

АННОТАЦИЯ

В данной выпускной квалификационной работе запроектированы системы отопления и вентиляции в производственном здании для обслуживания грузовых автомобилей. Произведен теплотехнический расчет, определены теплопотери и теплопоступления. Произведен гидравлический расчет систем отопления, расчет и подбор отопительных приборов. Определены воздухообмены помещений, рассчитаны и подобраны воздухораспределительные устройства. Произведен аэродинамический расчет систем вентиляции. Подобрано оборудование для вентиляционной камеры и узла управления. Произведен анализ системы автоматизации и контроля теплового пункта, рассмотрен вопрос безопасности жизнедеятельности и определена трудоемкость работ при монтаже системы отопления.

Пояснительная записка состоит из 60 страниц и приложений. Графическая часть состоит из листа общих данных, планов отопления и вентиляции, аксонометрических схем отопления и вентиляции и схемы автоматизации приточных камер.

СОДЕРЖАНИЕ		Стр.
	ВВЕДЕНИЕ	6
1	ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	7
	1.1 Параметры наружного и внутреннего микроклимата	7
	1.2 Архитектурно-планировочное описание объекта	8
	1.3 Описание технологического процесса	8
	1.4 Источники теплоснабжения	9
2	ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ	10
	2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	10
	2.2 Определение теплотерь здания	11
	2.3 Определение тепlopоступлений в здание	15
	2.4 Тепловой баланс	19
3	ОТОПЛЕНИЕ	21
	3.1 Конструирование систем отопления	21
	3.2 Гидравлический расчет системы отопления	21
	3.3 Тепловой расчет регистров отопления	27
	3.4 Подбор воздушно-отопительных агрегатов и насоса	28
4	ВЕНТИЛЯЦИЯ	29
	4.1 Определение требуемых воздухообменов	29
	4.2 Конструирование систем вентиляции	36
	4.3 Расчет воздухораспределителей	37
	4.4 Аэродинамический расчет	40
	4.5 Расчет и подбор оборудования	48
5	КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ	55
6	ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ	57
7	БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ОБЪЕКТА	62
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	65
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	66
	ПРИЛОЖЕНИЯ	69

ВВЕДЕНИЕ

Целью бакалаврской работы является расчет системы отопления и приточно-вытяжной вентиляции станции технического обслуживания грузовых автомобилей.

Вентиляция - это обмен воздуха в помещениях для удаления избытков теплоты, влаги, вредных и других веществ с целью обеспечения допустимого микроклимата, способствующего комфортной жизнедеятельности человека и правильному протеканию технологического процесса.

Отопление – это система, предназначенная для обогрева помещения, с целью возмещения в них теплопотерь и поддержания на заданном уровне температуры, отвечающей условиям теплового комфорта.

Задачами данной бакалаврской работы являются определение теплопотерь и теплопоступлений в здании. Расчет трубопроводов системы отопления и отопительных приборов. Расчет воздухообменов и воздушного баланса. Проектирование системы вентиляции, расчет и подбор воздухораспределительных решеток для данной системы. Аэродинамические расчеты приточной, вытяжной и всех систем естественной вентиляции. Подбор оборудования в приточную камеру, подбор вытяжных, канальных вентиляторов и насосов для системы отопления.

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Параметры наружного и внутреннего микроклимата

Пар-ры наружного воздуха принимаются согласно СП[1] для города Тольятти с координатами (53°31') северной широты, (49°25') восточной долготы.

Холодный период (параметры Б):

$$t_n = -30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{om} = -5,2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$z_{om} = 203 \text{ сут}$$

$$V_n = 4 \text{ м/с}$$

$$I_n = -29,8 \text{ кДж/кг}$$

$$\varphi_n = 84\%$$

Теплый период (параметры А):

$$t_n = 24,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$V_n = 3,2 \text{ м/с}$$

$$I_n = 52,8 \text{ кДж/кг}$$

$$\varphi_n = 63\%$$

$$P_o = 995 \text{ Па}$$

Пар-ры внутреннего воздуха для производственных помещений определяются по ГОСТ [2]. Данные сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Пар-ры внутреннего воздуха

	Холодный пер.	Теплый пер.
t_ε	20 °C	27 °C
φ_ε	75 %	60 %
v_ε	0,2 м/с	0,3 м/с

1.2 Архитектурно-планировочное описание проектируемого объекта

В данном проекте разработана система вентиляции и отопления для СТО, расположенного в г.о. Тольятти. Проектируемая часть здания расположена в осях А-Ж 5-15 и пристроена к восточной стене двухэтажного административно-бытового здания, расположенного в осях А/2-Ж 1-5. В проектируемой части здания расположены участок уборочно-моечных работ, участок диагностики и участок текущего ремонта. Общая площадь СТО составляет 2160м²: площадь участка уборочно-моечных работ - 216м²; участка диагностики - 432м²; участка текущего ремонта - 2160м². Высота здания 8,5м. Размеры здания в плане: 60м x 36м, строительный объем – 18360м³. Главный фасад здания ориентирован на север.

Стены в административно-бытовой части здания выполнены из керамического кирпича, утепленного минераловатными плитами. В производственной части здания стены выполнены из трехслойных панелей типа «Сэндвич». Покрытие на объекте выполнено в виде металлического профлиста, утепленного минераловатными плитами, покрытого асбестоцементным прессованным листом, керамзитобетоном по уклону и рулонным кровельным материалом. Заполнение оконных проемов по проекту планируется выполнить из ПВХ профиля с заполнением двухкамерного стеклопакета воздухом. По всей длине южного и северного фасадов здания расположены ворота размером 4x4 м для заезда грузовых автомобилей.

1.3 Описание технологического процесса

На станции технического обслуживания проектируются три участка для выполнения различных технологических процессов. На участке уборочно-моечных работ, с помощью моек высокого давления, осуществляется мойка автомобилей, которая сопровождается большим количеством

влажновыделений. На участке диагностики производится диагностика грузовых автомобилей с помощью специальных сканеров и компьютера. Современные сканеры для диагностики грузовых автомобилей не требуют больших энергозатрат и не выделяют большое количество тепла. На участке технического обслуживания производится ремонт автомобиля и его частей, осуществляются необходимые мероприятия технического обслуживания. Одним из мероприятий технического обслуживания является балансировка двигателя, который при работе выделяет в помещение большое количество вредных для здоровья выхлопных газов.

1.4 Источники теплоснабжения

В качестве источника теплоснабжения используется проектируемая котельная с параметрами теплоносителя 95 °С и 70 °С. Ввод теплоносителя от узла управления, расположенного в существующей части здания между осями Е-Ж 2-4.

2 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

$$\text{ГСОП} = (20 - (-5,2)) \cdot 203 = 5116 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$$

Таблица 2.1 – Значения нормируемого сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций.

Название конструкции	$R_0^{\text{треб}}$
Стены	2,73
Покрытие	3,65
Окна	0,46
Двери	0,69

В данном проекте применены наружные стены двух типов:

Первый тип – трехслойные панели типа Сэндвич толщиной 150 мм

Введем поправку на неоднородность:

$$R_0^{\text{треб}} = 2,73 / 0,86 = 3,17 \text{ (м}^2 \cdot \text{ }^{\circ}\text{C)}/\text{Вт}$$

$$R_0^{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,045} + \frac{1}{23} = 3,49 \text{ (м}^2 \cdot \text{ }^{\circ}\text{C)}/\text{Вт}$$

$$R_0^{\phi} \geq R_0^{\text{треб}} \text{ – условие выполняется}$$

Второй тип стен – кладка из керамического кирпича толщиной 250 мм, утепленного слоем минераловатных плит «Технофас» толщиной 100 мм, образующим с наружной поверхностью утеплителя вентилируемую воздушную прослойку, толщиной 80 мм.

$$R_0^{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,58} + \frac{0,1}{0,045} + \frac{1}{23} = 2,81 \text{ (м}^2 \cdot \text{ }^{\circ}\text{C)}/\text{Вт}$$

$$R_0^{\phi} \geq R_0^{\text{треб}} \text{ – условие выполняется}$$

Покрытие на объекте выполнено в виде металлического профлиста «ROCKWOOL РУФ БАТТС» толщиной 150 мм. Покрыт асбестоцементным

прессованным листом – 2 шт. по 10 мм с керамзитобетоном по уклону толщиной 30-120 мм, и рулонным кровельным материалом

$$R_0^{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,02}{0,047} + \frac{0,15}{0,045} + \frac{0,12}{0,2} + \frac{1}{23} = 3,97 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$R_0^{\phi} \geq R_0^{\text{треб}}$ – условие выполняется

Таблица 2.2 – Теплотехнические характеристики наружных ограждающих конструкций

Наименование конструкции	R_0^{ϕ} , (м ² * °C)/Вт	k, Вт/(м ² *°C)
Стены 1-го типа	3,49	0,287
Стены 2-го типа	2,81	0,356
Покрытие	3,97	0,252
Окна	0,46	2,174
Двери	0,69	1,449

2.2 Определение теплотерь здания

Теплопотери через полы первого этажа лежащие на грунте рассчитываются по зонам. Всего зон может быть четыре: I, II, III и IV. Зоны строятся графически шириной по 2 м, от внутренней поверхности наружных стен, параллельно им. Разбивка полов на зоны показана на рис. 2.1.

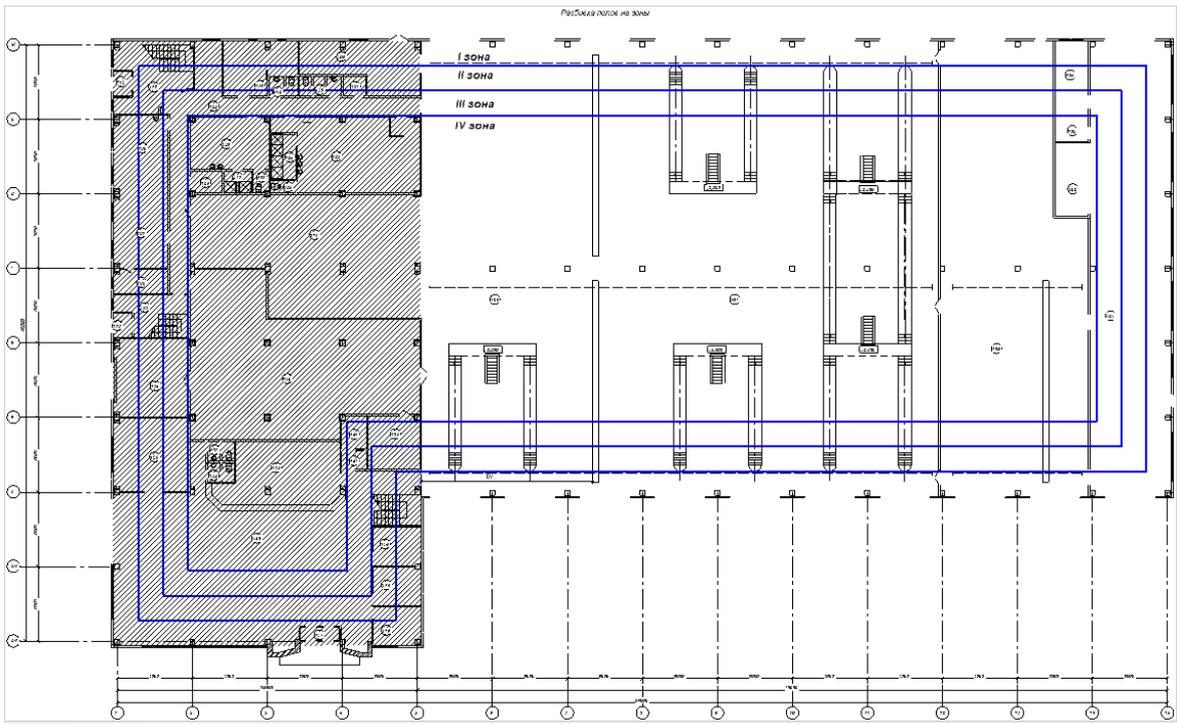


Рис. 2.1 – Разбивка полов на зоны.

Таблица 2.3 – Теплотери через полы по зонам

№ помещения	F _п , м ²				Q _п , Вт				ΣQ, Вт
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
101	109,4	75,4	59,4	12,4	2604,8	876,7	345,3	43,7	3871
102	0	0	0	15,9	0,0	0,0	0,0	56,0	56
103	0	0	0	5,4	0,0	0,0	0,0	19,0	19
104	42	42	42	270,7	1000,0	488,4	244,2	953,2	2685
105	5,4	5,4	5,4	0	128,6	62,8	31,4	0,0	222
106	54,8	54,8	54,8	338,4	1304,8	637,2	318,6	1191,5	3452
107	109,6	109,6	109,6	676,8	2609,5	1274,4	637,2	2383,1	6904

Расчет потерь тепла через наружные ограждения сводится в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 – Потери тепла через наружные ограждающие конструкции

№ помещения	Наименование помещения	Ограждающие конструкции					Основные потери тепла, Вт	Добавочные		Коэф. (1+ $\Sigma \beta$)	Потери с учетом добав., Вт	$\Sigma Q_{огр}$, Вт
		Наименование	Ориентация	Площадь, м ²	k, Вт/м ² *°C	t _в -t _н , °C		На ориент.	Проч.			
101	Уборочн.	НС	С	39,25	0,36	50	707	0,1	0,05	1,15	812	24662
t _в =20 °C		НС	В	266,8	0,36	50	4802	0,1	0,05	1,15	5523	
		НС	Ю	39,25	0,36	50	707		0,1	1,1	777	
		ОК	В	39,1	2,17	50	4238	0,1	0,05	1,15	4874	
		ВО	С	16	1,45	50	1160	0,1		1,1	4756	
		ВО	Ю	16	1,45	50	1160			1	4640	
		НД	В	1,89	1,45	50	137	0,1	0,05	1,15	158	
		ПТ	-	237,9	0,25	50	2974		0,05	1,05	3122	
102	Уст-ка оч.	ПТ	-	15,34	0,25	50	192		0,05	1,05	201	201
t _в =20 °C												
103	Кладовая	ПТ	-	5,2	0,25	50	65		0,05	1,05	68	68
t _в =20 °C												
105	Компресс.	НС	С	20,95	0,36	50	377	0,1	0,05	1,15	434	991
t _в =20 °C		ОК	С	2,85	2,17	50	309	0,1	0,05	1,15	356	
		ПТ	-	15,34	0,25	50	192		0,05	1,05	201	

продолжение таблицы 2.4

№ помещения	Наименование помещения	Ограждающие конструкции					Основные потери тепла, Вт	Добавочные		Коэф. (1+Σ β)	Потери с учетом добав., Вт	ΣQ _{огр} , Вт
		Наименование	Ориентация	Площадь, м ²	к, Вт/м ² *°С	t _в -t _н , °С		На ориент.	Проч.			
104	Диагност.	НС	С	58,61	0,36	50	1055	0,1	0,05	1,15	1213	22249
t _в =20 С		НС	В	69,15	0,36	50	1245	0,1	0,05	1,15	1431	
		ВО	С	16	1,45	50	1160	0,1	3	4,1	4756	
		ВО	В	32	1,45	50	2320	0,1	3	4,1	9512	
		НД	С	1,89	1,45	50	137	0,1	0,05	1,15	158	
		ПТ	-	394,59	0,25	50	4932		0,05	1,05	5179	
106 и 107	Текущ. ремонта	НС	С	113,9	0,36	50	2050	0,1	0,05	1,15	2358	91178
t _в =20 С		НС	В	113,9	0,36	50	2050	0,1	0,05	1,15	2358	
		ВО	С	112	1,45	50	8120	0,1	3	4,1	33292	
		ВО	В	112	1,45	50	8120	0,1	3	4,1	33292	
		ПТ	-	1515,24	0,25	50	18941		0,05	1,05	19888	

2.2.3 Затраты тепла на нагрев въезжающего транспорта

Таблица 2.5 – Потери тепла на нагрев въезжающего транспорта

Наим. уч-ка	Марка авт.	Мощность двиг., кВт	Масса, кг	Кол- во авт., шт	t_n , °C	t_b , °C	$Q_{T'}$, Вт	Q_T , Вт
Уч-ок уборочно- моечных работ	Самосвал КамАЗ 6522	220	14300	1	-30	20	20735	44298
	Седелный тягач КамАЗ 5460	250	16250	1	-30	20	23563	
Уч-ок диагнос- тики	Самосвал КамАЗ 6522	220	14300	1	-30	20	20735	44298
	Седелный тягач КамАЗ 5460	250	16250	1	-30	20	23563	
Уч-ок тех. обслужи- вания	Самосвал КамАЗ 6522	220	14300	2	-30	20	41470	65033
	Седелный тягач КамАЗ 5460	250	16250	1	-30	20	23563	

2.3 Определение теплоступлений в здание

2.3.1 Теплоступления от людей

ХП: Для участка диагностики: $Q_{\text{л}} = 104 \cdot 5 = 520$ Вт;

Для участка тех. обслуживания: $Q_{\text{л}} = 104 \cdot 10 = 1040$ Вт;

Для участка уборочно-моечных работ: $Q_{\text{л}} = 104 \cdot 4 = 416$ Вт.

ТП: Для участка диагностики: $Q_{\text{л}} = 58 \cdot 5 = 290$ Вт;

Для участка тех. обслуживания: $Q_{\text{л}} = 58 \cdot 10 = 580$ Вт;

Для участка уборочно-моечных работ: $Q_{\text{л}} = 58 \cdot 4 = 232$ Вт.

2.3.2 Теплопоступления от источников искусственного освещения

Для участка диагностики:

$$Q_{осв} = 300 \cdot 396,7 \cdot 0,056 \cdot 1 = 6665 \text{ Вт};$$

Для участка тех. обслуживания:

$$Q_{осв} = 300 \cdot 1508,4 \cdot 0,056 \cdot 1 = 25341 \text{ Вт};$$

Для участка уборочно-моечных работ:

$$Q_{осв} = 300 \cdot 294,1 \cdot 0,056 \cdot 1 = 4941 \text{ Вт}.$$

2.3.3 Теплопоступления от солнечной радиации

Тольятти: (53°)северной широты – выбираем близкое значение градуса-52°

Результаты расчета сводятся в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 – Теплопоступления от солнечной радиации.

Часы	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
Ор-ия	С															
Q _{вп}	100	155	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	155	100
Q _{вр}	17	73	93	96	91	85	81	80	80	81	85	91	96	93	73	17
F, м ²	2,9															
k ₁	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45
k ₂	0,95															
β _{сз}	1															
Q _{ср}	145	283	211	278	263	246	234	231	231	234	246	263	278	211	283	145
Ор-ия	В															
Q _{вп}	160	442	664	607	572	457	280	105	0	0	0	0	0	0	0	0
Уд. тепл., Q _{вр}	29	99	160	174	166	135	113	98	87	81	77	77	72	59	39	13
F, м ²	39,1															
k ₁	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
k ₂	0,95															
β _{сз}	1															
Q _{ср}	3159	9043	13773	13055	12336	9895	6569	3393	3393	3159	3003	3003	2808	2301	1521	507

2.3.4 Теплопоступления от оборудования

Теплопоступления от оборудования на участке уборочно-моечных работ:

От моек высокого давления Bosch AQUATAK 42-13:

$$Q_{\partial_3} = (10^3 \cdot 1,9 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot (1 - 0,75 + 0,5 \cdot 0,75)) \cdot 2 = 831 \text{ Вт.}$$

Теплопоступления от оборудования на участке технического обслуживания:

От компрессоров FUBAG VDC 400/100:

$$Q_{\partial_1} = (10^3 \cdot 2,2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot (1 - 0,75 + 0,5 \cdot 0,75)) \cdot 3 = 1444 \text{ Вт.}$$

От шиномонтажных станков NORDBERG 46TRK56:

$$Q_{\partial_2} = (10^3 \cdot 2,4 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,75 + 0,5 \cdot 0,75)) \cdot 4 = 2100 \text{ Вт.}$$

От станков для правки дисков AE&T AA-RSM695:

$$Q_{\partial_3} = (10^3 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,75 + 0,5 \cdot 0,75)) \cdot 2 = 219 \text{ Вт.}$$

Всего теплопоступлений от оборудования на участке технического обслуживания:

$$Q_{об} = 1444 + 2100 + 219 = 3763 \text{ Вт.}$$

2.3.5 Поступления тепла от системы отопления

Поступления теплоты от системы отопления не учитываются на уборочно-моечном участке, т.к. отопление работает постоянно для поддержания температуры $t_{в}=+20^{\circ}\text{C}$. А на участках диагностики и технического ремонта применяются воздушно-отопительные агрегаты совместно с приточной вентиляцией. В тепловом балансе учитываем только поступления тепла от воздушно-отопительных агрегатов.

2.4 Тепловой баланс

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

Уравнение теплового баланса помещения имеет вид:

$$\underline{\pm\Delta Q_{\text{я}}} = Q_{\text{осв}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{сол,р}} + Q_{\text{об}} + Q_{\text{со}} + Q_{\text{пр}} - Q_{\text{отр}} - Q_{\text{пр}}, \text{Вт} \quad (2.21)$$

Таблица 2.6 – Тепловой баланс

Наим. уч-ка	Период года	Объем V, м ³	Теплопоступления							Теплопотери				Избытки		Недостатки	
			Q _{об}	Q _{осв}	Q _л	Q _{ср}	Q _{со}	Q _{пр}	ΣQ	Q _о	Q _т	Q _{пр}	ΣQ	Общ .. +ΔQ , Вт	Удель ные q, Вт/м ³	Общие, -ΔQ, Вт	Удель ные q, Вт/м ³
Уб.-моечн. раб.	ТП	2500	831	0	232	0	0	53	1116	0	0	0	0	1116	0,45		
	ХП			4941	416	13984	0	1009	21181	0	44298	2215	46513			25332	10,13
Диагностики	ТП	3372	0	0	290	0	0	15	305	0	0	0	0	305	0,09		
	ХП			666	520	0	42400	2479	52064	24935	44298	3462	72695			20630	6,12
Техн. обслуж	ТП	12821	3763	0	580	0	0	217	4560	0	0	0	0	4560	0,36		
	ХП			25341	1040	0	106000	6807	142951	101543	65033	8329	174905			31954	2,49

3 ОТОПЛЕНИЕ

3.1 Конструирование систем отопления

В производственном здании запроектированы две системы отопления: на участке уборочно-моечных работ – двухтрубная система отопления с регистрами из гладких труб, а на участках ремонта и диагностики – отопление воздушными агрегатами. Температура теплоносителя в системе: 95-70°С.

Возле узла управления производится установка запорно-регулирующей арматуры на подающей и обратной магистрали.

На подводках к отопительным приборам устанавливаются краны шаровые для регулировки расхода теплоносителя. Также на участках, соединяющих обратную магистраль и отопительный прибор, устанавливаются балансировочные клапаны.

Гладкотрубные регистры установлены открыто, у наружных стен, под окнами, а воздушно-отопительные агрегаты установлены на высоте 3.000 у колонн.

Трубопроводы систем отопления диаметром до 50 мм выполняются из водогазопроводных труб по ГОСТ 3262, диаметром более 50 мм из электросварных труб по ГОСТ 10704-91.

Все системы подключены к узлу управления, теплоносителем является вода с температурой $T_1=95^{\circ}\text{C}$, $T_2=70^{\circ}\text{C}$, источником теплоснабжения является ТЭЦ.

3.2 Гидравлический расчет

В ходе гидравлического расчета определяются расчетные диаметры трубопроводов и потери давления в системе. Ведется гидравлический расчет методом определения удельных потерь по длине.

$$\Delta P_n = 10000 \text{ Па.}$$

$$\Delta P_e = 0,64 \cdot 9,81 \cdot 3 \cdot (95 - 70) = 471 \text{ Па.}$$

$$\Delta P_p = 10000 + 0,4 \cdot 471 = 10188 \text{ Па.}$$

$$R_{cp} = \frac{0,9 \cdot 10188 \cdot 0,65}{251,7} = 23,7 \text{ Па/м.}$$

Результаты расчетов сводятся в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Предварительный гидравлический расчет системы отопления.

Номер уч-ка	Расход, $G_{уч}$, кг/ч	Длина, $l_{уч}$, м	$R_{ср}$, Па/м	Диаметр, d , мм	$R_{ф}$, Па/м	$R_{ф} * l$, Па	Скорость, v , м/с	$\Sigma \zeta$	Z, Па	$R_{ф} * l + Z$, Па	Примечание
Основное циркуляционное кольцо											
1-2	1292	79,1	23,7	40	30,9	2444,2	0,275	11	407	2851,2	6 отводов 1 вентиль
2-3	1225	9,0		40	28	252,0	0,262	1,5	49,5	301,5	тр. прох.-1, отвод-1
3-4	1012	6,3		40	18	113,4	0,208	1,5	32,4	145,8	тр. прох.-1, отвод-1
4-5	800	6,0		40	11,8	70,8	0,165	1	13,3	84,1	тр. прох.-1
5-6	587	6,0		40	7	41,9	0,125	1	7,6	49,5	тр. прох.-1
6-7	375	5,7		40	3,2	18,2	0,082	1	3,1	21,3	тр. прох.-1
7-7'	213	25,4		25	8,7	221,0	0,104	13	70,1	291,1	4 отвода, ОП, тр. Прох., Кран шаровой
7'-6'	375	4,8		40	3,2	15,4	0,082	1	3,1	18,5	тр. прох.-1
6'-5'	587	6,0		40	7	42,0	0,125	1	7,6	49,6	тр. прох.-1
5'-4'	800	6,0		40	11,8	70,8	0,165	1	13,3	84,1	тр. прох.-1
4'-3'	1012	6,2		40	18	111,6	0,208	1	21,6	133,2	тр. прох.-1
3'-2'	1225	12,9		40	28	361,2	0,262	2	66	427,2	тр. прох.-1, 2 отвода
2'-1'	1292	78,3	40	30,9	2419,5	0,275	12	444	2863,5	тр. прох.-1, 6 отводов 1 вентиль	
		251,7								7320,6	Запас 28%

Таблица 3.2 – Окончательный гидравлический расчет системы отопления.

Номер уч-ка	Расход, $G_{уч}$, кг/ч	Длина, $l_{уч}$, м	$R_{ср}$, Па/м	Диаметр, d , мм	$R_{ф}$, Па/м	$R_{ф} \cdot l$, Па	Скорость, v , м/с	$\Sigma \zeta$	Z , Па	$R_{ф} \cdot l + Z$, Па	Примечание
Основное циркуляционное кольцо											
1-2	1292	79,1	23,7	40	30,9	2444,2	0,275	11	407	2851,2	6 отводов 1 вентиль
2-3	1225	9,0		40	28	252,0	0,262	1,5	49,5	301,5	тр. прох.-1, отвод-1
3-4	1012	6,3		32	38,4	241,9	0,283	1,5	59,6	301,5	тр. прох.-1, отвод-1
4-5	800	6,0		32	24,7	148,2	0,223	1	24,7	172,9	тр. прох.-1
5-6	587	6,0		25	57,7	345,6	0,288	1	41,4	387,0	тр. прох.-1
6-7	375	5,7		20	87,5	498,8	0,301	1	44	542,8	тр. прох.-1
7-7'	213	25,4		25	8,7	221,0	0,104	13	70	291,0	4 отвода, ОП, тр. Прох., Кран шаровой
7'-6'	375	4,8		20	87,5	420,0	0,301	1	44	464,0	тр. прох.-1
6'-5'	587	6,0		25	57,7	346,2	0,288	1	41,4	387,6	тр. прох.-1
5'-4'	800	6,0		32	24,7	148,2	0,223	1	24,7	172,9	тр. прох.-1
4'-3'	1012	6,2		32	38,4	238,1	0,283	1	39,7	277,8	тр. прох.-1
3'-2'	1225	12,9		40	28	361,2	0,262	2	66	427,2	тр. прох.-1, 2 отвода
2'-1'	1292	78,3		40	30,9	2419,5	0,275	12	444	2863,5	тр. прох.-1, 6 отводов 1 вентиль
		251,7									9440,8

Рис. 3.1 – Эюра располагаемого давления.

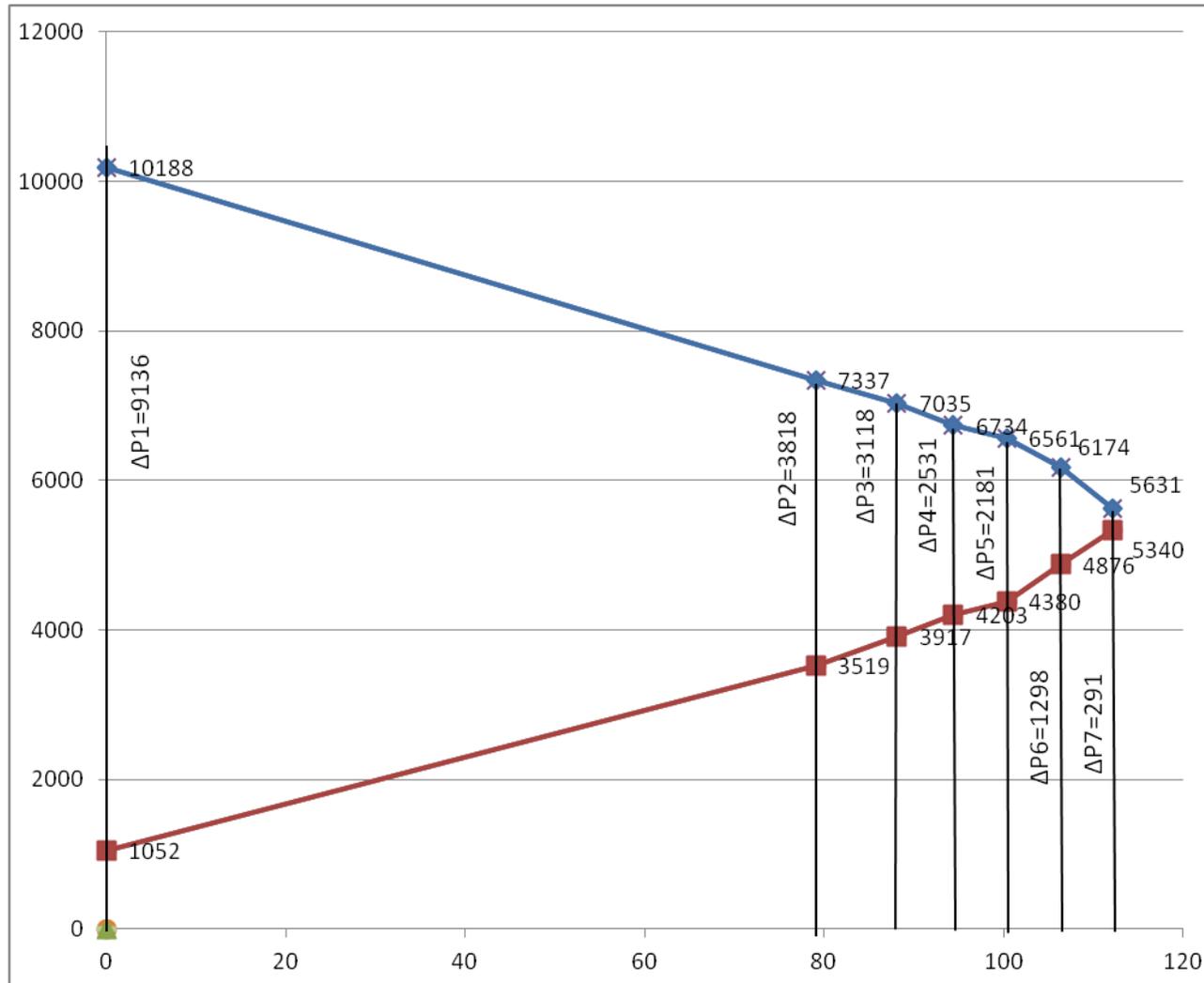


Таблица. 3.3 – Увязка отопительных приборов.

Номер уч-ка	Расход, $G_{уч}$, кг/ч	Длина, $L_{уч}$, м	$R_{ср}$, Па/м	Диаметр, d , мм	$R_{ф}$, Па/м	$R_{ф}^*1$, Па	Скорость, v , м/с	$\Sigma \zeta$	Z, Па	$R_{ф}^*1+Z$, Па	Примечание
$\Delta P_{расп}=3818$ Па		Отопительный прибор №1									
2-2'	67	7,7	290,1	15	16	123,2	0,098	11	53,8	177,0	2 отвода, ОП, тр. Прох., Кран шаровой
невязка-95%		Применяется балансировочный клапан «БРОЕН БАЛЛОРЕКС»									
$\Delta P_{расп}=3118$ Па		Отопительный прибор №2									
3-3'	213	7,7	236,9	15	140	1078,0	0,312	11	517	1595,0	2 отвода, ОП, тр. Прох., Кран шаровой
невязка-49%		Применяется балансировочный клапан «БРОЕН БАЛЛОРЕКС»									
$\Delta P_{расп}=2531$ Па		Отопительный прибор №3									
4-4'	213	7,7	192,3	15	140	1078,0	0,312	11	517	1595,0	2 отвода, ОП, тр. Прох., Кран шаровой
невязка-37%		Применяется балансировочный клапан «БРОЕН БАЛЛОРЕКС»									
$\Delta P_{расп}=2181$ Па		Отопительный прибор №4									
5-5'	213	7,7	165,7	15	140	1078,0	0,312	11	517	1595,0	2 отвода, ОП, тр. Прох., Кран шаровой
невязка-27%		Применяется балансировочный клапан «БРОЕН БАЛЛОРЕКС»									
$\Delta P_{расп}=1298$ Па		Отопительный прибор №5									
6-6'	162	7,7	83,0	15	16	123,2	0,237	11	297	420,2	2 отвода, ОП, тр. Прох., Кран шаровой
невязка-68%		Применяется балансировочный клапан «БРОЕН БАЛЛОРЕКС»									
$\Delta P_{расп}=291$ Па		Отопительный прибор №6									
7-7'	213	7,7	22,1	20	30	231,0	0,171	11	53,8	284,8	2 отвода, ОП, тр. Прох., Кран шаровой
невязка-2%		-допустимо									

3.3 Расчет регистров отопления

Расчет для прибора №7:

$D = 108 \text{ мм}$ - диаметр труб;

$L = 4 \text{ м}$ - длина труб;

$N = 5 \text{ шт}$ - кол-во труб;

$t_n = 95 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_o = 70 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_g = 20 \text{ }^\circ\text{C}$;

$$t_{cm} = \frac{95+70}{2} = 82,5 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$dt = 82,5 - 20 = 62,5 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$A = \frac{3,14 \cdot 108}{1000} \cdot 4 \cdot 5 = 6,78 \text{ м}^2;$$

$$Q_u = 5,669 \cdot 10^{-8} \cdot 0,81 \cdot 6,78 \cdot ((82,5 + 273)^4 - (20 + 273)^4) \cdot 0,93^{5-1} = 2456 \text{ Вт}$$

;

$$\alpha_u = \frac{2450}{62,5 \cdot 6,78} = 4,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \alpha_x = \frac{26,7166 \cdot 0,02596}{\frac{108}{1000}} \cdot 0,93^{5-1} = 4,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$Q_x = 4,8 \cdot 6,78 \cdot 62,5 = 2494 \text{ Вт}; Q = 2456 + 2494 = 4950 \text{ Вт}$$

Расчет остальных приборов сводится в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Расчет регистров отопления из гладких труб.

№ пр.	D, мм	N, шт	L, м	Темп-ра стенок труб, °C	Темп. напор, °C	Площадь пов-ти регистра, м2	Qi, Вт	αи, Вт/(м2*К)	αк, Вт/(м2*К)	Qк, Вт	Тепловая мощность, Вт
1	108	4	2	82,5	62,5	2,71	789	5,1	5,2	769	1558
2	108	5	4	82,5	62,5	6,78	2456	4,7	4,8	2494	4950
3	108	5	4	82,5	62,5	6,78	2456	4,7	4,8	2494	4950
4	108	5	4	82,5	62,5	6,78	2456	4,7	4,8	2494	4950
5	108	5	4	82,5	62,5	6,78	2456	4,7	4,8	2494	4950
6	108	5	3	82,5	62,5	5,09	1912	4,7	4,8	1871	3783

7	108	5	4	82,5	62,5	6,78	2456	4,7	4,8	2494	4950
---	-----	---	---	------	------	------	------	-----	-----	------	------

3.4 Подбор воздушно-отопительных агрегатов и насоса

Воздушно-отопительные агрегаты устанавливаются на участках диагностики и технического обслуживания и компенсируют часть теплопотерь помещения, а оставшиеся потери тепла компенсируются за счет приточной вентиляции. В нерабочее время агрегаты используются как система дежурного отопления, для поддержания температуры +5□.

Подбор осуществляется по каталогу. Данные для подбора и технические характеристики воздушно-отопительных агрегатов приведены в приложении А-Е. Количество агрегатов выбирается исходя из того чтобы суммарная тепловая мощность агрегатов не значительно превышала потери здания через ограждающие конструкции. При расположении агрегатов в помещении необходимо руководствоваться тем, чтобы не допустить наличие зон с пониженными температурами.

Характеристики насоса:

$$G_{\text{н}} = 1,1 \cdot 12,26 = 13,45 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$P_{\text{насос}} = 10188 \cdot 1,15 = 11716 \text{ Па}$$

Используя характеристики насоса, по значениям $P_{\text{н}}$ и $G_{\text{н}}$ подбираем насос MAGNA3-40-60. Рабочая точка и характеристики насоса приведены в приложении Ж.

4 ВЕНТИЛЯЦИЯ

4.1 Определение требуемого воздухообмена

Количество воздуха, удаляемого системами местной вытяжной вентиляции, определяется по СП, исходя из мощности двигателей обслуживаемых автомобилей. Расчет сводится в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Количество воздуха, удаляемого системами местной вытяжной вентиляции.

Наименование вредных выделений	Тип местного отсоса	Кол-во	$L_{MO}, \text{ м}^3/\text{ч}$	$\Sigma L_{MO}, \text{ м}^3/\text{ч}$
Выхлопные газы от дизельных двигателей	Вытяжная катушка с механическим побуждением	8	800	6400

Количество вредных выбросов при маневрировании автомобилей в помещениях, а также при регулировке двигателей(дизельных) определяется по формуле:

$$C = (160 + 13,5 \cdot B) \cdot \frac{P}{100} \cdot \frac{T}{60} \quad (4.1)$$

Количество выделяющейся влаги при испарении с поверхности пола, определяется по формуле:

$$W = 6,1 \cdot (t_c - t_m) \cdot F \quad (4.2)$$

Расчет вредных выделений поступающих от дизельных двигателей грузовых автомобилей сводится в таблицу 4.2. Расчет выделений влаги сводится в таблицу 4.3.

Таблица 4.2 – Вредные выделения от дизельных двигателей по участкам.

Наим. уч-ка	Наим. Процесса	Наим. вредностей	Раб.объем цил-ов двигателя, л	Весовое содерж. вредности, %	Время работы двигателя, мин	Кол-во вредн. выдел. от одного авт., кг/ч	Кол-во авт. в час	Кол-во вредн. выдел.на уч-ке, кг/ч	Общее кол-во, кг/ч		
									СО	NO ₂	Альд-ды
Уч-ок тех. обслуж.	Разогрев двигателя	СО	11,76	0,070	20	0,0744	3	0,223	0,248	0,027	0,177
		NO ₂		0,007	20	0,0074		0,022			
		Альдегиды		0,050	20	0,0531		0,159			
	Маневрирование и выезд	СО		0,050	2	0,0053		0,016			
		NO ₂		0,009	2	0,0010		0,003			
		Альдегиды		0,035	2	0,0037		0,011			
	Въезд	СО		0,028	2	0,0029		0,009			
		NO ₂		0,005	2	0,0005		0,002			
		Альдегиды		0,019	2	0,0020		0,006			
Уч-ок диагностики	Маневрирование и выезд	СО	11,76	0,050	2	0,0053	2	0,011	0,016	0,003	0,012
		NO ₂		0,009	2	0,0010		0,002			
		Альдегиды		0,035	2	0,0037		0,007			
	Въезд	СО		0,028	2	0,0029		0,006			
		NO ₂		0,005	2	0,0005		0,001			
		Альдегиды		0,019	2	0,0020		0,004			

продолжение таблицы 4.2.

Наим. уч-ка	Наим. Процесса	Наим. вредностей	Раб.объем цили-ов двигателя, л	Весовое содерж. вредности, %	Время работы двигателя, мин	Кол-во вредных выделений от одного авт., кг/ч	Кол-во авт. в час, шт	Кол-во вредных выделений на уч-ке, кг/ч	Общее кол-во, кг/ч		
									СО	NO ₂	Альд-ды
Уч-ок уборочн.-моечн. работ	Маневрирование и выезд	СО	11,76	0,050	2	0,0053	2	0,011	0,016	0,003	0,012
		NO ₂		0,009	2	0,0010		0,002			
		Альдегиды		0,035	2	0,0037		0,007			
	Въезд	СО		0,028	2	0,0029		0,006			
		NO ₂		0,005	2	0,0005		0,001			
		Альдегиды		0,019	2	0,0020		0,004			

Таблица 4.3 – Поступления влаги от людей и испарения

Наименование участка	Наименование источника выделений	Количество влаги, г/ч
Технического обслуживания	Люди	$W = 140 \cdot 10 = 1400$
Диагностики	Люди	$W = 140 \cdot 5 = 700$
Уборочно-моечных работ	Люди	$W = 140 \cdot 4 = 560$
	Жидкость с пов-ти пола	$W = 6,1 \cdot (20 - 17) \cdot 238 = 4354$

- Участок технического обслуживания:

Холодный период:

$$t_n = 20 + 5 = 25 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$q = 2,25 \text{ Вт/м}^3;$$

$$t_y = 20 + 0,3 \cdot (6 - 2) = 21,2 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$L^{XII} = 6400 + \frac{3,6 \cdot (-31954) - 1,2 \cdot 6400 \cdot (20 - 25)}{1,2 \cdot (21,2 - 20)} = 16700 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Теплый период:

$$t_n = t_n = 24,6^\circ\text{C};$$

$$q = 0,36 \text{ Вт/м}^3;$$

$$t_y = t_\epsilon = 27 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$L^{III} = 6400 + \frac{3,6 \cdot 4560 - 1,2 \cdot 6400 \cdot (27 - 24,6)}{1,2 \cdot (27 - 24,6)} = 5700 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Расчет по вредностям:

$$L_{\text{эп}}^{\text{CO}} = 6400 + \frac{47300 - 6400 \cdot (20 - 0,9)}{(20 - 0,9)} = 2476 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{эп}}^{\text{NO}_2} = 6400 + \frac{7200 - 6400 \cdot (2 - 0,012)}{(2 - 0,012)} = 3622 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{эп}}^{\text{Альд.}} = 6400 + \frac{86900 - 6400 \cdot (5 - 0,012)}{(5 - 0,012)} = 17422 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Расчет по санитарным нормам:

$$L_{\text{сн}} = 20 \cdot 10 = 200 \text{ м}^3/\text{ч};$$

За расчетный воздухообмен принимаем наибольшее из полученных значений: $L^{XII} = L_{\text{эп}}^{\text{Альд.}} = 17422 \text{ м}^3/\text{ч}$.

$$t_n = 20 + \frac{3,6 \cdot 31954}{17422 \cdot 1,2} = 25,5 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_n = 20 - \frac{3,6 \cdot 4560}{17422 \cdot 1,2} = 19,2 \text{ }^\circ\text{C};$$

- Участок диагностики:

Холодный период:

$$t_n = 20 + 5 = 25 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$q = 6,12 \text{ Вт/м}^3;$$

$$t_y = 20 + 0,4 \cdot (6 - 2) = 21,6 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$L^{XII} = \frac{3,6 \cdot (-20630)}{1,2 \cdot (21,6 - 25)} = 18203 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Теплый период:

$$t_n = t_n = 24,6^\circ\text{C};$$

$$q = 0,09 \text{ Вт/м}^3;$$

$$t_y = t_\epsilon = 27 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$L^{III} = \frac{3,6 \cdot 305}{1,2 \cdot (27 - 24,6)} = 381 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Расчет по вредностям:

$$L_{\epsilon p}^{CO} = \frac{16000}{(20 - 0,9)} = 838 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\epsilon p}^{NO_2} = \frac{3000}{(2 - 0,012)} = 1509 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\epsilon p}^{Альд.} = \frac{12000}{(5 - 0,012)} = 2406 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Расчет по санитарным нормам:

$$L_{сн} = 20 \cdot 5 = 100 \text{ м}^3/\text{ч};$$

За расчетный воздухообмен принимаем наибольшее из полученных значений: $L^{XII} = 18203 \text{ м}^3/\text{ч}$.

$$t_n = 20 - \frac{3,6 \cdot 305}{18203 \cdot 1,2} = 19,9 \text{ }^\circ\text{C};$$

- Участок уборочно-моечных работ:

Холодный период:

$$t_n = 20 + 5 = 25 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$q = 10,13 \text{ Вт/м}^3;$$

$$t_y = 20 + 0,3 \cdot (6 - 2) = 21,2 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$L^{XII} = \frac{3,6 \cdot (-25332)}{1,2 \cdot (21,2 - 25)} = 19999 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Теплый период:

$$t_n = t_n = 24,6^\circ\text{C};$$

$$q = 0,45 \text{ Вт/м}^3;$$

$$t_y = t_\epsilon = 27 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$L^{III} = \frac{3,6 \cdot 1116}{1,2 \cdot (27 - 24,6)} = 1395 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Расчет по вредностям:

$$L_{\epsilon p}^{CO} = \frac{16000}{(20 - 0,9)} = 838 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\epsilon p}^{NO_2} = \frac{3000}{(2 - 0,012)} = 1509 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\epsilon p}^{Альд.} = \frac{12000}{(5 - 0,012)} = 2406 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Расчет по санитарным нормам:

$$L_{сн} = 20 \cdot 4 = 80 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Расчет по выделениям влаги:

$$Q_{п}^{XII} = 3,6 \cdot (-25332) + (2500 + 1,8 \cdot 20) \cdot 4,915 = -78731 \text{ кДж/ч};$$

$$\epsilon^{XII} = \frac{-78731}{4,915} = -16018 \text{ кДж/кг};$$

$$L_{\epsilon л}^{XII} = \frac{4915}{1,2 \cdot (0,8 - 0,2)} = 6826 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_{п}^{III} = 3,6 \cdot 1116 + (2500 + 1,8 \cdot 27) \cdot 9,523 = 28288 \text{ кДж/ч};$$

$$\epsilon^{III} = \frac{28288}{9,523} = 2970 \text{ кДж/кг};$$

$$L_{\epsilon л}^{III} = \frac{9523}{1,2 \cdot (16,8 - 11,8)} = 1587 \text{ м}^3/\text{ч};$$

I-d диаграмма для расчета приводится в приложении .

За расчетный воздухообмен принимаем наибольшее из полученных значений: $L^{XII} = 19999 \text{ м}^3/\text{ч}$.

$$t_n = 20 - \frac{3,6 \cdot 1116}{19999 \cdot 1,2} = 19,8 \text{ }^\circ\text{C};$$

По данным из расчета составляется таблица воздушного баланса для каждого участка (табл. 4.4)

Таблица 4.4 – Воздушный баланс.

Наименование участка	Период года	Избытки/недостатки явного тепла, Вт	Объем помещения, м ³	Вытяжная система вентиляции, м ³ /ч					Приточная система вентиляции, м ³ /ч								
				Местн.		Общеобм.		Σ	Общеобм.		Σ						
				Естеств.	Механич.	Естеств.	Механич.		Естеств.	Механич.							
Тех.	ТП	+4560	12821	Отсутствует	6400	Отсутствует	11022	17422	Отсутствует	17422	17422						
	ХП	-31954					11022	17422		17422	17422						
Диагн.	ТП	+305	3372				0	Отсутствует		18203	18203	Отсутствует	18203	18203			
	ХП	-20630								18203	18203		18203	18203			
Убор.	ТП	+1116	2500							0	Отсутствует		19999	19999	Отсутствует	19999	19999
	ХП	-25332											19999	19999		19999	19999

4.2 Конструирование систем вентиляции

В данном проекте была запроектирована система вентиляции для СТО, помещения которого разделены на 3 участка: участок уборочно-моечных работ, участок диагностики и участок технического обслуживания. На данных участках происходит выделение вредных веществ при маневрировании автомобилей и регулировке двигателей.

Больше всего вредных веществ выделяется на участке технического обслуживания. Наиболее эффективным способом вентиляции является использование систем местной вытяжной вентиляции, принцип построения которых основан на удалении вредных веществ непосредственно от источника их выделения. Таким образом, исключается проникновение вредных веществ в зону, дыхания работающего персонала.

Местные отсосы (вытяжные катушки) с механическим приводом предназначены для отвода и последующего выброса вредных выделений от двигателей в атмосферу, с минимальным попаданием в рабочую зону.

Поскольку местные отсосы не могут удалить все количество выделяющихся вредных веществ, и до 10 % их попадает в объем помещения, предусматривается общеобменная вытяжная вентиляция в верхней зоне, осуществляемая при помощи крышных вентиляторов, установленных на кровле здания.

Исходя из экономических соображений, в данном производственном здании проектируются три системы приточной вентиляции, обеспечивающие подачу нагретого воздуха $t_n = 25,5$ °С на участок технического обслуживания и $t_n = 25$ °С на участки диагностики и уборочно-моечных работ. Воздуховоды прокладываются по колоннам, подача воздуха производится горизонтально сверху вниз, на высоте 3,5 метра от пола в сварочном и механическом цехе и на высоте 3 метра в заточном.

С северной и южной частей здания на всех участках располагаются раздвижные ворота, площадь которых составляет $S=16\text{м}^2$. Для исключения

возможности возникновения тумана на участке уборочно-моечных работ, в связи с большим количеством выделения влаги, были предусмотрены тепловые завесы шибберного типа периодического действия.

4.3 Расчет воздухораспределителей

Участок уборочно-моечных работ

1. Принимаем воздухораспределители типа РВ-5, в количестве 12 штук.

2. Количество воздуха, подаваемого через одно воздухораспределительное устройство:

$$L_0 = \frac{19999}{12} = 1666 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

3. Тип воздухораспределителей РВ-5

$$F_0 = 0,096 \text{ м}^2, m = 4,5, n = 3,2, \xi = 2,2$$

4. Скорость воздуха на выходе из воздухораспределителя:

$$v_0 = \frac{1666}{3600 \cdot 0,096} = 4,8 \text{ м/с}.$$

5. Геометрическая характеристика струи:

$$H = 5,45 \cdot \frac{4,5 \cdot 4,8 \cdot \sqrt[4]{0,096}}{\sqrt{3,2 \cdot 5}} = 16,4.$$

$$\Delta t_0 = |20 - 25| = 5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Выбираем подачу воздуха под углом 30° в горизонтальной плоскости и находим высоту расположения воздухораспределителей:

$$y = 4 \cdot tg30^\circ + \frac{0,47 \cdot 4^3}{16,4^2 \cdot \cos^2 30^\circ} = 2,5 \text{ м}$$

$$\bar{x} = \frac{4}{4,5 \cdot \sqrt{12}} = 0,26$$

$$F = \frac{0,096}{12} = 0,008 \rightarrow k_c = 0,7$$

$$\text{Соотношение } \frac{4}{0,9} = 4,4 \rightarrow k_s = 1$$

$$K_n = \cos 30^\circ \cdot \sqrt{\cos^2 30^\circ + \left[\sin 30^\circ + \left(\frac{4}{16,4 \cdot \cos 30^\circ} \right)^2 \right]^2} = 0,475$$

$$K_n = \frac{1}{\cos 30^\circ} = 1,155$$

$$6. V_x = \frac{4,5 \cdot 4,8 \cdot \sqrt{0,096}}{4} \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,475 = 0,56 \text{ м/с}$$

7. При $K = 1,8$ согласно СНиП [12, прил. Г] при размещении людей в зоне основного участка струи, условие имеет вид:

$$0,56 \leq 2 \cdot 0,3$$

$0,56 \text{ м/с} < 0,6 \text{ м/с}$ - условие выполняется

$$8. \Delta t_x = \frac{3,2 \cdot 5 \cdot \sqrt{0,096}}{4} \cdot \frac{1}{0,7 \cdot 1,155} = 1,69^\circ\text{C}$$

9. Согласно СП [12, прил.В] допустимое отклонение температуры приточного воздуха от нормируемой температуры в рабочей зоне при ассимиляции избытков теплоты в помещении в производственных зданиях $\Delta t_{\text{дон}} = 2^\circ\text{C}$.

$1,69^\circ\text{C} \leq 2^\circ\text{C}$ - условие выполняется.

Участок диагностики

1. Принимаем воздухораспределители типа РВ-5, в количестве 12 штук.

2. Количество воздуха, подаваемого через одно воздухораспределительное устройство:

$$L_0 = \frac{18203}{12} = 1517 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

3. Тип воздухораспределителей РВ-5

$$F_0 = 0,096 \text{ м}^2, m = 4,5, n = 3,2, \xi = 2,2$$

4. Скорость воздуха на выходе из воздухораспределителя:

$$v_0 = \frac{1517}{3600 \cdot 0,096} = 4,4 \text{ м/с.}$$

5. Геометрическая характеристика струи:

$$H = 5,45 \cdot \frac{4,5 \cdot 4,4 \cdot \sqrt[4]{0,096}}{\sqrt{3,2 \cdot 5}} = 15,02$$

$$\Delta t_0 = |20 - 25| = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Выбираем подачу воздуха под углом 30° в горизонтальной плоскости и находим высоту расположения воздухораспределителей:

$$y = 4 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ + \frac{0,47 \cdot 4^3}{15,02^2 \cdot \cos^2 30^\circ} = 5,5 \text{ м}$$

$$\bar{x} = \frac{5}{4,5 \cdot \sqrt{23}} = 0,23$$

$$F = \frac{0,096}{23} = 0,004 \rightarrow k_c = 0,9$$

$$\text{Соотношение } \frac{5}{0,9} = 5,55 \rightarrow k_\varepsilon = 1$$

$$K_n = \cos 30^\circ \cdot \sqrt{\cos^2 30^\circ + \left[\sin 30^\circ + \left(\frac{5}{15,02 \cdot \cos 30^\circ} \right)^2 \right]^2} = 0,532$$

$$K_n = \frac{1}{\cos 30^\circ} = 1,15$$

$$6. V_x = \frac{4,5 \cdot 4,4 \cdot \sqrt[4]{0,096}}{5} \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,532 = 0,58 \text{ м/с}$$

$$7. 0,58 \leq 2 \cdot 0,3$$

$$0,58 \text{ м/с} < 0,6 \text{ м/с} - \text{условие выполняется}$$

$$8. \Delta t_x = \frac{3,2 \cdot 5 \cdot \sqrt[4]{0,096}}{5} \cdot \frac{1}{0,9 \cdot 1,155} = 0,95 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$0,95 \text{ } ^\circ\text{C} \leq 2^\circ \text{ C} - \text{условие выполняется.}$$

Участок технического обслуживания

1. Принимаем воздухораспределители типа ВЭП-4,5 для подачи воздуха непосредственно в рабочую зону производственных помещений, в количестве 3 штук.

2. Количество воздуха, подаваемого через одно воздухораспределительное устройство:

$$L_0 = 4374 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

3. Тип воздухораспределителей ВЭП-4,5

$$F_0 = 0,16 \text{ м}^2, m = 0,4, n = 0,35, \xi = 4$$

4. Скорость воздуха на выходе из воздухораспределителя:

$$v_0 = \frac{4374}{3600 \cdot 0,16} = 7,59 \text{ м/с.}$$

5. Геометрическая характеристика струи:

$$H = 5,45 \cdot \frac{0,4 \cdot 7,59 \cdot \sqrt[4]{0,16}}{\sqrt{0,35 \cdot 5,5}} = 7,54.$$

$$\Delta t_0 = |20 - 25,5| = 5,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\bar{x} = \frac{2}{0,4 \cdot \sqrt{40}} = 0,8$$

$$F = \frac{0,16}{40} = 0,012 \rightarrow k_c = 0,4$$

$$\text{Соотношение } \frac{2}{3,5} = 0,57 \rightarrow k_\varepsilon = 1$$

$$K_\kappa = \sqrt{1 - \left(\frac{2}{8}\right)^4} = 0,92$$

$$6. V_x = \frac{0,4 \cdot 7,59 \cdot \sqrt[4]{0,16}}{2} \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 0,92 = 0,57 \text{ м/с}$$

$$7. 0,57 \leq 2 \cdot 0,3$$

0,57 м/с < 0,6 м/с- условие выполняется

$$8. \Delta t_x = \frac{0,35 \cdot 5,5 \cdot \sqrt[4]{0,16}}{2} \cdot \frac{1}{0,92 \cdot 0,4} = 1,05 \text{ }^\circ\text{C}$$

1,05 °C ≤ 2° C- условие выполняется.

4.4 Аэродинамический расчет

В ходе аэродинамического расчета определяются диаметры воздуховодов и потери давления в них.

Расчет системы П1 сводится в таблицу 4.5, системы П2, П3 в приложении 3 и И соответственно. Расчеты вытяжных систем сводятся в табл. 4.6.

Таблица 4.5 – Аэродинамический расчет системы П1.

Номер участка	Расход, L, м ³ /ч	Длина, l, м	Диаметр, d _э , мм	Площадь, f, м ²	Скорость, v, м/с	R _ф , Па	R _ф *l, Па/м	Σ ζ	R _{дин} , Па	z, Па	R _ф *l+z, Па	Σ ΔP	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Магистраль													
ВР	180			0,018					6				
1	180	4,7	200	0,031	1,592	0,21	1,0	0,63	1,5	9,0	10	16	Отвод круглого сечения под 90 (1 шт); Тр. на прох.
2	360	5,9	200	0,031	3,183	0,72	4,3	0,3	6,1	1,8	6	22	Тр. на прох.
3	540	2,8	200	0,031	4,775	1,51	4,2	1,3	13,7	17,8	22	44	Тр. на отв.
4	1080	16,2	250	0,049	6,112	1,80	29,1	1,96	22,4	43,9	73	117	Отвод круглого сечения под 90 (2 шт); Тр. на прох.
5	2160	0,9	300	0,090	6,667	1,68	1,5	0,35	26,7	9,3	11	128	Тр. на прох.
6	6534	5,1	500	0,250	7,260	1,04	5,3	0,9	31,6	28,5	34	162	Тр. на прох.
7	7974	5,9	545	0,300	7,383	0,96	5,7	0,2	32,7	6,5	12	172	Тр. на прох.
8	12348	6,9	686	0,480	7,146	0,68	4,7	0,3	30,6	9,2	14	188	Тр. на прох.
9	16722	5,8	800	0,640	7,258	0,58	3,3	0,15	31,6	4,7	8	196	Тр. на прох.
10	17442	25,1	800	0,640	7,570	0,62	15,6	2,4	34,4	82,5	98	294	Отвод прямоугольного сечения под 90 (4 шт); Тр. на прох.

продолжение таблицы 4.5.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ответвление 1													
ВР	180			0,018					6				
11	180	5,7	200	0,031	1,592	0,21	1,2	0,63	1,5	9,0	10	16	Отвод круглого сечения под 90 (1 шт); Тр.на прох.
12	360	5,9	200	0,031	3,183	0,72	4,3	0,2	6,1	1,2	5	22	Тр. на прох.
13	540	3,1	200	0,031	4,775	1,51	4,7	1,3	13,7	17,8	22	44	Тр. на отв..
Невязка: $\frac{(44-44)}{44} = 0\%$													
Ответвление 2													
ВР	180			0,018					6				
14	180	5	200	0,031	1,592	0,21	1,0	0,63	1,5	9,0	10	16	Отвод круглого сечения под 90 (1 шт); Тр.на прох.
15	360	7,6	200	0,031	3,183	0,72	5,5	0,3	6,1	1,8	7	23	Тр. на прох.
16	540	7,2	200	0,031	4,775	1,51	10,9	1,3	13,7	17,8	29	52	Тр. на отв.
17	1080	7,6	250	0,049	6,112	1,80	13,6	1,96	22,4	43,9	58	110	Отвод круглого сечения под 90 (2 шт); Тр. на отв.
Невязка: $\frac{(117-110)}{117} = 6\%$													

продолжение таблицы 4.5.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ответвление 3													
ВР	1458			0,031					15				
18	4374	3,2	400	0,160	7,594	1,49	4,8	0,63	34,6	29,8	35	50	Отвод круглого сечения под 90; тр. на отв.;
Невязка: $\frac{(128-50)}{128} = 61\%$; Диаметр диафрагмы: $d_d = \frac{128-50}{34,6} = 2,25 \text{ мм}$													
Ответвление 4													
ВР	180			0,018					6				
19	180	5	200	0,031	1,592	0,21	1,0	0,63	1,5	9,0	10	16	Отвод круглого сечения под 90; Тр. на прох.
20	360	7,6	200	0,031	3,183	0,72	5,5	0,3	6,1	1,8	7	23	Отвод круглого сечения под 90; Тр. на отв.
21	720	7,2	200	0,031	6,366	2,56	18,4	1,3	24,3	31,6	50	73	Тр. на отв.
22	1440	5,9	250	0,049	8,149	3,06	18,0	1,63	39,8	64,9	83	156	Отвод круглого сечения под 90; Тр. на отв.
Невязка: $\frac{(162-156)}{162} = 4\%$													
Ответвление 5													
ВР	1458			0,031					15				
23	4374	3,2	400	0,160	7,594	1,49	4,8	0,63	34,6	29,8	35	50	Отвод круглого сечения под 90; тр. на отв.;
Невязка: $\frac{(172-50)}{172} = 71\%$; Диаметр диафрагмы: $d_d = \frac{172-50}{34,6} = 3,53 \text{ мм}$													

продолжение таблицы 4.5.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ответвление 6													
ВР	1458			0,031					15				
24	4374	3,2	400	0,160	7,594	1,49	4,8	0,63	34,6	29,8	35	50	Отвод круглого сечения под 90 (1 шт); тр. на отв.;
Невязка: $\frac{(188-50)}{188} = 73\%$; Диаметр диафрагмы: $d_d = \frac{188-50}{34,6} = 3,99$ мм													
Ответвление 7													
ВР	180			0,018					6				
25	180	5	200	0,031	1,592	0,21	1,0	0,63	1,5	9,0	10	16	Отвод круглого сечения под 90 (1 шт); тр. на прох.
26	360	7,6	200	0,031	3,183	0,72	5,5	0,3	6,1	1,8	7	23	Тр.на отв.
27	720	7,2	200	0,031	6,366	2,56	18,4	1,3	24,3	31,6	50	73	Тр.на отв.
Невязка: $\frac{(196-73)}{196} = 63\%$; Диаметр диафрагмы: $d_d = \frac{196-73}{24,3} = 5,06$ мм													

Таблица 4.6 – Аэродинамический расчет вытяжных систем.

Номер участка	Расход, L, м ³ /ч	Длина, l, м	Диаметр, d _з , мм	Площадь, f, м ²	Скорость, v, м/с	R _ф , Па	R _ф *l, Па/м	Σ ζ	R _{дин} , Па	z, Па	R _ф *l+z, Па	Σ ΔP	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
B1-B8													
1	800	6	200	0,040	5,556	1,99	11,9	1,14	18,5	29,1	41	41	Шахта с зонтом; Отвод прямоугольного сечения под 90 (2 шт);
B9-B10													
1	1000	1,5	400	0,160	1,736	0,10	0,2	0,45	1,8	8,8	9	9	Тр. на прох.;
2	2000	1,5	400	0,160	3,472	0,36	0,5	0,35	7,2	2,5	3	12	Тр. на прох.;
3	3000	1,5	400	0,160	5,208	0,74	1,1	0,35	16,3	5,7	7	19	Тр. на прох.;
4	4000	1,5	600	0,360	3,086	0,17	0,3	0,25	5,7	1,4	2	21	Тр. на прох.;
5	5000	1,5	600	0,360	3,858	0,26	0,4	0,25	8,9	2,2	3	23	Тр. на прох.;
6	6000	1,5	600	0,360	4,630	0,36	0,5	0,15	12,9	1,9	2	26	Тр. на прох.;
7	7000	1,5	600	0,360	5,401	0,48	0,7	0,15	17,5	2,6	3	29	Тр. на прох.;
8	8000	1,5	600	0,360	6,173	0,61	0,9	0,15	22,9	3,4	4	33	Тр. на прох.;
9	9000	1,5	600	0,360	6,944	0,76	1,1	0,15	28,9	4,3	5	39	Тр. на прох.;
10	10000	4	600	0,360	7,716	0,92	3,7	1,63	35,7	58,2	62	101	Шахта с зонтом; Отвод круглого сечения под 90 (1 шт);

продолжение таблицы 4.6.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
В11													
1	1517	1,2	600	0,360	1,171	0,03	0,0	0,3	0,8	8,2	8	8	Тр. на прох.;
2	3034	1,2	600	0,360	2,341	0,11	0,1	0,2	3,3	0,7	1	9	Тр. на прох.;
3	4551	1,2	600	0,360	3,512	0,22	0,3	0,15	7,4	1,1	1	10	Тр. на прох.;
4	6068	1,2	600	0,360	4,682	0,37	0,4	0,15	13,2	2,0	2	13	Тр. на прох.;
5	7585	1,2	600	0,360	5,853	0,55	0,7	0,15	20,6	3,1	4	17	Тр. на прох.;
6	9102	1,2	600	0,360	7,023	0,78	0,9	0,15	29,6	4,4	5	22	Тр. на прох.;
7	10619	1,2	800	0,640	4,609	0,25	0,3	0,15	12,7	1,9	2	24	Тр. на прох.;
8	12136	1,2	800	0,640	5,267	0,32	0,4	0,15	16,6	2,5	3	27	Тр. на прох.;
9	13653	1,2	800	0,640	5,926	0,40	0,5	0,15	21,1	3,2	4	31	Тр. на прох.;
10	15170	1,2	800	0,640	6,584	0,48	0,6	0,15	26,0	3,9	4	35	Тр. на прох.;
11	16687	1,2	800	0,640	7,243	0,57	0,7	0,15	31,5	12,7	13	49	Тр. на прох.;
12	18203	7,6	800	0,640	7,901	0,67	5,1	1,63	37,5	61,0	66	115	Шахта с зонтом; Отвод круглого сечения под 90 (1 шт);
В12-В13													
Магистраль													
1	612	4	375	0,150	1,133	0,05	0,2	0,45	0,8	8,3	9	9	Тр. на прох.;
2	1224	4	375	0,150	2,267	0,18	0,7	0,35	3,1	1,1	2	10	Тр. на прох.;
3	1836	6,2	375	0,150	3,400	0,37	2,3	0,71	6,9	4,9	7	18	Отвод прямоуг. сечения под 90 (1 шт); Тр. на прох.;
4	3672	4,5	375	0,150	6,800	1,32	5,9	1,25	27,7	34,7	41	58	Шахта с зонтом;

продолжение таблицы 4.6.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ответвление													
5	612	4	300	0,090	1,889	0,17	0,7	0,63	2,1	9,3	10	10	Тр. на прох.;
6	1224	4	375	0,150	2,267	0,18	0,7	0,3	3,1	0,9	2	12	Тр. на прох.;
7	1836	1,7	375	0,150	3,400	0,37	0,6	0,5	6,9	3,5	5	17	Тр. на отв.;
Невязка: $\frac{(18-17)}{18} = 5\%$													
В14													
1	612	2,3	375	0,150	1,133	0,05	0,1	0,45	0,8	8,3	8	8	Тр. на прох.;
2	1224	2,3	375	0,150	2,267	0,18	0,4	0,35	3,1	1,1	1	10	Тр. на прох.;
3	1836	5,8	375	0,150	3,400	0,37	2,2	0,71	6,9	4,9	7	17	Отвод прямоуг. сечения под 90 (1 шт); Тр. на прох.;
4	3672	6,4	375	0,150	6,800	1,32	8,4	1,25	27,7	34,7	43	60	Шахта с зонтом;
Ответвление													
5	612	2,3	300	0,090	1,889	0,17	0,4	0,63	2,1	9,3	10	10	Тр. на прох.;
6	1224	2,3	375	0,150	2,267	0,18	0,4	0,3	3,1	0,9	1	11	Тр. на прох.;
7	1836	1,1	375	0,150	3,400	0,37	0,4	0,5	6,9	3,5	5	16	Тр. на отв.;
Невязка: $\frac{(17-16)}{17} = 6\%$													

4.5 Расчет и подбор оборудования

4.5.1 Расчёт и подбор калорифера

Калориферы вентиляционных систем промышленных зданий обогреваются водой. При проектировании калориферной установки необходимо учитывать количество калориферов и их увязку по воде для обеспечения необходимого регулирования по отдаче тепла нагреваемому воздуху.

Подбор калорифера:

$$\text{Для П1: } Q_{\text{в}} = 0,278 \cdot 17442 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot (25,5 - (-30)) = 322935 \text{ Дж}$$

$$\text{Для П2: } Q_{\text{в}} = 0,278 \cdot 19999 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot (25 - (-30)) = 366942 \text{ Дж}$$

$$\text{Для П3: } Q_{\text{в}} = 0,278 \cdot 18203 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot (25 - (-30)) = 333989 \text{ Дж}$$

$$\text{П1: } f_1 = \frac{17422 \cdot 1,2}{3600 \cdot 8} = 0,726 \text{ м}^2$$

$$\text{П2: } f_1 = \frac{19999 \cdot 1,2}{3600 \cdot 8} = 0,833 \text{ м}^2$$

$$\text{П3: } f_1 = \frac{18203 \cdot 1,2}{3600 \cdot 8} = 0,759 \text{ м}^2$$

Для системы П1 был подобран калорифер КСК-3-12-01 биметаллический с накатным оребрением (1 шт)

Для системы П2 был подобран калорифер КСК-3-12-01 биметаллический с накатным оребрением (1 шт)

Для системы П3 был подобран калорифер КСК-3-12-01 биметаллический с накатным оребрением (1 шт)

$$\text{П1: } f_{\text{ж.с.}} = 1,027 \text{ м}^2, f_{\text{поверх.}} = 0,00194 \text{ м}^2, F_{\text{д}} = 102,5 \text{ м}^2$$

$$\text{П2: } f_{\text{ж.с.}} = 1,027 \text{ м}^2, f_{\text{поверх.}} = 0,00194 \text{ м}^2, F_{\text{д}} = 102,5 \text{ м}^2$$

$$\text{П3: } f_{\text{ж.с.}} = 1,027 \text{ м}^2, f_{\text{поверх.}} = 0,00194 \text{ м}^2, F_{\text{д}} = 102,5 \text{ м}^2$$

$$\text{П1: } v_{\rho} = \frac{17422 \cdot 1,2}{3600 \cdot 1,027 \cdot 1} = 5,65 \text{ м/с}$$

$$\text{П2: } v_{\rho} = \frac{19999 \cdot 1,2}{3600 \cdot 1,027 \cdot 1} = 6,49 \text{ м/с}$$

$$\text{ПЗ: } v_{\rho} = \frac{18203 \cdot 1,2}{3600 \cdot 1,027 \cdot 1} = 5,91 \text{ М/с}$$

$$\text{П1: } W = \frac{0,86 \cdot 322935}{1000(95-70) \cdot 1} = 11,1 \text{ М}^3/\text{час}$$

$$\text{П2: } W = \frac{0,86 \cdot 366942}{1000(95-70) \cdot 1} = 12,6 \text{ М}^3/\text{час}$$

$$\text{ПЗ: } W = \frac{0,86 \cdot 333989}{1000(95-70) \cdot 1} = 11,5 \text{ М}^3/\text{час}$$

$$\text{П1: } \omega = \frac{11,1}{3600 \cdot 0,00194} = 1,6 \text{ М/с}$$

$$\text{П2: } \omega = \frac{12,6}{3600 \cdot 0,00194} = 1,8 \text{ М/с}$$

$$\text{ПЗ: } \omega = \frac{11,5}{3600 \cdot 0,00194} = 1,6 \text{ М/с}$$

Коэффициент теплопередачи принимается в соответствии с подобранной маркой по соответствующей эмпирической формуле:

$$k = 20,68 \cdot v_{\rho}^{0,32} \cdot \omega^{0,132} \quad (5.6)$$

$$\text{П1: } k = 19,31 \cdot 5,65^{0,455} \cdot 1,6^{0,14} = 45,35 \text{ Вт/М}^2\text{°С}$$

$$\text{П2: } k = 19,31 \cdot 6,49^{0,455} \cdot 1,8^{0,14} = 49,1 \text{ Вт/М}^2\text{°С}$$

$$\text{ПЗ: } k = 19,31 \cdot 5,91^{0,455} \cdot 1,6^{0,14} = 46,28 \text{ Вт/М}^2\text{°С}$$

Определяется требуемая поверхность нагрева калорифера по формуле:

$$F_{\text{треб.}} = \frac{Q}{k \cdot \left(\frac{T_1 + T_2}{2} - \frac{t_{\text{н}} + t_{\text{к}}}{2} \right)} \quad (5.7)$$

$$\text{П1: } F_{\text{треб.}} = \frac{322935}{45,35 \cdot \left(\frac{95+70}{2} - \frac{-30+25,5}{2} \right)} = 84 \text{ М}^2$$

$$\text{П2: } F_{\text{треб.}} = \frac{366942}{49,1 \cdot \left(\frac{95+70}{2} - \frac{-30+25}{2} \right)} = 88,2 \text{ М}^2$$

$$\text{ПЗ: } F_{\text{треб.}} = \frac{333989}{46,28 \cdot \left(\frac{95+70}{2} - \frac{-30+25}{2} \right)} = 85,2 \text{ М}^2$$

Определяется запас по площади поверхности нагрева. Он должен быть в пределах 10 – 20%.

$$\frac{F_d - F_{\text{треб.}}}{F_d} \quad (5.8)$$

$$\text{П1: } \frac{102,5 - 84}{102,5} \cdot 100\% = 18\% \rightarrow \text{условие выполняется}$$

$$\text{П2: } \frac{102,5 - 88,2}{102,5} \cdot 100\% = 14\% \rightarrow \text{условие выполняется}$$

$$\text{П3: } \frac{102,5 - 85,2}{102,5} \cdot 100\% = 17\% \rightarrow \text{условие выполняется}$$

Определяются потери давления в калорифере в соответствии с эмпирической формулой:

$$p_{\text{кал.}} = 2,8 \cdot v_p^{1,65} \quad (5.9)$$

$$\text{П1: } p_{\text{кал.}} = 48,4 \cdot 1,6^2 = 123,9 \text{ Па}$$

$$\text{П2: } p_{\text{кал.}} = 48,4 \cdot 1,8^2 = 156,8 \text{ Па}$$

$$\text{П3: } p_{\text{кал.}} = 48,4 \cdot 1,6^2 = 123,9 \text{ Па}$$

4.5.2 Расчёт и подбор воздухозаборных решеток

Одна решетка подбирается для системы П1 и еще одна для совместного забора воздуха для систем П2, П3.

Требуемая площадь поперечного сечения данной решетки:

$$F_{\text{тр.}} = \frac{L}{3600 \cdot \theta_{\text{реш}}}, \quad (5.10)$$

$$\text{П1: } F_{\text{тр.}} = \frac{17422}{3600 \cdot 4} = 1,2 \text{ м}^2$$

$$\text{П2, П3: } F_{\text{тр.}} = \frac{18203 + 19999}{3600 \cdot 4} = 2,65 \text{ м}^2$$

По полученной площади поперечного сечения по каталогу производителя [14] были подобраны воздухозаборные щелевые решетки: марки ЖМ – 7 в количестве 1 шт.-для системы П1 и в количестве 2 шт.-для системы П2 и П3 с параметрами:

Таблица 4.7 – Параметры воздухозаборных решеток.

Тип решетки	Вес решетки, кг	Живое сечение	Размеры решетки, мм		КМС
			наружные	внутренние	

		м ²	ширина	высота	ширина	высота	
ЖМ - 7	69,8	1,27	1290	1886	1190	1786	1,7

Воздухозаборные решетки типа ЖМ устанавливаются в узлах воздухозабора наружного воздуха приточных камер. Конструкция решетки типа ЖМ представляет собой сварную раму из равнополочного уголка 50x50x5 мм, внутрь которой, с шагом 35 мм под углом 45°, вставлены перья из листовой полосы $\delta = 1,5$ мм.

1. Количество воздухозаборных решеток определяется по формуле:

$$n = \frac{F_{\text{треб}}}{f_{\text{реш}}} \quad (5.11)$$

$$\text{П1: } n = \frac{1,2}{1,27} = 0,9 \sim 2 \text{ шт.}$$

$$\text{П2, П3: } n = \frac{2,65}{1,27} = 2 \text{ шт.}$$

2. По полученным параметрам решетки определяется фактическая скорость воздуха в живом сечении решетки по формуле:

$$v = \frac{L}{3600 \cdot f_{\text{реш}} \cdot n} \quad (5.12)$$

$$\text{П1: } v = \frac{17422}{3600 \cdot 1,27 \cdot 1} = 3,8 \text{ м/с}$$

$$\text{П2, П3: } v = \frac{38202}{3600 \cdot 1,27 \cdot 2} = 4 \text{ м/с}$$

3. По фактической скорости определим потери давления в решетке по формуле:

$$\Delta p_{\text{реш.}} = \xi \cdot \frac{\rho v^2}{2} \quad (5.13)$$

$$\text{П1: } \Delta p_{\text{реш.}} = 1,7 \cdot \frac{1,418 \cdot 3,8^2}{2} = 17,4 \text{ Па}$$

$$\text{П2, П3: } \Delta p_{\text{реш.}} = 1,7 \cdot \frac{1,418 \cdot 4^2}{2} = 19,3 \text{ Па}$$

4.5.3 Подбор вентиляторов

Подбор вентилятора осуществляется по заданной производительности и потерям давления на участке от воздухозабора до помещения, в которое подается воздух для приточной системы, с учетом 10%-го запаса на неучтенные сопротивления.

$$\text{П1: } L = 17422 \text{ м}^3/\text{час}$$

$$\Delta p_{\text{вент.}} = 1,1 \cdot (17,4 + 20 + 294 + 123,9) = 455 \text{ Па}$$

$$\text{П2: } L = 19999 \text{ м}^3/\text{час}$$

$$\Delta p_{\text{вент.}} = 1,1 \cdot (9,65 + 20 + 152 + 156,8) = 338 \text{ Па}$$

$$\text{П3: } L = 18203 \text{ м}^3/\text{час}$$

$$\Delta p_{\text{вент.}} = 1,1 \cdot (9,65 + 20 + 134 + 123,9) = 316 \text{ Па}$$

По заданным характеристикам, с помощью каталогов производителя [15], был подобран вентилятор для системы П1 – марки ВРАН9-10, для системы П2 – марки ВРАН9-10, для системы П3 – марки ВРАН9-8.

Подбор вентилятора для местных вытяжных систем 1-8 производится по каталогу производителя. К установке принят вентилятор: FUA-2100.

Подбор вентилятора в вытяжные механические системы В9-В14 осуществляется аналогично вентиляторам приточной камеры по известным потерям давления на магистральных участках и расходу.

$$\text{В9,В10: } \Delta p_{\text{вент.}} = \Delta p_{\text{сист}} \cdot 1,1 = 111 \cdot 1,1 = 122,1 \text{ Па.}$$

$$\text{Расход вытяжного воздуха: } L_{\text{выт.}} = 10000 \text{ м}^3/\text{час.}$$

$$\text{В11: } \Delta p_{\text{вент.}} = \Delta p_{\text{сист}} \cdot 1,1 = 120 \cdot 1,1 = 132 \text{ Па.}$$

$$\text{Расход вытяжного воздуха: } L_{\text{выт.}} = 18203 \text{ м}^3/\text{час.}$$

$$\text{В12-В14: } \Delta p_{\text{вент.}} = \Delta p_{\text{сист}} \cdot 1,1 = 70 \cdot 1,1 = 77 \text{ Па.}$$

$$\text{Расход вытяжного воздуха: } L_{\text{выт.}} = 3672 \text{ м}^3/\text{час.}$$

По заданным характеристикам были подобраны: для системы В9,В10 – вентиляторы марки CMFD-560, для системы В11– вентилятор марки CFMD-710, для системы В12-В14 – вентиляторы марки CMFD400.

Характеристики всех подобранных вентиляторов приведены в приложении.

4.5.4 Расчёт воздушных тепловых завес

Тепловые завесы применяются на участке уборочно-моечных работ для предотвращения образования тумана в помещении с выделениями влаги. Для расчета принята двухсторонняя воздушно-тепловая завеса шибберного типа, которая предотвращает врыв холодного воздуха, в следствии смещения его струей горячего воздуха.

Разность давлений:

$$\Delta P_{\tau} = 9,8 \cdot (0,5 \cdot 4) \cdot (1,453 - 1,204) = 4,88 \text{ Па};$$

$$\Delta P_a = 0,8 \cdot 4^2 \cdot \frac{1,453}{2} = 9,3 \text{ Па};$$

$$\Delta P = 4,88 + 0,2 \cdot 9,3 = 5,74 \text{ Па}.$$

Общий расход воздуха, подаваемого завесой:

$$G_3 = 5100 \cdot 0,65 \cdot 0,3 \cdot 16 \cdot \sqrt{5,74 \cdot 1,21} = 41934 \text{ кг/ч};$$

К установке принимаем завесу типа ЗВТЗ-3. Суммарная производительность по воздуху $G_3 = 44100$ кг/ч, по теплу $Q_3 = 383400$ Вт, значение $\bar{F} = 12$.

Для принятой завесы определяем фактическое значение \bar{q} :

$$\bar{q} = \frac{G_3}{5100 \cdot \mu_{\text{пр}} \cdot F_{\text{пр}} \cdot \sqrt{\Delta P \cdot \rho_c}} \quad (6.9)$$

$$\bar{q} = \frac{44100}{5100 \cdot 0,3 \cdot 16 \cdot \sqrt{5,74 \cdot 1,21}} = 0,68.$$

Требуемая температура воздуха, подаваемого завесой:

$$t_3 = (-30) + \frac{18 - (-30)}{0,68 \cdot (1 - 0,03)} = 42,7^\circ\text{C}.$$

Суммарная тепловая мощность калориферных установок агрегатов воздушно – тепловой завесы:

$$Q_3 = 44100 \cdot 0,28 \cdot (42,7 - 18) = 304996 \text{ Вт.}$$

Суммарная тепловая мощность принятой к установке завесы, составляет $Q_3 = 383400 \text{ Вт}$, что удовлетворяет требованиям. Принимаем типовую комплектацию завесы - двухрядная установка калориферных секций для каждого из двух агрегатов завесы.

Скорость воздуха на выходе из щелей раздаточных коробов завесы:

$$\rho_3 = \frac{353}{273+42,7} = 1,118 \text{ кг/м}^3;$$

$$v_3 = \frac{44100}{2 \cdot 3600 \cdot 0,15 \cdot 4 \cdot 1,118} = 9,13 \text{ м/с.}$$

Полученная величина скорости выпуска воздуха через щели завесы не превышает предельного ее значения, равного 25 м/с.

Аэродинамическое сопротивление раздаточного короба завесы:

$$\Delta P_3 = 2 \cdot \frac{9,13^2}{2} \cdot 1,118 = 93,2 \text{ Па.}$$

5 КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Средства автоматизации для систем ТГВ должны способствовать созданию комфортных условий жизни и труда человека, предусмотренных нормативными документами. Установка средств автоматизации положительно влияет на экономические показатели, т.к. появляется возможность автоматического регулирования тепловых режимов и оптимизации необходимых параметров. Большая протяженность систем ТГВ требует использования систем телемеханики и диспетчеризации.

В данной бакалаврской работе рассматривается автоматизация приточных вентиляционных установок с подогревом воздуха. В состав подсистем входят местное и дистанционное управления электрооборудованием с помощью переключателя и кнопочных станций. Требуемая температура воздуха в помещении поддерживается с помощью регулятора температуры, датчик которого размещается в помещении или в воздуховоде после вентилятора. Регулятор управляет исполнительным механизмом клапана на обратной линии теплоснабжения воздухоподогревателя. Для технологической защиты воздухоподогревателя от замерзания в схему включен позиционный регулятор температуры, датчик которого установлен в теплопроводе, возле воздухоподогревателя, а второй – в воздуховоде перед ним. Когда температура воды понизится до 30, а наружного воздуха будет ниже 3, регулятор отключит вентилятор и закроет приемный утепленный клапан. Кнопочная станция и магнитный пускатель

служат для управления электрообогревателем утепленного клапана на случай эксплуатации при температурах ниже пределов, предусмотренных основной схемой. Опыт эксплуатации автоматизированных ПВС показывает, что оборудование электрозащитой экономически эффективно.

Схема автоматизации приведена на рис. 5.1, а принципиальная электрическая схема приведена в приложении К.

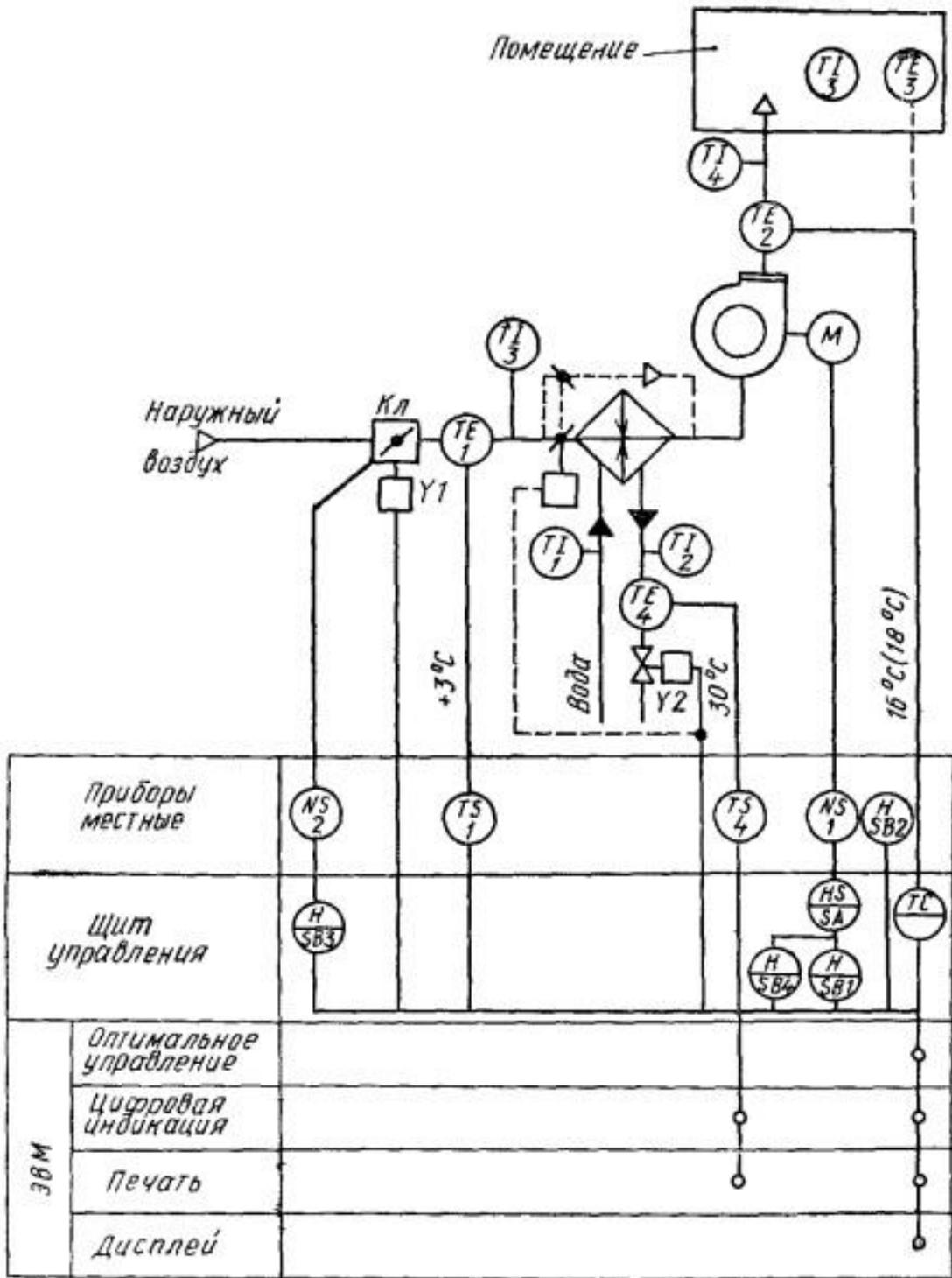


Рис. 5.1 – Схема автоматизации приточной вентиляционной системы.

6 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

6.1 Выбор и обоснование решений по производству работ

В основе организации монтажных сантехнических работ лежит поточный метод – метод непрерывного и ритмичного производства работ, основанный на эффективном сочетании последовательного и параллельного методов. Сущность данного метода в том, что бригады рабочих постоянного состава, оснащенные соответствующим комплектом инструмента и машин, выполняют одни те же работы, максимально совмещенные по времени

Монтаж внутренних систем следует производить в соответствии с требованиями СП, стандартов и инструкций заводов-изготовителей оборудования. До начала монтажа внутренних систем должны быть выполнены следующие работы:

- проложен ввод водоснабжения в здание;
- выполнена подготовка под полы;
- устроены опоры под трубопроводы, прокладываемые в подпольных каналах и технических подпольях;
- установлены закладные детали в строительных конструкциях;
- пробиты и подготовлены отверстия в стенах, перегородках, перекрытиях и покрытиях, необходимые для прокладки трубопроводов;
- оштукатурены или облицованы стены и ниши в местах установки санитарных приборов и прокладки трубопроводов.

Отопление.

Работы по монтажу трубопроводов систем отопления следует производить в последовательности:

1. Разметка мест установки креплений с учетом проектных уклонов.
2. Установка креплений (кронштейнов или подвесок с хомутами) со сверлением отверстий и заделкой цементным раствором;
3. Прокладка трубопроводов из стальных труб:

- соединение стальных труб, а также деталей и узлов из них следует выполнять сваркой или на резьбе, на накидных гайках и фланцах (к арматуре и оборудованию),

- при сборке узлов резьбовые соединения должны быть уплотнены.

- в качестве уплотнителя для резьбовых соединений следует применять ленту ФУМ или льняную пряжу, пропитанную свинцовым суриком или белилами, замешанными на олифе, или специальными уплотняющими пастами-герметиками;

- отклонения линейных размеров собранных узлов не должны превышать ± 3 мм при длине до 1 м и ± 1 мм на каждый последующий метр.

4. Крепление трубопроводов.

Фиксация трубопроводов в проектном положении выполняется при помощи хомутов, фиксаторов, скоб и других крепежных изделий.

5. Выверка трубопроводов.

Монтаж отопительных приборов осуществлять в следующей последовательности:

а) разметка мест установки средств крепления;

б) установка крепежных элементов и крепление их к строительным конструкциям;

в) установка отопительного прибора;

г) подсоединение к трубопроводам системы отопления.

6.2 Контроль качества

Производственный контроль качества работ должен включать входной контроль рабочей документации, изделий, материалов и оборудования, операционный контроль отдельных строительных процессов и производственных операций и приемочный контроль работ по монтажу внутренних систем.

Испытания трубопроводов отопления должны производиться до начала отделочных работ. Системы водяного отопления испытывают гидростатическим давлением, равным 1,5 рабочего давления, но не менее 0,2 МПа в самой низкой точке. На время испытания котлы и расширительный сосуд отсоединяют от системы. Заполняют систему через обратную магистраль, подключив ее к водопроводу. После наполнения системы закрывают все воздухоотборники и включают ручной или приводной гидравлический пресс, которым создают требуемое давление.

Падение давления во время испытания не должно превышать 0,02 МПа в течение 5 мин. Контролируют давление проверенным и опломбированным манометром с делениями на шкале через 0,01 МПа. Обнаруженные мелкие неисправности, не мешающие гидростатическому испытанию, отмечают мелом, а затем исправляют.

Тепловое испытание систем отопления при положительной температуре наружного воздуха должно производиться при температуре воды в подающих магистралях систем не менее 60 °С. При этом все отопительные приборы должны прогреваться равномерно.

6.3 Определение состава и объема работ

Подсчет объемов строительных и монтажных работ производится по чертежам, при этом учитываются единицы измерения принятые в ЕНиР. Работы проводятся в одну захватку.

Результаты расчета объемов работ сведены в таблицу 9.1.

Таблица 6.1 – Объемы монтажных работ

№ п/п	Наим. вида работ	Единица измерения	Кол-во	Примеч.
1	2	3	4	6
	Монтаж отопления:			
2	Разметка мест прокладки трубопроводов	100 м	2,56	
3	Сверление и пробивка отверстий в стенах и перекрытиях диаметром до 25 мм	100 отв.	0,2	
4	Комплектование и подноска материалов и изделий	т	0,49	
5	Прокладка труб магистрали			
	Ø 20	м	10,5	
	Ø 25	м	37,4	
	Ø 32	м	24,5	
	Ø 40	м	179,3	
6	Установка гладкотрубных приборов	шт	7	
7	Установка воздухоотводчиков	шт	3	
8	Ø 40	шт	4	
9	Ручная дуговая сварка трубопроводов			
	- вертикальная неповоротная	стык	38	
	- горизонтальная неповоротная	стык	73	
10	Испытание трубопроводов и нагревательных приборов	100 м 1 шт.	7	

Требуемые затраты труда и машинного времени устанавливаются по «Единым нормам и расценкам на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы» (ЕНиР) [3].

Трудоемкость определяется:

$$T_p = \frac{N_{вр} \cdot V}{8,2}, \quad (9.1)$$

где $N_{вр}$ – норма времени на единицу объема работ, чел.-час, по ЕНиР;

V – физический объем работ;

8,2 – продолжительность смены, час.

Кроме определения трудоемкости основных строительно-монтажных работ необходимо учесть затраты труда на работы, выполненные за счет накладных расходов (10%) и на подготовительные работы (4%).

Результаты расчета трудоемкости работ сведены в таблицу, приведенную в приложении Л.

7. Безопасность и экологичность объекта

7.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика

Таблица 7.1 – Технологический паспорт технического объекта

№ п / п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Монтажно-сборочные работы	Выполнение отверстий и проемов, соединение трубопроводов и воздуховодов	Монтажник внутренних санитарно-технических систем и оборудования	Дрели, болгарки, газовые ключи, молотки, автокран, стропы	Трубы, воздуховоды, вентиляционные агрегаты, воздухораспределители, воздухозаборные решетки

7.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 7.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
1	Строительно-монтажные работы	Недостаточное освещение	Слабая освещенность, дрель, болгарка, трубы, молотки, лесоподмости
2	Работы с шумными инструментами	Производственный шум	
3	Работы с применением электрооборудования	Высокое напряжение в электрической цепи	
4	Строительно-монтажные работы	Острые кромки, шероховатые поверхности, передвигающиеся предметы	

7.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Таблица 7.3 – Идентификация профессиональных рисков.

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	Недостаток освещения	Устройство искусственного освещения необходимого уровня	Использование фонарей и ламп. Костюм хлопчатобумажный для защиты от мех.повреждений, ботинки кожаные с жестким подмостком, каска строительная, перчатки ПВХ, беруши, очки защитные, пятиточечная страховая сист., жилет сигнальный 2-го уровня
2	Производственный шум	Использование СИЗ	
3	Высокое напряжение в электрической цепи	Изоляция проводов, устройство заземления	
4	Острые кромки, шероховатые поверхности, передвигающиеся предметы	Не предусмотрены	

7.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 7.4 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Установки пожаротушения	Средства пожарно-автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизованный и немеханизованный)	Пожарная сигнализация, связь, оповещение
Песок, вода, огнетуш	Пожарные автомоб	Пожарный гидрант	Не предусмотрено	Насос, огнетушители	Планы эвакуации	Ведро, лопата, лом, топор,	01 или сот. 112

итель	или, бульдозе р	вблизи здания			защита органов дыхания	багор, клевцы	
-------	-----------------------	------------------	--	--	------------------------------	------------------	--

Таблица 7.5 – Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, вида объекта	Наименование видов работ	Требование по обеспечению пожарной безопасности
Монтаж	Монтаж труб	Выполнение работ в соответствии с требованиями пожарной безопасности, в специально отведенных местах (СНиП 12-004-2002)

7.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Таблица 7.6 – Идентификация экологических факторов.

Наименование технического объекта, производственно-технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта	Воздействие объекта на атмосферу	Воздействие объекта на гидросферу	Воздействие объекта на литосферу
Монтаж труб	Работа автотранспорта	Выхлопные газы	Грязь с колес	Строительный мусор

Таблица 7.7 – Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Станция технического обслуживания грузовых автомобилей
Мероприятия по снижению воздействия на атмосферу	Установка устройств для снижения выбросов в атмосферу
Мероприятия по снижению воздействия на гидросферу	Установка отстойников
Мероприятия по снижению воздействия на литосферу	Вывоз мусорных отходов на специализированную свалку

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной бакалаврской работе при проектировании систем отопления и вентиляции был выполнен ряд задач, необходимый для правильного проектирования и последующего использования систем. Был произведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций, по результатам которого, ограждающие конструкции удовлетворяют требованиям. Также был произведен гидравлический расчет системы отопления, в ходе которого были подобраны необходимые диаметры трубопроводов и расчет отопительных приборов, в ходе которого была рассчитана тепловая мощность прибора. Для системы вентиляции были подобраны и рассчитаны воздухораспределители, произведен аэродинамический расчет. Также рассчитаны тепловые завесы на участке уборочно-моечных работ и подобрано оборудование для приточных и вытяжных систем. Цель данной бакалаврской работы выполнена – системы отопления и вентиляции запроектированы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 131.13330.2012. Строительная климатология: Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. Введ. 2013-01-01. М.: Минрегион России, 2012.
2. *ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к рабочей зоне.* – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1988.-78 с.
3. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий: Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Введ. 2013-07-01. - М.: Минрегион России, 2012.
4. СП 23.101.2004. Проектирование тепловой защиты. Введ. 2004-06-01. М.: Минрегион России, 2004.
5. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.2 / Б.В. Барклатов, Н.Н. Павлов, С.С. Амирджанов и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера.- М.: Стройиздат, 1992. – 416 с.
6. ОНТП 01-91. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта. Введ. 1991-08-07. М.: Росавтотранс, 1991.
7. Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий: Проектирование, Справочник/ Г.В. Русланов, М.Я. Розкин и др.- Киев.: Будивельник,1983. – 272 с.
8. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. Введ. 2013-01-01. - М.: Минрегион России, 2012
9. 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. Старовойрова и Ю.И. Шиллера.- М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.

10. Инструкция по монтажу и эксплуатации вытяжных катушек SER, SERF. [Электронный ресурс] – режим доступа: http://files.sovplym.ru/documents/pasport_pdf/ventilation/plymovent/pst_ser_pl.pdf
11. ВСН 01-89 Ведомственные строительные нормы предприятия по обслуживанию автомобилей. Введ. 12.01.90. М.: Минавтотранс РСФСР, 1989.
12. Рекомендации по разработке проектов автомобильных моек, приспособляемых для специальной обработки автотранспорта. Введ 01.08.2002. М: ГУП "ЭкИнЦ, 2009.
13. СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания: Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87 Введ. 2013-07-01.- М.: Минрегион России, 2011.
14. Каталог воздухопроводов [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://vents-ural.ru/wp-content/uploads/Vozduhovodi.pdf>
15. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.2 / Б.В. Барклатов, Н.Н. Павлов, С.С. Амирджанов и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера.- М.: Стройиздат, 1992. – 416 с.
16. Программа подбора приточных установок VESA [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.veza.ru/>
17. Каталог оборудования Русклимат [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.rusklimat.ru/catalog/>.
18. Каталог балансировочных клапанов БРОЕН [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://broen.ru/media/catalog/Directory-of-Balancing-valves-catalog.pdf>.
19. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник К10 [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://dokipedia.ru/document/4276214>.

20. Каталог фирмы Grundfos [Электронный ресурс] – режим доступа:
<http://ru.grundfos.com/documentation/gpc.html>.
21. ГОСТ 12.1.033-81. ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения. Введ. 1982-07-01
22. ГОСТ 12.1.041-83. ССБТ. Пожаровзрывобезопасность горючих пылей. Общие требования. Введ. 15.07.83 – М.: Госстрой СССР, 1983.
23. Проектирование промышленной вентиляции. Справочник / Торговников Б.М., Табачник В.Е., Ефанов Е.М. – Киев, 1983. – 256 с.
24. Монтаж вентиляционных систем. Под ред. И.Г. Староверова. Изд. 3-н, перераб. И доп. М., Стройиздат, 1978. – 591 с.
25. СП 57.13330.2011. Складские здания. Введ. 20.05.2011.- М.: Минрегион России, 2011.
26. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений / Б.В. Баркалов, И.Г. Староверов и др.; Под ред. В.И. Мошкина – М.: Стройиздат, 1969.- 527 с.
27. Пособие к СНиП 2.04.05-91 Расчет и распределение приточного воздуха - М.: Промстройпроект, 1993 г.
28. ГОСТ 21.602-2003 Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования. – М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004.
29. ГОСТ 12.3.025-80. ССБТ. Обработка металлов резанием. Требования безопасности. Введ 1982-07-01– М.: Госстрой СССР, 1982.
30. ГОСТ 12.3.003-86. Межгосударственный стандарт. ССБТ. Работы электросварочные. Требования безопасности. Введ. 19 декабря 1986 – М.: Госстрой СССР, 1982.

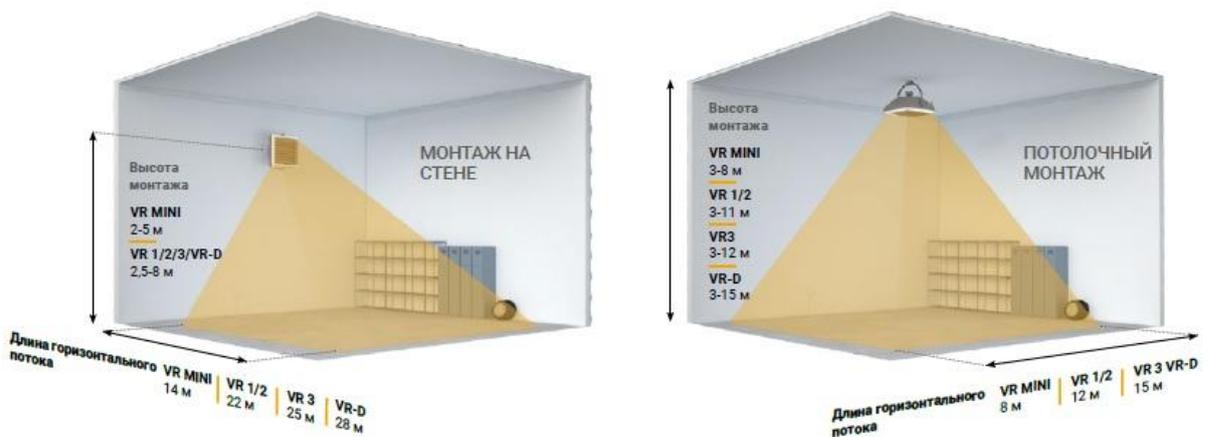
Технические характеристики

Параметры	Ед. изм.	VOLCANO VR MINI	VOLCANO VR1	VOLCANO VR2	VOLCANO VR3	VOLCANO VR-D
Количество рядов теплообменника	-	2	1	2	3	—
Максимальный расход воздуха	м³/ч	2100	5300	4850	5700	6500
Диапазон тепловых мощностей	кВт	3-20	5-30	8-50	13-75	—
Максимальная температура теплоносителя	°С	130				—
Максимальное рабочее давление	МПа	1,6				—
Максимальная длина горизонтального потока воздуха	м	14	23	22	25	28
Максимальная длина вертикального потока воздуха	м	8	12	11	12	15
Внутренний объем теплообменника	дм³	1,12	1,25	2,16	3,1	—
Диаметр присоединительных патрубков	•	3/4				—
Масса агрегата (без воды)	кг	17,5	27,5	29	31	22
Напряжение /частота электропитания	В/Гц	1 – 230/50				
Мощность электродвигателя AC	кВт	0,115	0,28		0,41	
Номинальный ток электродвигателя AC	А	0,53	1,3		1,7	
Частота вращения электродвигателя AC	об/мин	1450	1380			
Степень защиты электродвигателя AC (IP)	-	54				
Мощность электродвигателя EC	кВт	0,095	0,25		0,37	
Номинальный ток электродвигателя EC	А	0,51	1,3		1,7	
Частота вращения электродвигателя EC	об/мин	1450	1430		1400	
Степень защиты электродвигателя EC (IP)	-	44				
Цветовое исполнение		Передняя часть: RAL 9016 Traffic White, задняя часть + консоль – RAL 7036 Platinum Grey, вентилятор – RAL 6038 Green				

VOLCANO

	VR MINI	VR1	VR2	VR3	VR-D
ДИАПАЗОН ТЕПЛОВЫХ МОЩНОСТЕЙ	3-20 кВт	5-30 кВт	8-50 кВт	13-75 кВт	-
МАКСИМАЛЬНЫЙ РАСХОД ВОЗДУХА*	2100 м³/час	5300 м³/час	4850 м³/час	5700 м³/час	6500 м³/час
ДАЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ В ГОРИЗОНТАЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ (МАКСИМАЛЬНАЯ ДЛИНА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПОТОКА ВОЗДУХА, НЕ БОЛЕЕ)	14 м	23 м	22 м	25 м	28 м
ДАЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ В ВЕРТИКАЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ (МАКСИМАЛЬНАЯ ДЛИНА ВЕРТИКАЛЬНОГО ПОТОКА ВОЗДУХА, НЕ БОЛЕЕ)	8 м	12 м	11 м	12 м	15 м

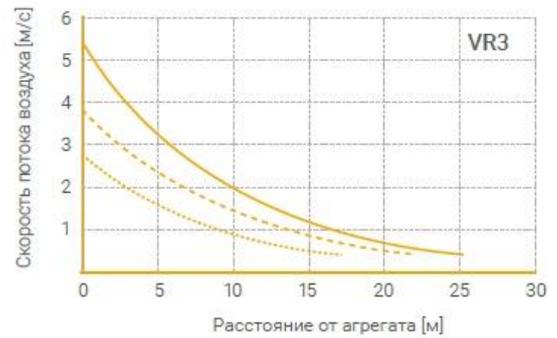
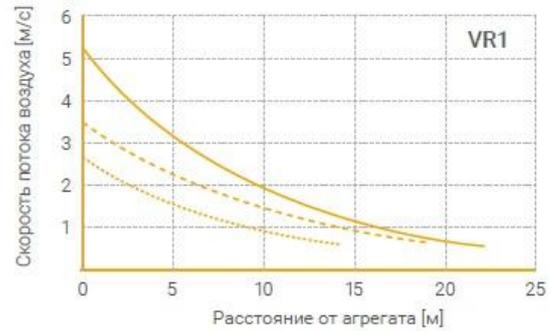
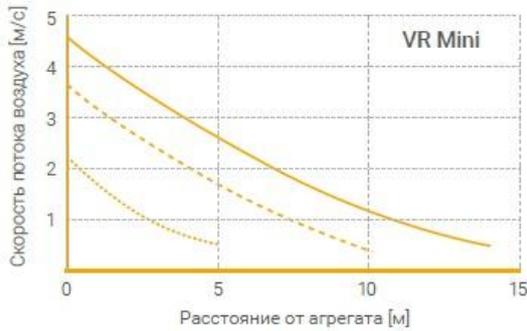
*0,5 м/с - максимальная скорость.



В состав стандартной комплектации воздушно-отопительного агрегата VOLCANO входит монтажная консоль, обеспечивающая возможность крепления агрегата, как к стене, так и к потолку.

Максимальная дальность потока воздуха в вертикальном направлении 8-15 м, в зависимости от типоразмера агрегата. Максимальная дальность в горизонтальном направлении составляет 14-25 м.

График зависимости скорости потока воздуха от расстояния



Параметры - Tz / Tr [°C]																					
		90/70					80/60					70/50					50/30				
Tr1 [°C]	Qp [м³/час]	Pg [кВт]	Tr2 [°C]	Qw [м³/час]	Δp [кПа]	Pg [кВт]	Tr2 [°C]	Qw [м³/час]	Δp [кПа]	Pg [кВт]	Tr2 [°C]	Qw [м³/час]	Δp [кПа]	Pg [кВт]	Tr2 [°C]	Qw [м³/час]	Δp [кПа]				
0	2100	20,7	29,5	0,92	13,9	17,9	25,4	0,79	10,7	15,1	21,4	0,66	7,9	9,2	13,1	0,4	3,4				
	1650	18,1	32,6	0,8	10,7	15,6	28,2	0,69	8,3	13,1	23,7	0,58	6,1	8	14,6	0,35	2,6				
	1100	14,1	38,3	0,63	6,8	12,2	33,2	0,54	5,3	10,3	27,9	0,45	3,9	6,3	17,2	0,28	1,7				
5	1650	16,9	35,6	0,75	9,5	16,6	28,6	0,73	9,3	13,7	24,5	0,6	6,6	7,6	16,1	0,34	2,5				
	2100	19,4	32,6	0,86	12,3	14,5	31,1	0,64	7,2	12	26,6	0,53	5,2	6,8	17,4	0,3	2				
	1100	13,3	40,9	0,59	6	11,3	35,8	0,5	4,6	9,4	30,5	0,41	3,3	5,4	19,6	0,23	1,3				
10	2100	18,1	35,7	0,8	10,8	15,3	31,7	0,67	8	12,4	27,6	0,54	5,5	6,4	19,1	0,28	1,7				
	1650	15,8	35,5	0,7	8,4	13,3	34,1	0,59	6,2	10,8	29,5	0,47	4,3	5,6	20,1	0,24	1,4				
	1100	12,4	43,5	0,55	5,3	10,4	38,3	0,46	3,9	8,5	33	0,37	2,8	4,4	21,9	0,19	0,9				
15	2100	16,8	38,8	0,74	9,4	13,9	34,8	0,61	6,7	11	30,7	0,48	4,4	4,9	22	0,22	1,1				
	1650	14,6	41,4	0,65	7,3	12,1	37	0,54	5,2	9,6	32,4	0,42	3,5	4,3	22,8	0,19	0,9				
	1100	11,5	46,1	0,51	4,6	9,5	40,9	0,42	3,3	7,6	35,5	0,33	2,2	3,3	24,1	0,15	0,5				
20	2100	15,5	41,9	0,69	8	12,6	37,9	0,56	5,6	9,7	33,7	0,42	3,5	3,3	24,7	0,14	0,5				
	1650	13,5	44,3	0,6	6,2	11	39,8	0,48	4,3	8,4	35,2	0,37	2,7	2,8	25,1	0,12	0,4				
	1100	10,6	48,6	0,47	4	8,6	43,4	0,38	2,8	6,6	38	0,29	1,8	1,9	25,2	0,08	0,2				

Параметры					
Модель	-	Настенный контроллер WING/VOLCANO	Программируемый термостат EH20.1	Потенциометр VR EC (0-10 В)	Контроллер HMI VR (0-10 В)
Артикул VTS	-	1-4-0101-0438	1-4-0101-0099	1-4-0101-0453	1-4-0101-0169
Совместная работа с типом электродвигателя	-	AC		EC	
Напряжение электропитания	В/фаза/Гц	~230/1/50	2 x батареи 1,5 AA	~230/1/50	~230/1/50
Допустимая нагрузка	А	6(3)	3	0,02 А для 0-10 В	1А для 230 В AC 0,02А для 0-10 В
Диапазон регулировки температуры	°C	10...30	5...30	-	5...40
Режимы работы	-	-	ручной	-	ручной/автоматический
График часы/неделя	-	НЕТ	ДА	НЕТ	ДА
Таймер	-	НЕТ	ДА	НЕТ	ДА
Датчик измерения температуры	-	встроенный		-	встроенный
Возможность подключения отдельного датчика температуры	шт.	НЕТ			1 или 4
Выходной сигнал	-	on/off		0-10 В DC	
Степень защиты	IP	30			

Совместная работа элементов автоматики с воздушно-отопительными агрегатами Volcano

Модель		Настенный контроллер WING / VOLCANO	Программируемый термостат EH20.1	Регулятор оборотов ARW3,0/2	Потенциометр VR EC (0-10 В)	Контроллер HMI VR (0-10 В)
Артикул VTS	-	1-4-0101-0438	1-4-0101-0099	1-4-0101-0434	1-4-0101-0453	1-4-0101-0169
Совместная работа с типом электродвигателя	-	AC			EC	
VR Mini	шт.	4	1	4	4	4
VR1	шт.	2	1	1	4	4
VR2	шт.	2	1	1	4	4
VR3	шт.	1	1	1	4	4
VR-D	шт.	1	1	1	4	4

Параметры		
Клапан с сервоприводом VA-VEH202TA		
Артикул VTS	-	1-2-1204-2019
Напряжение электропитания	В/фаза/Гц	~230/1/50
Потребляемая мощность	Вт	1
Присоединительные патрубки	-	3/4
Кvs (пропускная способность клапана)	м³/час	4,5
Время открытия/закрытия	мин.	3/3
Степень защиты	IP	54

Параметры		
Регулятор оборотов ARW3,0/2		
Артикул VTS	-	1-4-0101-0434
Напряжение электропитания	В/фаза/Гц	~230/1/50
Допустимый ток на выходе	А	3
Способ регулирования	-	ручной
Диапазон регулировки	-	5
Выключатель/выключатель	-	да
Макс. температура окружающей среды	°C	35
Степень защиты	IP	54

Параметры		
Комнатный датчик NTC (для контроллера HMI VR)		
Резисторный измерительный элемент	кОм	NTC 10K
Монтаж	-	настенный
Максимальная длина сигнального кабеля	м	100
Температура окружающей среды	°C	0...40
Диапазон измерения температуры	°C	-20...+70
Степень защиты	IP	20

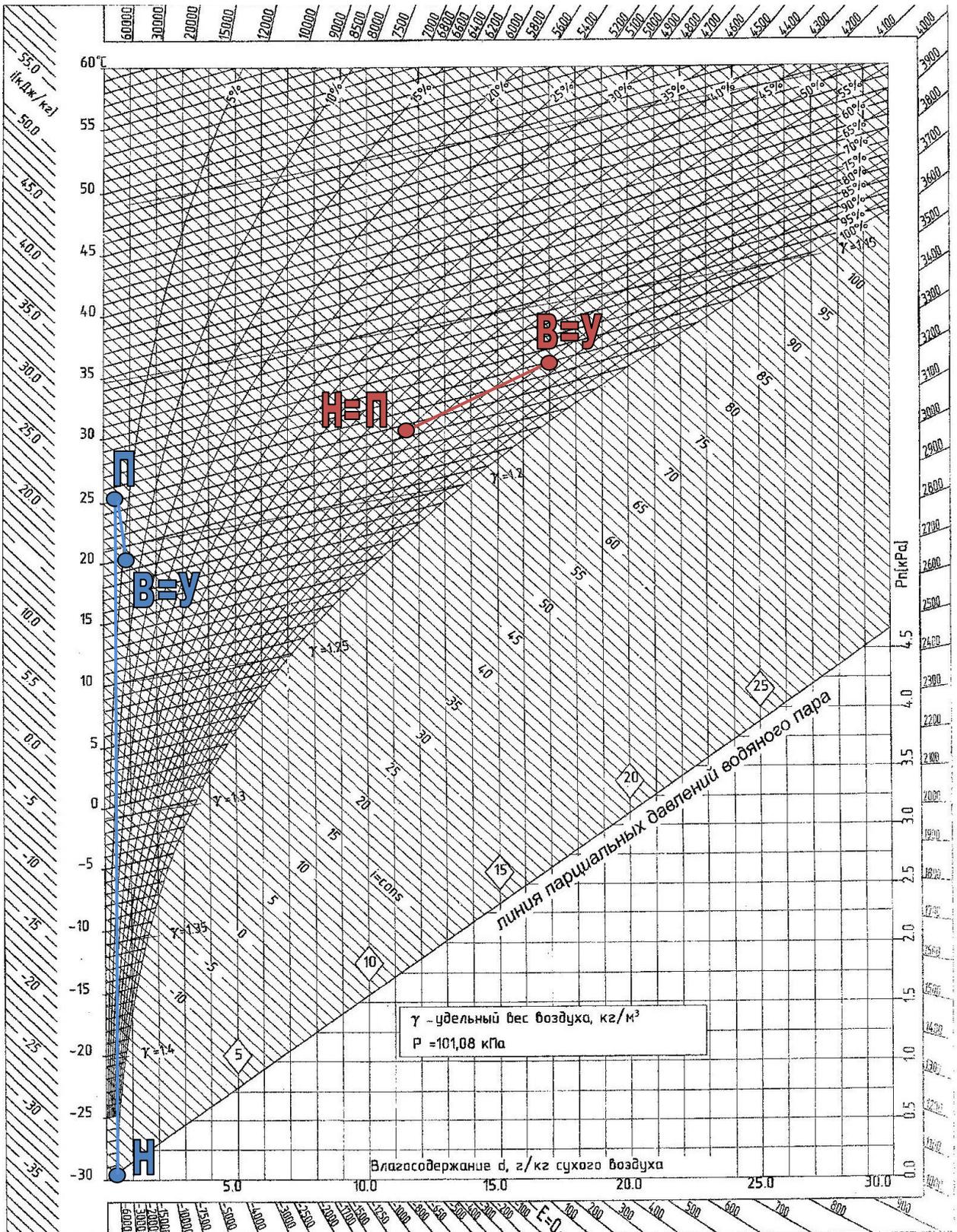


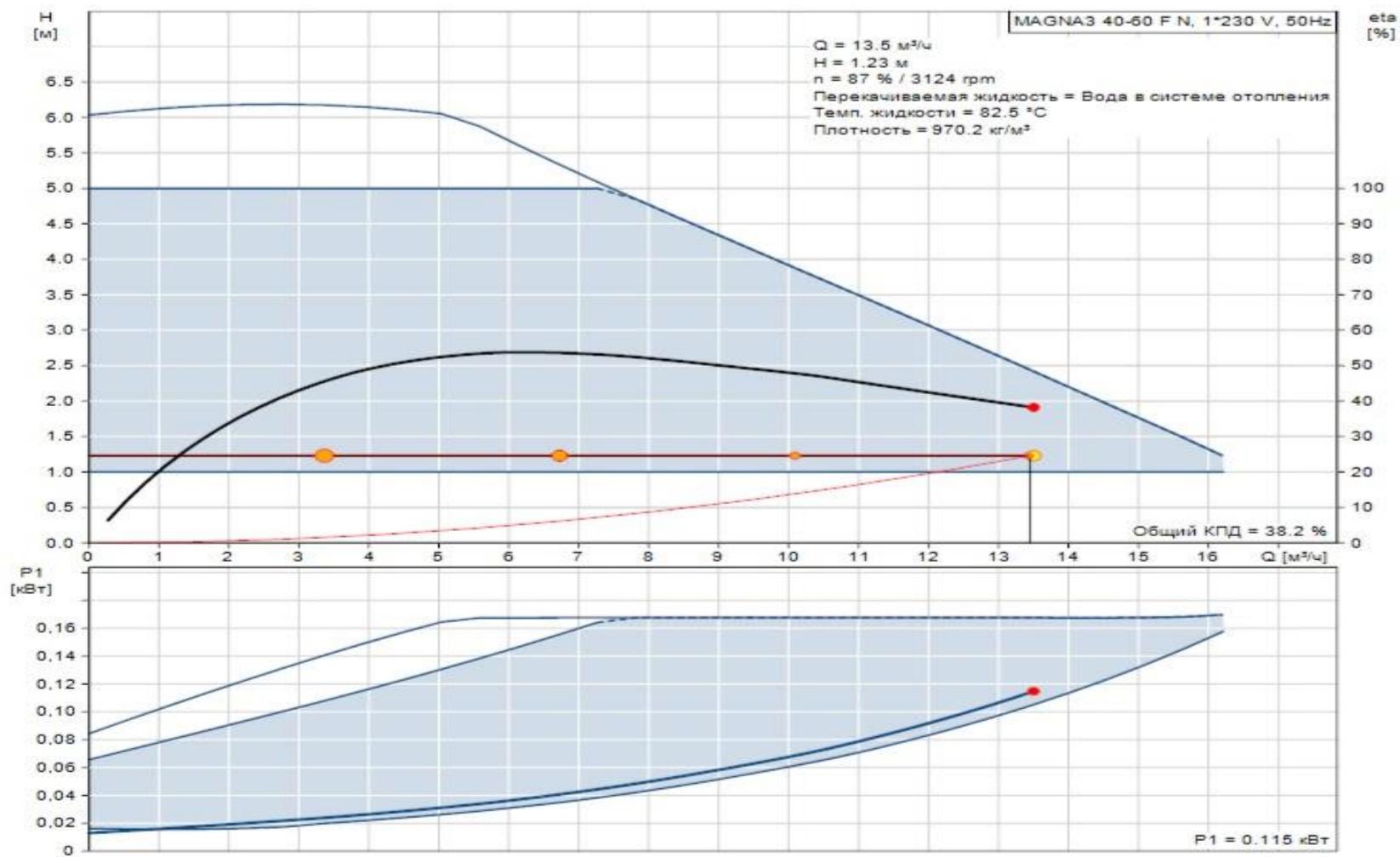
Таблица 8 – Аэродинамический расчет системы П2.

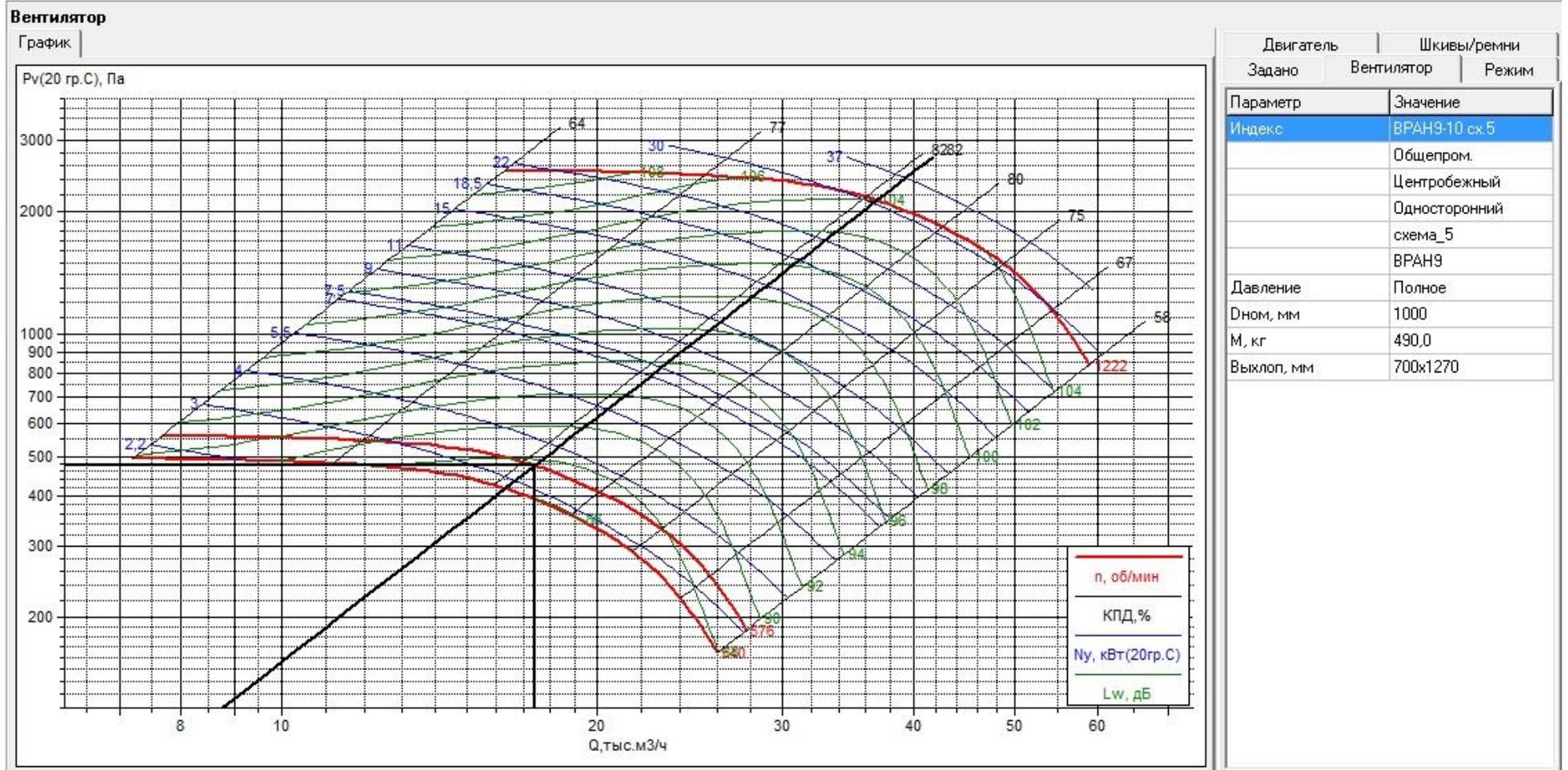
Номер участка	Расход, L, м ³ /ч	Длина, l, м	Диаметр, d _э , мм	Площадь, f, м ²	Скорость, v, м/с	R _ф , Па	R _ф *l, Па/м	Σ ζ	R _{дин} , Па	z, Па	R _ф *l+z, Па	Σ ΔP	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ВР	1666			0,018							5	5	
1	1666	2	600	0,360	1,285	0,04	0,1	0,3	1,0	8,3	8	13	Тр.на прох.
2	3332	1,7	600	0,360	2,571	0,12	0,2	0,2	4,0	0,8	1	14	Тр.на прох.
3	4998	1,7	600	0,360	3,856	0,26	0,4	0,15	8,9	1,3	2	16	Тр.на прох.
4	6664	1,7	600	0,360	5,142	0,44	0,7	0,15	15,9	2,4	3	19	Тр.на прох.
5	8330	1,7	600	0,360	6,427	0,66	1,1	0,15	24,8	3,7	5	24	Тр.на прох.
6	9996	1,7	600	0,360	7,713	0,92	1,6	0,15	35,7	5,4	7	31	Тр.на прох.
7	11662	1,7	800	0,640	5,062	0,30	0,5	0,15	15,4	2,3	3	34	Тр.на прох.
8	13328	1,7	800	0,640	5,785	0,38	0,6	0,15	20,1	3,0	4	38	Тр.на прох.
9	14994	1,7	800	0,640	6,508	0,47	0,8	0,15	25,4	3,8	5	42	Тр.на прох.
10	16660	1,7	800	0,640	7,231	0,57	1,0	0,15	31,4	4,7	6	48	Тр.на прох.
11	18326	1,7	800	0,640	7,954	0,68	1,2	0,15	38,0	13,7	15	63	Тр.на прох.
12	19999	8,4	800	0,640	8,680	0,80	6,7	1,44	45,2	65,1	72	134	Отвод прямоуг. сечения под 90 (3 шт).

Таблица 9 – Аэродинамический расчет системы ПЗ.

Номер участка	Расход, L, м ³ /ч	Длина, l, м	Диаметр, d ₃ , мм	Площадь, f, м ²	Скорость, v, м/с	R _ф , Па	R _ф *l, Па/м	Σ ζ	R _{дин} , Па	z, Па	R _ф *l+z, Па	Σ ΔP	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ВР	1666			0,018							5	5	
1	1517	1,6	600	0,360	1,171	0,03	0,0	0,3	0,8	8,2	8	13	Тр.на прох.
2	3034	1,6	600	0,360	2,341	0,11	0,2	0,2	3,3	0,7	1	14	Тр.на прох.
3	4551	1,6	600	0,360	3,512	0,22	0,3	0,15	7,4	1,1	1	16	Тр.на прох.
4	6068	1,6	600	0,360	4,682	0,37	0,6	0,15	13,2	2,0	3	18	Тр.на прох.
5	7585	1,6	600	0,360	5,853	0,55	0,9	0,15	20,6	3,1	4	22	Тр.на прох.
6	9102	1,6	600	0,360	7,023	0,78	1,2	0,15	29,6	4,4	6	28	Тр.на прох.
7	10619	1,6	800	0,640	4,609	0,25	0,4	0,15	12,7	1,9	2	30	Тр.на прох.
8	12136	1,6	800	0,640	5,267	0,32	0,5	0,15	16,6	2,5	3	33	Тр.на прох.
9	13653	1,6	800	0,640	5,926	0,40	0,6	0,15	21,1	3,2	4	37	Тр.на прох.
10	15170	1,6	800	0,640	6,584	0,48	0,8	0,15	26,0	3,9	5	42	Тр.на прох.
11	16687	1,6	800	0,640	7,243	0,57	0,9	0,15	31,5	12,7	14	55	Тр.на прох.
12	18203	9,2	800	0,640	7,901	0,67	6,2	2,43	37,5	91,0	97	152	Отвод прямоуг. сеч. под 90 (3 шт); Отвод прямоуг. сеч. под 45 (2шт)

Приложение Д

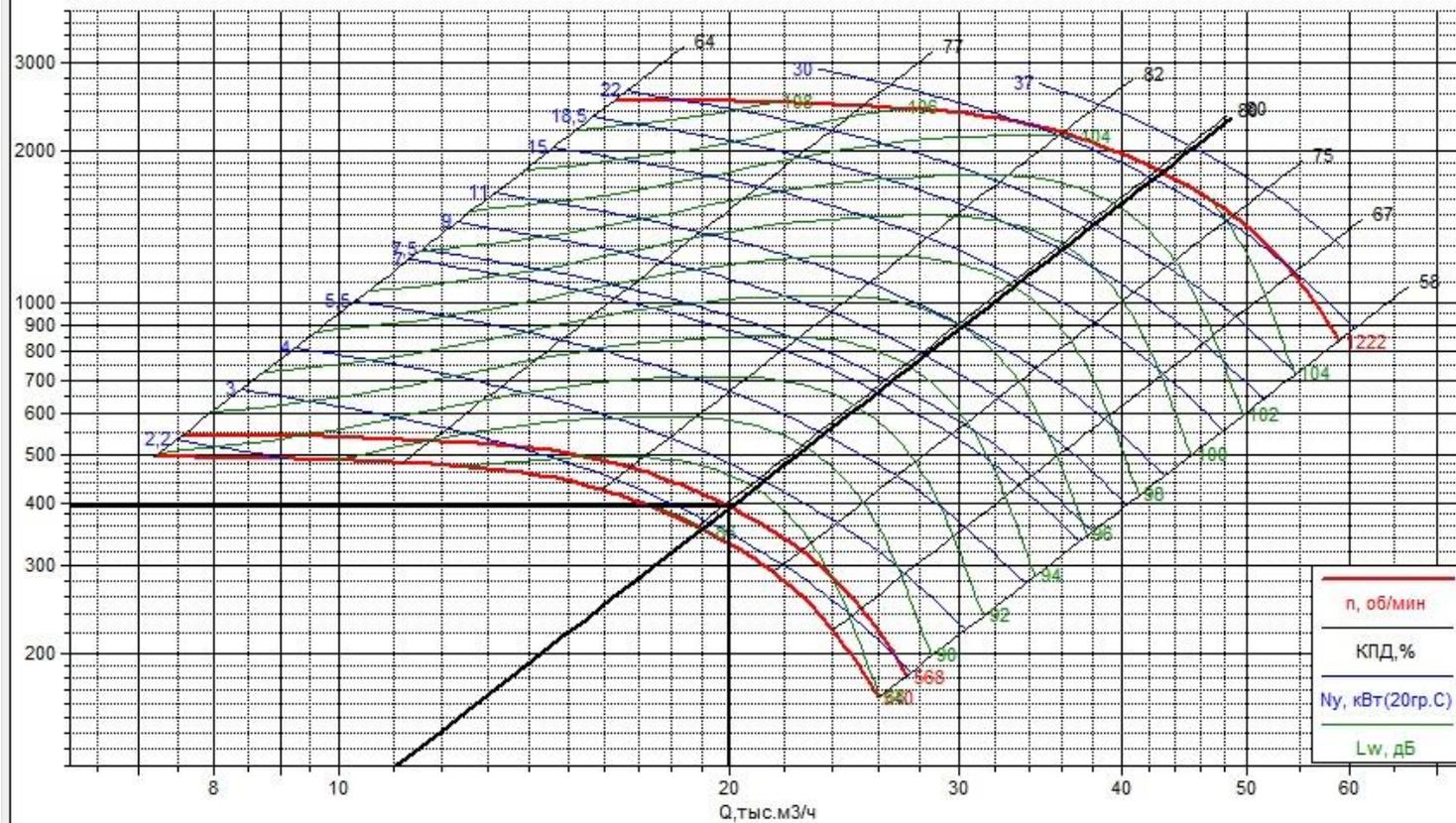




Вентилятор

График

Pv(20 гр.С), Па

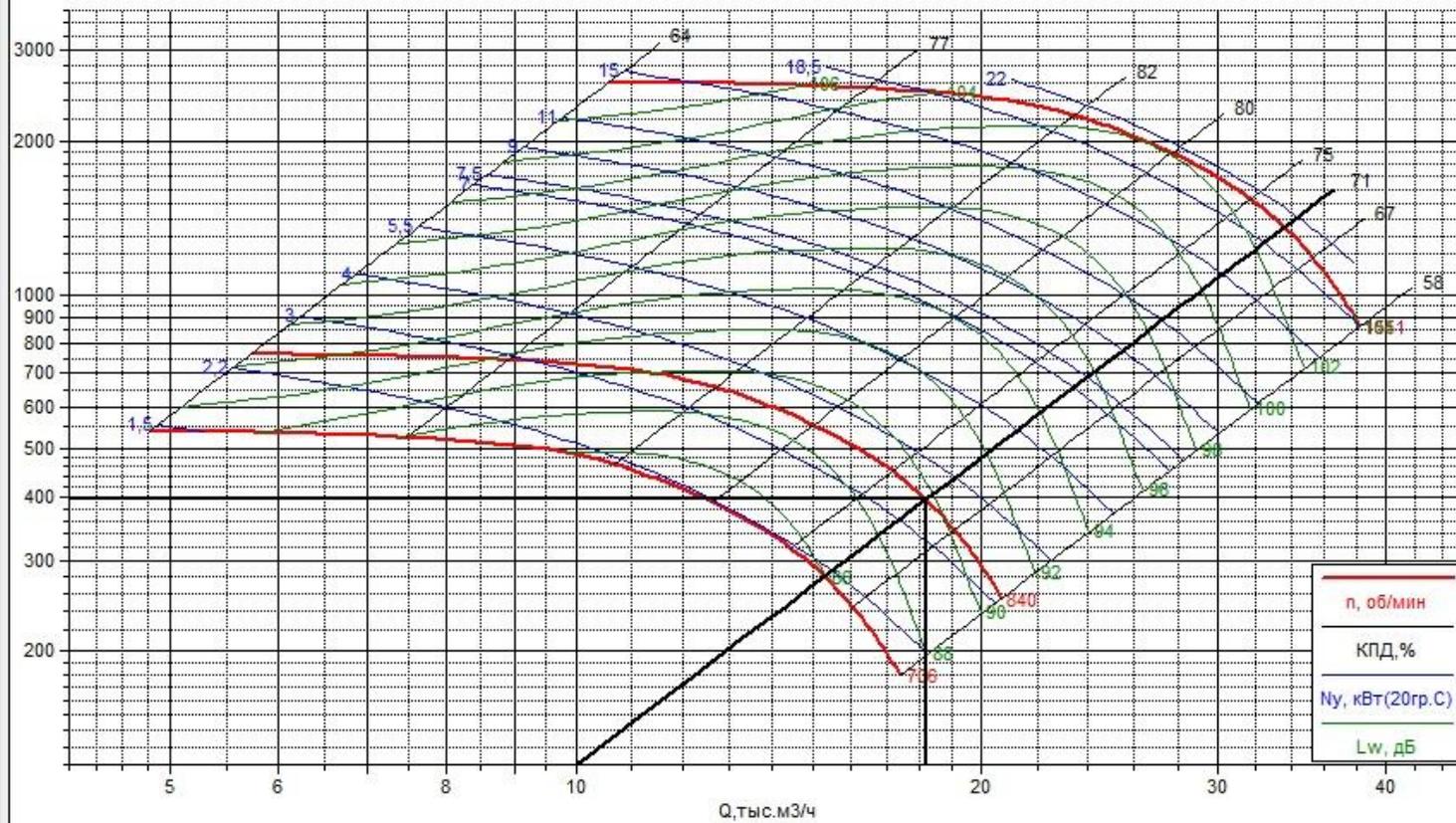


Двигатель		Шкивы/ремни	
Задано	Вентилятор	Режим	
Параметр	Значение		
Индекс	ВРАН9-10 сх 5		
	Общепром.		
	Центробежный		
	Односторонний		
	схема_5		
	ВРАН9		
Давление	Полное		
Дном, мм	1000		
М, кг	490,0		
Выхлоп, мм	700x1270		

Вентилятор

График

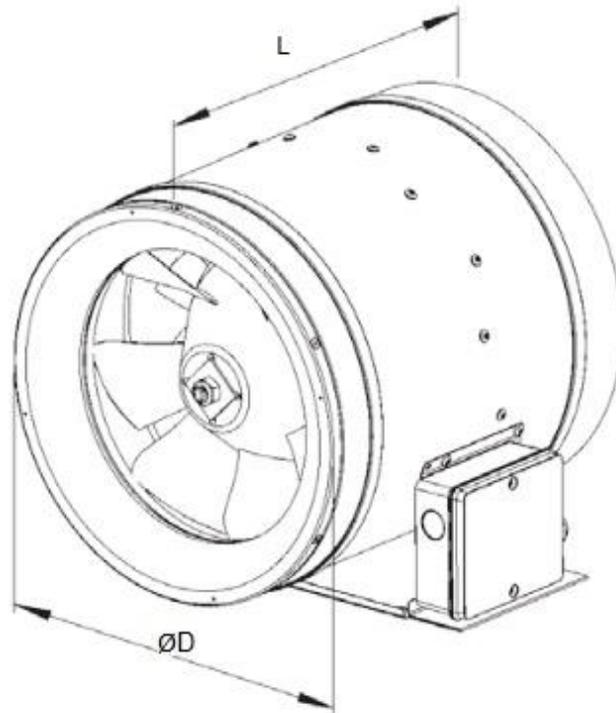
$P_v(20 \text{ гр.С}), \text{ Па}$



Двигатель		Шкивы/ремни	
Задано	Вентилятор	Режим	
Параметр	Значение		
Индекс	ВРАН3-8 сх.5		
	Общепром.		
	Центробежный		
	Односторонний		
	схема_5		
	ВРАН9		
Давление	Полное		
Дном, мм	800		
М, кг	290,0		
Выхлоп, мм	560x1016		

№	Модель	Рабочая частота, Гц	Рабочая точка при максимальном расходе, м ³ /ч/Па	Рабочая точка при максимальном напоре, м ³ /ч/Па	Напряжение, В, ф	Электропотребление, кВт/рабочий ток, А	Частота вращения, об./мин.	Уровень звуковой мощности ко входу/выходу/через корпус, дБ(А)	Максимальная температура перемещаемого воздуха, °С	Конденсатор двигателя, мкф, В	Схема электрических соединений
1	CMFE 250	50	1625/0	0/452	230, 1	0,16/0,8	2830	74/79/56	50	5, 450	1
2	CMFE 315	50	2360/0	0/638	230, 1	0,27/1,6	2840	75/79/56	55	8, 450	2
3	CMFE 315S	50	3490/0	0/746	230, 1	0,52/3,2	2750	76/82/61	70	10, 400	2
4	CMFE 355	50	4960/0	0/906	230, 1	0,96/5,4	2830	79/84/63	45	22, 400	2
5	CMFD 400	50	6910/0	0/1285	400, 3	1,57/3,2	2894	89/95/88	80	-	3
6	CMFD 560	50	9684/0	0/638	400, 3	1,06/2,4	1410	89/93/82	70	-	3
		55	10384/0	0/743		1,07/2,7	1535				
7	CMFD 630	50	14377/0	0/795	400, 3	2,17/4,47	1434	86/89/78	70	-	3
		55	15878/0	0/964		2,75/5,07	1555				
8	CMFD 710	50	20242/0	1004	400, 3	3,74/7,7	1419	90/93/81	55	-	3

Массогабаритные показатели и соединительные размеры



Модель	D, мм	L, мм	Вес, кг
CMFE 250	250	215	5,4
CMFE 315	315	308	8,4
CMFE 315S	315	351	14,2
CMFE 355	354	396	17,3
CMFD 400	403	417	20,3
CMFD 560	564	582	28,0
CMFD 630	634	654	39,3
CMFD 710	714	732	49,0

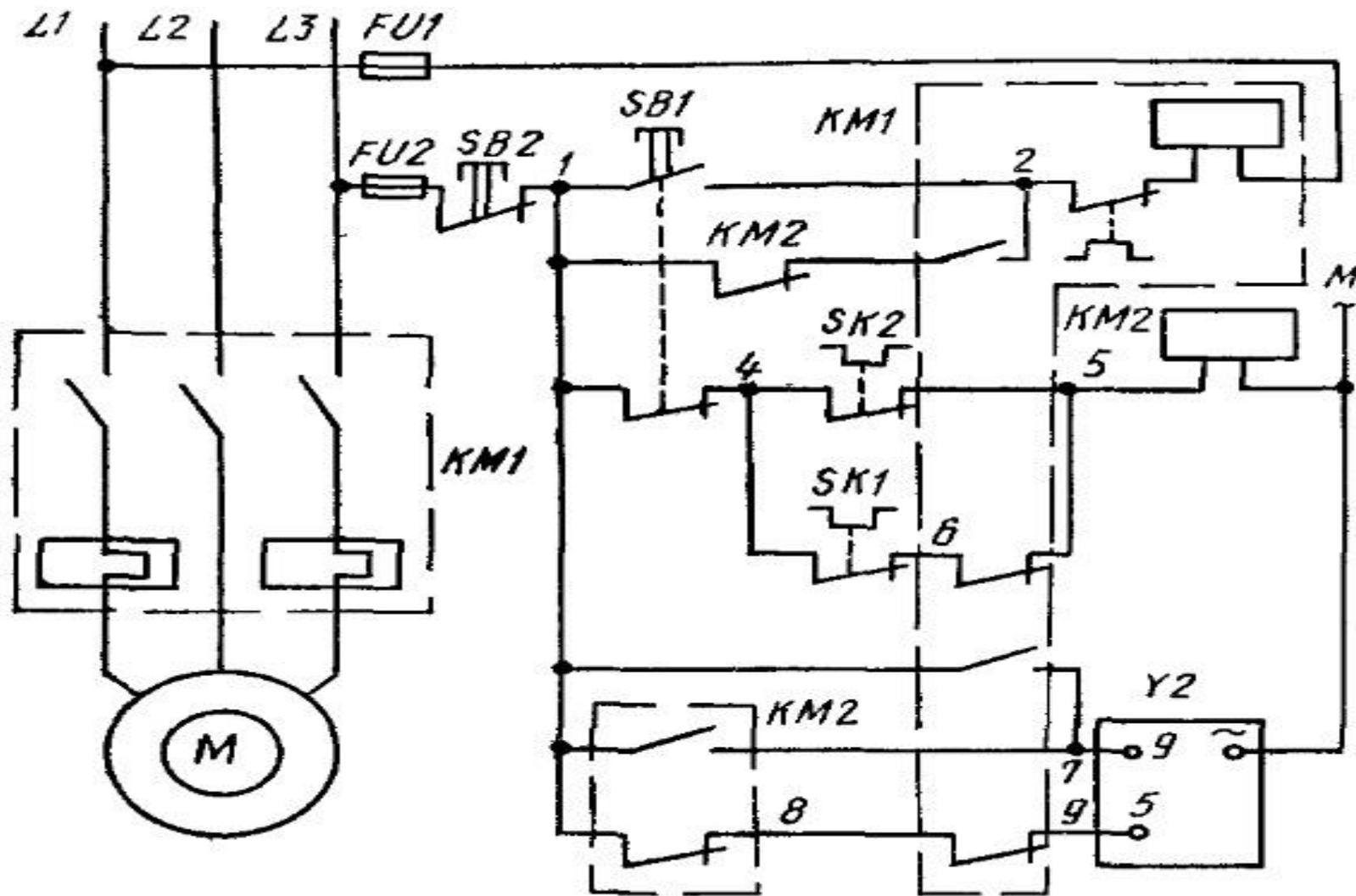


Таблица 6.2 – Ведомость трудоемкости работ

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Обосновани е (ЕНиР, ГЭСН)	Норма времен и, чел.- час.	Трудоемкость		Всего, чел.- дни.	Состав бригады
					Захватка I			
					объем работ	чел.- дни.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	100 м	Е 9-1-1	1,2	171,6	0,25	0,25	бразр-1
1	Сверление и пробивка отверстий в стенах и перекрытиях электрической сверлильной машиной	100 отв.	Е9-1-46	11,5	0,2	0,28	0,28	3разр-2
2	Комплектование и поднос материалов и изделий	т	Е 9-1-41	3	0,46	0,17	0,17	4разр-1 , 2разр-1

продолжение таблицы 6.2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Прокладка стальных труб магистрали Ø 15- Ø 25 Ø 40 Ø 50	м	Е 9-1-2	0,25 0,29 0,32	149,6 16 6	4,56 0,56 0,23	4,56 0,56 0,23	4разр-2 , 3разр-1
4	Установка приборов	шт	Е 9-1-12	0,31	23	0,87	0,87	4разр-1, 3 разр-1
5	Установка автоматических воздухоотводчиков	шт	Е9-1-19	0,9	10	1,1	1,1	5разр-1 , 3разр-1
6	Установка вентилей Ø 15-20	шт	ГЭСН 16-05-001	0,1	12	0,18	0,18	4разр-1
	Итого:						34,3	
	Подготовительные работы – 4%:						1,3	
	Работы за счет накладных расходов – 10 %:						3,45	
	Всего:						39,18	