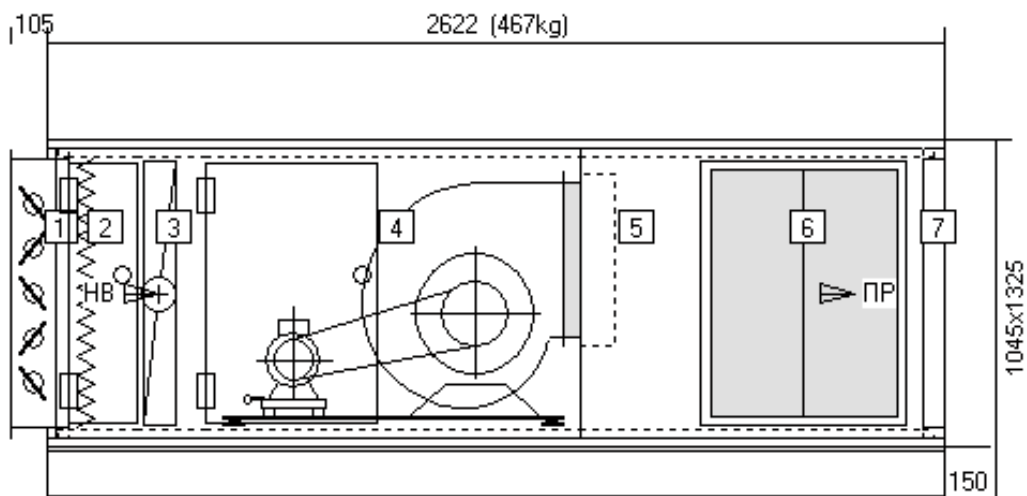
Утечки на фильтре : класс F9 (PR & TR)

07.01.337(TR)

Теплоизоляция : класс T2(PR) / T4(TR)

Тепловые мосты : класс TB2(PR) / TB3(TR)

Сертификат EUROVENT № 04.12.068(PR) /



Вид сбоку

Агрегат в комплекте с Опорн. рама выс.150 мм (оцинков. сталь)

**Торговая цена: 6371 Euro**

**Транспорт. Секция 1**      Длина: 2622 mm    Вес: 467 kg**(1) Секция смешения**

<i>Наружный воздух</i> Наруж. клапан на полную фронт. панель Стандарт.									
Мак. расх. возд.	7620	m <sup>3</sup> /h	Падение давления	8	Pa	Крут. момент	7.4	Nm	
	2.12	m <sup>3</sup> /s							

**(2) Фильтр**

		<i>с</i>		<i>Дверца</i>					
<i>Характеристики</i>				<i>Производительность</i>		<i>Размер и кол-во</i>			
Тип	Синтетич. плоский	Расход воздуха	7620	m <sup>3</sup> /h	592 x 592	2			
Класс	G4		2.117	m <sup>3</sup> /s					
Площадь поверх.	0.743	m <sup>2</sup>	Конеч. давление	150	Pa				
			Расчет. давление	112	Pa				

**(3) Воздуонагреватель**

<i>Характеристики</i>				<i>Производительность</i>		<i>Энергоноситель</i>			
Тип	Теплообменник	Расход воздуха	7620	m <sup>3</sup> /h	Тип	Вода			
Материал	Cu/Al		2.117	m <sup>3</sup> /s		Гликоль	0	%	
Фронт. скорость	2.8	m/s	Вход. воздух	-39/77	°C/%r.H.	t вход./выход.	95/70	°C	
Площадь поверхн.	0.74	m <sup>2</sup>	Выход. воздух	18.4/1	°C/%r.H.	Расход	5225	l/h	
Ряды/ходы	4/28		Коеф. безопасн.	65	%	Скорость	0.8	m/s	
Расст. м. ребр.	2.5	mm	Полная произв.	147.8	kW	Потеря напора	9.2	kPa	
Соединения	DN32		Падение давл.	83	Pa	Мин. температ.	0	°C	

**(4) Приточный вентилятор**

		<i>с</i>		<i>Дверца</i>					
<i>Вентилятор</i>				<i>Электродвигатель</i>		<i>Производительность</i>			
Типоразмер	ADH 355 L	Rated Power	1.5	kW	Расход воздуха	7620	m <sup>3</sup> /h		
	Стандарт	Напряжение	230/400V-3ph-50Hz			2.117	m <sup>3</sup> /s		
Лопатки	Загн. вперед	Класс защиты	IP55	Стандарт	Пад. давл. в агр.	234	Pa		
Виброизоляторы	Резиновые	Тепловая защита	PTO		Внешнее давление	58	Pa		
Скорость	776	об/мин	Rated Speed	1420	об/мин	Динам. давление	63	Pa	
Эффективность	63	%	Rated Current	3.4	A	Общее давление	355	Pa	
Shaft power	1.19	kW	Потреб. мощность	1.81	kW				
			SFP3	855	W/(m <sup>3</sup> /s)				
<i>Уровень шума</i>	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	Полн.
Lw воздухов. вверх по п.	78 dB	80 dB	73 dB	76 dB	72 dB	72 dB	69 dB	64 dB	79 dB(A)
Lw воздухов. вниз по п.	76 dB	78 dB	73 dB	75 dB	72 dB	72 dB	69 dB	64 dB	78 dB(A)
Lw корпуса	62 dB	61 dB	48 dB	51 dB	43 dB	46 dB	37 dB	25 dB	53 dB(A)
Lp*	45 dB	44 dB	31 dB	34 dB	26 dB	29 dB	20 dB	8 dB	36 dB(A)
Lw Наружный воздух	76.7 dB	78.4 dB	71.4 dB	73.9 dB	68.9 dB	69 dB	65.9 dB	60.9 dB	76 dB(A)
Lw Приточный воздух	70.9 dB	70.9 dB	61.9 dB	57.9 dB	49.9 dB	52.9 dB	51.9 dB	52.9 dB	62 dB(A)

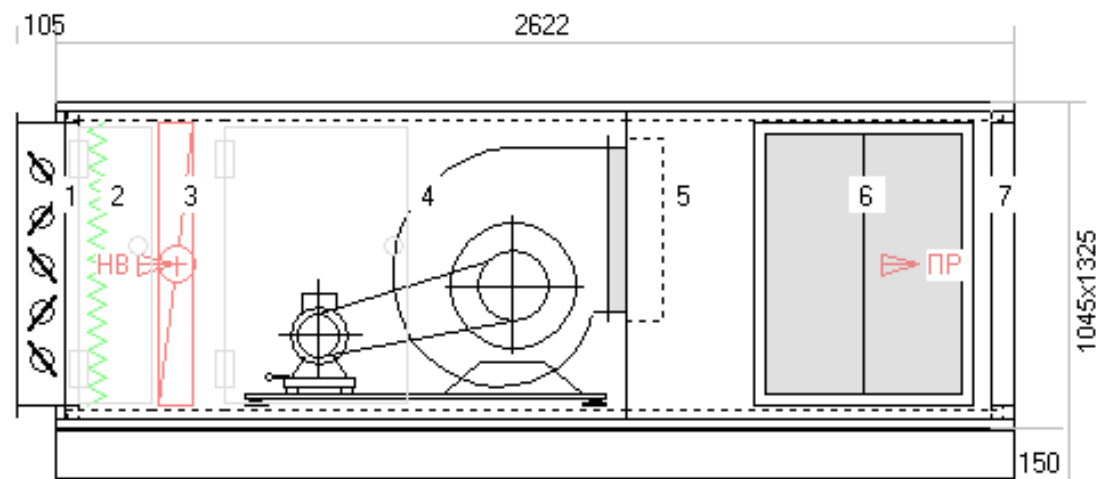
**(5) Диффузор 300mm****(6) Шумоглушитель**

Ширина разделит.	200	mm	Кол-во разделит.	4	Ск. воздуха	6.4	m/s	
Длина разделит.	600	mm			Потеря давл.	30	Pa	
<i>Уровень шума</i>	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Затухание	5	7	11	17	22	19	17	11

**(7) Выход воздуха**

<i>Приточный воздух</i> Полное отверстие во фронт. панели									
Мак. расх. возд.	7620	m <sup>3</sup> /h							
	2.12	m <sup>3</sup> /s							





Вид сбоку

**Wesper**<sup>®</sup>

*№ предлож.:*

*Код агрегата:*

*Заказчик:*

*Утверждено заказчиком*

*Дата*

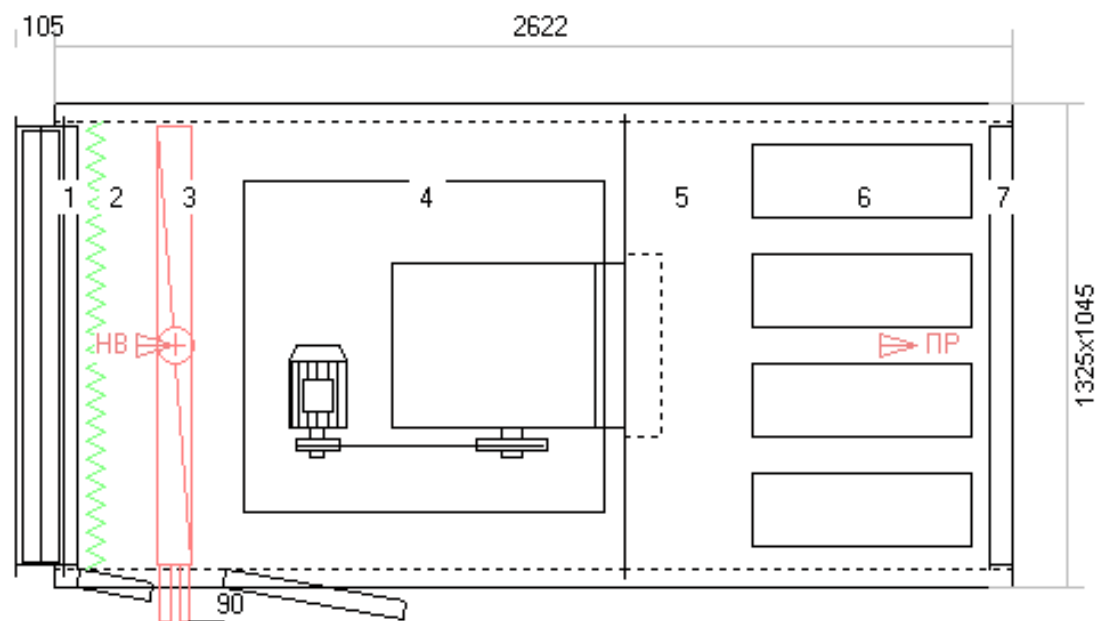
*Типоразмер*

*Проект:*

*Подпись и печать*

16.06.2020

PR 090



Вид сверху

**Wesper**®

№ предлож.:

Код агрегата:

Заказчик:

Утверждено заказчиком

Дата

Типоразмер

Проект:

Подпись и печать

16.06.2020

PR 090

## Приложение В

### Система В1

#### Технические данные

Типоразмер	PR 060	Корпус	
Расход возд. возд.	5165 м <sup>3</sup> /h	Толщина мет. листа	1.0 мм нар. / 0.8 мм вн.
	1.43 м <sup>3</sup> /s	Внутр. лист	Оцинков. сталь
Тип агрегата	Внутрен. установки	Наруж. лист	С эмалевым покрытием
Высота над ур.м.	0 м	Крепеж	Оцинков. сталь
Velocity in air tunnel	1.98 м/s	Изоляция	Минерал. вата (35 кг/м <sup>3</sup> ) / 50 мм

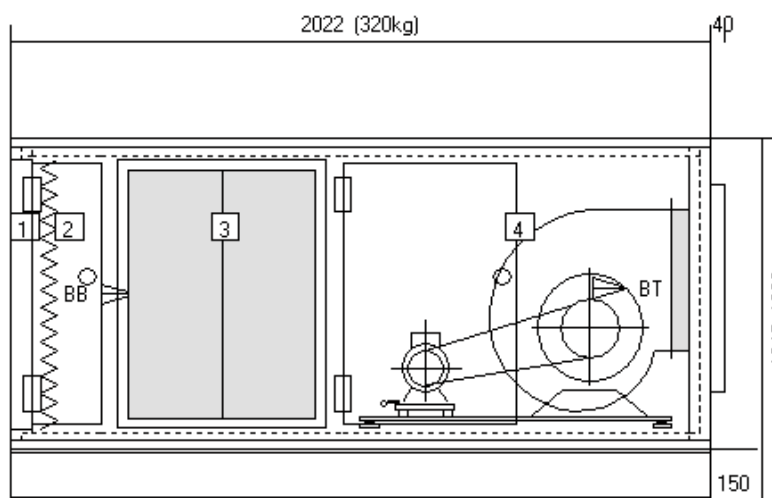


Energy Efficiency Class : E

Классификация по EN 1886

Прочность корпуса : класс 2A - D1 (PR & TR)  
Герметич. Корпуса : класс B/B - L2/L2 (PR & TR)  
Утечки на фильтре : класс F9 (PR & TR)  
07.01.337(TR)

Теплоизоляция : класс T2(PR) / T4(TR)  
Тепловые мостики : класс TB2(PR) / TB3(TR)  
Сертификат EUROVENT № 04.12.068(PR) /



Вид сбоку

Агрегат в комплекте с Опорн. рама выс.150 мм (оцинков. сталь)

**Торговая цена: 3940 Euro**

**Транспорт. Секция 1** \_\_\_\_\_ Длина: 2022 mm Вес: 320 kg

**(1) Забор воздуха**

<i>Возвратный воздух Полное отверстие во фронт. панели</i>			
Мак. расх. возд.	5165	m <sup>3</sup> /h	
	1.43	m <sup>3</sup> /s	

**(2) Фильтр**

<i>Характеристики</i>		<i>с</i>			<i>Дверца</i>		<i>Производительность</i>		<i>Размер и кол-во</i>	
Тип	Синтетич. плоский	Расход воздуха	5165	m <sup>3</sup> /h	287x 592	1				
Класс	G4		1.435	m <sup>3</sup> /s	592 x 592	1				
Площадь поверх.	0.557 m <sup>2</sup>	Конеч. давление	150	Pa						
		Расчет. давление	104	Pa						

**(3) Шумоглушитель**

Ширина разделит.	200	mm	Кол-во разделит.	3	Ск. воздуха	5.8	m/s	
Длина разделит.	600	mm			Потеря давл.	26	Pa	
<i>Уровень шума</i>	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
<i>Затухание</i>	5	7	11	17	22	19	17	11

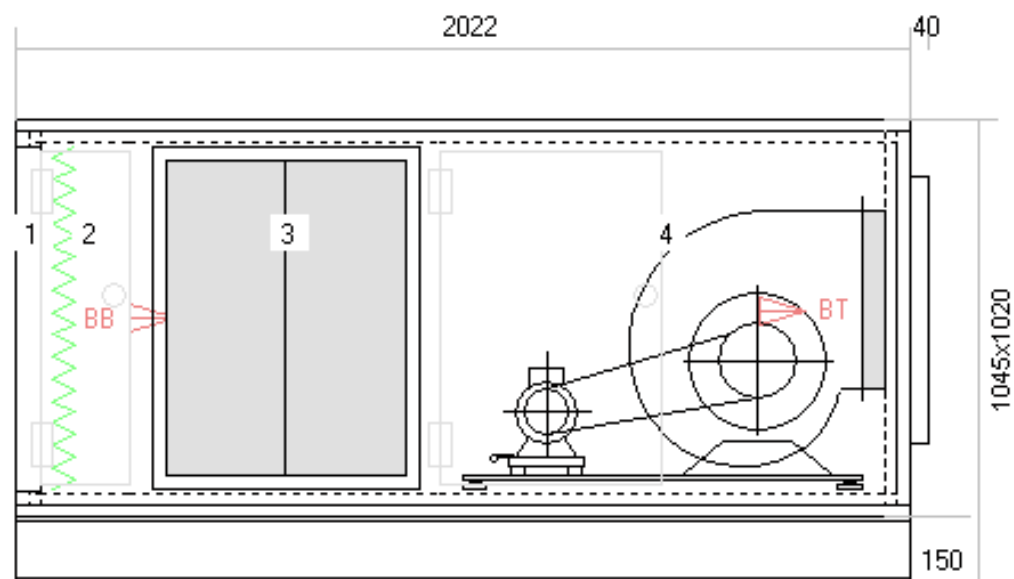
**(4) Вытяжной вентилятор**

<i>Вентилятор</i>		<i>с</i>			<i>Дверца</i>		<i>Производительность</i>				
Типоразмер	ADH 315 L	Rated Power	0.75	kW	Расход воздуха	5165	m <sup>3</sup> /h				
	Стандарт	Напряжение	230/400V-3ph-50Hz			1.435	m <sup>3</sup> /s				
Лопатки	Загн. вперед	Класс защиты	IP55 Стандарт		Пад. давл. в агр.	136	Pa				
Виброизоляторы	Резиновые	Тепловая защита	PTO		Внешнее давление	55	Pa				
Скорость	700 об/мин	Rated Speed	1395	об/мин	Динам. давление	46	Pa				
Эффективность	60 %	Rated Current	1.86	A	Общее давление	237	Pa				
Shaft power	0.56 kW	Потреб. мощность	0.97	kW							
		SFP2	676	W/(m <sup>3</sup> /s)							
<i>Уровень шума</i>	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	Полн.		
Lw воздухов. вверх по п.	73 dB	74 dB	68 dB	72 dB	67 dB	67 dB	62 dB	57 dB	74 dB(A)		
Lw воздухов. вниз по п.	70 dB	71 dB	67 dB	72 dB	67 dB	66 dB	62 dB	57 dB	73 dB(A)		
Lw корпуса	57 dB	55 dB	43 dB	47 dB	38 dB	41 dB	30 dB	18 dB	48 dB(A)		
Lp*	40 dB	38 dB	26 dB	30 dB	21 dB	24 dB	13 dB	1 dB	31 dB(A)		
Lw Возвратный воздух	67.8 dB	66.5 dB	56.5 dB	54.5 dB	44 dB	47.1 dB	44 dB	45 dB	57 dB(A)		
Lw Вытяжной воздух	69.9 dB	70.9 dB	66.9 dB	71.9 dB	66.9 dB	65.9 dB	61.9 dB	56.9 dB	73 dB(A)		

\*Ур. зв. давл.. рассч. на расст. 2м в усл. св. простр.

**(5) Выход воздуха**

<i>Вытяжной воздух</i>			
Мак. расх. возд.	5165	m <sup>3</sup> /h	
	1.43	m <sup>3</sup> /s	



Вид сбоку

**Wesper**<sup>®</sup>

*№ предлож.:*

*Код агрегата:*

*Заказчик:*

*Утверждено заказчиком*

*Дата*

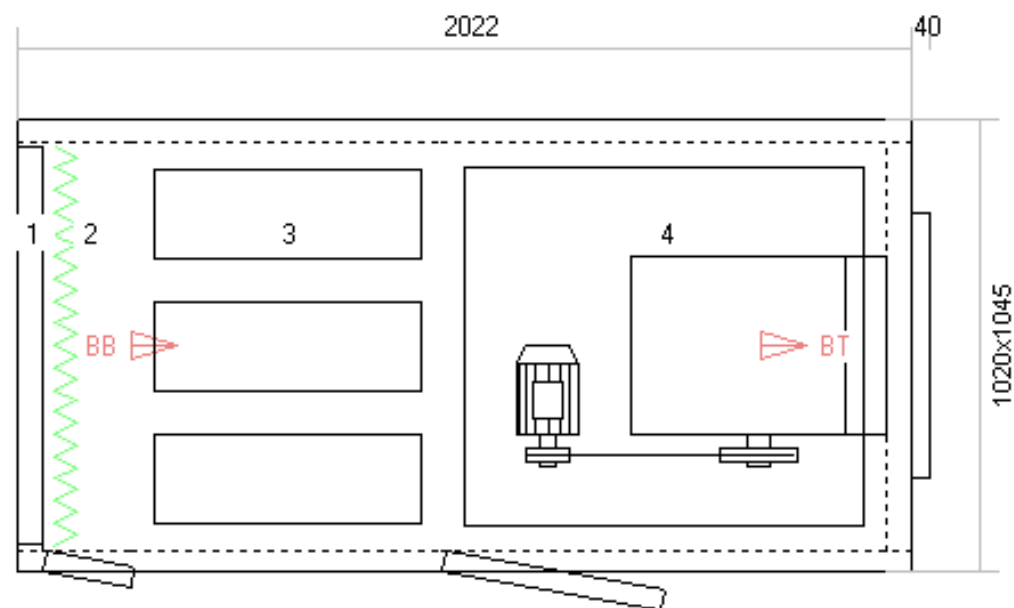
*Типоразмер*

*Проект:*

*Подпись и печать*

16.06.2020

PR 060



Вид сверху

**Wesper**<sup>®</sup>

*№ предлож.:*

*Код агрегата:*

*Заказчик:*

*Утверждено заказчиком*

*Дата*

*Типоразмер*

*Проект:*

*Подпись и печать*

16.06.2020

PR 060

## Приложение Г

### Система ВЗ

#### Технические данные

Типоразмер  
Расход возд. возд.

PR 040  
2931 m<sup>3</sup>/h  
0.81 m<sup>3</sup>/s  
Внутрен. установки  
0 m  
1.69 m/s

Корпус  
Толщина мет. листа  
Внутр. лист  
Наруж. лист  
Крепеж  
Изоляция

1.0 мм нар. / 0.8 мм вн.  
Оцинков. сталь  
С эмалевым покрытием  
Оцинков. сталь  
Минерал. вата (35 кг/м<sup>3</sup>)  
/ 50 мм

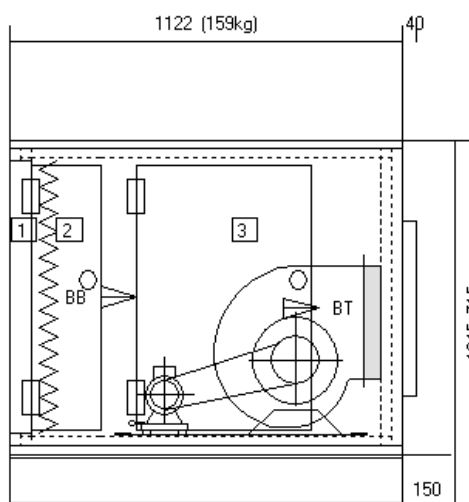
Energy Efficiency Class : E



Классификация по EN 1886

Прочность корпуса : класс 2A - D1 (PR & TR)  
Герметич. Корпуса : класс B/B - L2/L2 (PR & TR)  
Утечки на фильтре : класс F9 (PR & TR)  
07.01.337(TR)

Теплоизоляция : класс T2(PR) / T4(TR)  
Тепловые мостики : класс TB2(PR) / TB3(TR)  
Сертификат EUROVENT № 04.12.068(PR) /



Вид сбоку

Агрегат в комплекте с Опорн. рама выс.150 мм (оцинков. сталь)

**Торговая цена: 2410 Евро**

**Транспорт. Секция 1** \_\_\_\_\_ Длина: 1122 mm Вес: 159 kg

**(1) Забор воздуха**

<i>Возвратный воздух Полное отверстие во фронт. панели</i>			
Мак. расх. возд.	2931	m <sup>3</sup> /h	
	0.81	m <sup>3</sup> /s	

**(2) Фильтр**

		<i>с</i>	<i>Дверца</i>			
<i>Характеристики</i>			<i>Производительность</i>			<i>Размер и кол-во</i>
Тип	Синтетич. плоский		Расход воздуха	2931	m <sup>3</sup> /h	592 x 592
Класс	G4			0.814	m <sup>3</sup> /s	1
Площадь поверх.	0.372	m <sup>2</sup>	Конеч. давление	150	Pa	
			Расчет. давление	96	Pa	

**(3) Вытяжной вентилятор**

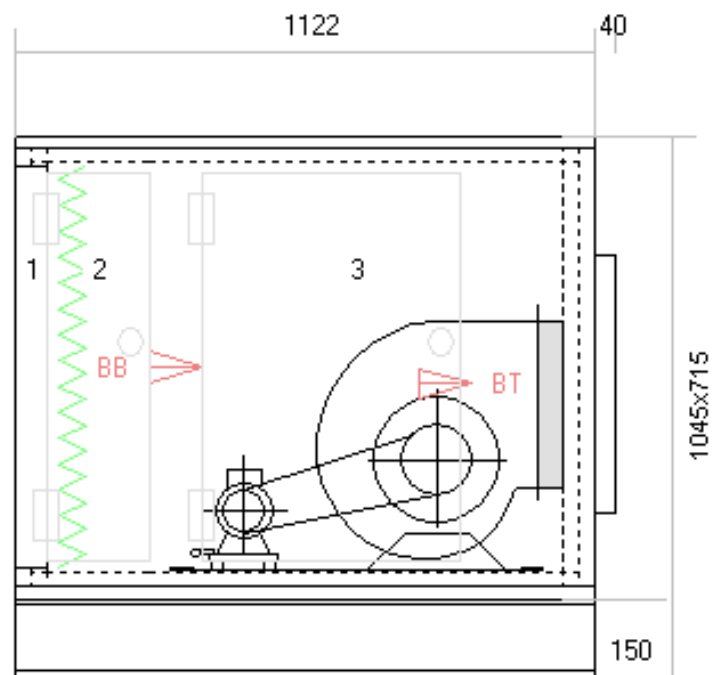
		<i>с</i>	<i>Дверца</i>						
<i>Вентилятор</i>			<i>Электродвигатель</i>			<i>Производительность</i>			
Типоразмер	ADH 250 L		Rated Power	1.1	kW	Расход воздуха	2931	m <sup>3</sup> /h	
	Стандарт		Напряжение	230/400V-3ph-50Hz			0.814	m <sup>3</sup> /s	
Лопатки	Загн. вперед		Класс защиты	IP55 Стандарт		Пад. давл. в агр.	101	Pa	
Виброизоляторы	Резиновые		Тепловая защита	PTO		Внешнее давление	300	Pa	
Скорость	1318	об/мин	Rated Speed	1415	об/мин	Динам. давление	37	Pa	
Эффективность	57	%	Rated Current	2.55	A	Общее давление	438	Pa	
Shaft power	0.63	kW	Потреб. мощность	1.01	kW				
			SFP3	1241	W/(m <sup>3</sup> /s)				
<i>Уровень шума</i>	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	Полн.
Lw воздухов. вверх по п.	81 dB	82 dB	74 dB	72 dB	74 dB	71 dB	68 dB	62 dB	78 dB(A)
Lw воздухов. вниз по п.	78 dB	80 dB	72 dB	71 dB	74 dB	71 dB	68 dB	62 dB	78 dB(A)
Lw корпуса	65 dB	63 dB	49 dB	47 dB	45 dB	45 dB	36 dB	23 dB	52 dB(A)
Lp*	48 dB	46 dB	32 dB	30 dB	28 dB	28 dB	19 dB	6 dB	35 dB(A)
Lw Возвратный воздух	80.8 dB	81.5 dB	73.5 dB	71.5 dB	73 dB	70.1 dB	67 dB	61 dB	77 dB(A)
Lw Вытяжной воздух	77.9 dB	79.9 dB	71.9 dB	70.9 dB	73.9 dB	70.9 dB	67.9 dB	61.9 dB	78 dB(A)

\*Ур. зв. давл.. рассч. на расст. 2м в усл. св. простр.

**(4) Выход воздуха**

<i>Вытяжной воздух</i>			
Мак. расх. возд.	2931	m <sup>3</sup> /h	
	0.81	m <sup>3</sup> /s	





Вид сбоку

**Wesper**<sup>®</sup>

*№ предлож.:*

*Код агрегата:*

*Заказчик:*

*Утверждено заказчиком*

*Дата*

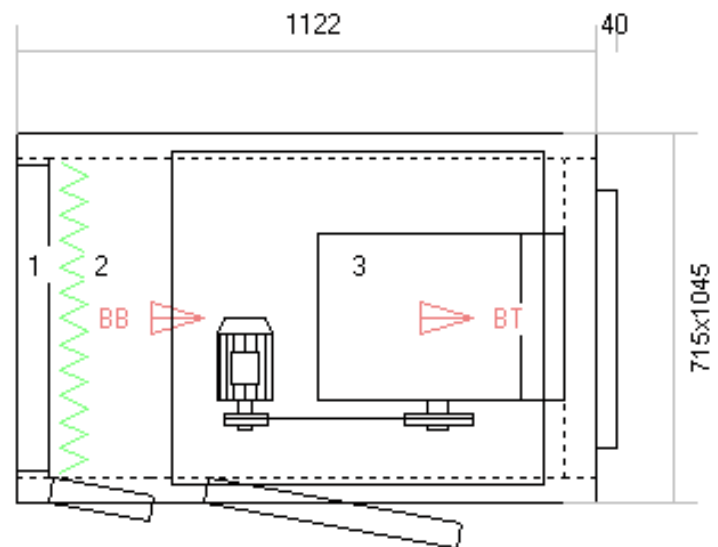
*Типоразмер*

*Проект:*

*Подпись и печать*

17.06.2020

PR 040



Вид сверху

**Wesper**<sup>®</sup>

*№ предлож.:*

*Код агрегата:*

*Заказчик:*

*Утверждено заказчиком*

*Дата*

*Типоразмер*

*Проект:*

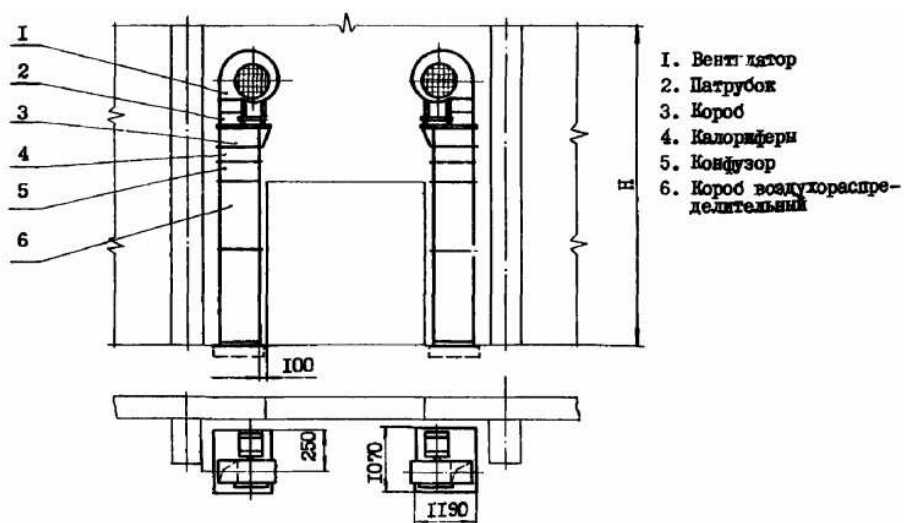
*Подпись и печать*

17.06.2020

PR 040

## Приложение Д

### Воздушно-тепловая завеса



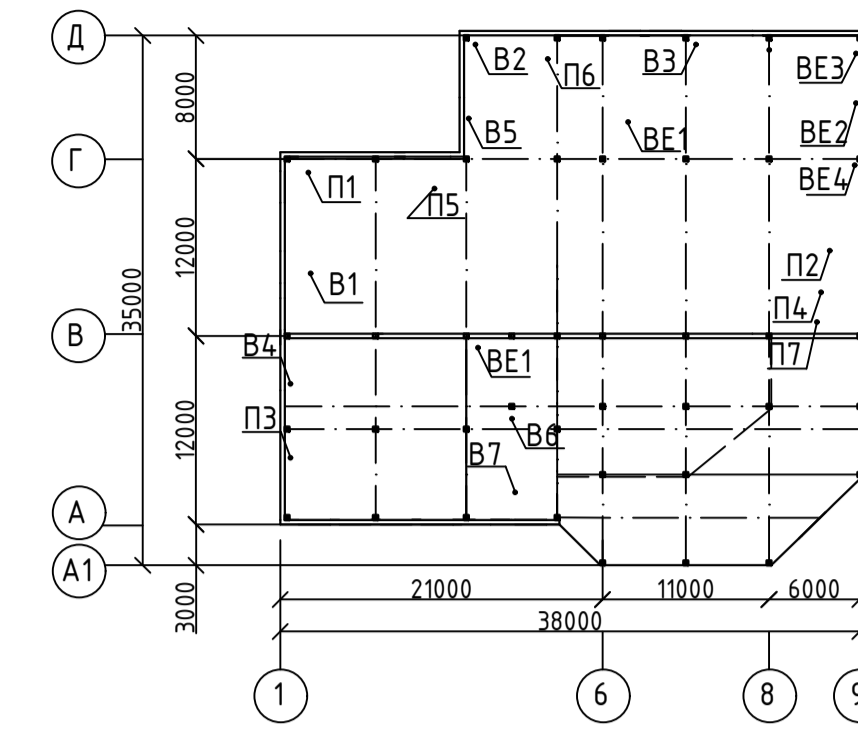
### Характеристики воздушно-тепловой завесы

Шифр завесы	Производительность		Ширина щели, мм	Размеры проема ворот, м		Относительная площадь $F = \frac{F_{ep}}{F_n}$
	по воздуху $\dot{G}_a$ , кг/ч	по теплу $Q_a$ , Вт		ширина	высота	
ЗВТ1.00.000				3	3	17
ЗВТ2.00.000	28 800	232 600	90	3,6	3	20

## Характеристика систем

Характеристика отопительно-вентиляционных систем																							
Обозначение системы	Кол. систем	Наименование обслуживаемого помещения	Тип установки, агрегата	Вентилятор					Электропривод				Воздуонагреватель				Фильтр		Примечание				
				Тип-размер	№	Схема установки	Положение	L, м³/ч	P, Па (кВт/м²)	n, об/мин	Тип, исполнение по взрывозащите	N, кВт	n, об/мин	Тип	№	Кол.	Т-ра нагреть, °С	до		Расход тепла, Вт (ккал/ч)	P, Па (кВт/м²)	Тип	№
П1	1	Предпродажная подготовка машин	ADH-355L				7620	354	776	IP55	1,5	1420	Нагреватель			-39	18,4	147800	83		G4 Vorfilter	112	
П2	1	Складские помещения					374																
П3	1	Магазин					1370																
П4	1	Административные помещения					1098																
П5	1	Гардеробные					395																
П6	1	Мойка	ADH-250L				3362	300	1400	IP55	1,1	1400	Нагреватель			-39	32	11100	18		G4 Vorfilter	112	
П7	1	Выставочный зал					4845																
В1	1	Местный отсос	ADH-180L				2400	271	998	IP55	0,8	1000											
В2	1	Мойка	ADH-250L				3362	280	1000	IP55	1,1	1400											
В3	1	Предпродажная подготовка машин	ADH-355L				5220	237	700	IP55	0,75	1395											
В4	1	Магазин					1370																
В5	1	Административные помещения					1098																
В6	1	Выставочный зал					4845																
У1,У2	1	Мойка	Завеса ЗБТ1.00.000-02																				
У3,У4	1	Мойка	Завеса ЗБТ1.00.000																				
У5,У6	1	Предпродажная подготовка машин	Электрическая завеса мощностью 12 кВт																				
У7,У8	1	Выставочный зал	Электрическая завеса мощностью 3,1 кВт																				

План-схема



Общие указания

Проект отопления и вентиляции автоцентра "Автотехцентр" в г. Саяногорске разработан на основании архитектурно-строительных чертежей и технологического задания. Технические решения, принятые в проекте соответствуют требованиям экологическим, санитарно-гигиеническим, противопожарным и другим норм, действующих на территории РФ и обеспечивают безопасную эксплуатацию объекта. Проект выполнен в соответствии с действующими нормами и правилами: СНиП 41-01-2003 "Отопление, вентиляция и кондиционирование", СНиП 2.09.04-87 "Административные и бытовые здания". Расчетные параметры наружного воздуха, принятые для проектирования:

Отопление в зимний период	-39°С
Вентиляция в зимний период	-39°С
Вентиляция в летний период	22,1°С

Внутренняя температура помещений принята согласно СНиП. Источником теплоснабжения является котельная, теплоноситель горячая вода с параметрами 95-70°С. В здании запроектирована система водяного отопления: двухтрубная с нижней разводкой, горизонтальная тупиковая. В качестве отопительных приборов приняты регистры из гладких труб и конвекторы типа "BiWW", а также во внутренних помещениях установлены электрообогреватели "NOBO". Вентиляция автоцентра приточно-вытяжная с механическим и естественным побуждением. Приточный воздух, очищенный в фильтрах и подогретый в электрокалориферах поступает в помещения. Вытяжка осуществляется при помощи вентиляторов. Для предупреждения снижения температуры воздуха в районе ворот проектируются электрические воздушно-тепловые завесы. Воздуховоды выполнены из тонколистовой оцинкованной стали по ГОСТ 14978-80°. Воздуховоды в местах пересечения перекрытий, внутренних стен и перегородок следует прокладывать в гильзах из негорючих материалов. Заделку зазоров и отверстий в местах прокладки воздуховодов предусматривать из негорючих материалов. Монтаж систем отопления и вентиляции производить в соответствии со СНиП 3.05.01-85 "Внутренние санитарно-технические системы". Системы отопления и вентиляции после монтажа отрегулировать на заданную проектом производительность. Для наладки систем вентиляции в воздуховодах установить лючки для замера параметров воздуха. Воздуховоды, проходящие снаружи, теплоизолировать минеральной ватой на синтетическом связующем марки 150 по ГОСТ 23208-83. Покровный слой - стеклопластик рулонный РСТ-ХН ТУ6-11-145-80.

Ведомость рабочих чертежей основного комплекта

Лист	Наименование	Примечание
1	Общие данные	
2	План системы отопления на отметке 0,000	
3	План системы вентиляции на отметке 0,000	
4	АксонOMETрическая схема системы отопления	
5	АксонOMETрические схемы систем вентиляции: П1-П7, В1-В7, ВЕ1-ВЕ4	

Ведомость ссылочных и прилагаемых документов

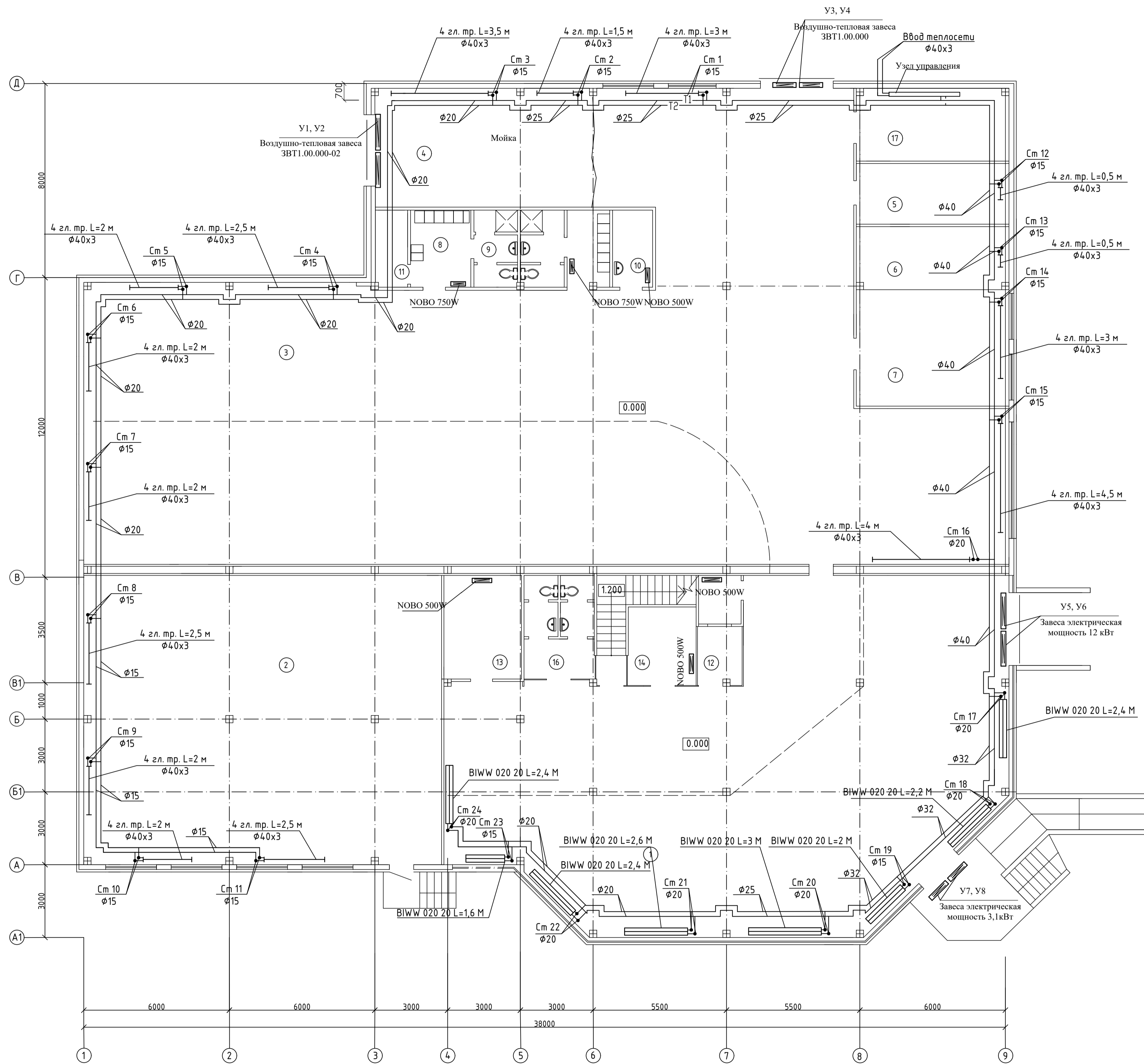
Обозначение	Наименование	Примечание
	<u>Ссылочные документы</u>	
Серия 1.494-10	Решетки щелевые регулирующие. Тип Р	
Серия 4.904-69	Детали крепления санитарно-технических приборов и трубопроводов.	
Серия 5.903-13	Изделия и детали трубопроводов	
Серия 5.904-51	Зонты и дефлекторы вентиляционных систем.	
Серия 5.904-41	Клапаны обратные общего назначения	
Серия 5.903-20	Воздухосборники для систем отопления и теплоснабжения вентиляционных установок.	
Серия 5.903-21	Унифицированные конструкции приточных вентиляционных конструкций	
Серия 5.904-50	Решетки вентиляционные регулируемые типа РВ	
Серия 5.904-1	Детали крепления воздуховодов	
Серия 5.904-4	Двери и люки для вентиляционных камер	
Серия 5.904-13	Заслонки воздушные унифицированные для систем вентиляции	
Серия 5.904-20	Клапаны огнезадерживающие	
Серия 5.904-38	Гибкие вставки к вентиляторам	
Серия 5.904-39	Воздухораспределители плафонные регулируемые многодиффузионные, тип ПРМ.	
	<u>Прилагаемые документы</u>	
БР 08.03.01.05 - 2019 08	Расчетно-пояснительная записка	

Основные показатели по чертежам отопления и вентиляции

Наименование здания	Объем, м³	Периоды года при t <sub>н</sub> , °С	Расход тепла, кВт				Расход холода, Вт (ккал/ч)	Установленная мощность эл. двиг. кВт
			на отопление	на вентиляцию	на вентиляцию	общий		
Автотехцентр	-	-39	68,09	183,9	-	252	-	65,11

БР 08.03.01.05 - 2019 08									
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт									
Изм	Кол.уч	Лист	Подп	Подпись	Дата	Отопление и вентиляция автотехцентра в г. Саяногорске	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Шарова М.Д.						БР	1	5
Консультант	Шнидт В.К.								
Руководитель	Шнидт В.К.								
Н.контр	Шнидт В.К.								
Зав.каф.	Матюшенко А.И.					Общие данные	Кафедра ИСЗиС		

План системы отопления на отм. 0.000



Экспликация помещений

Номер по плану	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Выставочный зал	302,8
2	Магазин	171,21
3	Предпродажная подготовка машин	418,2
4	Мойка	103,81
5	Агрегатная	15,4
6	Склад масел	14,85
7	Инструментальная	30,12
8	Гардеробная муж.	12,5
9	Сан. узел	1,5
10	Душевая	3,6
11	Раздевалка	5,5
12	Касса	3
13	Комната персонала	13,5
14	Комната менеджера	15,7
15	Касса	3
16	Сан. узел	13,5
17	Узел управления	18

Спецификация

Поз.	Обозначение	Наименование	Ед. изм.	Кол.	Примечание
1	2	3	4	5	6
		Отопление			
1		Отопительный прибор	"NOBO", мощность 500Вт	шт	8
2		Отопительный прибор	"NOBO", мощность 750Вт	шт	1
3		Отопительный прибор	BIWW 020 20 L=2.4м	шт	3
4		Отопительный прибор	BIWW 020 20 L=2.6м	шт	1
5		Отопительный прибор	BIWW 020 20 L=3м	шт	1
6		Отопительный прибор	BIWW 020 20 L=2м	шт	1
7		Отопительный прибор	BIWW 020 20 L=2.2м		1
8		Регистр из 4 гл. тр.	40x3 L= 2м	шт	3
9		Регистр из 4 гл. тр.	40x3 L= 4.5м	шт	1
10		Регистр из 4 гл. тр.	40x3 L= 4м	шт	1
11		Регистр из 4 гл. тр.	40x3 L= 0.5м	шт	2
12		Регистр из 4 гл. тр.	40x3 L= 3м	шт	2
13		Регистр из 4 гл. тр.	40x3 L= 3.5м	шт	1
14		Регистр из 4 гл. тр.	40x3 L= 2.5м	шт	3

БР 08.03.01.05 - 2019 0В

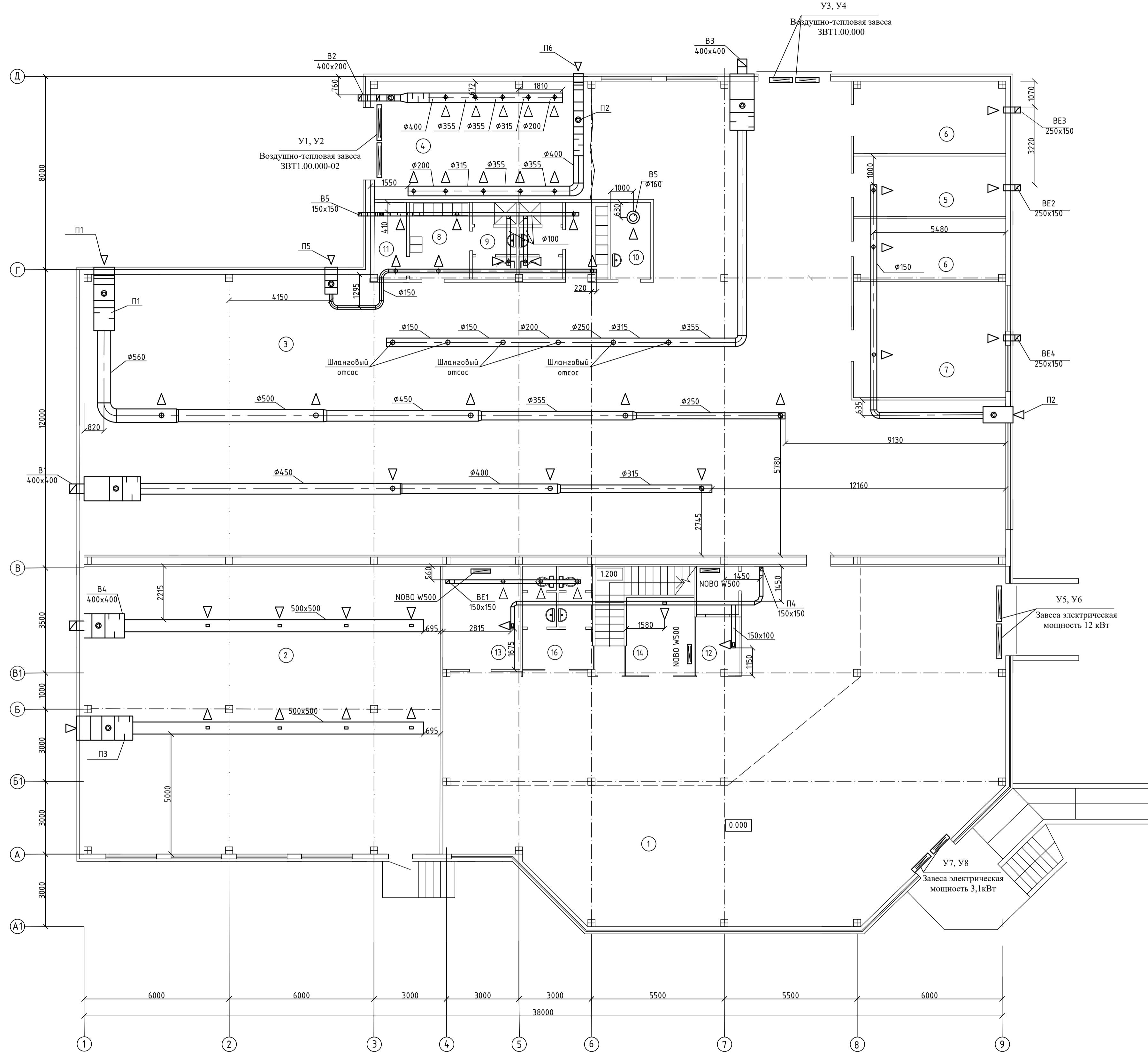
Сибирский Федеральный Университет  
Инженерно-строительный институт

Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разработал				Шарова М.Д.		Отопление и вентиляция автомехцентра в г. Саяногорске	БР	2
Консультант				Шmidt В.К.				
Руководитель				Шmidt В.К.				
Н.контр				Шmidt В.К.				
Зав.каф.				Матюшенко А.И.		План системы отопления на отм. 0.000		5

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

### План системы вентиляции на отм. 0.000



### Экспликация помещений

Номер по плану	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Выставочный зал	302,8
2	Магазин	171,21
3	Предпродажная подготовка машин	418,2
4	Мойка	103,81
5	Агрегатная	15,4
6	Склад масел	14,85
7	Инструментальная	30,12
8	Гардеробная муж.	12,5
9	Сан. узел	1,5
10	Душевая	3,6
11	Раздевалка	5,5
12	Касса	3
13	Комната персонала	13,5
14	Комната менеджера	15,7
15	Касса	3
16	Сан. узел	13,5
17	Узел управления	18

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

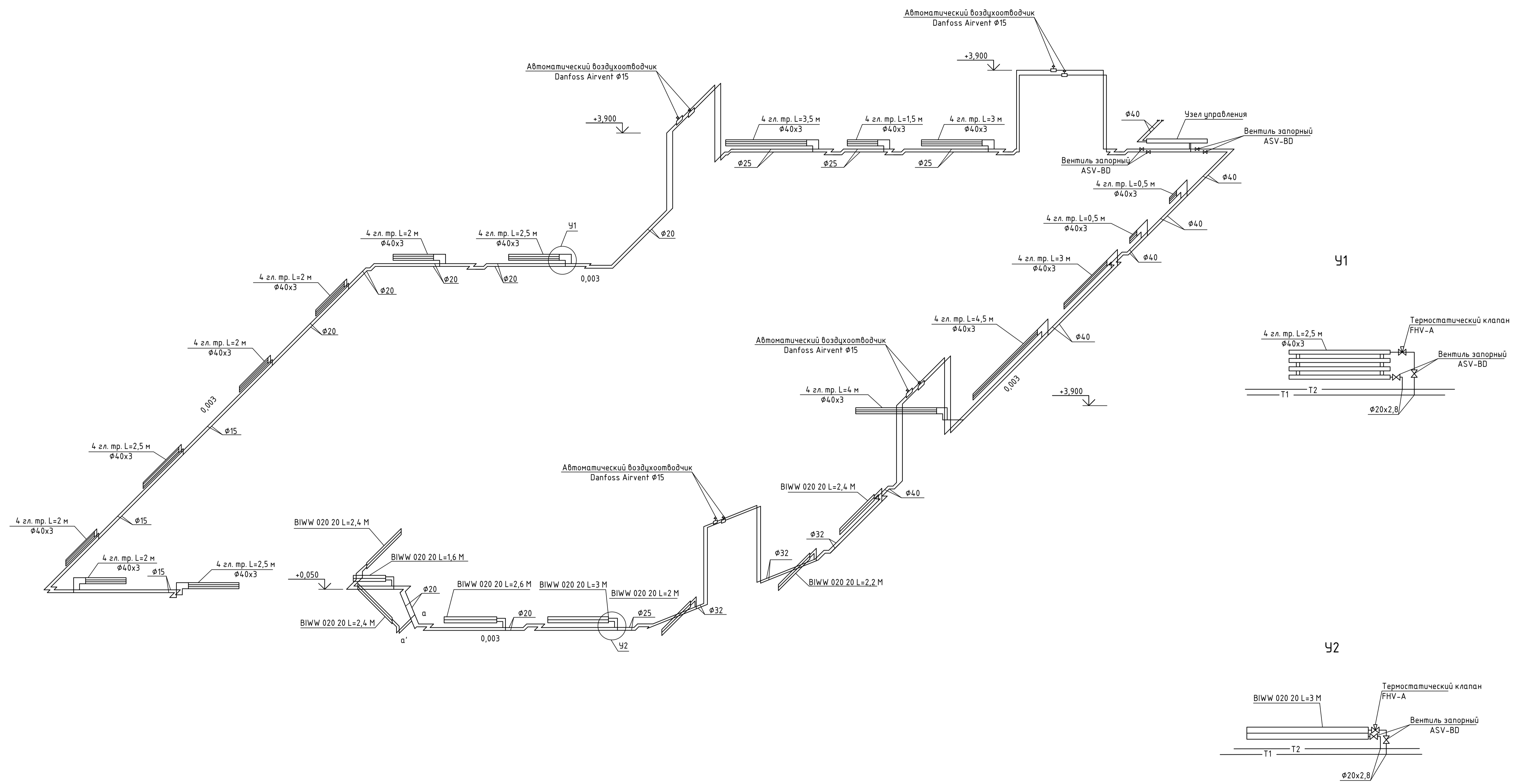
ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

БР 08.03.01.05 - 2019 0В

Сибирский федеральный университет  
Инженерно-строительный институт

Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата				
Разработал	Шарова М.Д.					Опложение и вентиляция автомехцентра в г. Саяногорске	Стадия	Лист	Листов
Консультант	Шнидт В.К.						БР	3	5
Руководитель	Шнидт В.К.								
Н.контр	Шнидт В.К.					План системы вентиляции на отм. 0,000	Кафедра ИСЗиС		
Зав.каф.	Матюшенко А.И.								

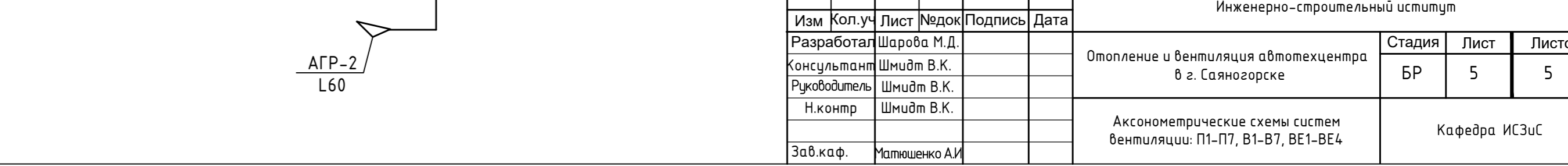
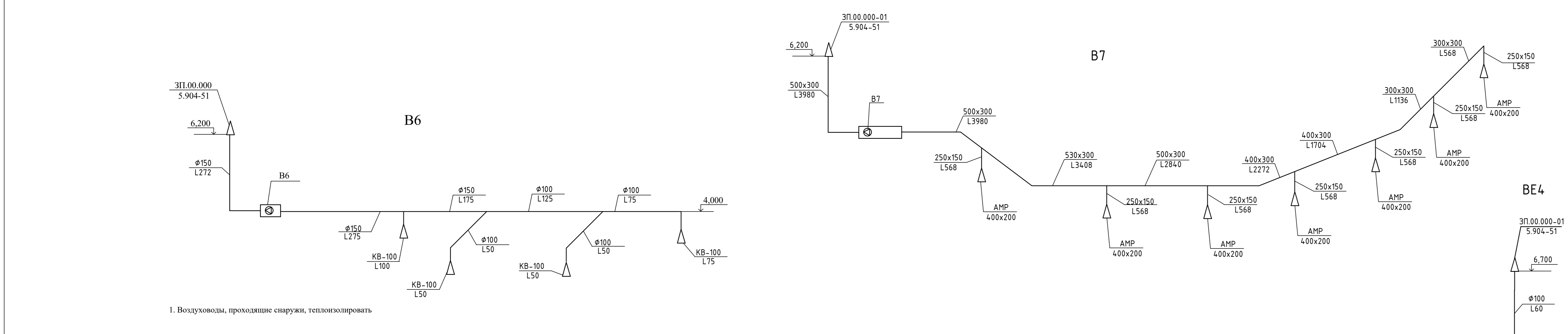
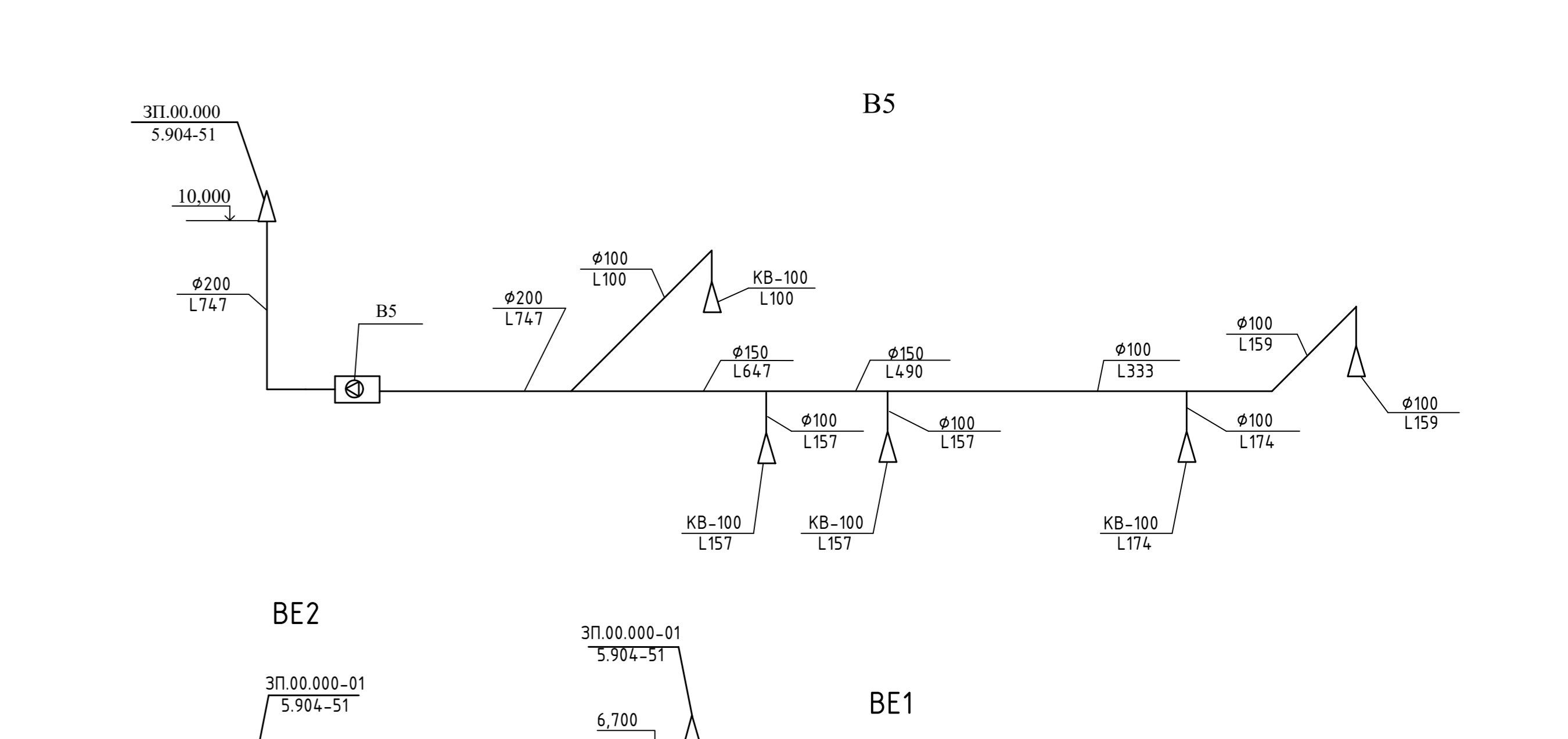
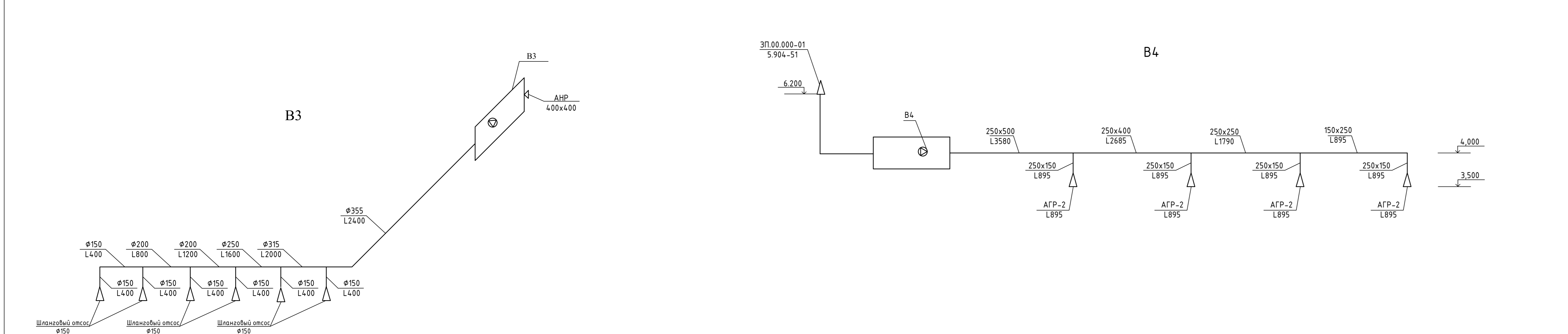
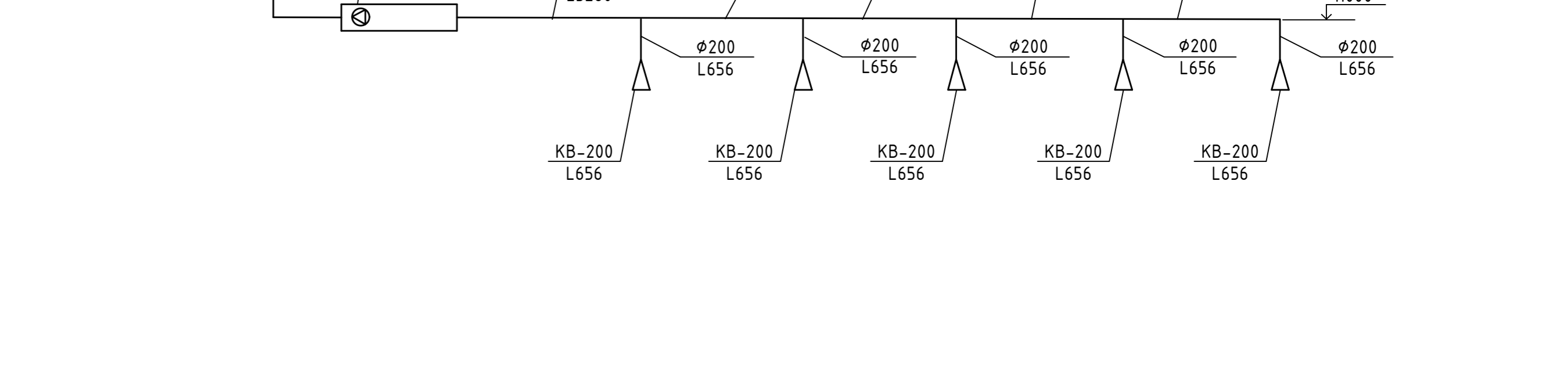
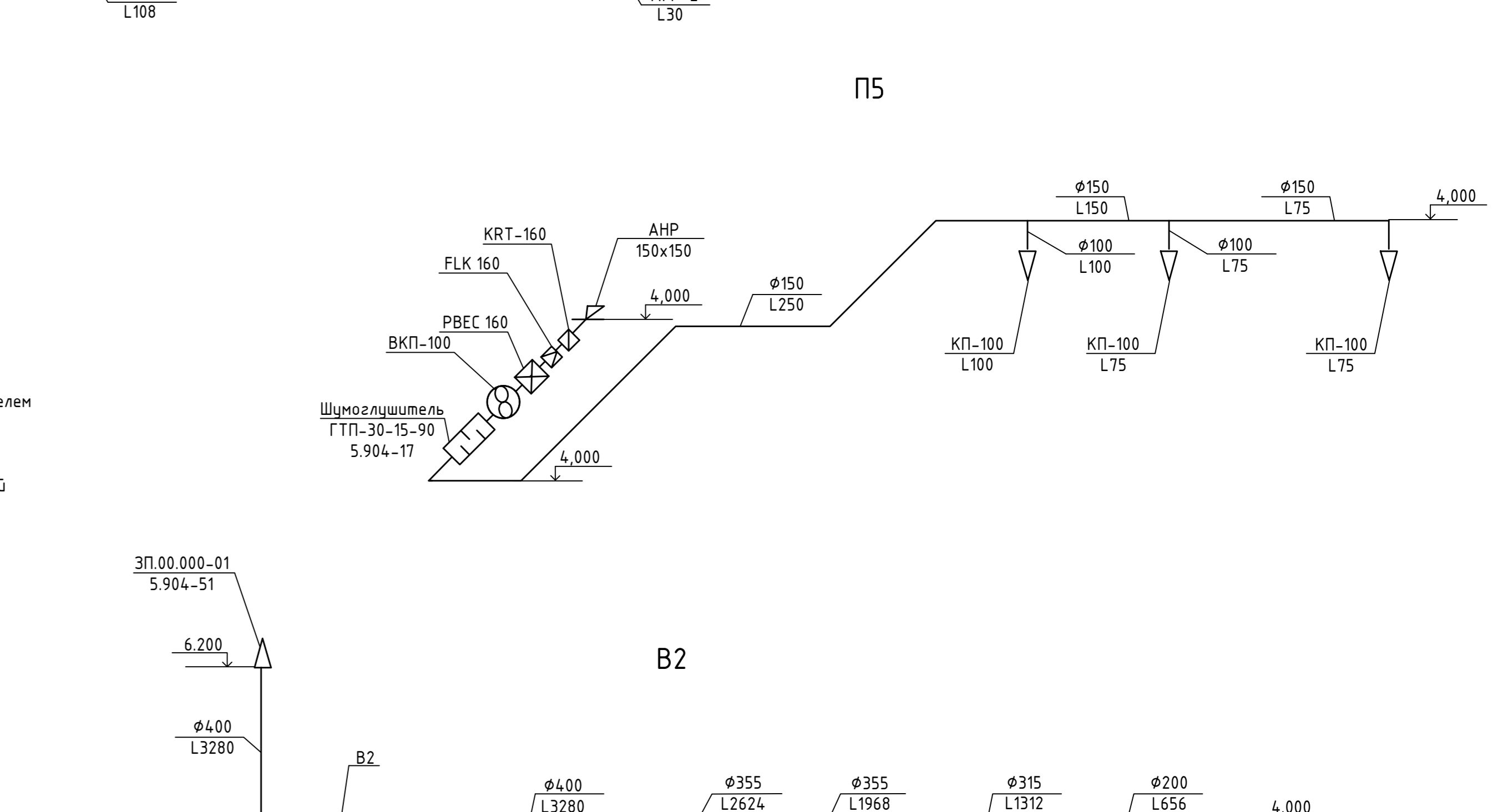
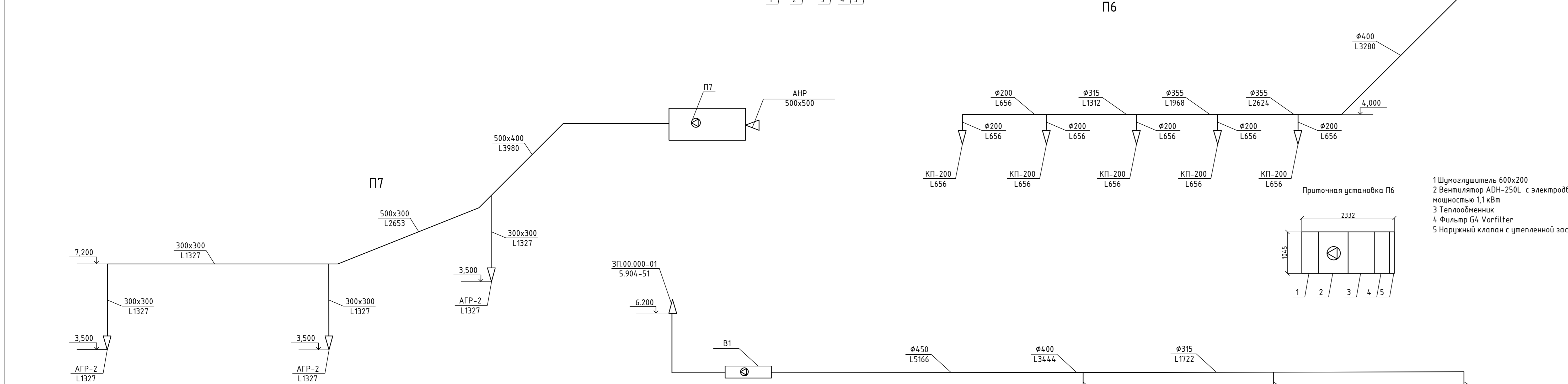
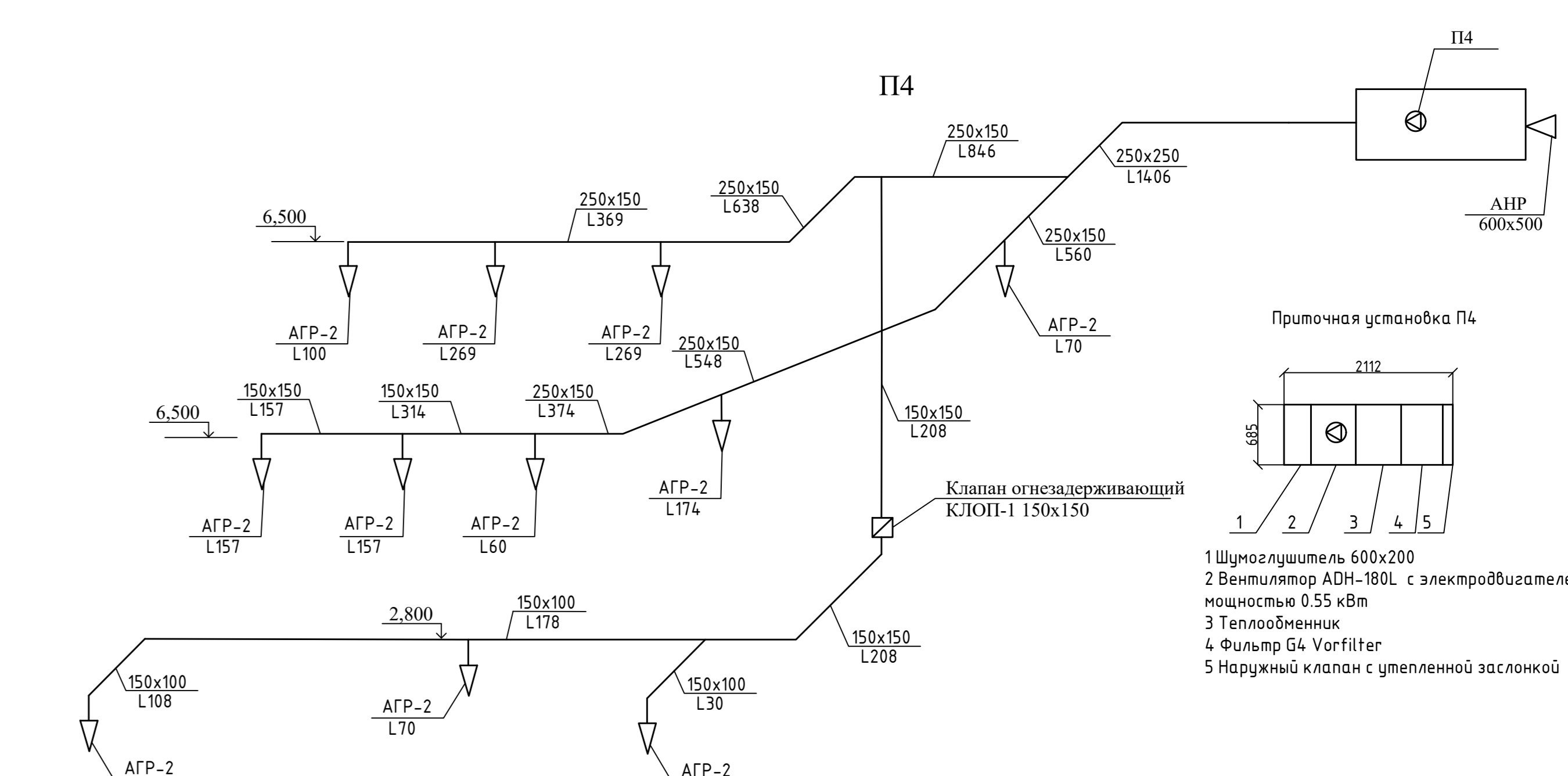
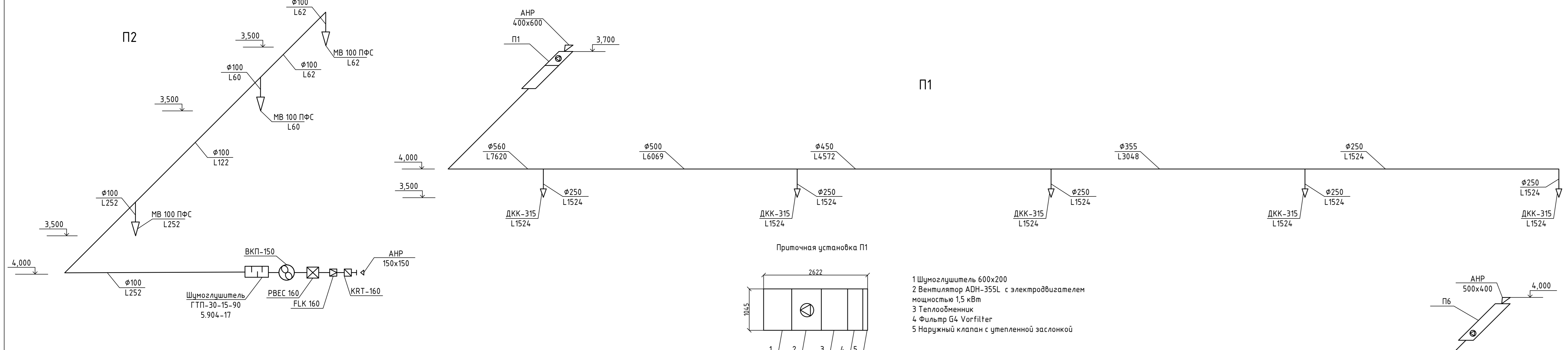
### АксонOMETрическая схема системы отопления



ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

						БР 08.03.01.05 - 2019 08				
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт				
Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата	Отопление и вентиляция автомехцентра в г. Саяногорске	Стадия	Лист	Листов	
							БР	4	5	
Разработал			Шнидт В.К.				АксонOMETрическая схема системы отопления	Кафедра ИСЭиС		
Консультант			Шнидт В.К.							
Руководитель			Шнидт В.К.							
Н.контр			Шнидт В.К.							
Зав.каф.			Матюченко А.И.							



1. Воздуховоды, проходящие снаружи, теплоизолировать.
2. Воздуховоды, проходящие транзитом через помещения, покрыть огнезащитным фолиатным составом.

БР 08.03.0105 - 2019 08			
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Имя Колл.ч. Лист	Итого	Таблицы	Дата
Разработчик	Шинин В.К.		
Консультант	Шинин В.К.		
Руководитель	Шинин В.К.		
Н.контр.	Шинин В.К.		
308 каф.	Чемпишова А.И.		
Описание и вентиляция автоматизатора в з. Семагорске		Стадия	Лист
Аксонометрические схемы систем вентиляции П1-П7, Б1-Б7, БЕ1-БЕ4		БР	5
		Листов	5
		Кафедра ИСЭИС	



Федеральное государственное  
автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Инженерно-строительный  
институт  
Инженерные системы зданий и сооружений  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 А. И. Матюшенко

подпись

инициалы, фамилия

«30»

06

2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01.05

код – наименование направления

Отопление и вентиляция автотехцентра в г. Саяногорске  
тема

Руководитель

 22.06  
подпись, дата

доцент, к. т. н.  
должность, ученая степень

В. К. Шмидт

инициалы, фамилия

Выпускник

 17.06.2020г.  
подпись, дата

М. Д. Шарова  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

 22.06  
подпись, дата

В. К. Шмидт  
инициалы, фамилия

Красноярск 2020