

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

(наименование института полностью)

Кафедра «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

(наименование кафедры)

08.03.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Теплогазоснабжение и вентиляция

(направленность (профиль)/специализация)

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему с. Подстепки. Завод по производству автомобильных  
компонентов. АБК. Отопление и вентиляция

Студент

А.Г. Асатрян

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Е.В. Одокиенко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

П.А. Корчагин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И.Ю. Амирджанова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н., доцент, И.А. Лушкин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

«    »      20     г.

Тольятти 2019

## АННОТАЦИЯ

В данной работе был произведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций, определены теплопотери помещений, и теплопоступления согласно заданию на проектирования, составлены тепловой и воздушный балансы.

Спроектированы система отопления и вентиляции здания. Описана система автоматизации приточной системы. Проработаны разделы монтажных работы и безопасность при монтаже, просчитаны трудоемкости работы.

Объем бакалаврской работы состоит из пояснительной записки в количестве 64 листа и приложениям формата А4, и 6 листов формата А1 графической части работы.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	6
1.1 Описание района строительства .....	6
1.2 Описание объекта строительства.....	6
1.3 Источники теплоснабжения .....	7
1.4 Выбор параметров внутреннего микроклимата .....	7
2 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ .....	8
2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций .....	8
2.2. Определение теплотерь здания.....	10
2.3 Определение теплоступлений здания .....	19
2.4 Тепловой баланс .....	22
3 ОТОПЛЕНИЕ .....	24
3.1 Конструирование системы отопления .....	24
3.2 Гидравлический расчет.....	25
3.3 Тепловой расчет отопительных приборов .....	31
3.4 Расчет и подбор оборудования .....	32
4 ВЕНТИЛЯЦИЯ.....	34
4.1 Описание системы вентиляции.....	34
4.2 Определение требуемых воздухообменов .....	34
4.3 Аэродинамический расчёт.....	40
4.4 Расчет и подбор оборудования .....	43
5 АВТОМАТИЗАЦИЯ.....	47
6 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ .....	49
6.1 Определение объёмов работ.....	49
6.2 Определение трудоёмкости работ .....	50
7 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА ..	53
7.1. Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.....	53

7.2 Идентификация профессиональных рисков .....	54
7.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	55
7.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	56
пожарные гидранты .....	59
7.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта .....	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	62
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	66

## ВВЕДЕНИЕ

В связи со стремлением людей работать в благоприятных условиях, а также активной деятельности граждан в общественных и административных зданиях, возникает необходимость, чтобы они были оснащены всеми нужными системами и устройствами жизнеобеспечения.

Для достижения этой цели проектируют системы отопления и вентиляции.

Системы отопления создают и поддерживают необходимые температуры воздуха в помещениях в холодный период года.

Системы вентиляции служат для подачи в помещения чистого воздуха и удаления из них.

Целью бакалаврской работы является проектирование системы отопления и вентиляции для завода автомобильных компонентов, расположенного в с. Подстепки.

Для достижения цели выполняют ряд задач:

1. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций;
2. Определение теплотерь здания;
3. Проектирование систем отопления и вентиляции;
4. Подбор оборудования приточной камеры
5. Разработка схемы автоматизации;
6. Разработка плана производств монтажных работ;
7. Разработка мер по безопасности жизнедеятельности.

# 1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

## 1.1 Описание района строительства

Проектируемый объект – АБК завода по производству автомобильных компонентов, расположенный в с. Подстепки, Самарской области.

Расчетные параметры наружного воздуха для соответствующего района строительства принимаются в соответствии СП [1], СП [2]. Значения расчетных параметров занесены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Расчетные параметры наружного воздуха

Расчетные периоды года	Параметры воздуха А			Параметры воздуха Б		
	температура, $\Delta t_0, ^\circ\text{C}$ ,	энтальпия, кДж/кг;	скорость ветра, м/с	температура,	энтальпия, кДж/кг;	скорость ветра, м/с
1	2	3	4	5	6	7
Теплый	24,6	52,8	3,2	—	—	—
Холодный	—	—	—	-30	29,8	5,4

$Z_{\text{от}}=203$  сут. – количество дней со среднесуточной температурой наружного воздуха  $\leq 8^\circ\text{C}$ ;

$t_{\text{от}}= -5,2^\circ\text{C}$  – средняя температура периода, в котором температура наружного воздуха  $\leq 8^\circ\text{C}$ ;

Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь:  $v_{\text{н}}=5,4$  м/с.

Зона влажности района строительства – сухая.

## 1.2 Описание объекта строительства

Проектируемый объект- АБК завода по производству автомобильных компонентов, расположенного в с. Подстепки, Самарской области.

Здание корпуса прямоугольной формы одноэтажное, режим работы - односменный, имеет размеры в плане 104,78x60,93x11,125м. В осях «А-Б/1-9»; «А-Е/9-10»; «9-10/П-С» запроектированы встроенные помещения высотой 4 м до низа несущих конструкций. Главный фасад здания ориентирован на север. Административно-бытовой корпус расположен в осях В осях 1-10/Т-Ш. В осях (9-10)/(Т-У) Расположена венткамера.

Административно-бытовая часть здания отгораживается от производственной части противопожарной стеной 1-го типа из сэндвич-панелей «Terplant» толщиной 120 мм. Наружные стены и покрытие системы «Lindab» послойной сборки с наклеенным пароизоляционным слоем типа ASA. Окна – однокамерный стеклопакет с отдельным переплетом.

### 1.3 Источники теплоснабжения

Источником теплоснабжения проектируемых систем отопления и приточных установок является индивидуальный тепловой пункт, Теплоноситель – вода с параметрами 150-70°C. Система отопления АБК принята по независимой схеме через пластинчатые теплообменники, где происходит снижение температуры теплоносителя до параметров 90/70°C.

### 1.4 Выбор параметров внутреннего микроклимата

Параметры внутреннего воздуха определяются согласно ГОСТ [3] и сведены в таблицы для всех помещений АБК.

Таблица 1.2 – Расчетные параметры внутреннего воздуха

№ помещения	Наименование помещения	tв, °С	
		ХП	ТП
1	2	3	4
102, 106, 108, 109, 110, 115, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 126, 127, 128, 129, 130	Вестибюль, коридор(2), кладовая с/о(2), архив, кладовая чистая, КУИ, с/у жен. гостевой(2), с/у муж. гостевой(2), кладовая, с/у жен. (2), с/у муж. (2)	18	27,6
131	Столовая – раздаточная	20	27,6
103, 104, 105, 107, 124, 132	Комната переговоров, конференц-зал маленький, конференц зал большой, медпункт, комната для приготовления кофе, офис	22	27,6
112, 116	гардероб женский, гардероб мужской	23	27,6
113, 114, 117, 118	Преддушевая, душевая	25	27,6

Подвижность для всех помещений АБК  $v_v = 0,3$  м/с;

Влажностный режим – нормальный.

## 2 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

### 2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций выполняется согласно методике приведенной в СП [2].

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций  $R_0^{пр}$ ,  $(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$ , должно быть не менее нормируемых значений сопротивления теплопередаче  $R_0^{тр}$ , определяемой по таблице 4 [2] в зависимости от градусо-суток отопительного периода района строительства.

$$R_0^{пр} \geq R_0^{тр}, \quad (2.1)$$

где  $R_0^{пр}$  – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций,  $(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$ ;

$R_0^{тр}$  – «требуемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций,  $\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$ , приводится в зависимости от ГСОП (градусо-суток отопительного периода,  $(\text{°C} \cdot \text{сут})/\text{год}$ , в районе строительства и определяется по СП [2].

$$\text{ГСОП} = 20 - (-5,2) \cdot 203 = 4507 (\text{°C} \cdot \text{сут})/\text{год};$$

#### Теплотехнический расчет наружных стен

$$R_0^{тр} = 1,9 (\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт};$$

Термическое сопротивление для данной конструкции в зависимости от толщины пароизоляционного слоя с учетом коэффициента теплотехнической однородности, задано в каталоге :

$$R = 2,96 (\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт};$$

Приведенное сопротивление теплопередаче:

$$R_0^{пр} = \frac{1}{8,7} + 2,96 + \frac{1}{23} = 3,125 (\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт};$$

$$3,125 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт} \geq 1,9 (\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт};$$

#### Теплотехнический расчет бесчердачного покрытия

$$R_0^{тр} = 2,63 (\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт};$$



По каталогу производителя «Lindab» [4] подберем покрытие со встроенным утеплителем.

Состав: профлист LMR - 82мм, изоблок - 12 мм, подбираем утеплитель - 200 мм, профлист LPS – 38 мм.

Значение термического сопротивления конструкции:

$$R = 4,01 \text{ м}^2\text{°C/Вт};$$

Приведенное сопротивление теплопередаче:

$$R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + 4,01 + \frac{1}{23} = 4,16 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт};$$

Проверим выполнение условия:

$$4,16(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт} \geq 2,63 (\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт};$$

### **Теплотехнический расчет окон**

По СП [5, таблица К.1] выбираем конструкцию окна следующую: «однокамерный стеклопакет с отдельным переплетом».

Приведенное сопротивление теплопередаче таких окон составляет:

$$R_0^{\text{пр}} = 0,45 (\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт} [2].$$

### **Теплотехнический расчет наружной двери**

Приведенное сопротивление теплопередаче входных дверей должно быть не менее  $0,6R_{0,\text{нс}}^{\text{тр}}$  стен зданий:

$$R_{0,\text{нд}}^{\text{пр}} \geq 0,6R_{0,\text{нс}}^{\text{тр}}, \quad (2. 2)$$

Приведенное сопротивление теплопередаче наружных дверей определяется

по формуле:

$$R_{\text{нд}}^{\text{пр}} = \frac{0,6 \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\alpha_{\text{в}} \cdot \Delta t}, \quad (2. 3)$$

где  $t_{\text{в}}$  – температура в лестничной клетке.

$$R_{\text{нд}}^{\text{пр}} = \frac{0,6 \cdot (17 + 30)}{8,7 \cdot 4} = 0,81 (\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт};$$

Результаты расчета сведены в таблицу 2.1

Таблица 2.1 – Теплотехнический расчет

Наименование ограждающей конструкции	Толщина ограждающей конструкции, $\delta$ , м	Приведенное сопротивление ограждающей конструкции, $R_0$ , м <sup>2</sup> °C/Вт	Коэффициент теплопередачи $k$ , Вт/м <sup>2</sup> °C
Наружная стена	0,170	3,125	0,32
Б/ч покрытие	0,2	4,16	0,24
Окно	Однокамерный стеклопакет	0,45	2,19
Нружная дверь	Двойные двери с тамбуром между ними	1,81	0,81

## 2.2. Определение теплотерь здания

Разбивка полов на зоны показана на рис. А.1 [приложение А] .

Таблица 2.1 – Состав полов на грунте

№ слоя	Наименование материала	Толщина слоя, $\delta$ , м	Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/м°С
1	Железобетонная пустотная плита	0,24	2500	1,92
2	2 слоя рубероида	0,005	600	0,17
3	Утеплитель (пенополистерол)	0,080	50	0,041
4	Древесно-стружечная плита	0,02	800	0,19

Термическое сопротивление теплопередачи зон находим по формуле:

$$R_I^{\text{пол}} = 2,1 + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,080}{0,041} + \frac{0,02}{0,19} = 2,77 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт};$$

$$R_{II}^{\text{пол}} = 4,3 + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,080}{0,041} + \frac{0,02}{0,19} = 4,97 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт};$$

$$R_{III}^{\text{пол}} = 8,6 + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,080}{0,041} + \frac{0,02}{0,19} = 9,27 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт};$$

$$R_{IV}^{\text{пол}} = 14,2 + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,080}{0,041} + \frac{0,02}{0,19} = 14,87 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт};$$

**Рассчитываем площадь зон для помещения 103:**

$$F_I^{\text{пол}} = 12,09 \text{ м}^2;$$

$$F_{II}^{\text{пол}} = 21,77 \text{ м}^2;$$

$$F_{III}^{\text{пол}} = 23,76 \text{ м}^2;$$

$$F_{IV}^{\text{пол}} = 74,10 \text{ м}^2;$$

**Теплопотери I, II, III, VI зон :**

$$Q_I^{\text{пол}} = \frac{1}{2,77} \cdot 12,09 \cdot 18 - -30 = 279 \text{ Вт};$$

$$Q_I^{\text{пол}} = \frac{1}{4,97} \cdot 21,77 \cdot 18 - -30 = 240 \text{ Вт};$$

$$Q_I^{\text{пол}} = \frac{1}{9,27} \cdot 23,76 \cdot 18 - -30 = 137 \text{ Вт};$$

$$Q_I^{\text{пол}} = \frac{1}{14,87} \cdot 74,10 \cdot 18 - -30 = 249 \text{ Вт};$$

Для остальных помещений теплопотери через полы лежащие на грунте рассчитываются аналогичным образом.

Теплопотери ограждающих конструкций проводится согласно методике, изложенной в [5].

Результаты расчета сведены в таблицу 2.2

Таблица 2.2 – Расчет теплопотерь здания

№ помещения	Наименования помещения	Ограждающие конструкции								Добавочные потери, β			Q(1+Σβ)	Q <sub>от</sub>
		наименование	ориентация	размеры, м		F, м <sup>2</sup>	коэффициент теплопередачи k, Вт/м <sup>2</sup> °С	Δt=(tв-тн)*n, 0С	ограждения Q, Вт	на ориентацию	прочие	коэффициент, (1+β)Σβ		
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16
101	Тамбур													
102	Вестибюль, 18 °С	Нс	С	7,0	6,38	37,19	0,32	48	571	0,1		1,1	628	
		Ок	С	1,5	4,98	7,47	2,19	48	785	0,1		1,1	867	
		Пт				131,72	0,24	48	1517			1	1520	
		ПлI				12,09	0,48	48	279			1	279	
		ПлII				21,77	0,23	48	240			1	240	
		ПлIII				23,76	0,12	48	137			1	137	
		ПлIV				74,10	0,07	48	249			1	249	
												1		<b>3920</b>
103	Комната переговоров, 22 °С	Нс	С	6,54	4,7	25,19	0,32	52	419	0,1		1,1	467	
		Ок	С	1,5	3,7	5,55	2,19	52	632	0,1		1,1	705	
		Пт				29,25	0,24	52	365			1	365	
		ПлI				9,20	0,48	52	230			1	230	
		ПлII				9,20	0,23	52	110			1	110	

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16
		ПлIII				9,20	0,12	52	57			1	57	
		ПлIV				1,65	0,07	52	6			1	6	
												1		<b>1940</b>
104	Конференц-зал малый, 22 °С	Нс	С	6,3	4,4	22,10	0,32	52	368	0,1		1,1	404	
		Ок	С	1,5	3,75	5,63	2,19	52	641	0,1		1,1	705	
		Пт				27,40	0,24	52	342			1	342	
		ПлI				8,60	0,48	52	215			1	215	
		ПлII				8,60	0,23	52	103			1	103	
		ПлIII				8,60	0,12	52	54			1	54	
		ПлIV				1,60	0,07	52	6			1	6	
												1		<b>1828</b>
105	Конференц-зал большой, 22 °С	Нс	С	5,9	8,85	40,97	0,32	52	682	0,1		1,1	750	
		Ок	С	1,5	7,5	11,25	2,19	52	1281	0,1		1,1	1409	
		Пт				55,90	0,24	52	698			1	698	
		ПлI				17,50	0,48	52	437			1	437	
		ПлII				19,02	0,23	52	227			1	227	
		ПлIII				17,08	0,12	52	107			1	107	
		ПлIV				0,42	0,07	52	2			1	2	
														<b>3629</b>
106	Коридор, 18 °С	Нс	В	5,4	2,35	8,05	0,32	48	124	0,1		1,1	136	
		Нд	В	2,1	1,6	3,36	0,55	48	89	0,1	1,19	2,29	203	
		Ок	В	0,8	1,6	1,28	2,19	48	135	0,1		1,1	148	
		Пт				38,36	0,24	48	442			1	442	

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16
		ПлI				4,48	0,48	48	103			1	103	
		ПлII				4,48	0,23	48	49			1	49	
		ПлIII				4,48	0,12	48	26			1	26	
		ПлIV				24,92	0,07	48	84			1	84	
														<b>1191</b>
107	Медпункт, 22 °С	Нс	С	5,5	3,66	16,38	0,32	52	273	0,1	0,05	1,15	313	
		Ок	С	1,5	2,5	3,75	2,19	52	427	0,1	0,05	1,15	491	
		Нс	В	5,4	6,6	32,34	0,32	52	538	0,1	0,05	1,15	619	
		Ок	В	1,5	2,2	3,30	2,19	52	376	0,1	0,05	1,15	432	
		Пт				20,68	0,24	52	258			1	258	
		ПлI				19,38	0,48	52	484			1	484	
		ПлII				5,61	0,23	52	67			1	67	
														<b>2660</b>
108	Кладовая с/о грязная, 18 °С													
		Пт				5,35	0,24	48	62			1	62	
		ПлIII				5,35	0,12	48	31			1	31	
														<b>92</b>
109	Кладовая, 18°С	Нс	В	5,36	3,36	15,29	0,24	46	169			1	169	
		Пт				15,29	0,24	46	169			1	169	
		ПлI				6,48	0,48	46	140			1	140	
		ПлII				6,48	0,23	46	69			1	69	
		ПлIII				2,34	0,12	46	13			1	13	
														<b>390</b>

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16
110	Архив, 18 °С	Нс	В	5,36	3,33	17,85	0,32	48	274	0,1		1,1	302	
		Пт				20,14	0,24	48	232			1	232	
		ПлI				6,36	0,48	48	147			1	147	
		ПлII				6,36	0,23	48	70			1	70	
		ПлIII				6,36	0,12	48	37			1	37	
		ПлIV				1,06	0,07	48	4			1	4	
														<b>790</b>
111	Венткамера, 16 °С	Нс	В	5,36	3,36	18,01	0,32	46	265	0,05		1,05	278	
		Пт				20,97	0,24	46	232			1	230	
		ПлI				6,48	0,48	46	143			1	143	
		ПлII				6,48	0,23	46	69			1	69	
		ПлIII				6,48	0,12	46	36			1	36	
		ПлIV				1,53	0,07	46	5			1	5	
														<b>760</b>
112	Гардероб женский на 26 чел. 16, 23 °С													
		Пт				38,56	0,24	53	490			1	490	
		ПлIV				38,56	0,07	53	143			1	143	
														<b>634</b>
113	Преддушевая, 25°С													
		Пт				3,84	0,24	55	51			1	51	
		ПлIV				3,84	0,07	55	15			1	15	
														<b>65</b>

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16
114	Душевая, 25°C													
		Пт				5,48	0,24	55	72			1	72	
		ПлIV				5,48	0,07	55	21			1	21	
														<b>93</b>
115	Кладовая с/о чистая, 18°C													
		Пт				5,88	0,24	48	68			1	68	
		ПлIV				5,88	0,07	48	20			1	20	
														<b>87</b>
116	Гардероб мужской на 36 чел. 1б, 23°C													
		Пт				46,71	0,24	53	594			1	594	
		ПлIV				46,71	0,07	53	173			1	173	
														<b>767</b>
117	Преддушевая, 25°C													
		Пт				3,97	0,24	55	52			1	52	
		ПлIV				3,97	0,07	55	15			1	15	
														<b>68</b>
118	Душевая, 25°C													
		Пт				5,44	0,24	55	72			1	72	
		ПлIV				5,44	0,07	55	21			1	21	
														<b>93</b>
119	КУИ, 18 °C													
		Пт				6,28	0,24	48	72			1	72	
		ПлIV				6,28	0,07	48	21			1	21	
														<b>93</b>



Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16
120	С/у женский гостевой, 18 °С	Пт				3,63	0,24	48	42			1	42	
		ПлIV				3,63	0,07	48	12			1	12	
														<b>54</b>
121	С/у женский гостевой, 18 °С	Пт				4,95	0,24	48	57			1	57	
		ПлIV				4,95	0,07	48	17			1	17	
														<b>74</b>
122	С/у мужской гостевой, 18 °С	Пт				3,63	0,24	48	42			1	42	
		ПлIV				3,63	0,07	48	12			1	12	
														<b>54</b>
123	С/у мужской гостевой, 18 °С	Пт				4,95	0,24	48	57			1	57	
		ПлIV				4,95	0,07	48	17			1	17	
														<b>74</b>
124	Комната для пригот. кофе, 22 °С													
		Пт				5,18	0,24	52	65			1	65	
		ПлIV				5,18	0,07	52	19			1	19	
														<b>84</b>
125	Кладовая, 18 °С	Пт				11,62	0,24	48	134			1	134	
		ПлIV				11,62	0,07	48	39			1	39	
														<b>173</b>
126	С/у женский, 18°С	Пт				6,0	0,24	48	69			1	69	

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16
		ПлIV				6,0	0,07	48	20			1	20	
														<b>89</b>
127	С/у женский, 18 °С	Пт				9,63	0,24	48	111			1	111	
		ПлIV				9,63	0,07	48	32			1	32	
														<b>143</b>
128	С/у мужской, 18 °С	Пт				5,71	0,24	48	66			1	66	
		ПлIV				5,71	0,07	48	19			1	19	
														<b>85</b>
129	С/у мужской, 18 °С	Пт				8,69	0,24	48	100			1	100	
		ПлIV				8,69	0,07	48	29			1	29	
														<b>129</b>
130	Коридор, 18 °С	Пт				28,51	0,24	48	328			1	328	
		ПлIV				28,51	0,07	48	96			1	96	
														<b>424</b>
131	Столовая-раздаточная, 20 °С	Нс	С	5,8	12,43	56,34	0,32	50	901	0,1	0,05	1,15	1037	
		Ок	С	1,5	8,57	12,86	2,19	50	1408	0,1	0,05	1,15	1619	
		Нд	С	2,4	1,21	2,90	0,55	50	80	0,1	1,24	2,34	187	
		Нс	3	5,36	18,90	97,70	0,32	50	1563	0,05	0,05	1,1	1720	
		Нд	3	2,4	1,5	3,60	0,55	50	99	0,05	1,24	2,29	227	
		Пт				223,11	0,24	50	2677			1	2677	
		ПлI				61,28	0,48	50	1471			1	1471	
		ПлII				49,28	0,23	50	567			1	567	

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16
		ПлIII				41,28	0,12	50	248			1	248	
		ПлIV				76,62	0,07	50	268			1	268	
														<b>10019</b>
132	Офис, 22 °С	Нс	С	6,5	9,21	48,59	0,32	52	808	0,1	0	1,1	889	
		Ок	С	1,5	7,52	11,28	2,19	52	1285	0,1	0	1,1	1413	
		Пт				174,28	0,24	52	2175			1	2175	
		ПлI				18,20	0,48	52	454			1	454	
		ПлII				18,20	0,23	52	218			1	218	
		ПлIII				18,20	0,12	52	114			1	114	
		ПлIV				119,68	0,07	52	436			1	436	
														<b>5700</b>
														<b>Σ38002</b>

## 2.3 Определение теплоступлений здания

### Теплоступления от солнечной радиации

Согласно методике, приведенной в [6] Поступления тепла от солнечной радиации рассчитывается только в летний период по формуле:

$$Q_{\text{ср}} = q_{\text{вп}} + q_{\text{вр}} \cdot F \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \beta_{\text{сз}}, \quad (2.3)$$

где  $q_{\text{вп}}$  – поступления тепла от прямой солнечной радиации [6];

$q_{\text{вр}}$  – поступления тепла от рассеянной солнечной радиации[6];

$F$  –поверхность остекления, м<sup>2</sup>;

$k_1$ –коэффициент, учитывающий затенение остекления и загрязнения атмосферы[6];

$k_2$  – коэффициент, учитывающий загрязнение стекла[6];

$\beta_{\text{сз}}$ –коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств[6];

Результаты расчета сводятся в таблицу Б-1 [приложение Б]

### Тепловыделения от людей

Тепловыделения человека складываются из отдачи явного и скрытого тепла и зависят от тяжести выполняемой им работы, температуры, скорости движения окружающего воздуха и рассчитываются по формуле:

$$Q_{\text{л}}^{\text{я}} = q \cdot n, \quad (2.4)$$

где  $q$  –удельные тепловыделения, Вт, принимаемые по табличным данным, табл.9 [6];

$n$  – количество человек.

**Для комнаты переговоров (103):**

ХП:  $Q_{\text{л}} = 99 \cdot 34 = 3366$  Вт;

ТП:  $Q_{\text{л}} = 51 \cdot 34 = 1734$  Вт;

**Для конференц-зала(104):**

ХП:  $Q_{\text{л}} = 99 \cdot 40 = 3960$  Вт;

ТП:  $Q_{\text{л}} = 51 \cdot 40 = 2040$  Вт;

**Для конференц зала (105):**

ХП:  $Q_{\text{л}} = 108 \cdot 56 = 6048$  Вт;

ТП:  $Q_{л} = 87 \cdot 56 = 4872$  Вт;

**Для офиса (132):**

ХП:  $Q_{л} = 111 \cdot 38 = 4218$  Вт;

ТП:  $Q_{л} = 53 \cdot 38 = 2014$  Вт;

**Для столовой раздаточной(131):**

ХП:  $Q_{л} = 108 \cdot 90 = 8910$  Вт;

ТП:  $Q_{л} = 87 \cdot 90 = 7020$  Вт;

#### **Тепловыделения от источников искусственного освещения**

Тепловыделения от источников искусственного освещения  $Q_{осв}$ , Вт, определяются по формуле

$$Q_{осв} = E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв}, \quad (2.5)$$

где  $E$  – освещенность, лк, [6];

$F$  – площадь пола помещения,  $м^2$ ;

$q_{осв}$  – удельные тепловыделения, Вт/( $м^2 \cdot лк$ ), определяемые по [6];

$\eta_{осв}$  – доля тепла, поступающего в помещение.

Устанавливаем в помещениях вентилируемые светильники,  $\eta_{осв} = 0,45$ .

**Для комнаты переговоров (103):**

$$Q_{осв} = 200 \cdot 29,03 \cdot 0,202 \cdot 1 = 1185 \text{ Вт.}$$

**Для конференц зала 1 (104):**

$$Q_{осв} = 200 \cdot 27,13 \cdot 0,071 \cdot 1 = 1099 \text{ Вт.}$$

**Для конференц зала 2 (105):**

$$Q_{осв} = 200 \cdot 55,21 \cdot 0,071 \cdot 1 = 784 \text{ Вт.}$$

**Для офиса (132):**

$$Q_{осв} = 200 \cdot 223,74 \cdot 0,071 \cdot 1 = 3177 \text{ Вт.}$$

**Для столовой раздаточной(131):**

$$Q_{осв} = 150 \cdot 174,28 \cdot 0,071 \cdot 1 = 2471 \text{ Вт.}$$

#### **Теплопоступления от оборудования**

Помещение 132 (офис) оборудовано принтерами в количестве (4 шт.) и

компьютерами в количестве 42 шт.

Поступления тепла от оборудования, потребляющую энергию рассчитывают по удельным тепловым поступлениям по формуле:

$$Q = n \cdot q \quad (2.6)$$

где  $q$  – удельные тепlopоступления, выделяемые одним прибором, Вт, согласно [6];

$n$  – количество приборов;

$$Q = 42 \cdot 300 + 1 \cdot 200 = 13400 \text{ Вт};$$

Для столовой - раздаточной необходимо определить тепlopоступления от линии-раздачи и микроволновки (2шт.);

$$Q = 1 \cdot 4184 + 1 \cdot 800 = 4984 \text{ Вт};$$

### **Тепlopоступления от горячей пищи**

Тепlopоступления от горячей пищи в столовой - раздаточной, Вт , рассчитывают по формуле, согласно методике [6] :

$$Q_{\text{пищ}} = \frac{q_{\text{п}} \cdot c_{\text{п}} \cdot (t_{\text{нп}} - t_{\text{кп}}) \cdot n}{Z_{\text{п}} \cdot 3,6} \quad (2.7)$$

где  $q_{\text{п}}$  – средняя масса всех блюд, приходящихся на одного посетителя, кг, принимаем — 0,85 кг;

$c_{\text{п}}$  – условная теплоемкость блюд, входящих в состав обеда, принимаем 3,3

$t_{\text{нп}}$  – начальная температура пищи ( $\sim 70^{\circ}\text{C}$ );

$t_{\text{кп}}$  – конечная температура пищи ( $40\text{--}50^{\circ}\text{C}$ );

$n$  – количество посетителей;

$Z_{\text{п}}$  – продолжительность приема пищи, для столовых самообслуживания 0,3 ч.

$$Q_{\text{пищ}} = \frac{0,85 \cdot 3,3 \cdot (70 - 45) \cdot 90}{0,3 \cdot 3,6} = 5843 \text{ Вт}.$$

### **Тепlopоступления от системы отопления**

Количество тепла, сообщаемое отоплением в рабочее время  $Q_{\text{с.о}}$  , Вт, компенсирует тепло потери помещений  $Q_{\text{ог}}$ :

$$Q_{\text{с.о}} = Q_{\text{ог}}$$

**Для вестибюля (103):**

$$Q_{c.o} = 1940 \text{ Вт};$$

**Для конференц зала (103):**

$$Q_{c.o} = 1828 \text{ Вт};$$

**Для конференц зала (105):**

$$Q_{c.o} = 3629 \text{ Вт};$$

**Для офиса (131):**

$$Q_{c.o} = 10019 \text{ Вт};$$

**Для столовой раздаточной(132):**

$$Q_{c.o} = 5700 \text{ Вт};$$

#### **2.4 Тепловой баланс**

Тепловой баланс расчетного помещения составляется для определения избытков или недостатков тепла, которые должна компенсировать система вентиляции.

Таблица 2.4 – Тепловой баланс

Наименование	Период года	Теплопотери, Вт	Теплопоступления, Вт						Теплоизбытки или теплонедостатки, Вт
			$Q_{огр}$	$Q_{л}$	$Q_{осв}$	$Q_{сол}$	$Q_{с.о}$	$Q_{обор}$	
Комната переговоров	ТП	-	1734	-	556	-	-	-	2290
	ХП	1940	3366	1185	--	1940	-	-	4551
Конференц зал мал.	ТП	-	3960	-	556	-	-	-	4516
	ХП	1828	2040	1099	-	1828	-	-	3139
Конференц зал большой	ТП	-	4872	-	1096	-	-	-	5968
	ХП	3629	6048	784	-	3629	-	-	6832
Столовая - раздаточная	ТП	-	7020	-	1253	-	4984	5843	19100
	ХП	10019	8910	3177	-	10019	4984	5843	22914
Офис	ТП	-	2014	-	1099	-	13400	-	16513
	ХП	5700	4218	2471	-	5700	13400	-	20089



## 3 ОТОПЛЕНИЕ

### 3.1 Конструирование системы отопления

Система отопления административно-бытовой части здания двухтрубная тупиковая с нижней разводкой. В качестве отопительных приборов применены алюминиевые радиаторы «SAHARA PLUS». Отопительные приборы размещены у наружных стен, с расстоянием от пола до нижней части прибора 120 мм. Присоединение труб к приборам одностороннее. Для регулирования теплоотдачи отопительных приборов использованы регулирующие клапаны RTD-N с предварительной настройкой и термозлементы со встроенным температурным датчиком фирмы «Danfoss». Для удаления воздуха на каждом отопительном приборе предусмотрены автоматические воздухоотводчики.

Теплоносителем в системе отопления АБК принята вода с параметрами 90-70°C.

Системы отопления АБК подключаются по независимой схеме через пластинчатые теплообменники, снижение температуры со 150 °С до 90°C , осуществляется в ИТП размещенного на отметки -3.010. Уклон трубопроводов предусмотрен 0,002 в сторону теплового пункта.

Трубопроводы системы отопления АБК выполнены из армированного полипропилена ф.«FV-plast», прокладываются скрыто с уклоном 0,002 в сторону теплового пункта, диаметрами от 15 до 40 мм. Прокладка труб – скрытая, в штробах.

Трубопроводы системы отопления изолированы трубчатой изоляцией «K-flex». Толщина изоляции 9мм.

### 3.2 Гидравлический расчет

Гидравлический расчёт системы отопления производится по способу удельных линейных потерь давления. Согласно методике расчета:

Расчетное циркуляционное давление определяют по формуле:

$$\Delta P_P = \Delta P_H + B\Delta P_E, \quad (3.1)$$

где  $\Delta P_H$  – давление, Па, создаваемое насосом или элеватором, определяется по формуле:

$$\Delta P_H = 100 \cdot \sum l, \quad (3.2)$$

где  $\sum l$  – сумма длин участков главного циркуляционного кольца, м.

$$\Delta P_H = \Delta P_P = 100 \cdot 270,35 = 27035 \text{ Па.}$$

$B$  – поправочный коэффициент, учитывающий значений естественного циркуляционного давления в период поддержания расчетного гидравлического режима в системе.

$\Delta P_E$  – естественное циркуляционное давление, Па, возникающее в расчетном кольце от охлаждения воды в нагревательных приборах и трубах, для горизонтальной системы  $\Delta P_E$  составляет менее 10%, поэтому им можно пренебречь.

Средние удельные потери давления на трения  $R_{cp}$ , Па/м, рассчитываем по формуле:

$$R_{cp} = \frac{0,65 \cdot \Delta P_P}{\sum l} \quad (3.3)$$

$$R_{cp} = \frac{0,65 \cdot 27035}{2730,35} = 65 \text{ Па;}$$

Расчет сведен в таблицу 3.1.

С целью поддержания постоянной разности давлений и для стабилизации температуры перемещаемой воды в трубопроводе, устанавливаются автоматический балансировочные клапаны ASV-PV совместно с ручным запорно измерительным клапаном ASV-M фирмы Danfoss.

Расчет автоматического терморегулятора осуществляется по методике, изложенной в каталоге производителя [8]

Подбора для расчетного участка Второстепенного кольца

$$G = 214 \text{ кг/ч} = 0,214 \text{ м}^3/\text{ч}; P = 2169,88 \text{ Па} = 2,17 \text{ кПа} = 0,0217 \text{ бар};$$

Перепад температур теплоносителя:  $\Delta T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ; По диаграмме из каталога [приложение Д] определим предварительные настройки клапана при заданных параметрах: RA-N 15 — 7;

При значениях предварительной настройки, согласно таблице определим пропускную способность клапана:

$$K_v = 0,52 \text{ для клапанов RA-N 15 с предварительной настройкой— 7};$$

Для остальных отопительных приборов системы подбор производится аналогичным образом.

Подбор балансировочного клапана

Увязка Ветки А и Б:

$$\frac{54310,08 - 3283,78}{54310,08} = 93\%, \text{ Так как требуемый перепад давлений должен}$$

составлять  $21,46 \text{ кПа} = 0,214 \text{ бар}$ , выбирается клапан ASV-PV с диапазоном настройки от 0,1 до 0,75 бар.

Устанавливаем балансировочный клапан ASV-PV, при  $D = 15 \text{ мм}$ , по диаграмме из каталога производителя [8] при настройке клапана 0,5 определяем пропускную способность клапана  $K_v = 0,25 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

Результат подбора клапанов для остальных ответвлений системы приведен в таблице гидравлического расчета.

Расчетная схема приведена в приложении Г.

Диаграмма представлена в приложении Д.

Таблица 3.2. Гидравлический расчет

№ уч.	Q <sub>уч</sub> , ВТ	G <sub>уч</sub> , кг/ч	l, м	d, мм	w, м/с	R <sub>ф</sub> , Па/м	R <sub>ф</sub> *l, Па	∑ξ	Z, Па	P <sub>дин</sub> , Па	R <sub>ф</sub> *l+Z, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ветка А											
1	38002	1698	47,6	40	0,375	50	2380,00	8	536,63	67,08	45747,80
2	36552	1634	0,32	40	0,347	50	16,00	2,3	132,10	57,44	148,10
3	28302	1265	4,2	40	0,275	32	134,40	6,2	223,65	36,07	358,05
4	22562	1008	36,7	32	0,215	20	734,00	6,96	153,46	22,05	887,46
5	10020	448	14,6 5	32	0,087	10	146,50	3,8	13,72	3,61	160,22
6	8770	392	3,9	32	0,112	12	46,80	1	5,98	5,98	52,78
7	7520	336	2,14	32	0,097	11	23,54	1	4,49	4,49	28,03
8	6270	280	4,9	32	0,065	4	19,60	1	2,02	2,02	21,62
9	5020	224	4,55	25	0,122	13	59,15	2,2	15,62	7,10	74,77
10	3770	169	1,9	20	0,127	17	32,30	1	7,69	7,69	39,99
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	2520	113	2,8	20	0,069	12	33,60	1	2,27	2,27	35,87
12	1260	56	2,6	15	0,09	18	46,80	5,3	20,48	3,86	2067,28
12'	1260	56	2,45	15	0,09	18	44,10	3,15	12,17	3,86	56,27
11'	2520	113	2,38	20	0,069	12	28,56	1	2,27	2,27	30,83
10'	3770	169	1,8	20	0,127	17	30,60	1	7,69	7,69	38,29
9'	5020	224	4,32	25	0,122	13	56,16	2,2	15,62	7,10	71,78
8'	6270	280	4,7	32	0,065	4	18,80	1	2,02	2,02	20,82
7'	7520	336	2	32	0,097	11	22,00	1	4,49	4,49	26,49

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6'	8770	392	3,67	32	0,112	12	44,04	1	5,98	5,98	50,02
5'	10020	448	14,2	32	0,087	10	142,00	3,8	13,72	3,61	155,72
4'	22562	1008	36,5	40	0,215	20	730,00	6,96	153,46	22,05	883,46
3'	28302	1265	4,22	40	0,275	32	135,04	6,2	223,65	36,07	358,69
2'	36552	1634	0,34	40	0,347	50	17,00	2,3	132,10	57,44	149,10
1'	38002	1698	46,2	40	0,375	50	2310,00	8	536,63	67,08	2846,63
											54310,08
Ветка Б. Второстепенное ЦК											
1	36552	1634	0,32	40	0,347	50	16,00	2,3	132,10	57,44	148,10
2	28302	1265	4,2	40	0,275	32	134,40	6,2	223,65	36,07	358,05
27	8386	214	0,35	15	0,315	150	52,50	2,48	117,38	47,33	169,88
27'	8386	214	0,35	15	0,315	150	52,50	3,15	149,09	47,33	201,59
2'	28302	1265	4,2	40	0,275	32	134,40	6,2	223,65	36,07	358,05
1'	36552	1634	0,32	40	0,347	50	16,00	2,3	132,10	57,44	148,10
											1283,78
Увязка ветвей Б и Г: $\frac{54310,08 - 3283,78}{54310,08} = 93\%$ ; Устанавливаем балансировочный клапан ASV-PV при настройке 0,5; пропускная способность Kv = 0,25 м3/ч											
Ветка В											
13	7660	342	20,7	32	0,097	11	227,70	3,7	16,61	4,49	8575,96
14	5760	257	2,5	25	0,12	16	40,00	1	6,87	6,87	46,87
15	3860	173	3,52	25	0,081	10	35,20	1	3,13	3,13	38,33
16	1960	88	3,1	15	0,13	26	80,60	5,3	42,72	8,06	123,32

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15'	3860	173	3,3	25	0,081	10	33,66	1	3,13	3,13	36,79
14'	5760	257	2,4	25	0,12	16	38,40	1	6,87	6,87	45,27
13'	7660	342	20,6	32	0,097	11	226,60	3,7	16,61	4,49	8972,54
Увязка ветвей А и В: $\frac{54310,08-8972,54}{54310,08} = 79\%$ ; Устанавливаем балансировочный клапан ASV-PV при настройке 2,2; пропускная способность $K_v = 1 \text{ м}^3/\text{ч}$											
Ветка Г											
17	1450	65	8,3	20	0,06	7	58,10	2,54	4,36	1,72	1696,35
18	1130	51	3,5	20	0,052	6	21,00	1	1,29	1,29	22,29
19	810	36	6,44	20	0,04	4	25,76	1	0,76	0,76	26,52
20	650	29	4,3	20	0,03	4	17,20	1	0,43	0,43	17,63
21	430	19	9,4	15	0,02	2	18,80	5,3	1,01	0,19	19,81
21'	430	19	9,4	15	0,02	2	18,80	3,15	0,60	0,19	19,40
20'	650	29	4,3	20	0,03	4	17,20	1	0,43	0,43	17,63
19'	810	36	6,5	20	0,04	4	26,00	1	0,76	0,76	26,76
18'	1130	51	3,52	20	0,052	6	21,12	1	1,29	1,29	22,41
17'	1450	65	8,3	20	0,06	7	58,10	2,54	4,36	1,72	62,46
											1931,27
Увязка ветвей Б и Г: $\frac{3283,78-1931,27}{3283,78} = 41\% > 15\%$ Устанавливаем балансировочный клапан ASV-PV при настройке 1,5; пропускная способность $K_v = 0,7 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;											
Ветка Д											
22	5740	257	22,3	25	0,15	18	401,40	3	32,20	10,73	5964,93
23	3947	176	1,4	25	0,12	14	19,60	1	6,87	6,87	26,47

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
25	2930	131	2,7	20	0,095	15	40,50	1	4,30	4,30	44,80
26	1960	88	3,6	15	0,13	26	93,60	5,3	42,72	8,06	136,32
26'	1960	88	3,6	15	0,13	26	93,60	3,15	25,39	8,06	118,99
25'	2930	131	2,7	20	0,095	15	40,50	1	4,30	4,30	44,80
24'	3027	135	2	25	0,07	9	18,00	1	2,34	2,34	20,34
23'	3947	176	1,37	25	0,12	14	19,18	1	6,87	6,87	26,05
22'	5740	257	22,1	25	0,15	18	397,80	3	32,20	10,73	430,00
											6833,04
<p>Увязка ветвей В и Д: <math>\frac{8972,54-6833,04}{8972,54} = 23\%</math>;</p> <p>Устанавливаем балансирующий клапан ASV-PV при настройке 0,5; пропускная способность <math>K_v = 1,3</math> м<sup>3</sup>/ч</p>											

### 3.3 Тепловой расчет отопительных приборов

В качестве отопительных приборов выбраны алюминиевые радиаторы марки «Sahara plus 500/100» по каталогу [9]. Для помещения венткамеры установлен регистр из двух гладких труб.

Тепловой расчёт приборов заключается в определении необходимого теплового потока от теплоносителя в помещение, для возмещения тепловых потерь и проводится по методике, приведённой в справочнике [10].

Расчет регистра для помещения 111.

$D = 108$  мм – диаметр труб;  $L = 8$  м – длина трубы;  $N = 2$  шт.

$$t_{\text{вх}} = 90^{\circ}\text{C}; t_{\text{вых}} = 70^{\circ}\text{C}; t_{\text{пом}} = 16^{\circ}\text{C};$$

Температура стенок труб,  $^{\circ}\text{C}$ :

$$t_{\text{ст}} = \frac{90+70}{2} = 82,5^{\circ}\text{C};$$

Температурный напор:

$$dt = 82,5 - 16 = 66,5^{\circ}\text{C};$$

Площадь поверхности регистра:

$$F = \frac{3,14 \cdot 108}{1000} \cdot 8 \cdot 2 = 5,42 \text{ м}^2;$$

Расчет теплоотдачи излучением, Вт:

$$Q_{\text{и}} = 5,669 \cdot 10^{-8} \cdot 0,81 \cdot 5,42 \cdot ((82,5 + 273)^4 - (20 + 273)^4) \cdot 0,93^{2-1} = 2214 \text{ Вт};$$

Коэффициент теплоотдачи при излучении, Вт/( $\text{м}^2 \cdot \text{K}$ ):

$$\alpha_{\text{и}} = \frac{2214}{66,5 \cdot 5,42} = 7,48 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K});$$

Коэффициент теплоотдачи при конвекции, Вт/( $\text{м}^2 \cdot \text{K}$ ):

$$\alpha_{\text{к}} = \frac{26,7166 \cdot 0,02596}{\frac{108}{1000}} \cdot 0,93^{2-1} = 6,16 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K});$$

Расчет теплоотдачи конвекцией, Вт:

$$Q_{\text{и}} = 6,16 \cdot 5,42 \cdot 66,5 = 2220 \text{ Вт};$$



Полная мощность теплового потока регистра отопления, Вт:

$$Q_{\text{и}} = 2214 + 2220 = 4434 \text{ Вт.}$$

Расчет алюминиевого радиатора «Sahara plus» для помещения 102 :

Определим фактический температурный напор:

По [9] каталогу фирмы «SAHARA PLUS» подбираем алюминиевые радиатор «Sahara plus 500/100».

Материал корпуса: алюминий;

Номинальный тепловой поток данных радиаторов составляет 194,6 Вт;

Теплоотдача прибора равна расчётным теплопотерям помещения:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{пом}}$$

Средний температурный перепад между температурой окружающего воздуха и средней температурой теплоносителя в приборе определяется по формуле:

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}}}{2};$$

Результаты расчета приведены в таблице В.1 [ приложение В].

### **3.4 Расчет и подбор оборудования**

#### **Подбор пластинчатого теплообменника**

Расчет и подбор теплообменника осуществляется согласно методике, изложенной в [11].

Требуемая площадь пластин для передачи тепловой энергии рассчитывают по формуле:

$$F = \frac{Q_c}{\Delta t_{\text{ср}} \cdot K}, \quad (3.3)$$

где  $K$  – полный коэффициент передачи пластины , Вт/(м<sup>2</sup>·°С), принимаем

$\Delta t_{\text{ср}}$  – температурный перепад контура , определяется по формуле:

$$\Delta t_{\text{ср}} = \left( \frac{T_{\text{под}} + T_{\text{обр}}}{2} - \frac{t_{\text{под}} + t_{\text{обр}}}{2} \right) \quad (3.4)$$

Для системы отопления при  $Q_c = 38$  кВт был подобран пластинчатый теплообменник НН№04 с  $d = 32$  мм.

Расчет теплообменников произведен помощью программы подбора «АО Ридан» [12]. Технические характеристики теплообменника представлены в приложении Е.

### **Подбор пластинчатого теплообменника**

#### **Подбор циркуляционного насоса для системы отопления**

Согласно методике [13], требуемый напор насоса определяется по формуле:

$$P_n = \sum \Delta P_{\text{уч}} + \Delta P_{\text{то}} + \Delta P_{\text{кл}} \quad (3.5)$$

где  $\sum \Delta P_{\text{уч}}$  – потери давления участков основного циркуляционного кольца;

$\Delta P_{\text{то}}$  – потери давления теплообменника;

$\Delta P_{\text{то}}$  – потери давлений регулирующего клапана, принимаем равными 2 кПа;

Был произведен подбор насоса ALPHA2 25-40 130 - 97993195 фирмы «GRUNDFOS» [14] по программе.

Характеристика насоса приведена на рисунке Е.2 приложение Е.

## 4 ВЕНТИЛЯЦИЯ

### 4.1 Описание системы вентиляции

Вентиляция помещений АБК запроектирована приточно-вытяжная механическая. Запроектированы 3 приточные системы П1, П2, П3. Система П1 обслуживает помещения №102,103 , 107, 110, 112, 116, 124, 132. Система П2 обслуживает столовую-раздаточную. Система П3- помещения №104, 105. Подача и забор воздуха происходит с помощью диффузоров фирмы «Арктика» 4АПР и диффузоров фирмы «DVS». Удаление загрязненного воздуха осуществляется системами механической вентиляции: В1; В2; В3; В4; В5; В6; В7; В8; В9, через жалюзийные решетки ВР-НЗ.

По требованиям пожарной безопасности системы вентиляции оборудованы огнезадерживающими клапанами с целью предотвращения проникновения огня, дыма и продуктов сгорания во время пожара в помещение.

Воздуховоды запроектированы из тонколистовой оцинкованной стали по ГОСТ 14918-80. Крепление воздуховодов к строительным конструкциям осуществляется согласно серии 5.904-1.

### 4.2 Определение требуемых воздухообменов

Расчеты производятся графо-аналитическим способом с помощью I-d – диаграммы в холодный и теплый периоды года.

#### Расчет для помещения 103

**ТП**

$$Q_{\text{я}} = 2290 \text{ Вт};$$

$$W_{\text{л}} = 128 \cdot 34 = 4,4 \text{ кг/час.};$$

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 2290 + 2500 + 1,8 \cdot 27,6 \cdot 4,4 = 19\,465 \text{ кДж/ч};$$

$$\varepsilon = \frac{19\,418}{4,4} = 4413 \text{ кДж/кг};$$

$$q = \frac{2290}{168,4} = 13,6 \text{ Вт/м}^3;$$

$$\text{grad } t = 0,5^\circ\text{C/м};$$

$$t_y = 27,6 + 0,5 \cdot 6,6 - 1,5 = 30,2^\circ\text{C};$$

$$t_{\text{п}} = 24,6 + 1 = 25,6^\circ\text{C};$$

$$L_{\text{п}} = \frac{19465}{1,2 \cdot (69 - 56,2)} = 3649 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot 2290}{1,2 \cdot (30,2 - 25,6)} = 3703,4 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{вл}} = \frac{1000 \cdot 4,4}{1,2 \cdot (13,9 - 12,0)} = 3455 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{сн}} = 60 \cdot 34 = 2040 < L_{\text{я}}$$

## ХП

$$Q_{\text{я}} = 4551 \text{ Вт};$$

$$W_{\text{л}} = 65 \cdot 34 = 2,21 \text{ кг/час.};$$

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 4551 + 2500 + 1,8 \cdot 22 \cdot 2,21 = 21976 \text{ кДж/ч};$$

$$\varepsilon = \frac{21976}{2,21} = 9944 \text{ кДж/кг};$$

$$q = \frac{4551}{168,4} = 27,02 \text{ Вт/м}^3;$$

$$\text{grad } t = 1,5^\circ\text{C/м};$$

$$t_y = 22 + 1,5 \cdot 6,5 - 2 = 23,35^\circ\text{C};$$

$$t_{\text{п}} = 22 - 3 = 19^\circ\text{C};$$

$$L_{\text{п}} = \frac{21976}{1,2 \cdot (28,2 - 19,9)} = 1999 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot 4551}{1,2 \cdot (23,35 - 19)} = 2267, \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{вл}} = \frac{1000 \cdot 2,21}{1,2 \cdot (0,5 - 0,3)} = 2046 \text{ м}^3/\text{ч};$$

## Расчет для помещения 104

### ТП

$$Q_{\text{я}} = 4516 \text{ Вт};$$

$$W_{\text{л}} = 128 \cdot 40 = 5,12 \text{ кг/час.};$$

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 4516 + 2500 + 1,8 \cdot 27,6 \cdot 5,12 = 29315 \text{ кДж/ч};$$

$$\varepsilon = \frac{29\,315}{5,12} = 5725 \text{ кДж/кг};$$

$$q = \frac{4516}{163,8} = 26,8 \text{ Вт/м}^3;$$

$$\text{grad } t = 1,2^\circ\text{C/м};$$

$$t_y = 27,6 + 1,2 \cdot 6,6 - 2 = 33,2^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{II}} = 24,6 + 1 = 25,6^\circ\text{C};$$

$$L_{\text{II}} = \frac{29\,315}{1,2 \cdot (72,9 - 56,2)} = 2536 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{Я}} = \frac{3,6 \cdot 4516}{1,2 \cdot (33,2 - 25,6)} = 2757 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{ВЛ}} = \frac{1000 \cdot 5,12}{1,2 \cdot (15,3 - 12,0)} = 2441 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{СН}} = 60 \cdot 40 = 2400 < L_{\text{Я}};$$

## ХП

$$Q_{\text{Я}} = 3139 \text{ Вт};$$

$$W_{\text{Л}} = 65 \cdot 40 = 2,6 \text{ кг/час.};$$

$$Q_{\text{II}} = 3,6 \cdot 3139 + 2500 + 1,8 \cdot 22 \cdot 2,6 = 18830 \text{ кДж/ч};$$

$$\varepsilon = \frac{18830}{2,6} = 7242 \text{ кДж/кг};$$

$$q = \frac{3139}{163,8} = 19,16 \text{ Вт/м}^3;$$

$$\text{grad } t = 0,5^\circ\text{C/м};$$

$$t_y = 22 + 0,5 \cdot 6,5 - 2 = 24,25^\circ\text{C};$$

$$t_{\text{II}} = 22 - 3 = 19^\circ\text{C};$$

$$L_{\text{II}} = \frac{18830}{1,2 \cdot (28,6 - 19,8)} = 1401 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{Я}} = \frac{3,6 \cdot 3139}{1,2 \cdot (24,25 - 19)} = 1498, \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{ВЛ}} = \frac{1000 \cdot 2,6}{1,2 \cdot (0,5 - 0,3)} = 1276 \text{ м}^3/\text{ч};$$

## Расчет для помещения 105

### ТП

$$Q_{\text{Я}} = 5968 \text{ Вт};$$

$$W_{\text{Л}} = 128 \cdot 56 = 7,1 \text{ кг/час.};$$

$$Q_{\Pi} = 3,6 \cdot 5968 + 2500 + 1,8 \cdot 27,6 \cdot 7,1 = 39587 \text{ кДж/ч};$$

$$\varepsilon = \frac{39587}{7,1} = 5575 \text{ кДж/кг};$$

$$q = \frac{5968}{303,5} = 19,6 \text{ Вт/м}^3;$$

$$\text{grad } t = 0,8^\circ\text{C/м};$$

$$t_y = 27,6 + 0,8 \cdot 6,6 - 1,5 = 31,7^\circ\text{C}$$

$$t_{\Pi} = 24,6 + 1 = 25,6^\circ\text{C};$$

$$L_{\Pi} = \frac{39587}{1,2 \cdot (70,2 - 25,6)} = 3437 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot 5968}{1,2 \cdot (31,7 - 25,6)} = 3521 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{вл}} = \frac{1000 \cdot 7,1}{1,2 \cdot (15,1 - 12,0)} = 3465 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{сн}} = 60 \cdot 56 = 3360 < L_{\text{я}}$$

## ХП

$$Q_{\text{я}} = 6832 \text{ Вт};$$

$$W_{\text{л}} = 65 \cdot 56 = 3,64 \text{ кг/час.};$$

$$Q_{\Pi} = 3,6 \cdot 6832 + 2500 + 1,8 \cdot 22 \cdot 3,64 = 33839 \text{ кДж/ч};$$

$$\varepsilon = \frac{33839}{3,64} = 9296 \text{ кДж/кг};$$

$$q = \frac{6832}{303,6} = 22,5 \text{ Вт/м}^3;$$

$$\text{grad } t = 1,2^\circ\text{C/м};$$

$$t_y = 22 + 1,2 \cdot 6,5 - 2 = 27,4^\circ\text{C};$$

$$t_{\Pi} = 22 - 3 = 19^\circ\text{C};$$

$$L_{\Pi} = \frac{33839}{1,2 \cdot (22,8 - 16,1)} = 1999 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot 4551}{1,2 \cdot (27,4 - 19)} = 2187, \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{вл}} = \frac{1000 \cdot 3,64}{1,2 \cdot (0,62 - 0,3)} = 2046 \text{ м}^3/\text{ч};$$

## Расчет для помещения 131:

### ТП

$$Q_{\text{я}} = 19100 \text{ Вт};$$

$$W_{\text{л}} = 208 \cdot 90 = 18,7 \text{ кг/час.};$$

$$Q_{\Pi} = 3,6 \cdot 19100 + 2500 + 1,8 \cdot 27,6 \cdot 18,7 = 66\,439 \text{ кДж/ч};$$

$$\varepsilon = \frac{66\,439}{18,7} = 6\,227 \text{ кДж/кг};$$

$$q = \frac{19100}{1342,4} = 14,2 \text{ Вт/м}^3;$$

$$\text{grad } t = 0,5^\circ\text{C/м};$$

$$t_y = 27,6 + 0,5 \cdot 6,6 - 1,5 = 30,2^\circ\text{C}$$

$$t_{\Pi} = 24,6 + 1 = 25,6^\circ\text{C};$$

$$L_{\Pi} = \frac{66\,439}{1,2 \cdot (65,7 - 56,2)} = 8811 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot 19100}{1,2 \cdot (30,2 - 25,6)} = 9070 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{вл}} = \frac{1000 \cdot 14,2}{1,2 \cdot (13,2 - 12,0)} = 8982 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{сн}} = 60 \cdot 90 = 5400 < L_{\text{я}}$$

## ХП

$$Q_{\text{я}} = 22914 \text{ Вт};$$

$$W_{\text{л}} = 128 \cdot 90 = 11,52 \text{ кг/час.};$$

$$Q_{\Pi} = 3,6 \cdot 22914 + 2500 + 1,8 \cdot 22 \cdot 11,52 = 51\,746 \text{ кДж/ч};$$

$$\varepsilon = \frac{51\,746}{11,52} = 4700 \text{ кДж/кг};$$

$$q = \frac{22914}{1342,4} = 17,0 \text{ Вт/м}^3;$$

$$\text{grad } t = 1,2^\circ\text{C/м};$$

$$t_y = 20 + 1,2 \cdot 6,5 - 2 = 22,35^\circ\text{C};$$

$$t_{\Pi} = 20 - 3 = 17^\circ\text{C};$$

$$L_{\Pi} = \frac{51\,746}{1,2 \cdot (26 - 17)} = 4811 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot 22914}{1,2 \cdot (23,35 - 17)} = 5470, \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{вл}} = \frac{1000 \cdot 11,52}{1,2 \cdot (0,55 - 0,3)} = 5089 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{сн}} = 60 \cdot 90 = 5400 < L_{\text{я}}$$

**Расчет для помещения 132:**

## ТII

$$Q_{\text{я}} = 16\,513 \text{ Вт};$$

$$W_{\text{л}} = 128 \cdot 38 = 4,86 \text{ кг/час.};$$

$$Q_{\text{II}} = 3,6 \cdot 16\,513 + 2500 + 1,8 \cdot 27,6 \cdot 4,86 = 71\,838 \text{ кДж/ч};$$

$$\varepsilon = \frac{71\,838}{486} = 14\,781 \text{ кДж/кг};$$

$$q = \frac{16\,513}{1545,68} = 10,8 \text{ Вт/м}^3;$$

$$\text{grad } t = 0,5^\circ\text{C/м};$$

$$t_{\text{y}} = 27,6 + 0,5 \cdot 6,6 - 1,5 = 30,2^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{II}} = 24,6 + 1 = 25,6^\circ\text{C};$$

$$L_{\text{II}} = \frac{71\,838}{1,2 \cdot (64 - 57)} = 8552 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot 16\,513}{1,2 \cdot (30,2 - 25,6)} = 8569 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{вЛ}} = \frac{1000 \cdot 10,8}{1,2 \cdot (13,2 - 12,6)} = 8455 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{CH}} = 60 \cdot 38 = 2280 < L_{\text{я}}$$

## XII

$$Q_{\text{я}} = 20089 \text{ Вт};$$

$$W_{\text{л}} = 65 \cdot 38 = 2,47 \text{ кг/час.};$$

$$Q_{\text{II}} = 3,6 \cdot 20089 + 2500 + 1,8 \cdot 22 \cdot 2,47 = 78\,593 \text{ кДж/ч};$$

$$\varepsilon = \frac{78\,593}{2,47} = 30819 \text{ кДж/кг};$$

$$q = \frac{20089}{1545,68} = 13,02 \text{ Вт/м}^3;$$

$$\text{grad } t = 0,5^\circ\text{C/м};$$

$$t_{\text{y}} = 22 + 0,5 \cdot 6,5 - 2 = 23,25^\circ\text{C};$$

$$t_{\text{II}} = 22 - 3 = 19^\circ\text{C};$$

$$L_{\text{II}} = \frac{78\,593}{1,2 \cdot (24,3 - 19,8)} = 11924 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot 20089}{1,2 \cdot (23,25 - 19)} = 12057 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{вЛ}} = \frac{1000 \cdot 2,47}{1,2 \cdot (0,5 - 0,3)} = 11896 \text{ м}^3/\text{ч};$$



$$L_{\text{сн}} = 60 \cdot 38 = 2280 < L_{\text{я}}$$

$$L_{\text{п}} > L_{\text{я}} > L_{\text{вл}}$$

Так как  $L^T > L^X$ , то за расчетный принимаем  $L^X$ , а недостающее количество воздуха в теплый период года подаём в помещение за счёт аэрации (открытие оконных проёмов).

I-d диаграммы представлены в приложении Ж.

Воздухообмен для остальных помещений ведется по нормируемой кратности помещений, согласно СП [15].

### 4.3 Аэродинамический расчёт

Расчет производится в соответствие с указаниями в справочнике [16].

Расчетные схемы и результат аэродинамического расчёта приведены в приложении Ж.

Расчет производится для системы П1, П2, П3, В3, результаты расчета остальных систем приведены на чертежах.

Расчет воздухораспределителя для помещения №132 – Офис

1. Принимаем к установке воздухораспределители типа DVS-P в количестве 5 штук.  $F_0 = 0,126 \text{ м}^2$ ;  $m = 1$ ;  $n = 0,85$ .

где  $L$ -требуемый воздухообмен в основном помещении,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$N$ -количество принятых воздуховодов, шт.

$$L_0 = \frac{L}{N} = \frac{12057}{5} = 2414 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

где  $F_0$ -расчётная площадь одного воздуховода,  $\text{м}^2$ .

$$\vartheta_0 = \frac{2414}{0,126 \cdot 3600} = 3,22 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

4. Максимальную скорость воздуха на основном участке струи при входе в рабочую зону  $V_x$ ,  $\text{м}/\text{с}$ , определяем по формуле:

$$\vartheta_x = \frac{m \cdot \vartheta_0 \cdot \overline{F_0}}{x} \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_n, \quad (4.12)$$

$$x = H - h_{\text{пз}} \quad (4.13)$$

$$x = 6,5 - 1,5 = 5 \text{ м}$$

$k_c$  – коэффициент стеснения струи, определяемый по справочнику [4, табл. 3.5], в зависимости от величин  $x$  и  $F$ , определяемых по формулам:

$$x = \frac{x}{m \cdot \overline{F_{\Pi}}} \quad (4.14)$$

$$F = \frac{F_0}{F_{\Pi}} \quad (4.15)$$

где  $F_{\Pi}$  – площадь поверхности ограждения,  $\text{м}^2$ , расположенной перпендикулярно направлению движения струи в расчете на одну струю, определяется по формуле:

$$F_{\Pi} = \frac{F_{\text{пола}}}{N} \quad (4.16)$$

$$F_{\Pi} = \frac{174,28}{5} = 34,8 \text{ м}^2$$

$$F = \frac{0,126}{34,8} = 0,006 \text{ м}^2$$

$$x = \frac{5}{1 \cdot \overline{34,8}} = 0,9$$

$$k_c = 0,6$$

$k_B$  – коэффициент взаимодействия струй, определяется по справочнику [15, табл. 3.7], исходя из количества струй и соотношения  $\frac{x}{l}$ :

где  $l$  – расстояние, равное половине расстояния между струями, м:

$$\frac{x}{l} = \frac{5}{1,5} = 3,3$$

$$k_B = 1$$

$$H \approx 5,45 \frac{mV_0^4 \overline{F_0}}{n\Delta t_0} \quad (4.17)$$

$$H \approx 5,45 \cdot \frac{1 \cdot 3,22 \cdot ^4 \overline{0,126}}{0,85 \cdot 3} = 7,31$$

$$\frac{H}{F_0} = \frac{7,31}{0,126} = 16,5$$

Т.к.  $14,7 < \frac{H}{F_0} < 100$ , то  $k_H$  определяется по формуле:

$$k_H = \sqrt[3]{1 \pm 3 \frac{x}{H}^2} \quad (4.18)$$

$$k_H = \sqrt[3]{1 + 3 \cdot \frac{5}{7,31}^2} = 1,41$$

$$V_x = \frac{mV_0 \overline{F_0}}{x} k_c k_B k_H \quad (4.19)$$

$$V_x = \frac{1 \cdot 3,22 \cdot \overline{0,126}}{5} \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1,41 = 0,24$$

$$k \cdot V_B = 1,4 \cdot 0,3 = 0,42$$

0,24 < 0,42 – первое условие выполняется;

$$\Delta t_x = \frac{n \Delta t_0 \overline{F_0}}{x} \cdot \frac{k_B}{k_c k_H} \quad (4.20)$$

$$\Delta t_x = \frac{0,85 \cdot 3 \cdot \overline{0,126}}{5} \cdot \frac{1}{0,6 \cdot 1,41} = 0,51 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{\text{доп}} = 1,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

0,51 < 1,5 – второе условие выполняется;

Для остальных помещений расчет произведен аналогичным образом , результаты сведены в таблицу 4.3

Таблица 4.3– Определение типа и количества решёток

№	Номер помещения	Вид решетки	Площадь живого сечения $f_{\text{ж.с.}}, \text{ м}^2$	Скорость воздуха $\vartheta, \text{ м/с}$	Кол-во решёток $N_p, \text{ шт}$
1	2	3	4	5	6
<b>П1</b>	102	DVS –P 125	0,126	3,24	4
	103	DVS –P 125	0,126	3,15	1
	107	DVS –P 125	0,126	1,23	1
	108	DVS –P 125	0,126	0,72	1
	112.	DVS –P 125	0,126	1,93	1
	116	DVS –P 125	0,126	0,90	1
	124	DVS –P 125	0,126	1,59	1
	132	DVS –P 125	0,126	1,27	5
<b>П2</b>	131	4АПР	0,35	3,32	8
<b>П3</b>	104	DVS –P 125	0,126	4,72	1
	105	DVS –P 125	0,126	4,56	2

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4	5	6
<b>B1</b>	104	DVS -100	0,108	1,94	1
	105	DVS –P 120	0,098	2,05	2
<b>B2</b>	122	DVS –P 125	0,126	1,83	1
	123	DVS –P 125	0,126	0,67	1
	127	DVS –P 125	0,126	2,75	2
	129	DVS –P 125	0,126	1,35	1
	157	DVS –P 125	0,126	2,0	1
	158	DVS –P 125	0,126	2,16	1
<b>B3</b>	114	DVS –P 125	0,126	2,56	1
	118	DVS –P 125	0,126	2,54	1
<b>B4</b>	109	DVS –P 125	0,126	0,91	1
<b>B5</b>	131	4АПП	0,35	1,02	7
<b>B6</b>	102	DVS –P 125	0,126	1,83	1
	103	DVS –P 125	0,126	1,51	1
	124	DVS –P 160	0,184	0,98	1
	132	DVS –P 160	0,184	0,76	5
<b>B7</b>	109	DVS –P 125	0,126	0,64	1
	125	DVS –P 125	0,126	0,52	1
<b>B8</b>	108	DVS –P 125	0,126	0,55	1
<b>B9</b>	110	DVS –P 125	0,126	0,68	1

Расчётные схемы систем приведены в приложении М.

Расчёты систем приточной и вытяжной механической вентиляции приведены в приложении З.

#### **4.4 Расчет и подбор оборудования**

##### **Подбор воздухозаборной решетки**

Расчет решетки производится для всего объема воздуха, забираемого с улицы и направляемого в приточные камеры. Расчет производится согласно методике[17].

Площадь живого сечения воздухозаборных решеток и утепленных клапанов определяется по формуле:

$$F_{\text{реш}} = \frac{L}{3600 \cdot V} \quad (4.21)$$

где  $V$  – допустимая скорость, принимается 4 м/с

$L$  – расход приточного воздуха.

Количество воздухозаборных решеток, шт:

$$n = \frac{F_{\text{реш.гр}}}{f_{\text{ж.с}}} \quad (4.22)$$

где  $f_{\text{ж.с}}$  – площадь живого сечения одной решетки, м<sup>2</sup>.

Действительная скорость воздуха в живом сечении воздухозаборных решеток:

$$V_{\text{дейст}} = \frac{L}{3600 f_{\text{ж.с}} \cdot n}. \quad (4.23)$$

По каталогу[18] подбираем решетку типа ВР-НЗ.

Потери давления в жалюзийной решетке определяются по графику, представленного в приложении И.

Результаты расчета воздухозаборных решеток для систем представлены в таблице 4.4

Таблица 4.4 – Подбор воздухозаборных решеток

Система	Воздухозаборная решетка				Аэродинамическое сопротивление решетки $\Delta p_{\text{реш.}}$ , Па
	Вид решетки	Требуемая площадь живого сечения $f_{\text{ж.с}}^{\text{тр.}}$ , м <sup>2</sup>	Количество решеток $n$ , шт.	скорость в живом сечении решетки $V_{\text{д}}$ , м/с	
1	3	4	1	6	7
П1,	ВР-НЗ 1200x1000	1,03	1	2,03	7
П2,	ВР-НЗ 1300x500	1,08	1	2,7	7
П3	ВР-НЗ 1000x600	0,269	1	2,4	8,2
В1,В2,В4	ВР-Н4 700x300	0,27	1	2,7	7,5
В3	ВР-Н4 1500x600	0,97	1	2,1	7
В5,В6	ВР-Н3 700x300	0,256	1	2,2	7,5
В7,В8,В9	ВР-Н3 150x150	0,092	1	2,89	7,4

### Подбор противопожарных клапанов

В целях предотвращения проникания в помещения продуктов горения во время пожара, предусмотрены огнезадерживающие клапаны.

Подбор противопожарных клапанов осуществляется по программе «ВЕЗА» [19], технические характеристики клапанов представлены в приложении К.

Для систем П1, П2, П3 были подобраны однокорпусные клапаны КПУ-1Н.

Результаты подбора представлены на чертежах.

### Подбор приточных установок

Подбор оборудования для приточных камер осуществляется по программе ООО «Веза» [19], результаты представлены в приложении З.

### Подбор вентиляторов

Вентиляционное оборудование для вытяжных систем подбирается по программе «ВЕЗА»;

Для снижения уровня шума, который образуется на входе и выходе из вентилятора до предельного допустимого значения вытяжная вентиляция оборудуется шумоглушителем.

Был подобран шумоглушитель по каталогу [19] КАНАЛ-ГКК 100-600, который снижает уровень шума до 65 дБа.

По каталогу [19] подобран воздушный клапан с диаметром 200 мм типа КАНАЛ-Кол-К.

Таблица 4.7 - Оборудование вытяжных систем вентиляции

Система вентиляции	Расход $D, \text{ м}^3/\text{час}$	Потери давления в системе, $Pa$	Вентилятор	Диаметр рабочего колеса, мм	Марка
			Тип		
1	2	3	4	6	7
В1	3940	140	канальный	500	Канал-ПКВ-50-25-4-220

1	2	3	4	6	7
B2	675	156,78	канальный	500	Канал-ПКВ-40-20-4-220
B3	5400	258	канальный	630	Канал-ПКВ-50-25-4-220
B4	300	40	канальный	125	ВКП 40-20-4D
B5	250	40	канальный	400	Канал-ПКВ-Ш-40-20-4-220
B6	250	40	канальный	125	Канал-ПКВ-Ш-40-20-4-380
B7	9240	389	канальный	710	Канал-ПКВ-Ш-80-50-220
B8	1200	216	канальный	355	Канал-ПКВ-Ш-60-50-220
B9	1450	171	канальный	355	Канал-ПКВ-40-20-4-220

#### 4.5 Расчёт и подбор воздушно-тепловых завес

У всех входов в административно-бытовой корпус установлены воздушно-тепловые завесы фирмы "Тепломаш" смесительного типа.

Расчет осуществлен по методике, указанной в [20].

Расчетная высота:

$$H_{\text{расч}} = 0,5 \cdot 2 \cdot 3,5 - 2,87 = 1,96 \text{ м};$$

Разность давлений воздуха с наружного и внутреннего воздуха, Па:

$$\rho_H = \frac{353}{273 + (-30)} = 1,453 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_B = \frac{353}{273+16} = 1,221 \text{ кг/м}^3;$$

$$\Delta p = 9,81 \cdot 1,96 \cdot 1,45 - 1,22 = 4,42 \text{ Па.}$$

Расход воздуха для воздушно тепловой завесы:

$$G_3 = \frac{5100 \cdot 0,03 \cdot 0,85 \cdot 2,34 \cdot (12+30) \cdot \sqrt{4,43 \cdot 1,45}}{(50-12)} = 1002 \text{ кг/ч};$$

$$Q_3 = 0,28 \cdot 1002 \cdot 50 - 12 = 10,67 \text{ кВт.}$$

По просчитанным параметрам завесы  $Q_3=10,67$  кВт,  $G_3=1002$  кг/ч, по каталогу [20] была подобрана электрическая тепловая завеса смесительного типа КЭВ-12П2022Е при скорости выхода воздуха из сопла 9 м/с.

## **5 АВТОМАТИЗАЦИЯ**

### **Автоматизация приточной вентиляции**

Система автоматизация приточной вентиляции выполняет ряд задач:

- Автоматическое регулирование температуры приточного воздуха в летний и холодный период года;
- Контроль работоспособности приточного вентилятора (по термоконтакту двигателя, датчику-реле перепада давления);

Выбор системы автоматического регулирования по алгоритму управления (позиционное, пропорциональное, пропорционально - интегральное и т. п.) зависит от требований к точности поддержания регулируемых параметров, динамических свойств объектов регулирования и регуляторов, назначения систем, а также технической и экономической целесообразности.

Системы приточной вентиляции следует оснащать приборами регулирования температуры приточного воздуха.

Заданную температуру воздуха в помещениях, обслуживаемых системами приточной вентиляции, поддерживают изменением или температуры приточного воздуха (качественный метод), или его количества (количественный метод) или применяя оба эти методы.

Изменять тепло-производительность калориферов в системах приточной вентиляции рекомендуется, как правило регулирующим клапанам на обратной линии теплоносителя при теплоносителе воде.

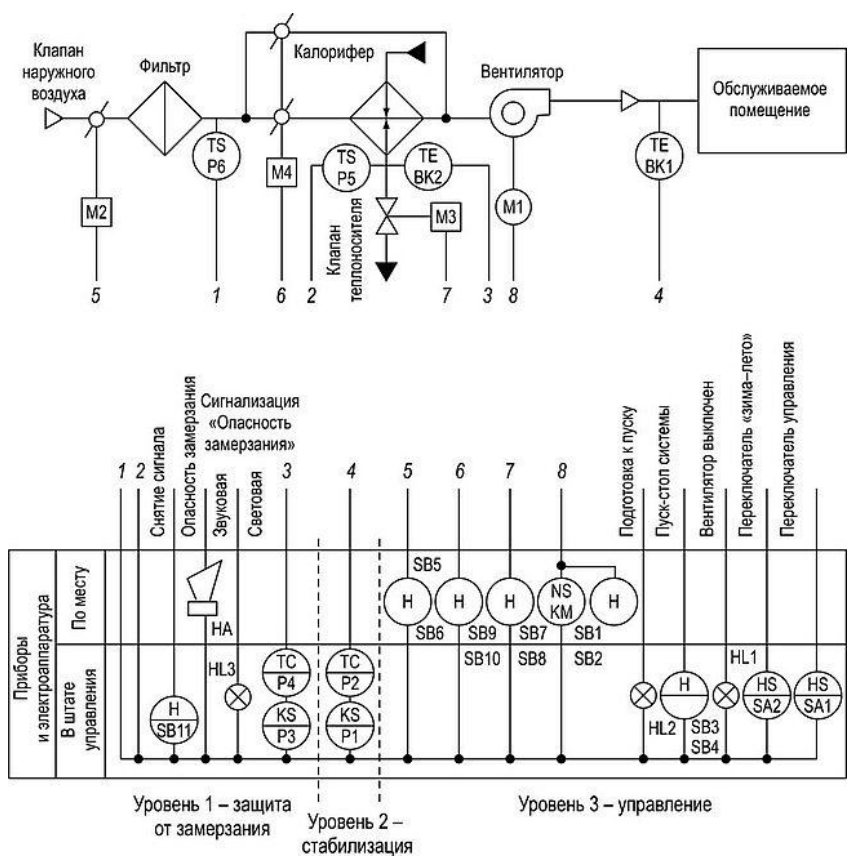
Датчики для регулирования температуры воздуха помещений следует устанавливать в характерных точках обслуживаемых помещений, но допускается также установка датчиков и в рециркуляционных каналах, если параметры рециркуляционного воздуха не отличаются от



параметров воздуха в помещении или отличается на постоянную величину и если это не внесёт существенных погрешностей в процесс регулирования.

Датчики не должны подвергаться воздействию тепла от нагретых поверхностей и устанавливаться в местах с недостаточной циркуляцией воздуха и в зоне непосредственного воздействия потока приточного воздуха.

Рисунок 5.1 – Функциональная схема автоматизации приточной системы;



## 6 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Организация монтажных работ систем отопления в соответствии с СП [21].

### 6.1 Определение объёмов работ

Определяются объёмные затраты труда для системы отопления согласно ЕНиР [22], ЕНиР [23], ЕНиР [24], производится расчет.

Таблица 7.1- Ведомость объёмов монтажных работ

№	Наименование материала	Ед.изм.	ИТОГ
1	2	3	4
1	Разме.мест прокладки труб.	100 м	5,98
2	Сверление отверстий в панели	100 м	0,64
3	Сварка тр. Ду 15-40	1 стык	730
4	Установка креплений	шт	406
5	Пр. магистралтных тр:		
	Ду 15	м	42
	Ду 20	м	206
	Ду 25	м	97
	Ду 32	м	145
	Ду 40	м	108
6	Уст. RLV-II: Ду 15	шт	28
7	Уст. RA-N: Ду 15	шт	28
8	Установка сл. кр.: Ду 15	шт	6
9	Уст. воздухоотводчиков: Ду 15	шт	28
10	Установка балансировочного. клапана.: Ду 25	шт	4
11	Установка кранштейнов	шт	96
12	Навешивание радиаторов	шт	28
13	Испытание трубопроводов(окончательное)	шт	5,98
	Первое рабочее исп. отд. частей системы	100 м	5,98
	Раб. пров. системы в целом	100 м	5,98
	Пров. на прогр. от. приборов	100 м	5,98
	Оконч. пров. сист. при сдаче	100 м	5,98
14	Изоляция трубопровода	1 м <sup>2</sup>	136,19

## 6.2 Определение трудоёмкости работ

Трудоёмкость определяется по формуле:

$$T_p = \frac{H_{вр} \cdot V}{8}, \quad (6.1)$$

где  $H_{вр}$ -норма времени на единицу объема работ, чел-час;

$V$ -фактический объем работ;

8-время продолжительности смены, час.

При определении трудоёмкости работ необходимо учитывать затраты труда на основе накладных расходов в размере 10% и затраты на подготовительные работы в размере 4% от общей суммы трудоёмкости.

Таблица 6.2 – Ведомость затрат труда

№	Наименование работ	Ед.изм	Обосн.	Норма времени на ед. изм		Трудоёмкость			Всего		Сост.бр
				Чел.-час	Маши-н-час	Объём работ	Чел.дни	Маш.-смены	Чел.дни	Маши.-смены	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Разме.мест прокладки труб.	100 м	Е 9-1-1	1,2	-	5,98	0,89	-	0,89	-	бр.- 1чел
2	Сверление отверстий	100 м	Е 9-1-46	0,35	-	0,64	0,03	-	0,03	-	3 р-1 чел
3	Сварка тр. Ду 15-40	1 стык	Е 20-2-2	0,05	-	730	4,63	-	4,63	-	4р.- 1чел
4	Установка креплений	шт	Е 9-1-2	0,02	-	406	1,01	-	1,01	-	4р.- 1чел
5	Пр. магистралтных тр:	м									
	Ду 15		Е 9-1-2	0,17		42	0,89	-	0,89	-	3р.- 1чел
	Ду 20		Е 9-1-2	0,17	-	206	4,37	-	4,37	-	3р.- 1чел
	Ду 25		Е 9-1-2	0,17		97	2,06	-	2,06	-	4р.- 1чел
	Ду 32		Е 9-1-2	0,2		145	3,62	-	3,62	-	4р.- 1чел
	Ду 40	Е 9-1-2	0,2		108	2,7	-	2,7	-	4р.- 1чел	
6	Уст. RLV-II: Ду 15	шт	Е 9-1-28	0,91	-	28	3,15	-	3,15	-	4 р-1 чел
7	Уст. RA-N: Ду 15	шт	Е 9-1-18	0,8	-	28	2,8	-	2,8	-	3 р-1 чел

Продолжение таблицы 6.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	Установка сл. кр.: Ду 15	шт	Е 9-1-18	0,43	-	6	0,32	-	0,32	-	3 р-1 чел
9	Уст. воздухоотводчиков: Ду 15	шт	Е 9-1-19	0,92	-	28	3,22	-	3,22	-	5разр-1ч, 3разр-1ч
10	Установка баланс. клапана.:	шт	Е 9-1-38	2,8	-	4	1,4	-	1,4	-	3 р-1ч; 4 р-1 5 р-1 ч;
11	Установка кранштейнов	шт	Е 9-1-18	0,34	-	96	4,08	-	4,08	-	4р.- 1чел 3р.- 1чел
12	Навешивание радиаторов	1 рад	Е 9-1-12	0,081	-	28	0,28	-	0,28	-	4р.- 2чел
13	Испытание трубопроводов				-			-		-	
	Первое рабочее исп. отд. частей системы	м	Е 9-1-18	5,3	-	5,98	3,96	-	3,96	-	5разр-1ч, 4разр-1ч 3разр-1ч
	Раб. пров. системы в целом	м	Е 9-1-18	2,8	-	5,98	2,01	-	2,01	-	6разр-1ч, 5разр-1ч, 4разр-1ч
	Пров. на прогр. От. приборов с регулировкой	шт	Е 9-1-18	0,11	-	28	0,38	-	0,38	-	6разр-1ч
		м	Е 9-1-18	2,3	-	5,98	1,71	-	1,71	-	6разр-1ч, 5разр-1
14	Изоляция трубопровода	1 м <sup>2</sup>	Е 11-5	0,38	-	136,9	6,5	-	6,5	-	6р.-2чел; 5р.-1чел;
	ИТОГО								49,71		
	Накладные расходы (10%)								4,97		
	Подготовительные работы ( 4%)								1,98		

## 7 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

### 7.1. Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

Рассмотрим основные риски, возникающие при монтаже системы вентиляции на заводе по производству автомобильных компонентов во время эксплуатации и технического обслуживания. Проектируемая система вентиляции выполняется с помощью круглых воздуховодов из оцинкованной стали.

Основные процессы, осуществляемые при монтаже системы вентиляции и необходимое оборудование и материалы представлены в таблице 7.1.1.

Таблица 7.1.1 – Технологический паспорт технического объекта

№ п/п	Технологический процесс <sup>1</sup>	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию <sup>3</sup>	Оборудование, техническое устройство, приспособление <sup>4</sup>	Материалы, вещества <sup>5</sup>
1	2	3	4	5	6
1	Монтаж системы вентиляции	Монтаж воздуховодов	Монтажник системы вентиляции	Уровень; отвес, траверса, монтажный нож, перфоратор	Сталь оцинкованная

## 7.2 Идентификация профессиональных рисков

В связи с тем, что в ходе выполнения монтажных работ системы вентиляции возникает ряд профессиональных рисков, согласно ГОСТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»[25] произведем их идентификацию.

Таблица 7.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ <sup>(1)</sup>	Опасный и /или вредный производственный фактор <sup>2</sup>	Источник опасного и /или вредного производственного фактора <sup>3</sup>
1	2	3	4
1	Монтажные работы	Высокий уровень запыленности и загазованности на рабочем мест	Перфоратор
		Повышенный уровень вибрации и шума	Перфоратор
		Острые кромки, шероховатость на поверхностях заготовок и оборудования	Болгарка отрезная
		Расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола)	

### 7.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Таблица 7.3 – Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор <sup>1</sup>	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора <sup>2</sup>	Средства индивидуальной защиты работника <sup>3</sup>
1	2	3	4
1	Высокий уровень запыленности и загазованности на рабочем месте.	Использование переносных малогабаритных воздухоприемников, обеспечение спецодеждой и средствами индивидуальной защиты	Специальная рабочая форма для защиты от грязи, пыли и легких повреждений: респираторы, костюм из смешанных тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий
2	Повышенный уровень вибрации и шума	Балансировка прибора, перерывы в работе, использование берушей	наушники противозумные; Противозумные вкладыши (беруши); защита рук от вибрации
3	Острые кромки, шероховатость на поверхностях заготовок, оборудования, инструментов	Использовать исправные инструменты, рабочие поверхности которых не должны быть затупленными	Защитные каски ;костюм для защиты от общих производственных загрязнений



Продолжение таблицы 7.3

1	2	3	4
4	Расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола)	Использовать страховку	Канат, коробки, ремни

#### 7.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В соответствии с ГОСТ «Система стандартов 48 безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования»[25] была составлена таблица идентификации классов и опасных факторов пожара.

Таблица 7.4.1 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующее проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Участок монтажных работ	Временные мастерские, складские и вспомогательные строения песок ящики объемом от 0,5 до 3м3, бочки с водой,огнетушитель ОП-10,ведра,багры, лопаты, топоры и инвентарные ломы	В	Пламя и искры; - тепловой поток; - повышенная температура; снижение видимости в дыму; -осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, оборудования	Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

1	2	3	4	5	6
		повышенная температура; - снижение видимости в дыму; - осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, оборудования. осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, строений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;			

**Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта (выпускной квалификационной работы).**

Таблица 7.4.2 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
----------------------------------	----------------------------------	--	------------------------------	-----------------------	--	---	--

Продолжения таблицы 7.4.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушители, вода и песок	Пожарные Автомобили, механическая лопата	Пожарные гидранты	Дренаж	Переносные и передвижные огнегасители, пожарный кран, пожарный щит, покрывала для изоляции очага	Распиратор, фильтрующий самоспасатель	Пожарный топор, пожарный крюк, пожарный лом, универсальный инструмент, устройство для вскрытия металлических дверей, механизированный инструмент с электроприводом	Ручной пожарный извещатель, электрическая пожарная сигнализация

**Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара.**

Таблица 7.4.3 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических реализуемые эффекты) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности,
---	---	--

Продолжение таблицы 7.4.3

1	2	3
<p>Монтаж системы вентиляции</p>	<p>Действие пожарной дружины, созданной из работников предприятий и строек; курение на территории строительства и объекта разрешается только в специально отведенных местах, обеспеченных средствами пожаротушения; здания должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения; на новостройках для целей пожаротушения прокладывают постоянный водопровод</p>	<p>На каждом объекте должны быть разработаны инструкции о мерах пожарной безопасности; все работники организаций должны допускаться к работе только после прохождения противопожарного инструктажа; наружные пожарные лестницы и ограждения на крышах строящихся зданий, предусмотренные проектом, следует устанавливать сразу после монтажа несущих конструкций; организация своевременной эвакуации людей и</p>
	<p>и устанавливают пожарные гидранты</p>	<p>снабжением персонала средствами коллективной и индивидуальной защиты от опасных факторов пожара</p>

## 7.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

### Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую.

Таблица 7.5.2 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Работы по монтажу вентиляционных систем
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	– применение экологичных материалов и оборудования с минимальным выбросом в атмосферу; – обеспечение незамедлительного вывоза мусора из рабочей зоны; – обеспечение рабочего места и средств первой необходимости;
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	-сбор использованных обтирочных материалов (ветоши) в специальной закрывающейся водонепроницаемой таре при технике и утилизация совместно с отходами ТБО; уборка и использование передвижных мусоросборных контейнеров; -локализация строительной площадки – ограждение на период СМР.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	-ликвидация навалов мусора в период строительства и эксплуатации; - рыхление почвы, травосеяние - складирование строительных материалов в специально отведенном месте с последующей рекультивацией участка.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте была спроектирована и рассчитана система вентиляции и отопления для административно бытового корпуса завода по производству автомобильных компонентов.

В ходе достижения данной цели были выполнены ряд задач:

- обеспечения тепловой защиты здания;
- проектирование системы отопления и вентиляции;
- подбор необходимого оборудования для работы системы отопления и вентиляции;
- Разработана система автоматизации приточной вентиляции;
- Разработан раздел монтажных работ при монтаже системы отопления;
- Разработан раздел безопасности при монтаже.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 131.13330.2012. Строительная климатология: Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*.[Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095546>.
2. СП 50.13330.2012. – Свод правил. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.- 07. – 11. –Режим доступа: [http://www.tsuab.ru/upload/filesarchive/files/SP\\_50\\_13330\\_2012\\_Teplovaja\\_zashhita\\_zdanij\\_Aktualizirovannaja redakcija\\_SNiP\\_23\\_02\\_2003\\_file\\_1\\_1391.pdf](http://www.tsuab.ru/upload/filesarchive/files/SP_50_13330_2012_Teplovaja_zashhita_zdanij_Aktualizirovannaja redakcija_SNiP_23_02_2003_file_1_1391.pdf).
3. ГОСТ 30 494 – 2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Введ. 2013-01-01. М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП: 2012.– 14с.
4. Компания «Lindab». Технический каталог [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.lindab.com/ru/Documents/Buildings/Catalogues/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8%202012.pdf><https://www.tn.ru/>.
5. СП 23.101.2004. Свод правил. Проектирование тепловой защиты здания – Введ. 01. 06. 2004. – Режим доступа: [http://docbaza.ru/sites/default/files/sp\\_23-101-2004\\_projet\\_teplo.pdf](http://docbaza.ru/sites/default/files/sp_23-101-2004_projet_teplo.pdf).
6. Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий: Проектирование, Справочник/ Г.В. Русланов, М.Я. Розкин и др.-Киев.: Будивельник,1983. – 272 с.
7. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. [Электронный ресурс]. – Введ. 2012.- 06. – 30. – Режим доступа:

<https://www.kantiana.ru/upload/iblock/78b/sp-60.13330.2012.pdf>.

8. Каталог балансировочных клапанов компании «Danfos». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://heating.danfoss.com/PCMPDF/VD.53.P22.50%20radiatorye%20termoregulatory.pdf>.
9. Каталог отопительных агрегатов компании «Sahara plus». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://tepcontrol.ru/d/61005/d/fond-pas-saharaplus-s3s4.pdf>.
10. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.1. Отопление / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканави и др.; Под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера.- М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.
11. Сканави А.Н., Махов Л.М. "Отопление" учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Строительство». Л.М. Махов. - М.: АСВ, 2002.-576 с.
12. Программа расчета «АО Ридан». [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.ridan.ru/>.
13. Покотилов, В.В. Системы водяного отопления / В.В. Покотилов. – Вена : HERZ Armaturen, 2008. – 157 с.
14. Программа расчета GRUNDFOS. [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://promsis.com/podbor\\_nasosov\\_grundfos/](http://promsis.com/podbor_nasosov_grundfos/).
15. СП 44.13330.2011. Свод правил. Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87. [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.- 07. – 11. –Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084087> .
16. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.2 / Б.В. Баркларов, Н.Н. Павлов, С.С. Амирджанов и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера.- М.: Стройиздат,1992. – 416 с.
17. Гримитлин М.И. Распределение воздуха в помещениях / И.М. Гримитлин. - СПб: АВОК СЕВЕРО - ЗАПАД, 2004 - 318 с.



18. Торговников Е.М., Табачник В.Е. Проектирование промышленной вентиляции / Е.М. Торговников, В.Е. Табачник. – Киев: Будивельник, 1983. – 256 с.
19. Каталог компании «ВЕЗА» [Электронный ресурс]. – С.: Режим доступа: <http://www.veza.ru/catalog/ventilyatory-obshche-promyshlennogonaznacheniya/ventilyatory-radialnye-vran/>.
20. Каталог компании «АрмаВент» [Электронный ресурс]. – С.: Режим доступа: <http://www.veza.ru/catalog/ventilyatory-obshche-promyshlennogonaznacheniya/ventilyatory-radialnye-vran>.
21. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СН иП 12-01-2004. - М.: Госстрой России, 2011 – 21 с.
22. ЕНИР 9-1 Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. [Электронный ресурс].-Введ.-1986.-12.- 05.- Режим доступа: [https://znaytovar.ru/gost/2/E91\\_Vyp\\_1\\_Santexoborudovanie\\_z.html](https://znaytovar.ru/gost/2/E91_Vyp_1_Santexoborudovanie_z.html).
23. ЕНИР 22 Сварочные работы. [Электронный ресурс].-Введ.-1986.-12.- 05.-Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200001107>.
24. ЕНИР 11-1 Изоляционные работы. [Электронный ресурс].-Введ.-1986.- 12.-05.-Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/data2/1/4294854/4294854127.htm#i76058>.
25. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы – Введ.1976-01-01.– М.: Госкомитет СССР,1974.-47с.
26. Приказ министерства здравоохранения и социального развития российской федерации от 16 июля 2007 г. № 477- Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам, занятым на строительных, строительско-монтажных и ремонтно-строительных работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также выполняемых в особых температурных

условиях или связанных с загрязнением [Электронный ресурс]. -Введ.-  
2007.-07.-16.-Режим доступа: <http://base.garant.ru/12156639>.

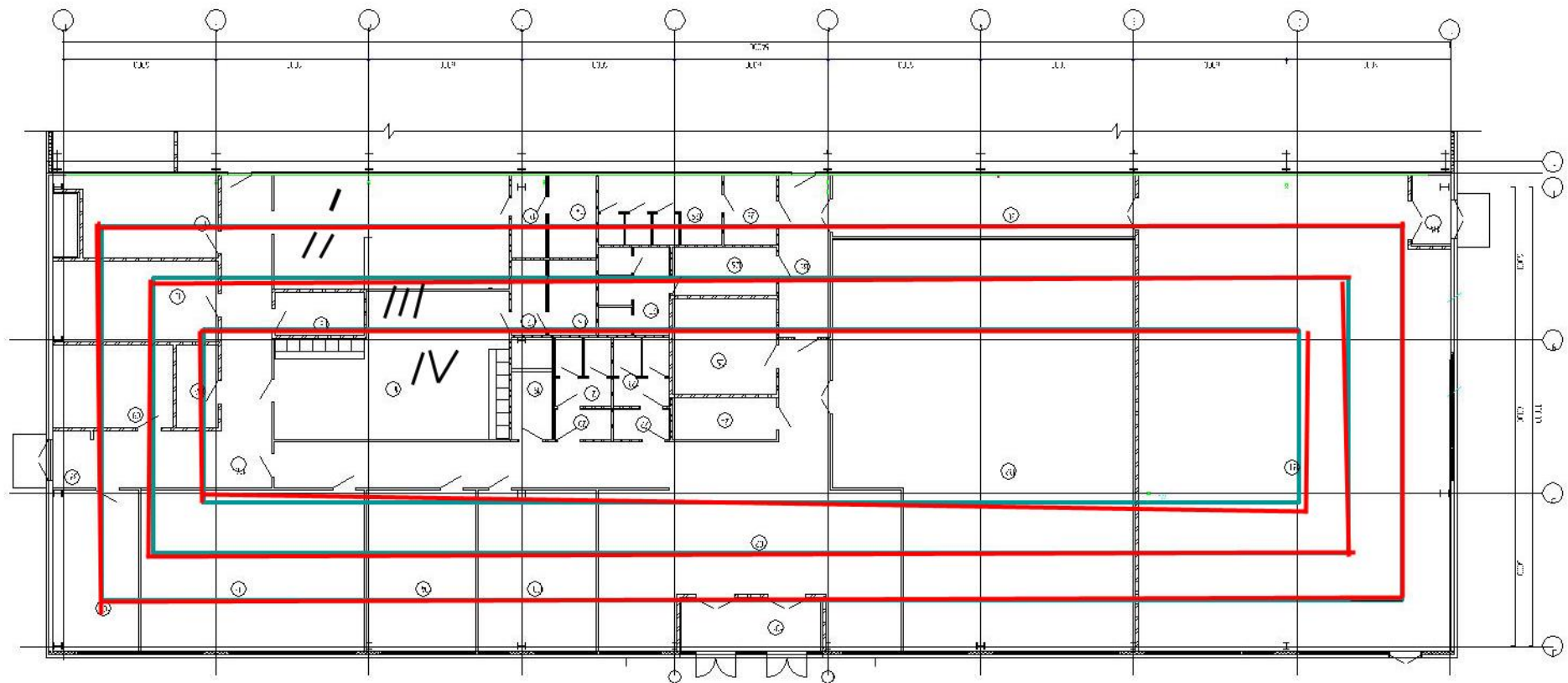
27. ФЗ-123 Федеральный закон технический регламент «О требованиях  
пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. -Режим доступа:  
<http://docs.cntd.ru/document/90211164>.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### ПРИЛОЖЕНИЕ А

#### Разбивка полов по зонам

Рисунок А.1- разбивка полов по зонам



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Расчет тепlopоступлений от солнечной радиации

Таблица Б.1 – Тепlopоступления от солнечной радиации

Часы суток																
	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
$q_{в.п}$	100	155	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	155	100
$q_{в.д}$	17	73	93	96	91	85	81	80	80	81	85	91	96	93	73	17
$k_1$	0,45			1,05										0,45		
$k_2$	0,95															
$\beta_{сз}$	1															
<b>103 север:</b>																
F	5,7															
$Q_{ср, Вт}$	285	<b>556</b>	414	545	502	483	460	452	452	460	483	502	545	414	556	285
<b>104 север:</b>																
F	5,7															
$Q_{ср, Вт}$	285	<b>556</b>	414	545	502	483	460	452	452	460	483	502	545	414	556	285
<b>105 север</b>																
F	11,25 м <sup>2</sup>															
$Q_{ср, Вт}$	562	<b>1096</b>	917	1077	1021	953	909	897	897	909	953	1021	1077	917	1096	562
<b>131 север</b>																
F	12,86 м <sup>2</sup>															
$Q_{ср, Вт}$	643	<b>1253</b>	934	1234	1167	1090	1039	1026	1026	1039	1090	1167	1234	934	1253	643
<b>132 север</b>																
F	11,28 м <sup>2</sup>															
$Q_{ср, Вт}$	552	<b>1099</b>	813	1080	1023	956	911	900	900	911	956	1023	1080	813	1099	552

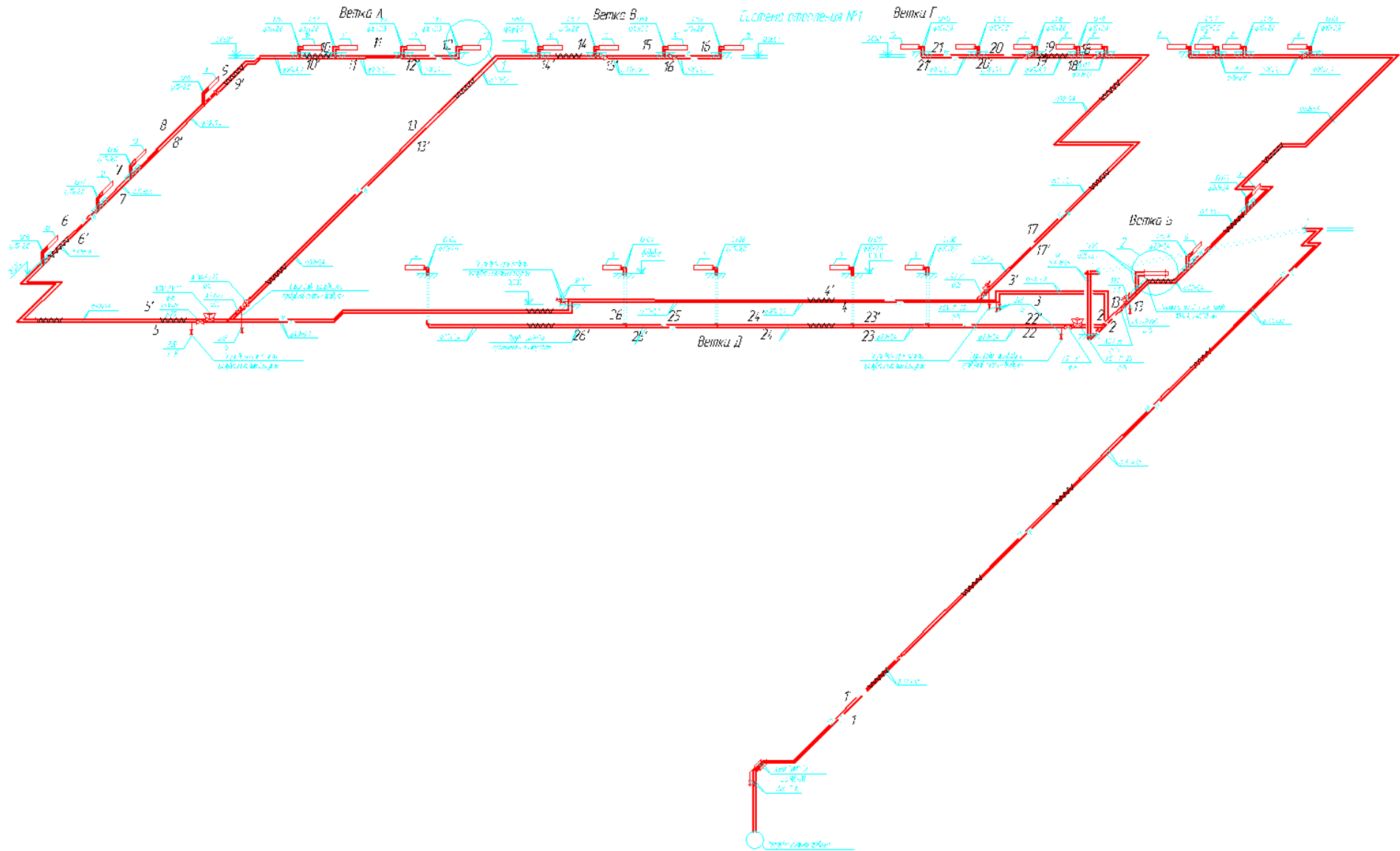
## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Тепловой расчет радиаторов

Таблица В.1 Тепловой расчет радиаторов «Sahara plus 500/100».

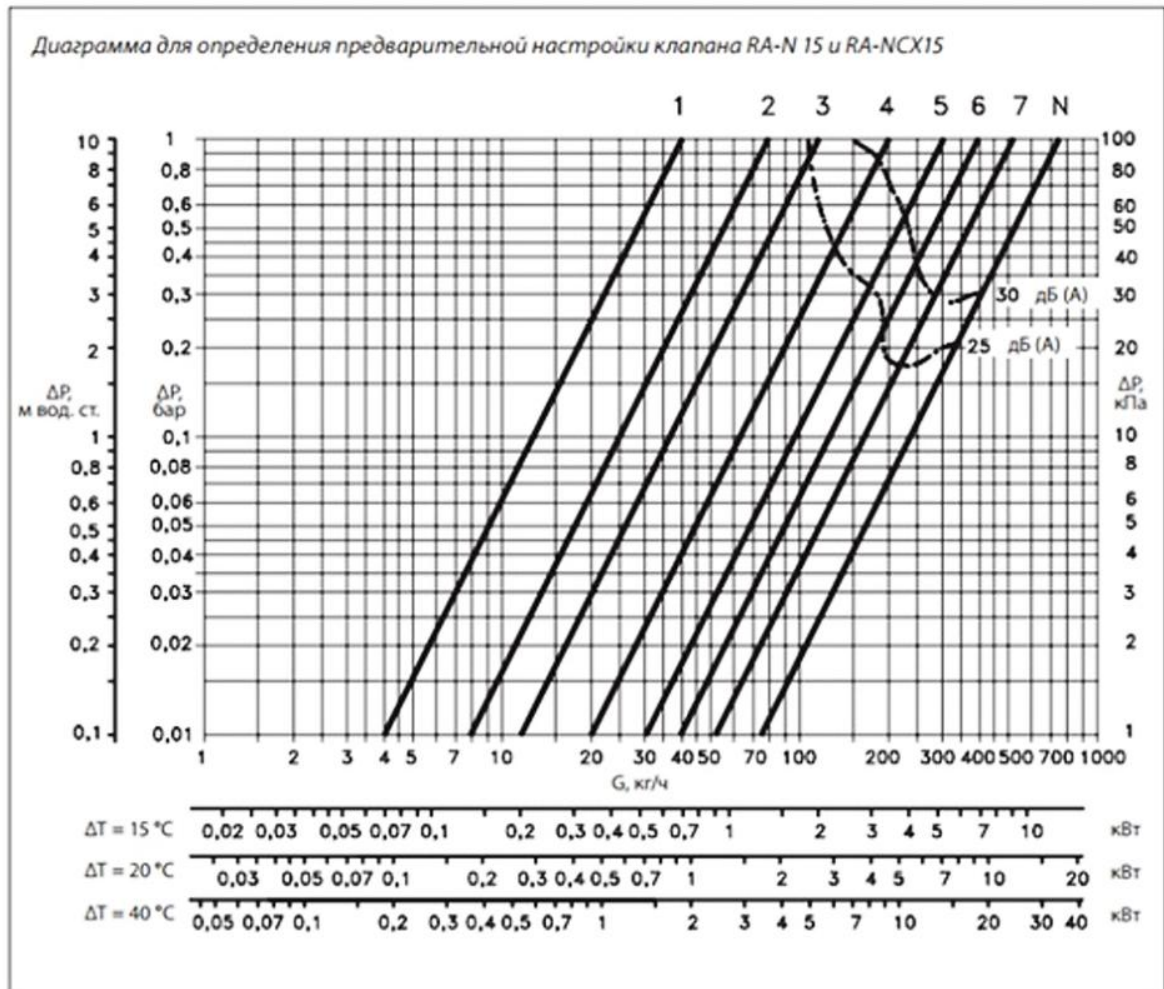
№ пом	Q0, Вт	Gпр, кг/ч	tвх	tвых	Δtср, Вт/м2	qпр, Вт	Qпр, Вт	Fпр, м2	βз	N, шт
102	1960	70	90	70,00	64,50	158	1960	3,0	0,99	6
102	1960	70	90	70,00	64,50	158	1960	3,0	0,99	6
103	970	35	90	70,00	60,50	144	970	1,6	1,01	3
103	970	35	90	70,00	60,50	144	970	1,6	1,01	3
104	914	33	90	70,00	60,50	144	914	1,5	1,01	3
104	914	33	90	70,00	60,50	144	914	1,5	1,01	3
105	908	32	90	70,00	60,50	143	908	1,5	1,01	3
105	908	32	90	70,00	60,50	143	908	1,5	1,01	3
106	845	30	90	70,00	64,50	156	845	1,3	1,02	3
106	845	30	90	70,00	64,50	156	845	1,3	1,02	3
107	1330	48	90	70,00	60,50	145	1330	2,2	1,00	4
107	1330	48	90	70,00	60,50	145	1330	2,2	1,00	4
109	390	14	90	70,00	64,50	153	390	0,6	1,07	1
110	790	28	90	70,00	64,50	156	790	1,2	1,02	2
112	317	11	90	70,00	59,50	162	317	0,6	1,08	1
112	317	11	90	70,00	59,50	137	317	0,6	1,08	1
113- 114	160	6	90	70,00	57,50	137	160	0,3	1,17	1
116	767	27	90	70,00	59,50	130	767	1,3	1,02	3
128- 129	214	8	90	70,00	64,50	140	214	0,3	1,15	1
130	424	15	90	70,00	64,50	152	424	0,7	1,06	1
131	1250	45	90	70,00	62,50	154	1250	2,0	1,00	4
	1250	45	90	70,00	62,50	151	1250	2,0	1,00	4
	1250	45	90	70,00	62,50	151	1250	2,0	1,00	4
	1250	45	90	70,00	62,50	151	1250	2,0	1,00	4
	1250	45	90	70,00	62,50	151	1250	2,0	1,00	4
	1250	45	90	70,00	62,50	151	1250	2,0	1,00	4
	1260	45	90	70,00	62,50	151	1260	2,0	1,00	4
	1260	45	90	70,00	62,50	151	1260	2,0	1,00	4
132	1900	68	90	70,00	60,50	151	1900	3,1	0,99	6
	1900	68	90	70,00	60,50	146	1900	3,1	0,99	6
	1900	68	90	70,00	60,50	146	1900	3,1	0,99	6

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г



## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Технические характеристики терморегулятора RA-N фирмы «DANFOS»



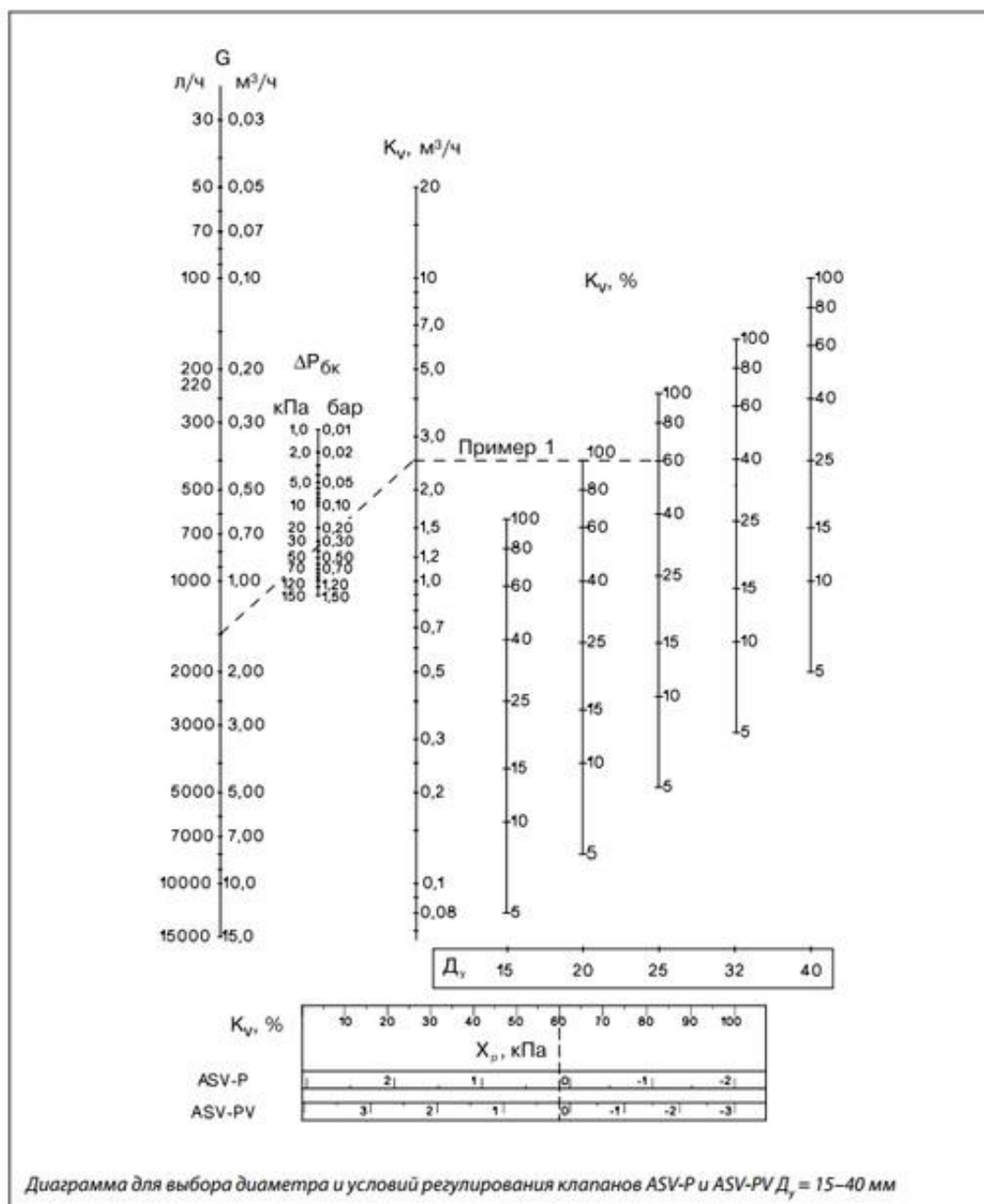
VD.53.P21.50 05/2015

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Технические характеристики балансировочного клапана фирмы «DANFOS»



Автоматические балансировочные клапаны серии ASV

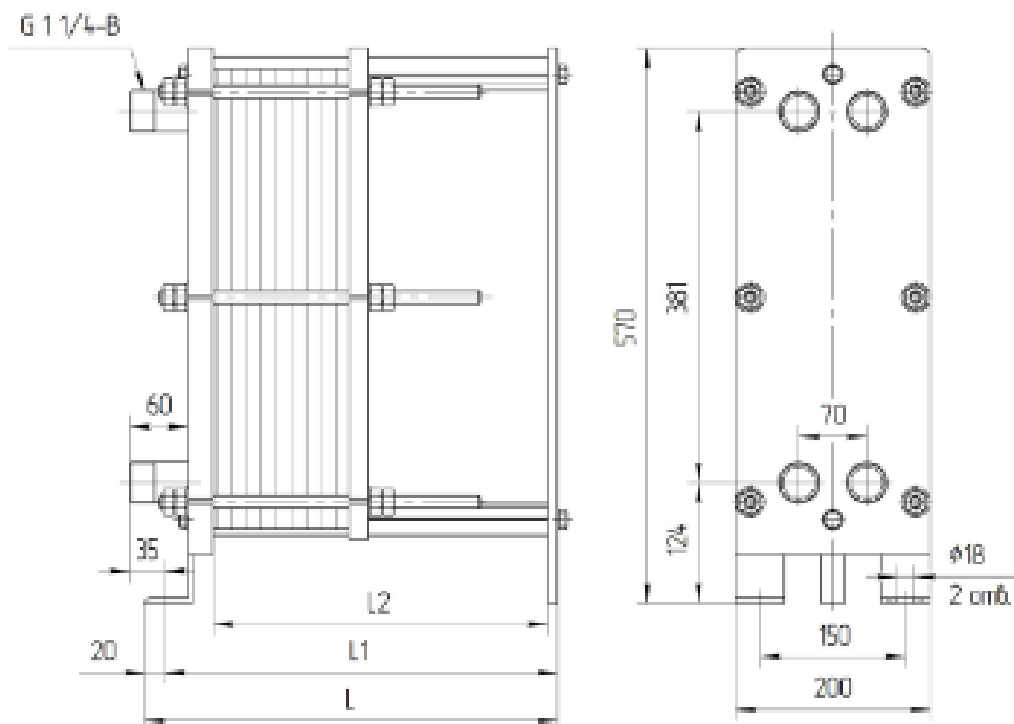




## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

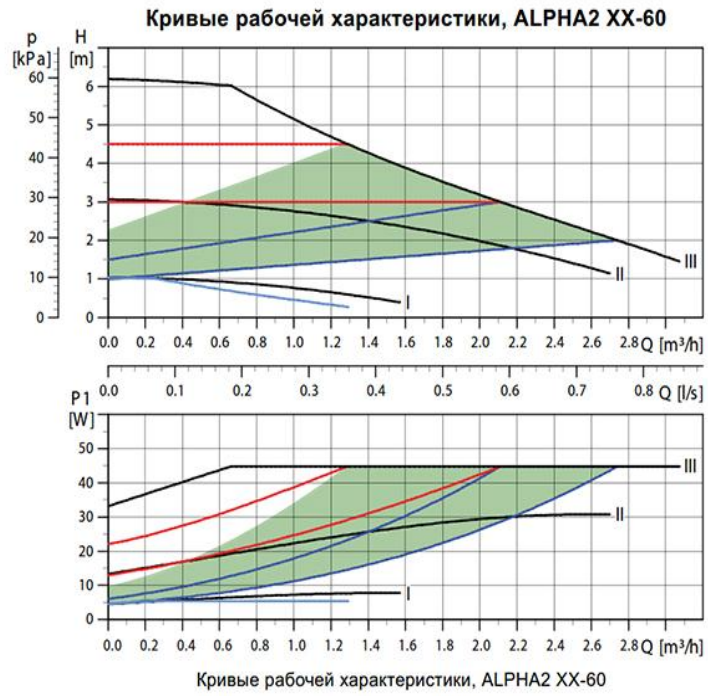
### Подбор оборудования системы отопления

Рисунок Е.1-Технические характеристики теплообменника



Тип теплообменника	№ рамы	Размеры в миллиметрах			Сложные шпильки		Кол-во пластин, шт.	Макс. масса, кг
		L	L1	L2	размер	кол-во, шт.		
<b>Расчетное давление 1,0 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>)</b>								
ННН-04 общепромышленное/специальное исполнение	1	323	303	250	M16	6	11-34	45
	2	403	383	330			35-52	52
	3	573	553	500			53-90	65
<b>Расчетное давление 1,6 МПа (16 кгс/см<sup>2</sup>)</b>								
ННН-04 общепромышленное/специальное исполнение	1	328	308	250	M16	6	11-34	52
	2	408	388	330			35-52	58
	3	578	558	500			53-90	72

Рисунок Е.2-Технические характеристики насоса для системы отопления



## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Таблица Ж.1 – Воздушный баланс

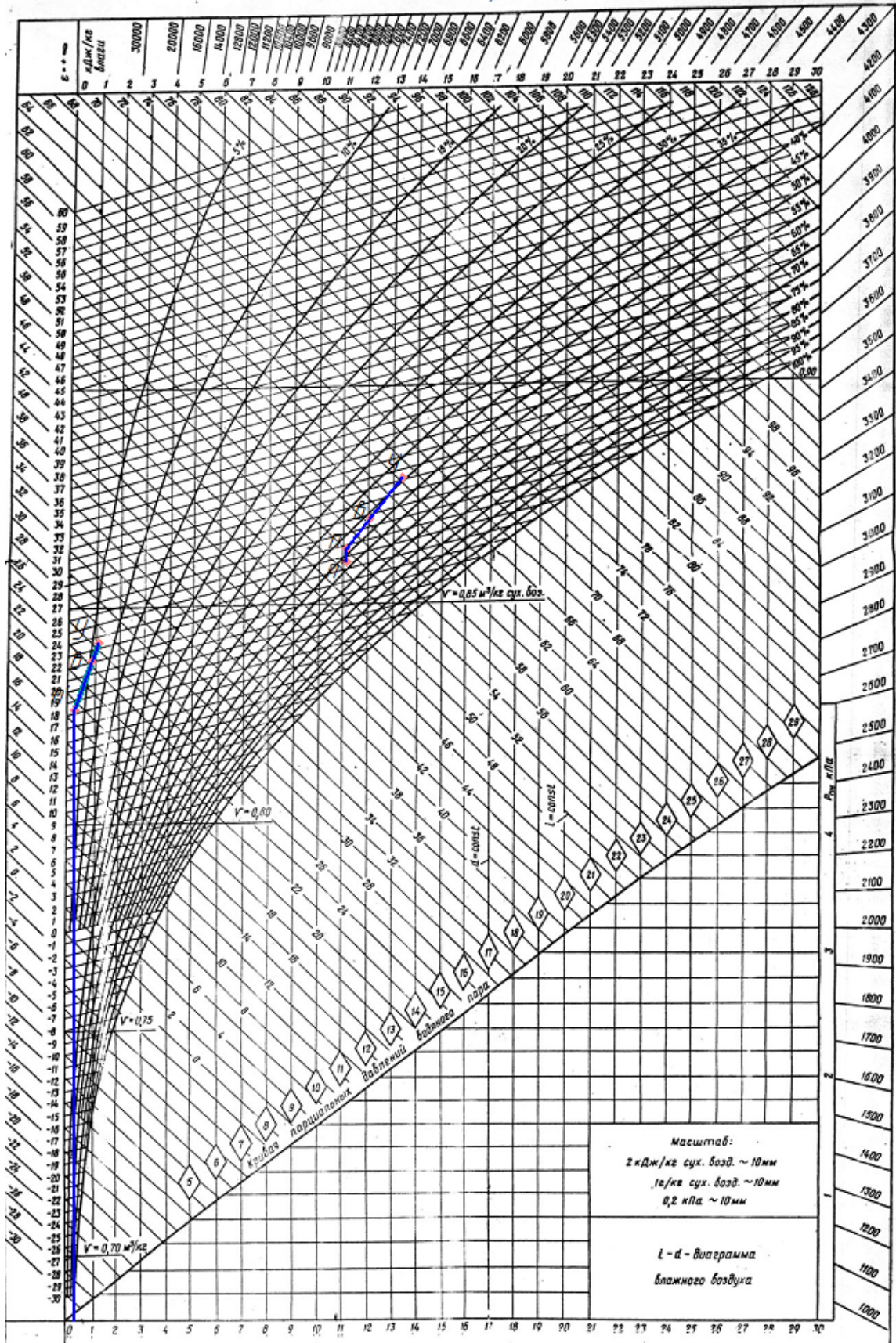
Ном.	Наименование помещения	tв, оС	Объем помещения, V, м <sup>3</sup>	Приток		Вытяжка	
				п, ч <sup>-1</sup>	L, м <sup>3</sup> /ч	п, ч <sup>-1</sup>	L, м <sup>3</sup> /ч
1	2	3	4	5	6	7	8
102	Вестибюль	18	320,2	-	960,9	-	-
103	Комната переговоров	22	168,40	По расчету	2267	По расчету	2267
104	Конференц. зал	22	163,80	По расчету	1498	По расчету	1498
105	Конференц-зал большой	22	303,60	По расчету	2187	По расчету	2187
107	Медпункт	22	127,3	5	636,5	2	254,6
108	Кладовая	18	75,00	-	-	2	150
109	Кладовая	8	30,20	-	-	2	60,4
110	Архив	18	123,90	-	-	2	247,8
111	Венткамера	16	62,00	2	124	2	124,0
112	Гардероб женский на 26 чел.	16	24,00	-	-	2	48,00
114	Душевая	25	36,40			75 м /ч на 1 душевую сетку	150
115	Кладовая с/о	18	24,60	-	-	2	49,2
116	Гардероб мужской на 26 чел.	23	281,20	-	-	2	562,4
118	Душевая	25	36,00			75 м /ч на 1 душевую сетку	150

Продолжение таблицы Ж.1

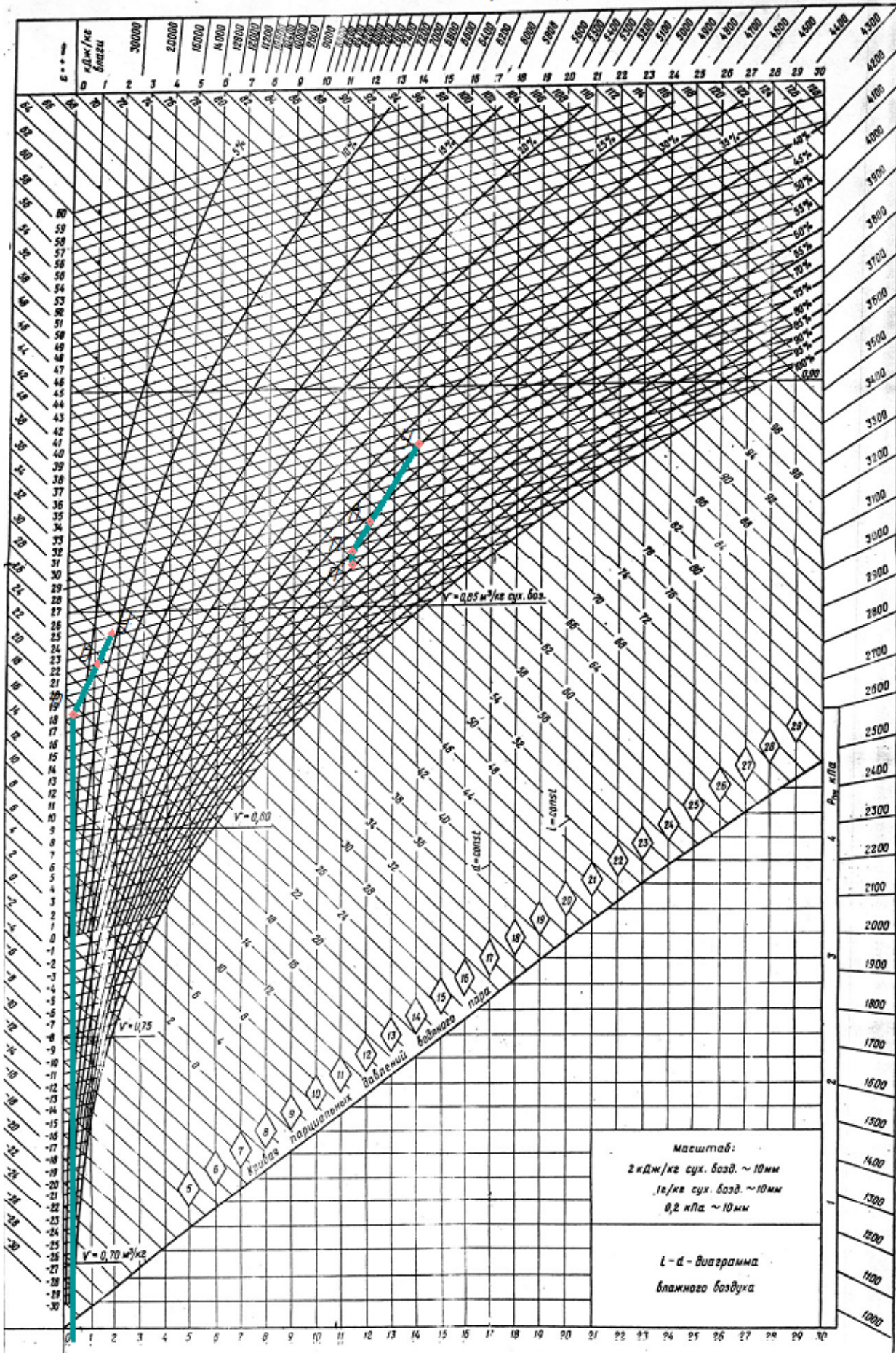
1	2	3	4	5	6	7	8
119	КУИ	18	30,00	3	90	1,5	45
120	С/у женский гостевой	18	10,00			50 м /ч на 1 унитаз	100
121	С/у женский гостевой	18	30,00			50 м /ч на 1 унитаз	100
122	С/у мужской гостевой	18	10,00			50 м /ч на 1 унитаз	200
123	С/у мужской гостевой	18	24,00			50 м /ч на 1 унитаз	200
124	Комната для приготовления кофе	22	37,50	1	37,5	1	37,5
125	Кладовая	18	88,16	-	-	2	176,2
127	С/у женский	18	57,60			50 м /ч на 1 унитаз	300
129	С/у мужской	18	18,6			50 м /ч на 1 унитаз	500
130	Коридор	18	168,2	2	-	-	-
131	Столовая раздаточная	20	1342,4	По расче ту	5470	По расчет у	5470
132	Офис	22	10345,6	По расче ту	8569	По расчет у	8569
					Σ31601		Σ31601

# I-d диаграммы

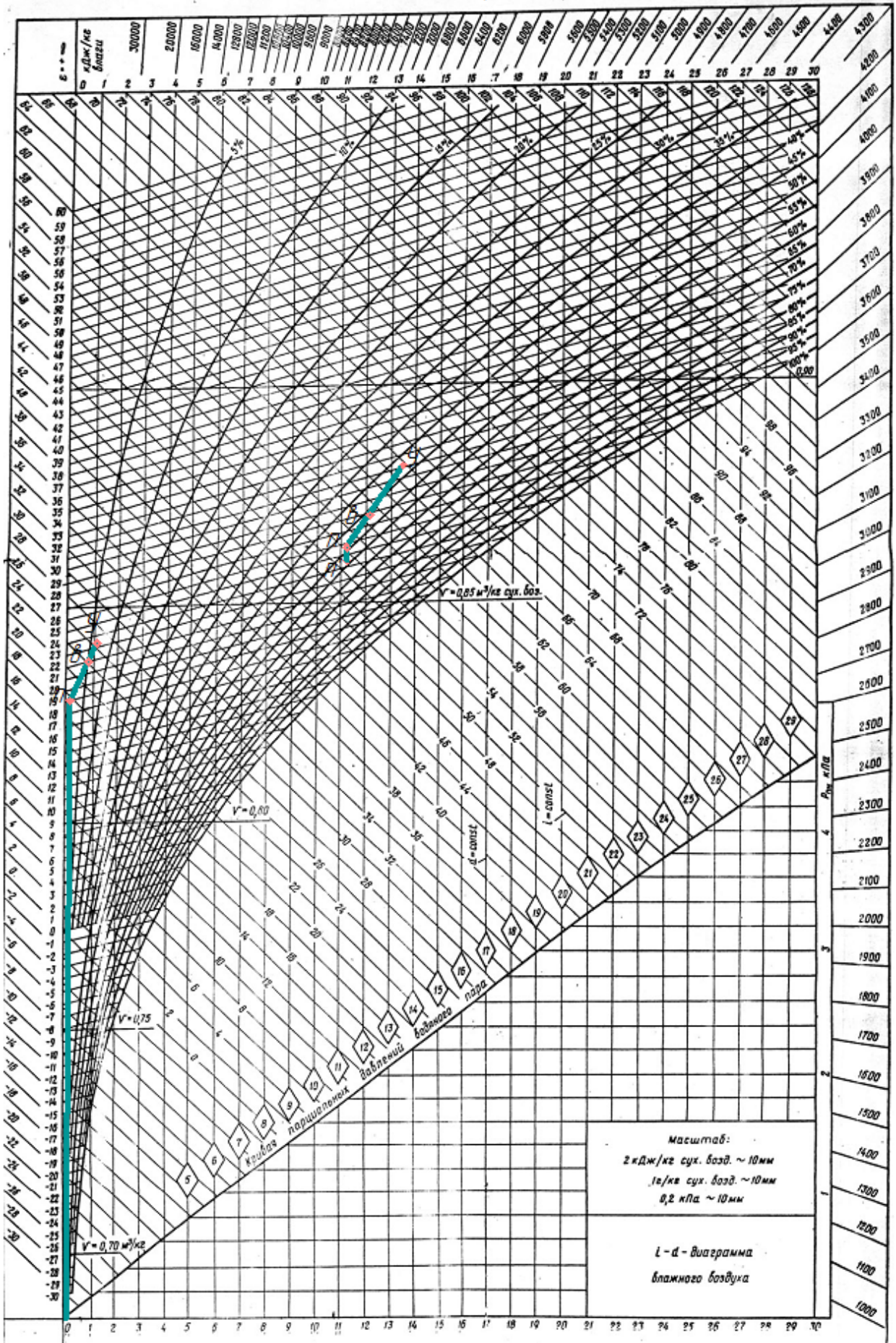
I-d диаграмма  
для помещения 103



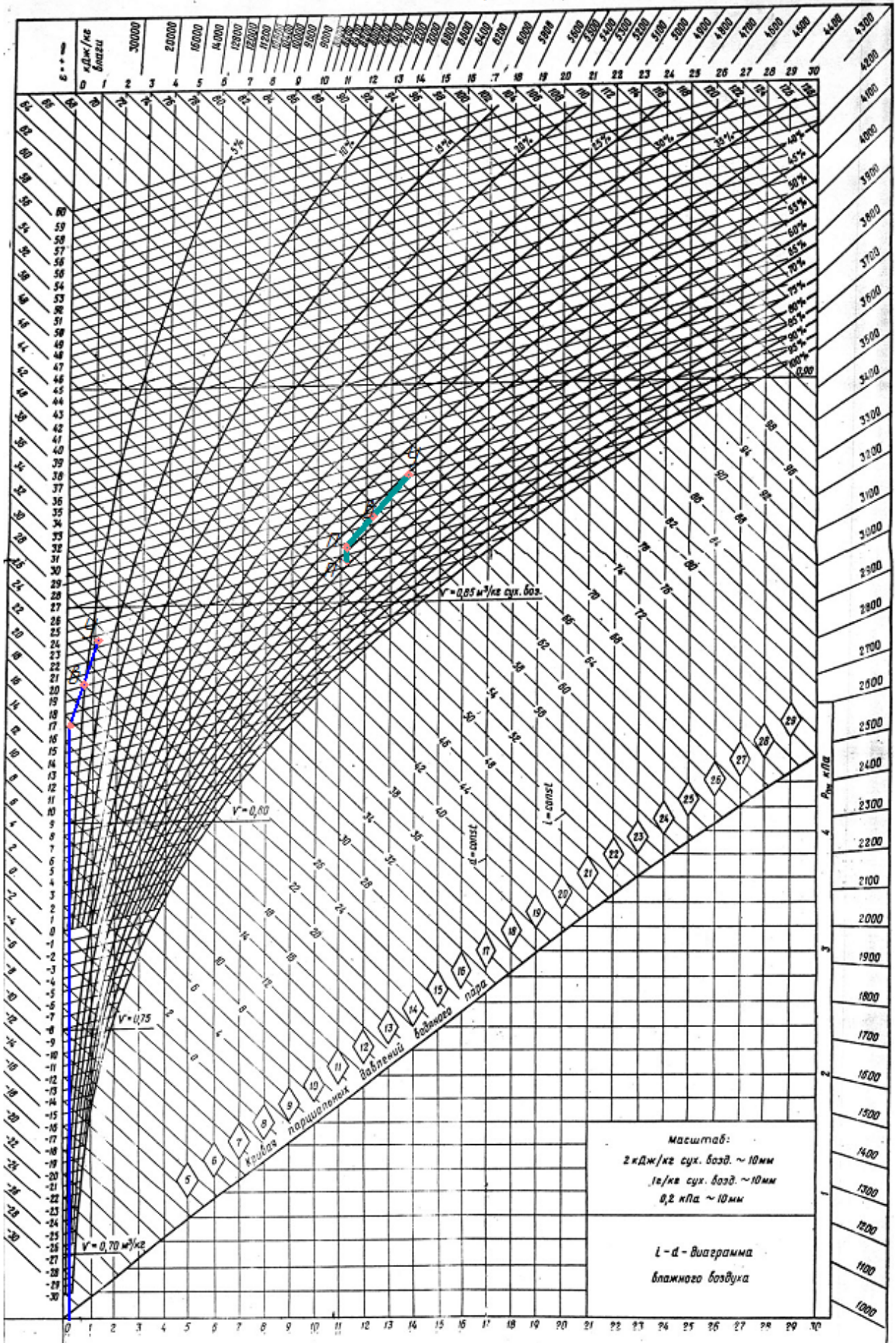
*t-d диаграмма  
для помещения 104*



*l-d диаграмма  
для помещения 105*

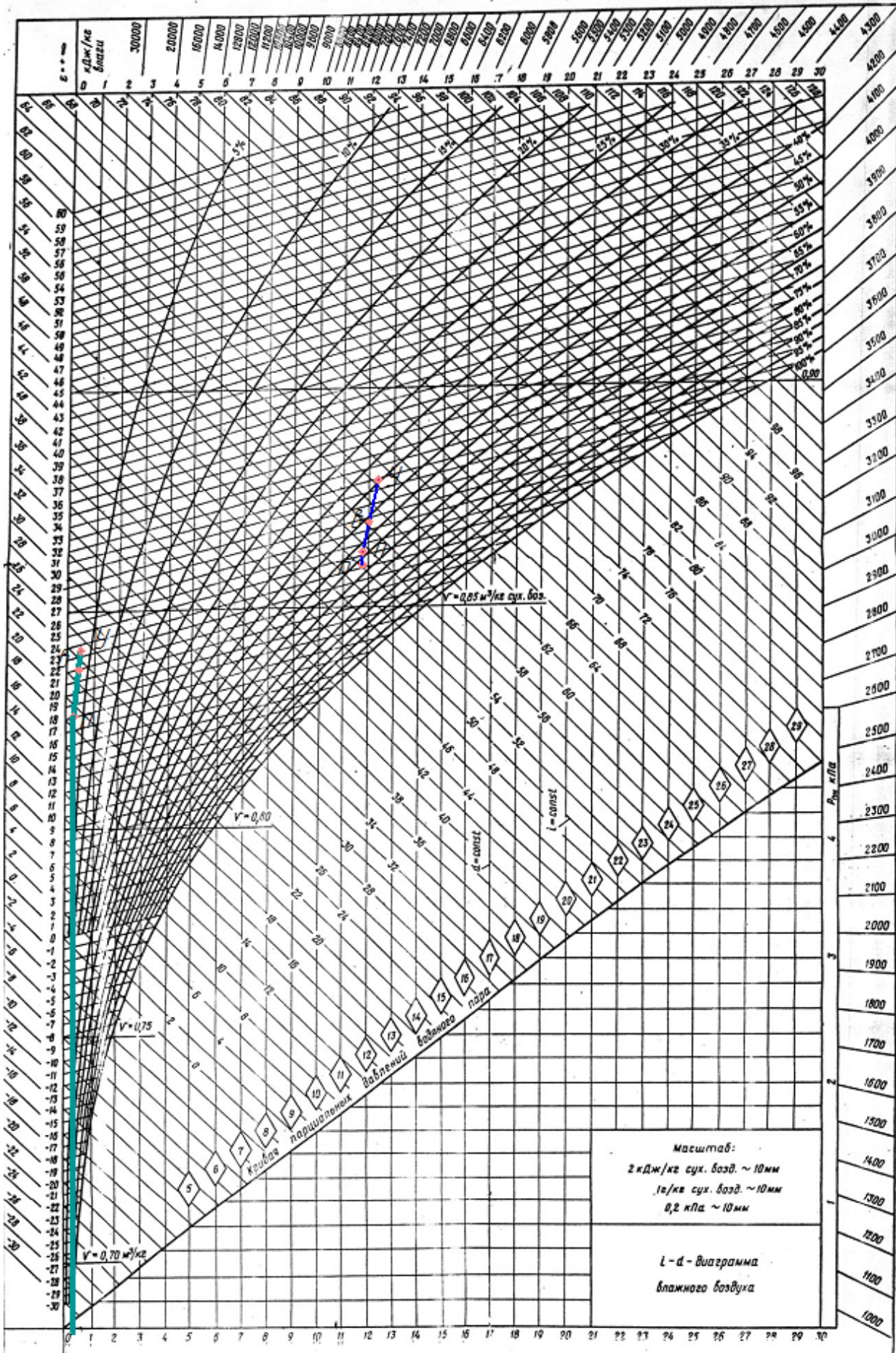


*l-d диаграмма  
для помещения 131*





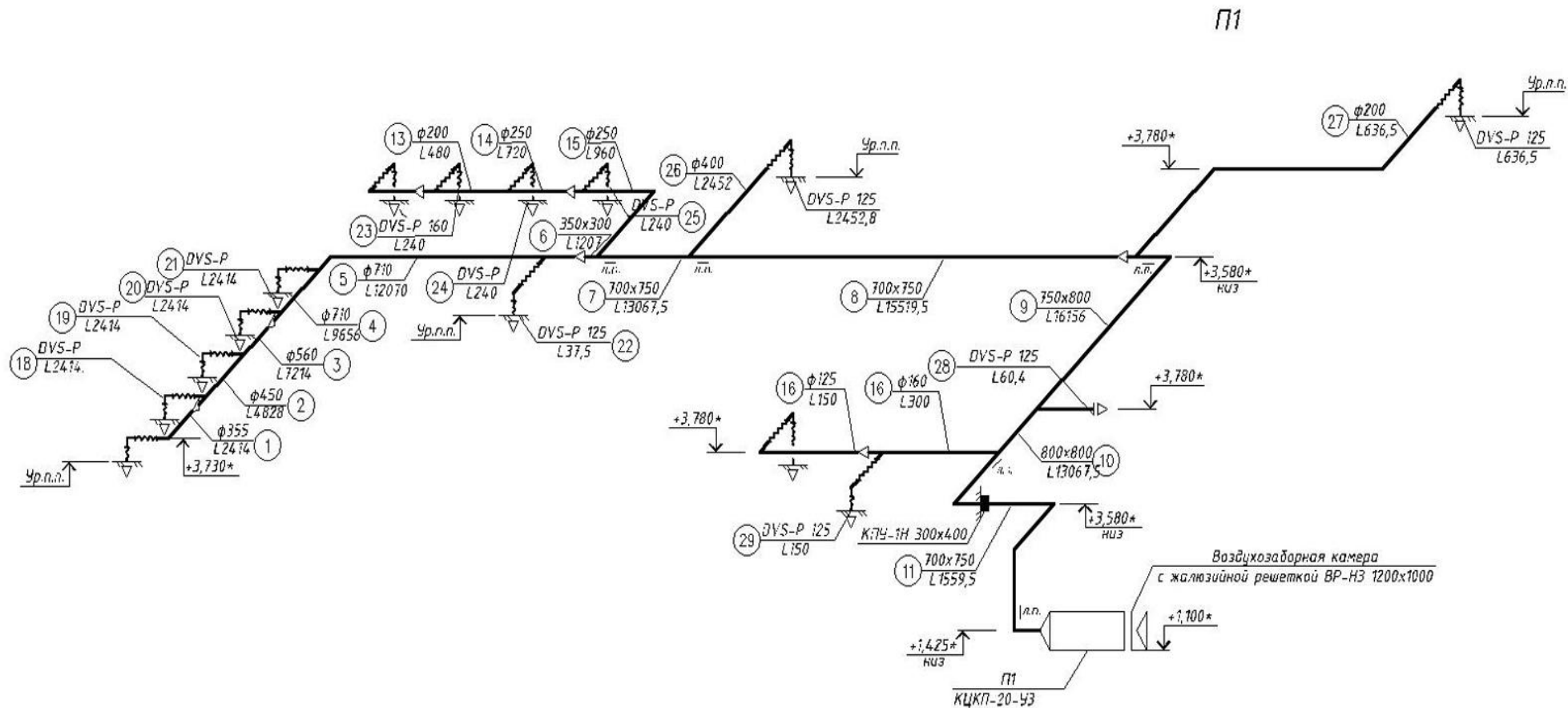
*t-d диаграмма  
для помещения 132*



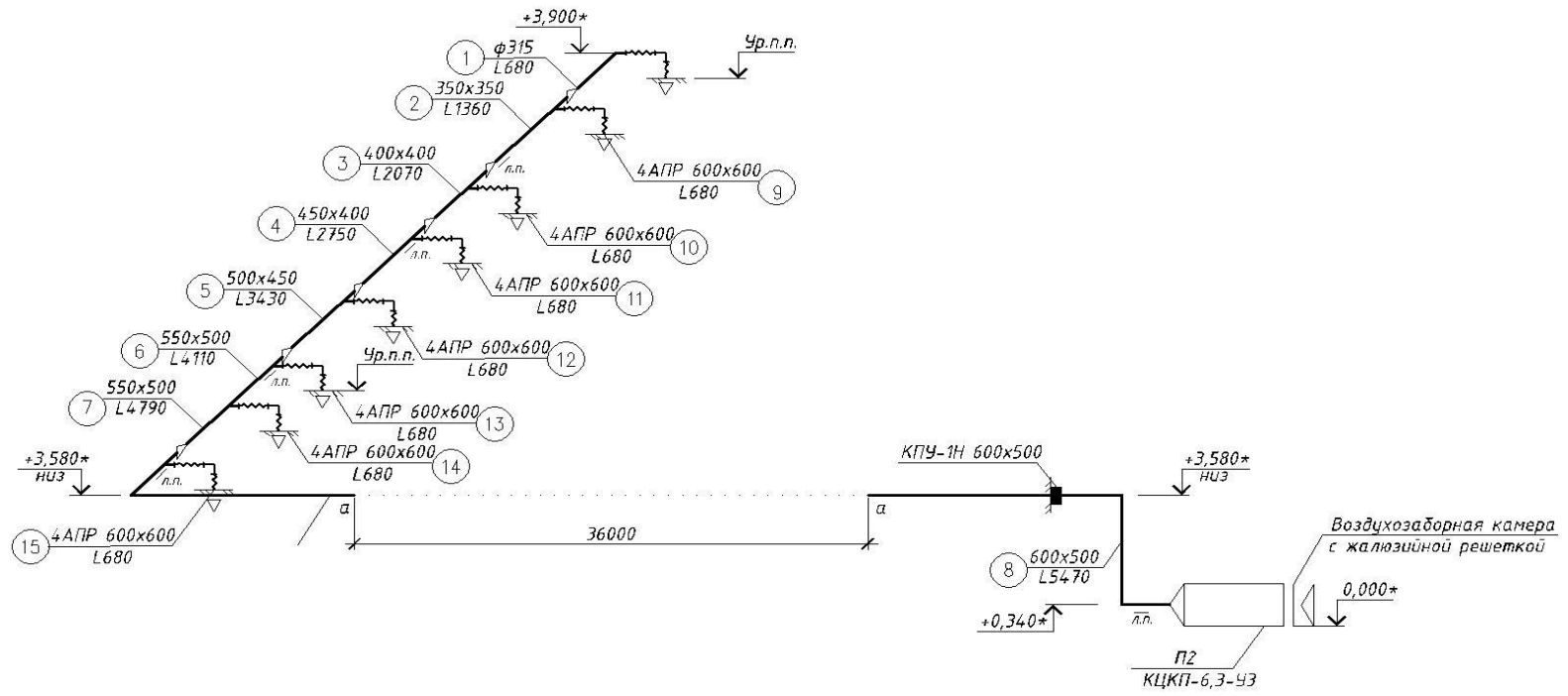
# ПРИЛОЖЕНИЕ 3

## Аэродинамический расчет

### Расчетные схемы П1, П2, П3, В2



П2



ПЗ

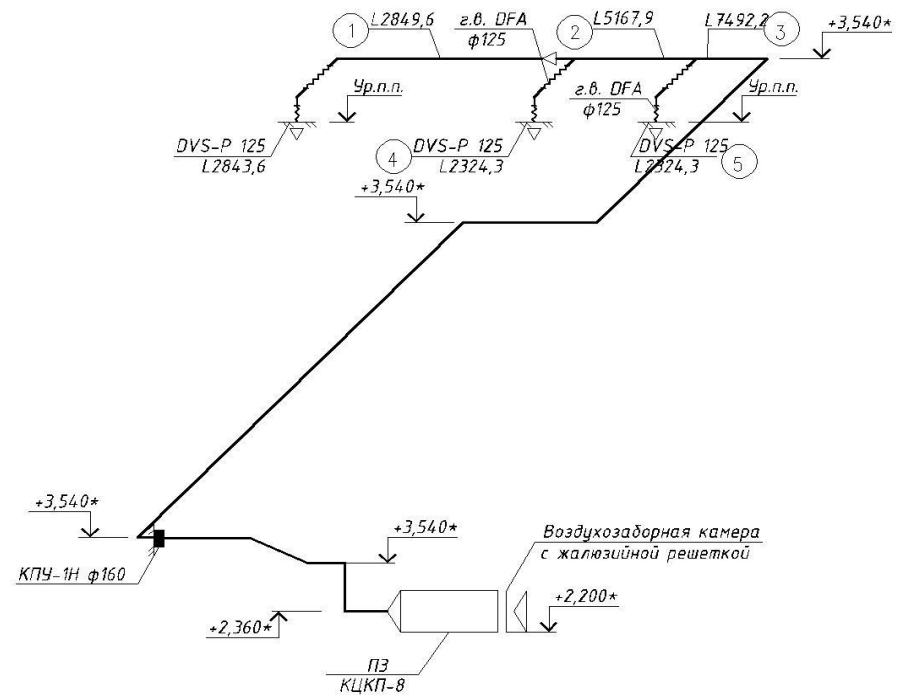




Таблица 31.- Аэродинамический расчет приточной системы П1

№ уч.	L, м <sup>3</sup> /ч	l м	d, мм	F, м <sup>2</sup>	v, м/с	R, Па	RI, Па	$\Sigma\zeta$	Rд, Па	Z, Па	(RI+Z), Па	$\Sigma(RI+Z)$ , Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
П1. Магистраль												
ВР			400		3,22						7,84	7,84
1	2414	3,8	400	0,126	3,42	1,25	4,75	1,3	6,32	6,95	11,70	19,54
2	4828	1,6	450	0,159	8,01	1,32	2,112	0,25	34,65	8,66	10,77	30,31
3	7242	1,6	560	0,246	7,78	1,11	1,776	0,2	32,69	6,54	8,31	38,62
4	9 656	1,6	710	0,396	6,54	0,58	0,928	0,41	23,10	9,47	10,40	49,02
5	12 070	6,4	710	0,396	7,96	0,84	5,376	0,2	34,22	6,84	12,22	61,24
6	12107,5	1,5	710	0,396	8,12	0,81	1,215	1,54	35,60	42,73	43,94	105,18
7	13067,5	2,6	700X750	0,525	6,92	0,66	1,716	0,15	25,86	3,88	5,59	110,77
8	15519,5	12,7	700X750	0,525	7,83	0,79	10,03	0,49	33,11	6,62	16,65	127,43
9	16156	6,2	750X800	0,6	7,16	0,82	5,084	0,6	27,68	16,61	21,69	149,12
10	16216,4	1,6	800X800	0,64	6,97	0,84	1,344	0,59	26,23	6,56	7,90	157,03
11	16516,4	8,9	800X800	0,81	7,65	0,96	8,544	2,12	31,60	25,91	34,46	191,48
Ответвления												
ВР			200								7,94	7,94
12	240	3,6	200	0,031	3,49	1,03	3,708	0,59	6,58	3,88	7,59	15,52
13	480	2,1	200	0,031	3,87	1,12	2,352	0,25	8,09	2,02	4,37	19,90
14	720	2,1	250	0,049	3,12	0,48	1,008	0,2	5,26	1,05	2,06	21,96
15	960	4,3	250	0,049	3,42	0,45	1,935	0,42	6,32	2,65	4,59	26,55

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Невязка участков 15 и 6: $\frac{105,18-26,55}{105,18} \cdot 100\% = 86\%$ , $\xi_d = \frac{105,18-26,55}{8,09} = 2,18 \rightarrow$ диаметр диафрагмы 383 мм												
Ответвления												
ВР			200								0,45	0,45
16	150	3,45	200	0,031	1,3	0,157	0,541	0,7	0,91	0,64	1,18	1,18
17	300	3,2	200	0,031	2,58	0,89	2,848	5,3	3,59	19,05	21,90	23,08
												24,26
Невязка участков 17 и 10: $\frac{157,03-24,26}{157,03} \cdot 100\% = 92\%$ устанавливаем диафрагму $\xi_d = \frac{157,03-24,26}{26,23} = 1,59 \rightarrow$ диаметр диафрагмы 395 мм												
Ответвления												
ВР			400								7,84	7,84
18	2414	1,8	400	0,126	3,22	1,25	2,25	6,41	5,60	35,89	38,14	45,98
												53,82
Невязка участков 18 и 1: $\frac{53,82-19,54}{53,82} \cdot 100\% = 62\%$ устанавливаем диафрагму $\xi_d = \frac{53,82-19,54}{6,32} = 2,4 \rightarrow$ диаметр диафрагмы 376мм												
Ответвления												
ВР			400								7,84	7,84
19	2414	1,8	400	0,126	3,22	1,25	2,25	6,41	5,60	35,89	38,14	45,98
												53,82
Невязка участков 19 и 2: $\frac{53,82-30,31}{53,82} \cdot 100\% = 43\%$ устанавливаем диафрагму $\xi_d = \frac{53,82-30,31}{34,65} = 2,18 \rightarrow$ диаметр диафрагмы 380 мм												

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ответвления												
ВР			500								7,84	7,84
20	2414	1,8	500	0,126	3,22	1,25	2,25	6,41	5,60	35,89	38,14	45,98
												53,82
Невязка участков 20 и 3: $\frac{53,82-38,62}{53,82} \cdot 100\% = 27\%$ устанавливаем диафрагму $\xi_d = \frac{53,82-38,62}{14,29} = 2,24 \rightarrow$ диаметр диафрагмы 379 мм												
Ответвления												
ВР			200								7,84	7,84
21	37,5	1,8	200	0,126	3,22	1,25	2,25	6,41	5,60	35,89	38,14	45,98
												53,82
Невязка участков 21 и 4: $\frac{53,82-49,02}{53,82} \cdot 100\% = 8,9\%$												
Ответвления												
ВР			500								7,84	7,84
22	2414	1,8	500	0,126	3,22	1,25	2,25	6,38	5,60	35,89	38,14	44,72
												52,56
Невязка участков 22 и 5: $\frac{61,24-52,56}{61} \cdot 100\% = 12\%$												
Ответвления												
ВР			200								1,91	1,91
23	240	3,6	200	0,031	3,49	1,03	3,708	9,75	6,58	64,13	67,84	67,84
												71,66
Невязка участков 23 и 12: $\frac{71,66-15,52}{71,66} \cdot 100\% = 81\%$ устанавливаем диафрагму $\xi_d = \frac{71,66-15,52}{14,29} = 3,24$ $\rightarrow$ диаметр диафрагмы 401 мм												



Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ответвления												
ВР			200								1,91	1,91
24	240	3,6	200	0,031	3,49	1,03	3,708	9,75	6,58	64,13	67,84	67,84
												71,66
Невязка участков 24 и 13: $\frac{71,66-19,9}{71,66} \cdot 100\% = 76\%$ устанавливаем диафрагму $\xi_d = \frac{71,66-19,9}{14,29} = 2,19 \rightarrow$ диаметр диафрагмы 380 мм												
Ответвления												
ВР			200								1,91	1,91
25	240	3,6	200	0,031	3,49	1,03	3,708	9,75	6,58	64,13	67,84	69,75
												71,66
Невязка участков 25 и 14: $\frac{71,66-21,96}{71,66} \cdot 100\% = 54\%$ устанавливаем диафрагму $\xi_d = \frac{71,66-21,96}{9,66} = 3,68 \rightarrow$ диаметр диафрагмы 410 мм												
Ответвления												
ВР			400									2,34
26	2452	5,5	400	0,126	4,49	0,78	4,29	9,75	10,89	106,1	110,43	110,43
												112,77
Невязка участков 26 и 7: $\frac{112,77-110,77}{112,77} \cdot 100\% = 2\%$												
Ответвления												
ВР			200									1,87
27	636,5	12,02	200	0,031	3,49	1,03	12,38	9,75	6,58	64,13	76,51	76,51
												78,38

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Невязка участков 27 и 8: $\frac{127,43-78,38}{127,43} \cdot 100\% = 35\%$ устанавливаем диафрагму $\xi_d = \frac{127,43-78,38}{23,8} = 2,46 \rightarrow$ диаметр диафрагмы 235 мм												
Ответвления												
ВР			125									1,87
28	60,4	1,4	125	0,031	3,49	1,03	1,442	9,75	6,58	34,13	35,57	35,57
												37,44
Невязка участков 28 и 9: $\frac{149,12-37,44}{37,44} \cdot 100\% = 93\%$ устанавливаем диафрагму $\xi_d = \frac{149,12-37,44}{26,68} = 3,16 \rightarrow$ диаметр диафрагмы 310 мм												
Ответвления												
ВР			200								0,45	0,45
29	150	1,9	200	0,031	1,3	0,157	0,298	0,7	0,91	0,64	0,94	0,94
												1,39
Невязка участков 29 и 16: $\frac{1,39-1,18}{1,39} \cdot 100\% = 1,6\%$												

Таблица 3.2 – Аэродинамический расчет приточной системы П2

№ уч.	L, м <sup>3</sup> /ч	l м	d, мм	F, м <sup>2</sup>	v, м/с	R, Па	Rl, Па	Σζ	Rд, Па	Z, Па	(Rl+Z), Па	Σ(Rl+Z), Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
П2. Магистраль												
ВР				0,6							12,20	12,20
1	680	3,6	315	0,049	4,43	0,76	2,736	1,01	10,60	10,70	13,44	25,64
2	1360	1,6	350x350	0,122	4,51	0,94	1,504	0,55	10,98	6,04	7,55	33,18
3	2040	1,3	400x400	0,16	4,59	0,38	0,494	0,38	11,38	4,32	4,82	38,00
4	2720	1,85	450x400	0,18	4,71	0,32	0,592	0,37	11,98	4,43	5,02	43,03
5	3430	1,85	500x450	0,225	7,42	0,99	1,8315	0,35	29,73	10,41	12,24	55,26
6	4110	2,4	550x500	0,275	9,57	1,32	3,168	0,2	49,46	9,89	13,06	68,32
7	4790	1,8	550x500	0,275	8,82	1,25	2,25	0,14	42,00	5,88	8,13	76,45
8	5470	54,2	600x500	0,3	5,14	0,56	30,35	1,85	14,26	26,39	56,75	133,20
Ответвление												
ВР											12,20	12,20
9	680	3,6	600x600	0,6	3,49	1,03	1,442	1,01	6,58	6,64	8,09	20,29
Невязка участков 9 и 1: $\frac{25,64-20,29}{25,64} \cdot 100\% = 20\%$ , $\xi_d = \frac{25,64-20,29}{10,6} = 0,6 \rightarrow$ диаметр: 255 мм												
Ответвление												
ВР											12,20	12,20
10	680	3,6	600x600	0,6	3,49	1,03	1,442	1,01	6,58	6,64	8,09	20,29
Невязка участков 10 и 2: $\frac{33,18-20,29}{33,18} \cdot 100\% = 38\%$ устанавливаем диафрагму $\xi_d = \frac{149,12-67,44}{10,98} = 5,2 \rightarrow$ диаметр диафрагмы 237 мм												
Ответвление												
ВР											12,20	12,20

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
11	680	1,4	600x600	0,6	3,49	1,03	1,442	1,02	6,58	6,71	8,15	20,35
Невязка участков 11 и 3: $\frac{38,00-20,35}{38,00} \cdot 100\% = 47\%$ устанавливаем диафрагму $\xi_d = \frac{38,00-20,35}{11,38} = 3,23 \rightarrow$ диаметр диафрагмы 229 мм												
Ответвление												
ВР											12,20	12,20
12	680	1,4	600x600	0,6	3,49	1,03	1,442	1,02	6,58	6,71	8,15	20,35
Невязка участков 12 и 4: $\frac{43,03-20,35}{43,03} \cdot 100\% = 53\%$ устанавливаем диафрагму $\xi_d = \frac{43,03-20,35}{11,98} = 4 \rightarrow$ диаметр диафрагмы 220 мм												
Ответвление												
ВР											12,20	12,20
13	680	1,4	600x600	0,6	3,49	1,03	1,442	1,52	6,58	10,00	11,44	23,64
Невязка участков 13 и 5: $\frac{55,26-23,64}{55,26} \cdot 100\% = 58\%$ устанавливаем диафрагму $\xi_d = \frac{55,26-23,64}{29,73} = 4,7$ $\rightarrow$ диаметр диафрагмы 216 мм												
Ответвления												
ВР											12,20	12,20
14	680	1,4	600x600	0,6	3,49	1,03	1,442	1,56	6,58	10,26	11,70	23,90
Невязка участков 14 и 6: $\frac{68,32-23,9}{68,32} \cdot 100\% = 67\%$ , $\xi_d = \frac{68,32-23,9}{49,46} = 6,12 \rightarrow$ диаметром 205 мм												
Ответвления												
ВР											12,20	12,20
15	680	1,4	600x600	0,6	3,49	1,03	1,442	1,26	6,58	8,29	9,73	21,93
Невязка участков 15 и 7: $\frac{76,45-21,93}{76,45} \cdot 100\% = 72\%$ , $\xi_d = \frac{76,45-21,93}{42,0} = 6,3 \rightarrow$ диаметром 203 мм												

Таблица 3.3 – Аэродинамический расчет приточной системы ПЗ

№ уч.	L, мЗ/ч	l м	d, мм	F, м2	v, м/с	R, Па	Rl, Па	$\Sigma\zeta$	Rд, Па	Z, Па	(Rl+Z), Па	$\Sigma(Rl+Z)$ , Па
ПЗ. Магистраль												
ВР1			450								38,54	38,54
1	2843,6	8,2	400	0,126	3,42	1,58	12,95	0,69	6,32	4,36	17,31	55,85
2	5167,9	2,6	500	0,159	8,01	1,02	2,652	0,24	34,65	8,32	10,97	66,82
3	7492,2	22,1	630	0,246	7,78	0,62	13,702	3,9	32,69	88,25	101,95	168,77
Ответвления												
ВР			450								38,54	38,54
4	2324,3	1,6	400	0,126	3,49	1,03	1,648	1,56	6,58	10,26	11,91	50,45
Невязка участков 4 и 1: $1: \frac{55,85-50,45}{55,85} \cdot 100\% = 5\%$												
Ответвления												
ВР			450								38,54	38,54
5	2324,3	1,6	400	0,126	3,49	1,03	1,648	1,26	6,58	8,29	9,94	48,48
Невязка участков 5 и 2: $2: \frac{66,82-48,48}{66,82} \cdot 100\% = 28\%$ , $\xi_0 = \frac{66,82-48,48}{8,32} = 1,7 \rightarrow$ диаметр диафрагмы 285 мм.												

Таблица 3.4 – Аэродинамический расчет вытяжной системы В2

уч.	L, м <sup>3</sup> /ч	l м	d, мм	F, м <sup>2</sup>	v, м/с	R, Па	Rl, Па	Σζ	R <sub>д</sub> , Па	Z, Па	(Rl+Z), Па	Σ(Rl+Z), Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ВР1											5,80	5,80
1	50	2,8	100	0,008	1,42	0,56	1,56	0,89	6,09	0,97	2,54	8,34
2	75	28,4	100	0,008	2,87	1,04	29,53	1,52	4,45	6,76	36,30	44,63
3	125	1,4	100	0,008	3,6	1,21	1,69	0,37	7,00	2,59	4,28	48,92
4	175	1,05	100	0,008	3,8	0,58	0,60	0,29	7,80	2,26	2,87	51,79
5	225	1,05	150	0,017	3,96	0,84	0,88	0,2	8,47	1,69	2,58	54,36
6	275	2	150	0,017	3,12	0,81	1,62	0,45	5,26	2,37	3,99	58,35
7	325	1,2	200	0,031	0,52	0,66	0,79	0,15	1,15	2,02	0,81	59,16
8	375	1,2	200	0,031	0,83	0,79	0,94	0,2	1,37	2,07	1,02	60,19
9	425	1,1	200	0,031	4,16	1,82	2,00	1,02	9,35	9,53	11,53	71,72
10	575	0,2	200	0,031	4,43	1,76	0,35	0,25	10,60	2,65	3,00	74,72
11	625	0,9	200	0,031	4,51	1,14	1,02	0,2	10,98	2,20	3,22	77,94
12	675	13,8	200	0,031	4,59	1,38	19,04	0,7	11,38	7,96	27,01	104,95
13	675	3,5	200	0,031	4,59	1,38	4,83	2,33	11,38	26,51	31,34	136,29
ВР		50									4,70	4,70
14	50	1,4	100	0,008	2,63	0,98	1,372	6,37	3,74	23,79	25,16	29,86
Невязка участков 14 и 1: $1: \frac{29,86-8,34}{29,86} \cdot 100\% = 72\%$ , $\xi_d = \frac{29,86-8,34}{6,09} = 2,1 \rightarrow$ диафрагма 90 мм.												
Ответвления												
ВР			50								4,70	4,70
15	50	0,6	100	0,008	2,63	0,98	0,828	6,37	6,81	43,35	44,18	48,88

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Невязка участков 15 и 2: $\frac{48,88-44,63}{48,88} \cdot 100\% = 2,2\%$ , невязка выполнена												
Ответвления												
ВР			50								4,70	4,70
16	50	0,6	100	0,008	2,63	0,98	0,828	6,37	6,81	43,35	44,18	48,88
Невязка участков 16 и 3: $\frac{48,92-48,88}{48,92} \cdot 100\% = 0,08\%$ , невязка выполнена												
Ответвления												
ВР			50								4,70	4,70
17	50	0,6	100	0,008	2,63	0,98	0,828	6,37	6,81	43,35	44,18	48,88
Невязка участков 17 и 4: $\frac{51,79-48,88}{54,36} \cdot 100\% = 11\%$ , невязка выполнена												
Ответвления												
ВР			50								4,70	4,70
18	50	0,6	100	0,008	2,63	0,98	0,828	6,41	6,81	43,62	44,59	49,29
Невязка участков 18 и 5: $\frac{54,36-49,29}{54,36} \cdot 100\% = 9\%$ , невязка выполнена 59,16												
Ответвления												
ВР			50								4,70	4,70
19	50	0,6	100	0,008	2,63	0,98	0,828	6,41	6,81	43,62	44,59	49,29
Невязка участков 19 и 6: $\frac{58,35-49,29}{58,35} \cdot 100\% = 16\%$ , $\xi_{\partial} = \frac{58,35-49,29}{5,26} = 1,7 \rightarrow$ диаметр диафрагмы 88 мм.												
Ответвления												
ВР			50								4,70	4,70
20	50	0,6	100	0,008	2,63	0,98	0,828	6,41	6,81	43,62	44,59	49,29

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Невязка участков 20 и 7: $\frac{59,16-49,29}{59,16} \cdot 100\% = 16\%$ , $\xi_{\partial} = \frac{59,16-49,29}{4,26} = 8 \rightarrow$ диаметр диафрагмы 62 мм.												
Ответвления												
ВР			50								4,70	4,70
21	50	0,6	100	0,008	2,63	0,98	0,828	6,41	6,81	43,62	44,59	49,29
Невязка участков 21 и 8: $\frac{60,19-49,29}{60,19} \cdot 100\% = 28\%$ , $\xi_{\partial} = \frac{60,19-49,29}{2,07} = 6,3 \rightarrow$ диаметр диафрагмы 63 мм.												
Ответвления												
ВР			50								4,70	4,70
22	50	0,6	100	0,008	2,63	0,98	0,828	6,41	6,81	43,62	44,59	49,29
Невязка участков 22 и 9: $\frac{71,72-49,29}{71,72} \cdot 100\% = 31\%$ , $\xi_{\partial} = \frac{71,72-49,29}{3,02} = 9,7 \rightarrow$ диаметр диафрагмы 60 мм.												
Ответвления												
ВР			50								4,70	4,70
23	50	0,6	100	0,008	2,63	0,98	0,828	6,41	6,81	43,62	44,59	49,29
Невязка участков 23 и 10: $\frac{74,72-49,29}{74,72} \cdot 100\% = 45\%$ , $\xi_{\partial} = \frac{74,72-49,29}{6,81} = 9,5 \rightarrow$ диаметр диафрагмы 60 мм.												
Ответвления												
ВР			50								4,70	4,70

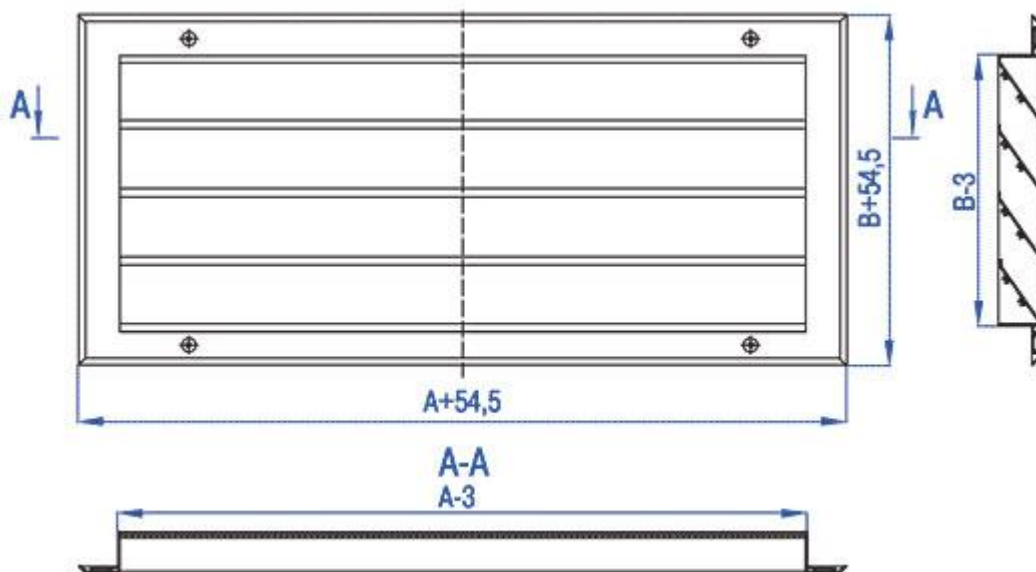


Продолжение таблицы 3.4

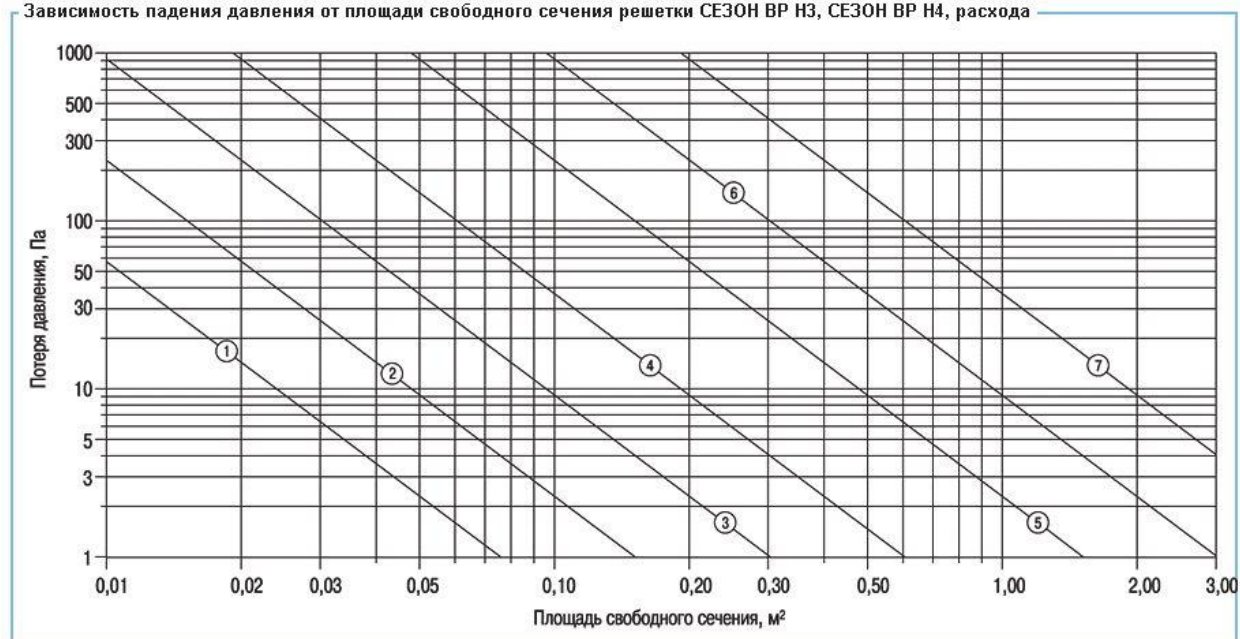
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
24	50	0,6	100	0,008	2,63	0,98	0,828	6,41	6,81	43,62	44,59	49,29
Невязка участков 24 и 11: $\frac{77,94-49,29}{77,94} \cdot 100\% = 47\%$ , $\xi_{\partial} = \frac{77,94-49,29}{6,81} = 9,6 \rightarrow$ диаметр диафрагмы 60 мм.												
Ответвления												
ВР			50								4,70	4,70
25	50	0,6	100	0,008	2,63	0,98	0,828	6,41	6,81	43,62	44,59	49,29
Невязка участков 25 и 12: $\frac{104,95-49,29}{104,95} \cdot 100\% = 69\%$ , $\xi_{\partial} = \frac{104,95-49,29}{6,81} = 9,8 \rightarrow$ диаметр диафрагмы 60,5 мм.												

## ПРИЛОЖЕНИЕ И

### Технические характеристики решетки ВР-НЗ



Зависимость падения давления от площади свободного сечения решетки СЕЗОН ВР НЗ, СЕЗОН ВР Н4, расхода



① Q=250 м³/ч, ② Q=500 м³/ч, ③ Q=1000 м³/ч, ④ Q=2000 м³/ч, ⑤ Q=5000 м³/ч, ⑥ Q=10000 м³/ч, ⑦ Q=20000 м³/ч

## ПРИЛОЖЕНИЕ К

### Подбор оборудования для системы вентиляции

### Технические характеристики клапана КПУ-1Н

КПУ®



#### Клапан КПУ®-1Н

##### Назначение

По функциональному назначению клапаны могут применяться в качестве:

- нормально открытых (НО)
- нормально закрытых (НЗ)
- дымовых (Д)

согласно требованиям ГОСТ Р 53301-2009, а также в полном соответствии техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности N 123-ФЗ.



##### Предел огнестойкости:

- нормально открытый – EI 90
- нормально закрытый – EI 90
- дымовой – E 90

Выпускают клапаны по ТУ 4863-100-40149153-07  
Клапаны сертифицированы для использования в системах дымоудаления.  
Поставка клапанов КПУ®-1Н предусматривается с использованием знака пожарной безопасности.

##### Исполнение

- Общепромышленное (Н)
- Взрывозащищенное (В) – кроме стенового типа
- Коррозионностойкое (К)
- Взрывозащищенные коррозионностойкие (ВК) – кроме стенового типа
- Морозостойкое (МС) – кроме стенового типа
- Морозостойкое коррозионностойкое (МСК) – кроме стенового типа
- Взрывозащищенное морозостойкое (ВМС) – кроме стенового типа
- Взрывозащищенное морозостойкое коррозионностойкое (ВМСК) – кроме стенового типа

##### Конструкция

Выпускают клапаны круглого и прямоугольного сечений.

Клапаны изготавливают трех типов:

- канальный (2 присоединительных фланца; электропривод снаружи, электромагнит снаружи)
  - прямоугольного сечения (глубина корпуса L = 180мм).
  - круглого сечения (глубина корпуса L = 220-415мм, диаметр – не более 710мм).
- стеновой (1 присоединительный фланец; исполнительный механизм внутри)
  - прямоугольного сечения (глубина корпуса L = 300мм).
- ниппельный (ниппельное присоединение, исполнительный механизм снаружи)
  - круглого сечения (глубина корпуса L = 250-415, диаметр – не более 710мм).

Клапан КПУ®-1Н состоит:

исполнительный механизм:

- назначение **НО**:
  - электромагнит (только для исполнения «Н»);
  - электропривод со встроенной возвратной пружиной и терморазмыкающим устройством (ТРУ – при заказе и только для исполнения «Н»);
- назначение **НЗ** и **Д**:
  - электропривод типа «открыто/закрыто»;
  - электромагнит (только для исполнения «Н»);

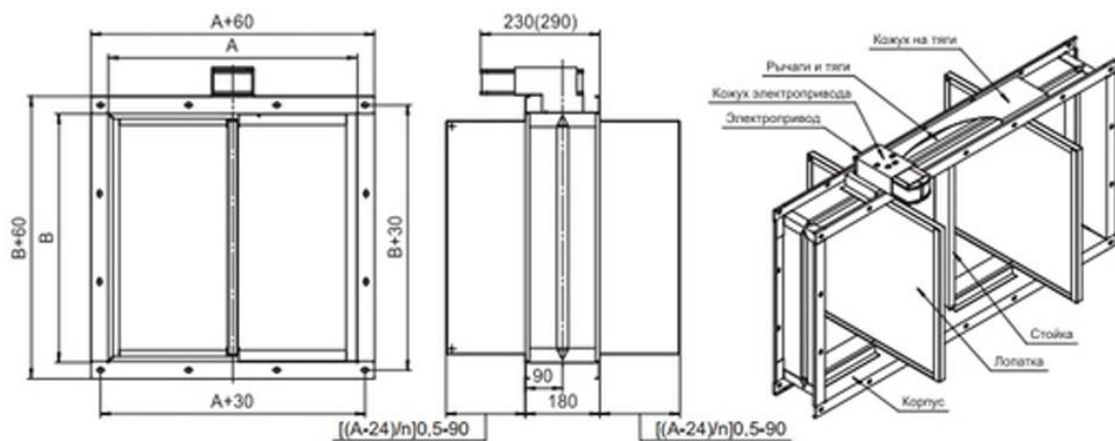
корпус

лопатка

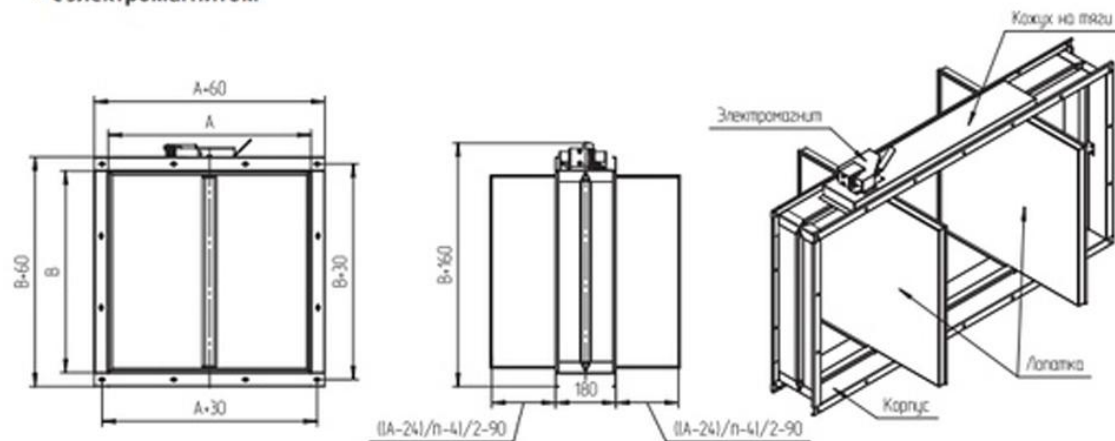
- один общий корпус круглого или прямоугольного сечения, выполненный из стали;
- створчатая поворотного типа. В качестве материала лопатки для назначения **НО**, **НЗ** используется огнестойкий материал. В качестве уплотнения на торцевой поверхности лопатки размещается термовспучивающийся материал. Для клапана назначения **Д** лопатка имеет полую коробчатую конструкцию, выполненную из стали. Может иметь вылет за габарит корпуса (см. "Особенности исполнения клапана КПУ®-Н").

Габаритные и присоединительные размеры

КПУ®-1Н каналный прямоугольный  
• с электроприводом

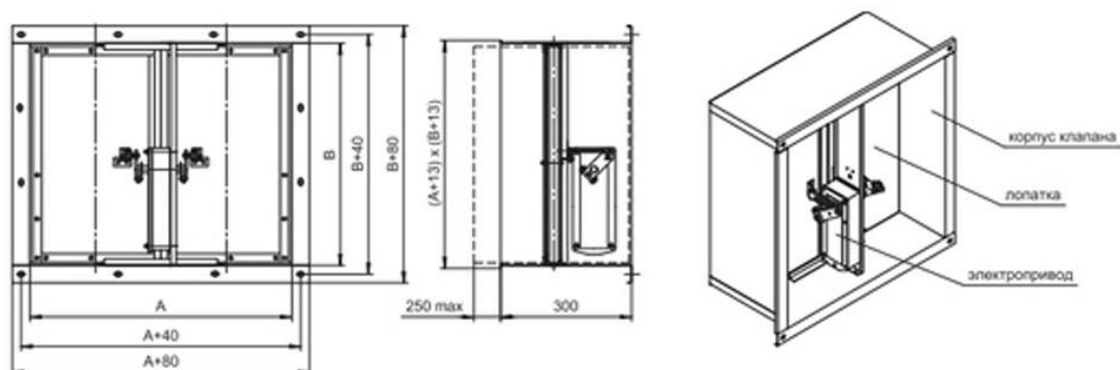


• с электромагнитом



Где n – количество лопаток в клапане

КПУ®-1Н стеновой прямоугольный  
• с электроприводом



# СХЕМЫ ПРИТОЧНЫХ СИСТЕМ

Рисунок Л.1 –КЦКП -20

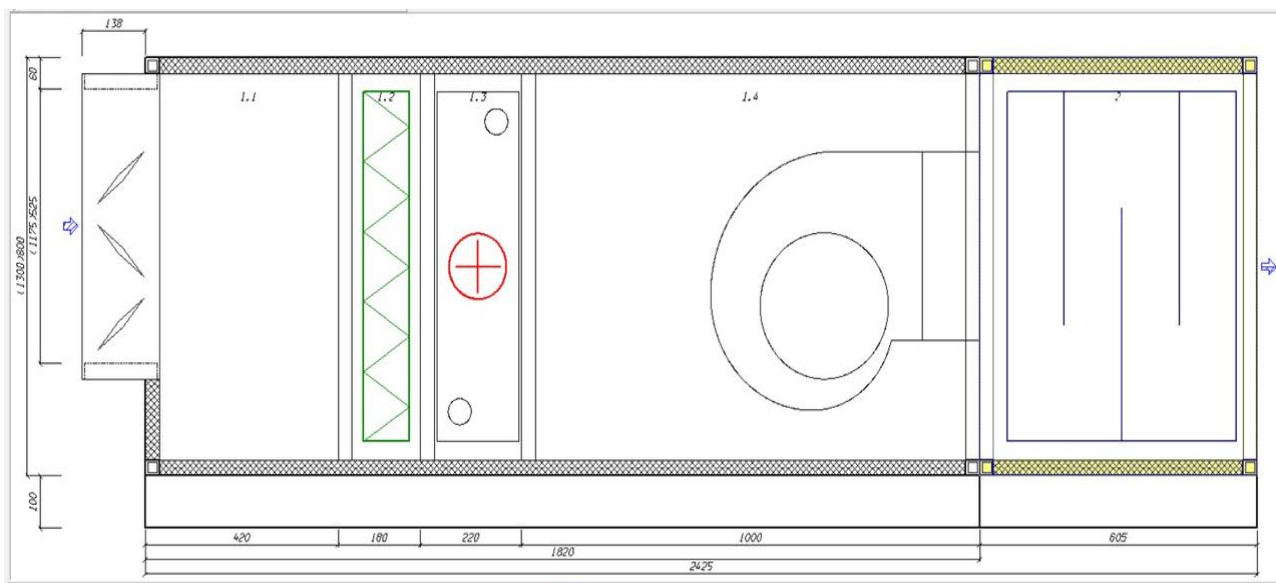


Рисунок Л.2 –КЦКП -6,3

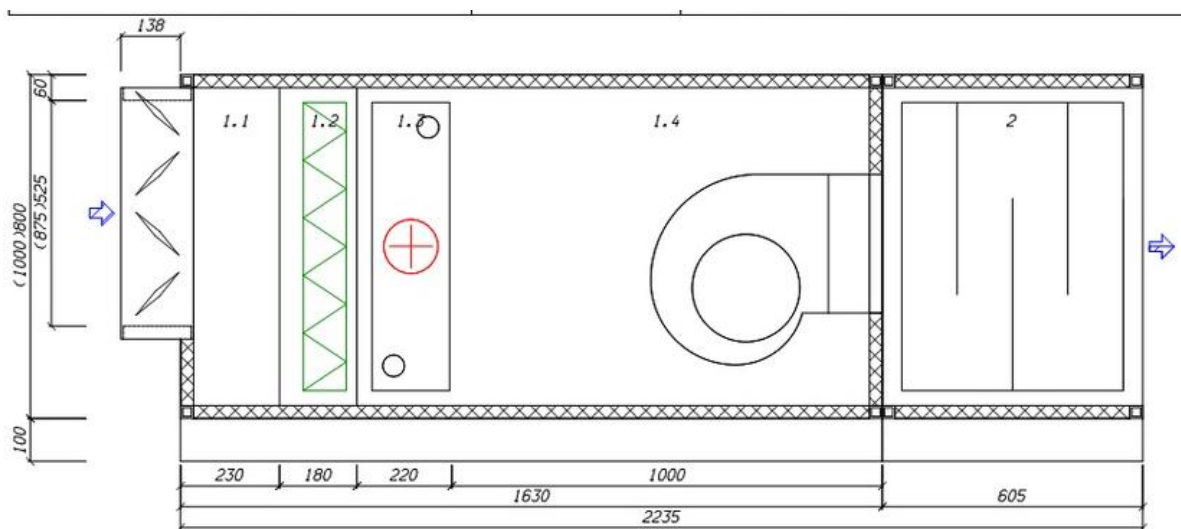
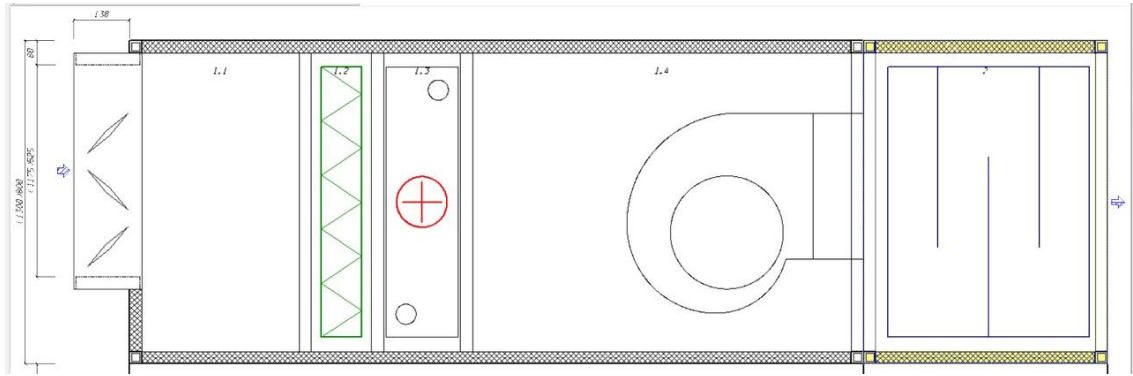


Рисунок Л.3 –КЦКП -8

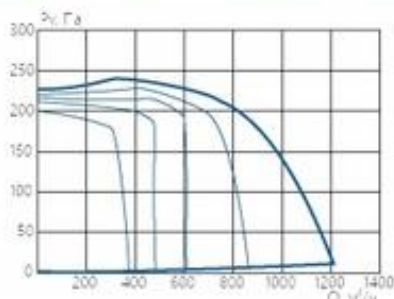


# ПРИЛОЖЕНИЕ М

## Характеристики вентиляторов

### Канал-ПКВ, Канал-ПКВ-Ш

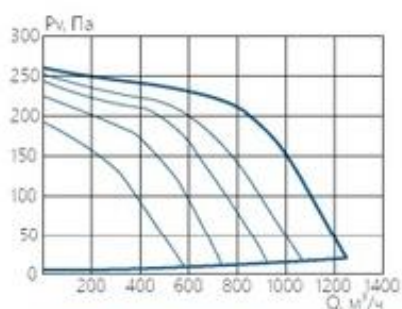
#### Канал-ПКВ-40-20-4-220, Канал-ПКВ-Ш-40-20-4-220



Канал-ПКВ	Гц	Общ.	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
на входе	дБ(А)	69	55	68	65	60	56	55	53	46
на выходе	дБ(А)	69	54	64	69	64	65	62	59	52
к окружению	дБ(А)	60	33	41	58	51	59	44	40	33

Канал-ПКВ-Ш	Гц	Общ.	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
на входе	дБ(А)	61	29	37	49	55	59	53	49	50
на выходе	дБ(А)	69	54	64	69	64	65	62	59	52
к окружению	дБ(А)	43	11	17	30	35	38	37	32	33

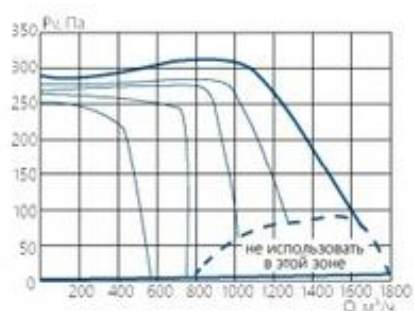
#### Канал-ПКВ-40-20-4-380, Канал-ПКВ-Ш-40-20-4-380



Канал-ПКВ	Гц	Общ.	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
на входе	дБ(А)	69	55	68	65	60	56	55	53	46
на выходе	дБ(А)	69	54	64	69	64	65	62	59	52
к окружению	дБ(А)	60	33	41	58	51	59	44	40	33

Канал-ПКВ-Ш	Гц	Общ.	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
на входе	дБ(А)	61	29	37	49	55	59	53	49	50
на выходе	дБ(А)	69	54	64	69	64	65	62	59	52
к окружению	дБ(А)	43	11	17	30	35	38	37	32	33

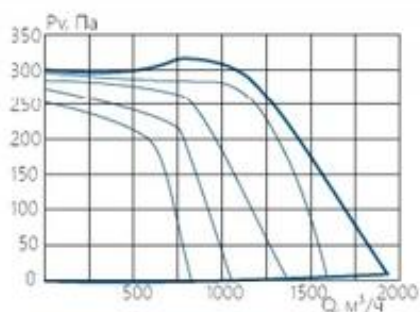
#### Канал-ПКВ-50-25-4-220, Канал-ПКВ-Ш-50-25-4-220



Канал-ПКВ	Гц	Общ.	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
на входе	дБ(А)	70	62	70	67	59	63	64	62	59
на выходе	дБ(А)	76	55	64	67	69	72	70	68	64
к окружению	дБ(А)	60	35	47	57	58	55	51	46	50

Канал-ПКВ-Ш	Гц	Общ.	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
на входе	дБ(А)	63	50	44	50	58	59	55	53	51
на выходе	дБ(А)	76	55	64	67	69	72	70	68	64
к окружению	дБ(А)	49	29	27	33	43	44	38	42	40

#### Канал-ПКВ-50-25-4-380, Канал-ПКВ-Ш-50-25-4-380



Канал-ПКВ	Гц	Общ.	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
на входе	дБ(А)	70	62	70	67	59	63	64	62	59
на выходе	дБ(А)	76	55	64	67	69	72	70	68	64
к окружению	дБ(А)	60	35	47	57	58	55	51	46	50

Канал-ПКВ-Ш	Гц	Общ.	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
на входе	дБ(А)	66	40	47	53	59	62	59	56	55
на выходе	дБ(А)	76	55	64	67	69	72	70	68	64
к окружению	дБ(А)	50	20	30	35	44	47	41	40	41

