

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Архитектурно – строительный институт
(институт)

Кафедра «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»
(кафедра)

270800.62 (08.03.01.) Строительство
(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Теплогазоснабжение и вентиляция»
(наименование профиля, специализации)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему «г.о. Тольятти. Школа. Блоки 2 и 3. Отопление и вентиляция».

Студент(ка)	<u>А.А. Мещерякова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>М.Н. Кучеренко</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>А. В. Щипанов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Нормоконтроль	<u>И.А. Живоглядова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент, М.Н. Кучеренко _____
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

« _____ » _____ 2016 г.

Тольятти 2016

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Архитектурно – строительный институт
(институт)

Кафедра «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»
(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ТГВВиВ

М.Н. Кучеренко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы

Студент Мещерякова Александра Алексеевна

1. Тема г.о. Тольятти. Школа. Блоки 2 и 3. Отопление и вентиляция.

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы 1 июня

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: архитектурно – строительные чертежи

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) тепловая защита здания, проектирование системы отопления и вентиляции, автоматизация приточных камер, организация монтажных работ, безопасность при монтаже

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала общие данные (1 лист), планы этажей (2 листа), план техподполья (1 лист), аксонометрические схемы системы вентиляции и отопления (2 листа)

6. Консультанты по разделам раздел «Безопасность при монтаже» - консультант к.т.н. доцент Шипанов А.В

7. Дата выдачи задания « ____ » _____ 20 ____ г.

Руководитель выпускной
квалификационной работы

(подпись)

М.Н. Кучеренко

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

А.А. Мещерякова

(И.О. Фамилия)

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Архитектурно – строительный институт
(институт)

Кафедра «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»
(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ТГВВиВ

М.Н. Кучеренко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« _____ » _____ 2016 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы

Студента Мещеряковой Александры Алексеевны
по теме «г.о. Тольятти. Школа. Блоки 2 и 3. Отопление и вентиляция».

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Тепловая защита здания	18.04 – 21.04	18.04– 20.04.	выполнено	
Расчет системы отопления	23.04. – 28. 04.	22.04. – 28.04.	выполнено	
Расчет системы вентиляции	30.04. – 12.05.	29.04. – 10.05.	выполнено	
Автоматизация приточных камер	14.05. – 18.05.	12.05. – 16. 05.	выполнено	
Организация монтажных работ	19.05. – 22. 05.	18.05. – 21.05.	выполнено	
Безопасность при монтаже	23.05. – 01.06.	22.05. – 28.05.	выполнено	

Руководитель выпускной
квалификационной работы

Задание принял к исполнению

(подпись)

М.Н. Кучеренко

(И.О. Фамилия)

А.А. Мещерякова

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В данной бакалаврской работе был проведен анализ тепловой защиты здания в соответствии с климатическими условиями строительства, запроектированы системы отопления и вентиляция здания.

Была спроектирована система автоматизации приточных камер, а также произведен расчет монтажных работ по системам вентиляции. Кроме того, был предусмотрен раздел по технике безопасности при проведении строительно-монтажных работ.

Объем печатных листов данной работы составил 61 страница без приложений.

Графическая часть представлена на 6 листах формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ		Стр.
ВВЕДЕНИЕ		6
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ		7
1.1 Параметры наружного воздуха		7
1.2 Параметры внутреннего воздуха		7
1.3 Архитектурное описание объекта		8
2. ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЯ		10
2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций		10
2.2 Определение теплопотерь здания		13
2.3 Определение теплопоступлений в здание		15
3. ОТОПЛЕНИЕ		21
3.1 Конструирование системы отопления		21
3.2 Гидравлический расчет		21
3.3 Тепловой расчет нагревательных приборов		25
3.4 Расчет и подбор оборудования		28
4. ВЕНТИЛЯЦИЯ		30
4.1 Определение требуемых воздухообменов		30
4.2 Выбор принципиальных решений и конструирование		35
4.3 Аэродинамические расчеты систем		35
4.4 Расчет и подбор оборудования		45
5. КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ		50
6. ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ		52
6.1 Определение объемов работ		52
6.2 Определение трудоемкости работ		53
6.3 Определение потребности в материалах, изделиях и оборудовании		54
7. БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ МОНТАЖЕ		57
ЛИТЕРАТУРА		59
ПРИЛОЖЕНИЯ		62

ВВЕДЕНИЕ

В настоящий момент невозможно представить ни одно здание, будь оно общественным или жилым без систем отопления и вентиляции. Благодаря им в помещении обеспечивается необходимый микроклимат, способствующий комфортной жизнедеятельности человека.

В связи с этим предъявляются высокие требования к их расчету и проектированию.

Целью бакалаврской работы является конструирование и проектирование систем отопления и вентиляции в соответствии с нормативными документами.

Задачи:

1. Произвести теплотехнический расчет ограждающих конструкций здания;
2. Спроектировать систему отопления;
3. Спроектировать систему вентиляции;
4. Произвести разработку схемы автоматизации для системы вентиляции;
5. Определить объем монтажных работ системы вентиляции;
6. Разработать меры безопасности при монтаже запроектированных систем.

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Параметры наружного воздуха

Параметры наружного воздуха определяются по СП [1] согласно заданию на проектирование:

$t_n = -30^\circ \text{C}$ - температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченности 0,92

$t_{от} = -5,2^\circ \text{C}$ - средняя температура периода с температурой наружного воздуха меньше $+8^\circ \text{C}$

$z_{от} = 203$ сут. - количество дней со среднесуточной температурой наружного воздуха меньше $+8^\circ \text{C}$

$I_n = -29,8$ кДж/кг – удельная энтальпия наружного воздуха

Зона влажности района строительства – сухая, по СП [2, прил. В]

$t_n = +24,3^\circ \text{C}$ - температура наружного воздуха за июль

$I_n = 52,8$ кДж/кг – удельная энтальпия наружного воздуха

1.2 Параметры внутреннего воздуха

Параметры внутреннего воздуха определяются по СанПиНу [3] и справочному пособию к СП[4, табл.6] и сводятся в таблицу 1.

Таблица 1 – Параметры внутреннего воздуха помещений в холодный период

наименование помещений	параметры внутреннего воздуха		
	температура $t_v, ^\circ \text{C}$	влажность $\varphi, \%$ не более	подвижность $\vartheta, \text{ м/с}$
учебные аудитории, актовый зал, библиотека, рекреация, спортивная, перемоточная	$+18^\circ \text{C}$	55%	0,1 м/с
гимнастические залы, раздевалки	$+20^\circ \text{C}$	55%	0,1 м/с

Продолжение таблицы 1

санузлы с душевыми	+25° С	65%	0,1 м/с
обеденный зал	+16° С	55%	-
доготовочная	+16° С	65%	-
моечная	+20° С	75%	-
охлаждаемая камера для полуфабрикатов	0° С	60%	-
горячий цех	+22° С	75%	-
раздача	+16° С	55%	-
приемочная	+16° С	55%	-
загрузочная	+10° С	55%	-
техподполье	+5° С	75%	-

Температура внутреннего воздуха в помещениях в теплый период года составляет 27,3° С.

Относительная влажность – не более 55%. В помещении горячего цеха относительная влажность не более 75%.

Влажностный режим помещений – нормальный по СП [2, табл.1].

Условия эксплуатации помещения – А, определяются по СП [2, таб. 2].

1.3 Архитектурное описание объекта

Ориентация главного фасада здания – юг. Размер здания в плане 53,2×33,1 м. Площадь застройки составляет 1761 м². Площадь второго этажа - 989,7 м². Высота обеденного зала составляет 3,5 м, гимнастического зала - 6 м, актового зала, рекреации и учебных аудиторий – 2,5 м.

Для подъема на второй этаж блока 3 запроектирован лестничный марш с одной площадкой: ширина марша 1,4 м, высота подступенка 0,17 м, ширина проступи 0,3 м, размер площадки - 1,4×1,7 м. Остекление помещений – окна марки ОСП 21-15[5] с размерами: 2060×1470 мм с толщиной стекла 4 мм.

В школе имеется техподполье без окон для установки оборудования, его высота составляет 2,9 м. Состав конструкций здания сведен в таблицу 2 приложения А.

2 ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЯ

2.1 Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций

Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций выполняется по методике СП [2] из условия, что приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций будет больше нормируемого значения:

$$R_o \geq R_{тр} \quad (2.1)$$

где R_o - приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$

$R_{тр}$ - нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, определяется в зависимости от градусо-суток района строительства, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$, таблица 3

Градусо-сутки отопительного периода определяют по следующей формуле:

$$ГСОП = (t_b - t_{от}) z_{от} \quad (2.2)$$

$$ГСОП = (18 + 5,2) \cdot 203 = 4710 \text{ град} / \text{сутки}$$

Таблица 3 - Нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций СП [2, табл. 3]:

тип ограждающей конструкции	нормируемое сопротивление теплопередаче $R_{тр}, m^2 \cdot ^\circ C / Вт$
наружная и внутренняя стена	3,05
бесчердачное покрытие	4,55
перекрытие над неотапливаемым подвалом	4,02
оконные проемы	0,5

Расчет наружной стены

$$\frac{R}{r} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_H} \quad (2.3)$$

где r – коэффициент теплотехнической однородности конструкций [6]:

$$r = r_1 \cdot r_2 \quad (2.4)$$

где r_1 – коэффициент, учитывающий крепление утеплителя, его толщину и плотность, принимается равным 0,92

r_2 – коэффициент, учитывающий наличие оконных откосов, принимается равным 0,95

α_B – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции равен

- для всех конструкций – $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$
- для светопрозрачных проемов – $\alpha_B = 8 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

δ_i – толщина i -го слоя ограждающей конструкции, м

λ_i – расчетный коэффициент теплопроводности материала i -го слоя ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$, определяется по СП [2, прил. Т] согласно условиям эксплуатации

α_H – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, согласно СП [2, табл. 6]:

- для стен, окон и крыши – $\alpha_H = 23 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$
- для перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов – $\alpha_H = 12 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

После определения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций находят коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций по формуле:

$$k = \frac{1}{R_o}, \quad (2.5)$$

где k – коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

$$\frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,81} + \frac{0,51}{0,58} + \frac{\delta}{0,044} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{1}{23} = \frac{3,05}{0,92 \cdot 0,95}$$

$$0,1149 + 0,0148 + 0,879 + \frac{\delta}{0,044} + 0,0129 + 0,0435 = 3,49$$

$$\frac{\delta}{0,044} = 2,4$$

$$\delta = 2,4 \cdot 0,044 \approx 0,25 \text{ м}$$

Общая толщина стены $\delta = 0,784 \text{ м}$. Данное значение соответствует условию:

$$\delta_{\text{стены}} \leq 0,84 \text{ м}$$

Найдем фактическое значение сопротивления теплопередачи $R_{\phi}^{\text{ст}}$ с учетом найденной толщины утеплителя:

$$R_{\phi}^{\text{ст}} = (0,1149 + 0,0148 + 0,879 + \frac{0,25}{0,044} + 0,0129 + 0,0435) \cdot 0,874 = 5,9 \text{ м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$$

Полученное значение удовлетворяет неравенству:

$$R_{\phi}^{\text{ст}} > R_{\text{тр}}^{\text{ст}}$$

Коэффициент теплопередачи наружной стены $k_{\text{ст}}$:

$$k_{\text{ст}} = \frac{1}{5,9} = 0,17 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{С}$$

Теплотехнический расчет остальных ограждающих конструкций проводится аналогично. Результаты расчета сведены в таблицу 4.

Таблица 4 – Итоги теплотехнического расчета

наименование ограждающей конструкции	толщина утепляющего слоя $\delta_{\text{ут. сл.}}$, м	толщина ограждающей конструкции δ , м	фактическое сопротивление теплопередачи R_{ϕ} , $\text{м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$	коэффициент теплопередачи k , $\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{С}$
наружная стена	0,25	0,78	5,9	0,17
наружная стена (помещения кухни)	0,12	0,65	3,3	0,3
внутренняя стена	0,12	0,14	0,647	1,55
бесчердачное покрытие	0,59	0,88	4,94	0,2

перекрытие над подвалом (гимнастический зал)	0,2	0,48	5,1	0,196
перекрытие над подвалом (обеденный зал, рекреация, душевые)	0,2	0,48	4,27	0,23
межэтажное перекрытие	0,2	0,44	1,32	0,76
светопрозрачный проем	однокамерный стеклопакет с мягким селективным покрытием		0,59	1,69
дверной блок	стальной наружный ДСН ППВн 0,99-2-2 М2 У 2300-900		0,99	1,01

2.2 Определение теплопотерь здания

Теплопотери в здании определяются с целью выявления недостатка теплоты для создания комфортных условий жизнедеятельности человека, они же являются затратами системы отопления.

Расчет теплопотерь через полы, лежащие на грунте, и стены, лежащие ниже уровня земли

Температурное поле грунта под полом неравномерно, поэтому принято теплопотери через данные ограждения и стены, расположенные ниже уровня земли, рассчитывать по зонам. Всего зон может быть четыре: I, II, III по 2 м и IV – оставшаяся часть подвала. Разграничение зон для наружных стен от поверхности земли – вдоль стен, а затем по полу.

Величина общих теплопотерь определяется по формуле:

$$Q_{об} = Q_{ст} + Q_{полы} \quad (2.9)$$

где $Q_{об}$ – общие теплопотери, Вт

$Q_{ст}$ - потери тепла через стены, расположенные ниже уровня земли, Вт

$Q_{полы}$ – потери тепла через полы, Вт

Теплопотери через полы, лежащие на грунте:

$$Q_{полы} = k \cdot F \cdot \Delta t, \quad (2.10)$$

где k - величина теплопотерь пола подвала, Вт/м²·°C, определяется по формуле:

$$k = \frac{1}{R_3 + \sum \frac{\delta}{\lambda}} \quad (2.11)$$

где R_3 – сопротивление теплопередаче, м²·°C / Вт, соответствующей зоны:

✓ $R_I = 2,1 \text{ М}^{\circ\text{C}} / \text{Вт}$

✓ $R_{II} = 4,3 \text{ М}^{\circ\text{C}} / \text{Вт}$

✓ $R_{III} = 8,6 \text{ М}^{\circ\text{C}} / \text{Вт}$

✓ $R_{IV} = 14,2 \text{ М}^{\circ\text{C}} / \text{Вт}$

δ – толщина слоев перекрытия техподполья, м, с коэффициентом теплопроводности материала $\lambda < \text{Вт} / \text{м} \cdot ^\circ\text{C}$

Состав полов подвала, лежащих на грунте, а также стен подвала ниже уровня земли приведены в таблице 5 приложения Б.

F – площадь рассчитываемой зоны, принимается согласно приложению В

Δt – разность температур между внутренним воздухом помещения и наружным воздухом

Расчет теплопотерь через полы по зонам осуществляется для каждого помещения в отдельности. Результаты расчета приведены в таблице 6 приложения Г.

Расчет теплопотерь помещения через ограждающие конструкции

Теплопотери через ограждения определяются по формуле:

$$Q_{c.o.} = Q_{нар.огр.} + Q_{инф.} - Q_{быт.} \quad (2.12)$$

где $Q_{c.o.}$ – тепло, вырабатываемое системой отопления, Вт

$Q_{нар.огр.}$ – теплопотери помещения через наружные ограждения, Вт

$Q_{инф.}$ – расход тепла на подогрев инфильтрирующегося воздуха, т.к. в помещениях здания не предусмотрена приточно – вытяжная система вентиляции данная величина не учитывается в расчете, Вт

$Q_{\text{быт.}}$ – бытовые тепловыделения, т.к. данное здание не является объектом жилищного строительства, эта величина принимается равной нулю, Вт

Теплопотери через наружные ограждения находятся по формуле:

$$Q_{\text{нар.орг.}} = k F (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) n (1 + \sum \beta) \quad (2.13)$$

где k – коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, принимается по табл. 4

F – расчётная площадь ограждающей конструкции, м^2

n - коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, определяется по СП [2]

β – добавочные потери теплоты в долях от основных потерь

Результаты расчёта теплопотерь сводятся в таблицу 7 приложения Д.

2.3 Определение теплоступлений в здание

Теплоступления от людей

Поступления тепла от людей зависят от интенсивности выполняемой работы и параметров окружающего воздуха, и определяется по формуле:

$$Q_{\text{л}} = n q, \quad (2.14)$$

где n – количество человек, одновременно находящихся в помещении, принимается согласно исходным данным

q – удельное выделение тепла одним человеком [8]

Расчет теплоступлений производится для каждого периода года в отдельности. Результаты расчета сводятся в таблицу 8.

Таблица 8 – Теплоступления от людей

наименование помещения	количество человек, n	удельное выделение тепла q , Вт/чел		теплоступления от людей $Q_{\text{л}}$, Вт	
		ХП	ТП	ХП	ТП

гимнастический зал	90	104	83,6	7020	5643
обеденный зал	90	117,4	103,6	7925	6993
актовый зал	60	108,2	92	4869	4140
горячий цех	5	90,4	70	384	298

Теплопоступления от источников искусственного освещения

Поступления тепла от источников искусственного освещения определяется по формуле:

$$Q_{\text{осв}} = E \cdot F \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}}, \quad (2.15)$$

где E – норма освещенности помещения, принимается согласно СанПиН[9]

F – площадь пола помещения

$q_{\text{осв}}$ – удельные тепловыделения, принимаются согласно СанПиНу[9]

$\eta_{\text{осв}}$ – доля тепла, поступающего в помещение, принимается равной 1

Расчет теплопоступлений от источников освещения производится для каждого помещения в отдельности. Результаты расчета сводятся в таблицу 9.

Таблица 9 – Теплопоступления от источников искусственного освещения

наименование помещения	норма освещенности E , Лк	площадь пола F , м ²	удельные тепловыделения от освещения $q_{\text{осв}}$, Вт/м ² *Лк	тепловыделения от освещения $Q_{\text{осв}}$, Вт
гимнастический зал	200	454,51	0,077	6999
обеденный зал	200	219,6	0,094	4128
актовый зал	200	254,04	0,094	4776
горячий цех	200	40,37	0,166	1340

Теплопоступления от солнечной радиации

Поступления тепла от солнечной радиации рассчитывается только в летний период года по формуле:

$$Q_{cp} = (q_{вп} + q_{вр}) F k_1 k_2 \beta_{сз}, \quad (2.16)$$

где $q_{вп}$ – поступления тепла от прямой солнечной радиации, принимаются согласно часам суток и ориентации оконных проемов, Вт/м² [11]

$q_{вр}$ – поступления тепла от рассеянной солнечной радиации, принимаются согласно часам суток и ориентации оконных проемов, Вт/м² [11]

F – площадь поверхности остекления, м²

k_1 – коэффициент, учитывающий затенение остекления и загрязнения атмосферы

k_2 – коэффициент, учитывающий загрязнение стекла

$\beta_{сз}$ – коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств, принимается равным 1

Из полученных значений теплоступлений необходимо выбрать максимальное для каждого помещения. Расчет теплоступлений от солнечной радиации сводится в таблицу 10 приложения Е.

Теплоступления от технологического оборудования горячего цеха

Теплоступления от кухонного оборудования в горячем цехе определяются по формуле:

$$Q_{ог} = 1550 K_0 \left[\sum N_m K_3 (1 - K_1) + \sum N_n K_3 (1 - K_2) \right] \quad (2.17)$$

где K_0 – коэффициент одновременности работы теплового оборудования, принимается равным 0,8

N_m – установочная мощность модулированного технологического оборудования, Вт

K_3 – коэффициент загрузки теплового оборудования [12, табл. 5.1]

K_1 – коэффициент эффективности местных отсосов от оборудования, принимается равным 0,75

N_n – установочная мощность немодулированного технологического оборудования (котлы, кипятильники), Вт

K_2 - коэффициент эффективности приточно – вытяжных устройств от немодулированного оборудования, принимается равным 0,75

Установочные мощности и вид оборудования принимаются согласно спецификации оборудования горячего цеха таблицы 11.

Таблица 11 - Спецификация оборудования горячего цеха

Тип оборудования	Габаритные размеры, мм	Установочная мощность, кВт	Коэффициент загрузки оборудования	Расход воздуха для местного отсоса L, м ³ /ч
секционное модулированное оборудование				
Плита ПЭСМ – 4ш (2 шт)	840*840*860	18	0,65	250
Сковорода СЭСМ – 0,5 (2 шт)	1470*840*860	13	0,65	700
Шкаф ШЖЭСМ - 2	840*800*1500	3,8	0,65	400
немодулированное оборудование				
Варочный котел, емкостью 125 л	–	8,5	0,3	650
Кипятильник, емкостью 100 л	–	8,3	0,3	550

$$Q_{об} = 1550 \cdot 0,8 \cdot ((18 \cdot 2 + 13 \cdot 2 + 3,8) \cdot 0,65 \cdot (1 \cdot 0,75) + (8,5 + 8,3) \cdot 0,3 \cdot (1 \cdot 0,75)) = 1550 \cdot 0,8 \cdot (1,07 + 1,26) = 14821 \text{ Вт}$$

Теплопоступления от остывания горячей пищи

Поступления тепла от остывания горячей пищи определяется по формуле:

$$Q_{о.п.} = \frac{q_{п.} \cdot c_{п.} \cdot n \cdot (t_{нп.} - t_{кп.})}{z_{п.}}, \quad (2.18)$$

где $q_{п.}$ – средняя масса всех блюд, приходящихся на одного обедающего, принимается равной 0,85 кг

$c_{п.}$ – условная теплоемкость блюд, входящих в состав обеда, принимается равной 3,3 кДж/кг·°С

$t_{нп.}$ – начальная температура пищи, поступающей в обеденный зал, принимается равной 70°С

$t_{кп}$ - конечная температура пищи, поступающей в обеденный зал, принимается равной 50°C

$z_{п}$ – продолжительность приема пищи одним посетителем, принимается равной 0,5 ч

$$Q_{o.п.} = \frac{0,85 \cdot 3,3 \cdot 90 \cdot (70-50)}{0,5 \cdot 3,6} = 2805 \text{Вт}$$

Тепловой баланс

Тепловой баланс составляется для определения избытков или недостатков тепла в помещениях, которые должна компенсировать система вентиляции воздуха в холодный и теплый периоды года.

Для холодного периода года:

$$Q_{\text{вент}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{об}} + Q_{\text{о.п.}} + Q_{\text{прочие}} - Q_{\text{огр.}} - Q_{\text{прочие}}, \quad (2.19)$$

где $Q_{\text{прочие}}$ – неучтенные теплотери и теплопоступления, принимаются в размере 5% от суммы всех теплотерь и теплопоступлений, Вт

Для теплого периода года:

$$Q_{\text{вент}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{ср}} + Q_{\text{прочие}} \quad (2.20)$$

Расчет теплового баланса сводим в таблицу 12.

Таблица 12 – Тепловой баланс

период года	теплопотер и $Q_{огр}$, Вт	$Q_{прочие}$, Вт	теплопоступления, Вт						$Q_{вент}$, Вт
			$Q_{л}$	$Q_{осв}$	$Q_{ср}$	$Q_{об}$	$Q_{о.п.}$	$Q_{прочие}$	
гимнастический зал									
ХП	17236	862	7020	6999	-	-	-	701	-3378
ТП	-	-	5643	-	7857	-	-	675	14175
обеденный зал									
ХП	4015	201	7925	4128	-	-	-	603	8440
ТП	-	-	6993	-	2899	-	-	495	10387
актовый зал									
ХП	4038	202	4869	4776	-	-	-	482	5887
ТП	-	-	4140	-	1310	-	-	273	5723

горячий цех									
ХП	1237	62	384	1340	-	14821	2805	968	19019
ТП	-	-	298	-	327	14821	2805	31	18282

Теплопоступления от системы дежурного отопления

Теплопоступления от системы дежурного отопления компенсируют теплотери через наружные ограждения, рассчитываются только в холодный период года по формуле:

$$Q_{co} = \frac{\sum Q_{отр}}{(t_{в.о.} - t_{н})} (t_{в.о.} - t_{н}) \quad (2.21)$$

для гимнастического зала, $t_{в.о.}=+12^{\circ}\text{C}$:

$$Q_{co} = \frac{17236}{(20 + 30)} (12 + 30) = 14478 \text{Вт}$$

для обеденного зала, $t_{в.о.}=+12^{\circ}\text{C}$:

$$Q_{co} = \frac{4015}{(16 + 30)} (12 + 30) = 3666 \text{Вт}$$

для актового зала, $t_{в.о.}=+12^{\circ}\text{C}$:

$$Q_{co} = \frac{4038}{(18 + 30)} (12 + 30) = 3533 \text{Вт}$$

для горячего цеха, $t_{в.о.}=+5^{\circ}\text{C}$:

$$Q_{co} = \frac{1237}{(22 + 30)} (5 + 30) = 833 \text{Вт}$$

3 ОТОПЛЕНИЕ

3.1 Конструирование системы отопления

В гимнастическом зале блока 3 была запроектирована система отопления с горизонтальной разводкой и тупиковым движением теплоносителя.

Схема присоединения к теплосетям – зависимая, подключение осуществляется через насос на перемычке.

В данной системе подающая и обратная магистрали проложены под потолком технического подполья под уклоном равным 0,002. Температура теплоносителя в системе составляет 105 – 70 °С.

Запорно-регулирующая арматура установлена на подающей и обратной магистралях около теплового узла для отключения и слива воды при аварии и подготовки школы к началу отопительного периода.

В состав каждого радиаторного узла входит регулирующий кран трехходовой перед отопительным прибором - КРТ. Для удаления воздуха из системы отопления через радиаторы применяется воздушный кран или кран Маевского. Отопительные приборы в зале установлены, открыто у наружных стен под окном.

Материал составных частей системы отопления: легкие водогазопроводные стальные трубы с $K_{ш} = 0,2$ мм и чугунные радиаторы марки МС – 140 – АО(300).

3.2 Гидравлический расчёт

Цель – определение экономичных сечений трубопроводов в системе отопления и потерей давления в кольце.

Гидравлический расчет данной системы отопления ведется методом характеристик сопротивлений. Предварительно следует произвести расчет отопительных приборов для определения длины расчетных участков.

Необходимая площадь отопительного прибора:

$$F = \frac{Q_{\text{пом}}}{q_{\text{ном}}}, \quad (3.1)$$

где F – требуемая площадь отопительного прибора, м^2

$Q_{\text{пом}}$ – теплопотери помещения, принимаются согласно табл. 8

$q_{\text{ном}}$ – номинальная плотность теплового потока отопительного прибора [13, табл. X.1]

$$F = \frac{17236}{789,5} = 22 \text{ м}^2$$

Количество секций отопительного прибора:

$$N = \frac{F}{f_{\text{сек}}}, \quad (3.2)$$

где N – число секций отопительного прибора, шт

$f_{\text{сек}}$ – площадь одной секции, принимаемая по паспорту прибора [13, табл. X.1]

$$N = \frac{22}{0,299} = 74 \text{ шт} \approx 10 \text{ радиаторов} \quad - \quad \text{полученная система отопления}$$

представлена одной ветвью.

Методика гидравлического расчета:

Расход теплоносителя в соответствии с тепловой нагрузкой ветви определяется по формуле:

$$G_{\text{ст}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{пом}} \cdot 0,5(1 + \beta_1) \cdot \beta_2}{c(t_{\text{г}} - t_{\text{о}})}, \quad (3.3)$$

где β_1 – коэффициент учета дополнительного расхода теплового потока, равный 1,02

β_2 – поправка, учитывающая место установки отопительного прибора, равная 1,02

c – удельная массовая теплоемкость воды, равная $4,19 \text{ кДж/кг}^\circ\text{С}$

$(t_{\text{г}} - t_{\text{о}})$ – расчетная разность температур воды в системе отопления, равная $105 - 70 = 35^\circ\text{С}$

$$G_{\text{ст}} = \frac{3,6 \cdot 17236 \cdot 0,5(1 + 1,02) \cdot 1,02}{4,19 \cdot 35} = 436 \text{ кг/час}$$

Величина располагаемого циркуляционного давления в системе определяется по формуле:

$$\Delta P_p = \Delta P_n + 0,4 \cdot \Delta P_e, \quad (3.4)$$

где ΔP_n - циркуляционное давление насоса в системе отопления, Па

$$\Delta P_n = 100 \cdot \sum l, \quad (3.5)$$

где $\sum l$ – общая длина ветви, равная 64,14 м

$$\Delta P_n = 100 \cdot 64,14 = 6414 \text{ Па}$$

Естественное циркуляционное давление определяется по формуле:

$$\Delta P_e = \beta \cdot g \cdot h_1 \cdot (t_r - t_o), \quad (3.6)$$

где β - поправочный коэффициент, зависящий от температуры воды в системе [13, табл.10.4]

h_1 - вертикальное расстояние между условным центром охлаждения расчетной ветви и центром нагрева в системе (ось насоса), м

$$\Delta P_e = 0,66 \cdot 9,81 \cdot 1,3 \cdot (105 - 70) = 295 \text{ Па}$$

Т.к. $\Delta p_e < 0,1 \Delta P_n = 295 < 0,1 \cdot 6414 = 641,4 \text{ Па}$ – естественное давление можно не учитывать, т.е. $\Delta P_p = \Delta P_n$.

Средние потери давления на трение по длине стояка:

$$R_{cp} = \frac{0,65 \Delta P_p}{\sum l}, R_{cp} = \frac{0,65 \cdot 6414}{64,14} = 65 \text{ Па/м} \quad (3.7)$$

Расчетная удельная характеристика сопротивления стояка:

$$S_{удел} = \frac{R_{cp}}{G_{ст}^2}, S_{удел} = \frac{65}{436^2} = 3,42 \cdot 10^{-4} \text{ Па/м} \cdot \left(\frac{\text{кг}}{\text{ч}} \right)^2 \quad (3.8)$$

По полученной величине подбираем диаметр ветви, используя таблицу 10.7 [13] – диаметр ветви = 25 мм.

Характеристика сопротивления ветви:

$$S_B = S_{пр} + \sum S_{пу}, \quad (3.9)$$

где $S_{пр}$ - характеристика сопротивления прямого участка, Па/м(кг/ч)²

$$S_{пр} = A \cdot \left(\frac{\lambda}{d} \cdot L_{пр} + \sum \xi \right), \quad (3.10)$$

где A – удельное динамическое давление, Па/(кг/ч)² [13, таб. 10.7]

λ/d – приведенный коэффициент гидравлического трения, м⁻¹ [13, таб. 10.7]

$L_{пр}$ – длина ветви, согласно построенной аксонометрии, равна 3,64 м

$\sum \xi$ – определяется, исходя из анализа аксонометрической схемы ветви:

отвод 9 шт. - $\xi = 9 \cdot 1 = 9$

вентиль 2 шт. - $\xi = 2 \cdot 9 = 18, \sum \xi = 9 + 18 = 27$,

$$S_{пр} = 1,23 \cdot 10^{-4} \cdot (1,4 \cdot 39,64 + 27) = 101,5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Па}}{\text{м} \cdot \left(\frac{\text{кг}}{\text{час}}\right)^2}$$

Диаметр перемычки радиаторного узла принимаем равным 20 мм, подводок - 15 мм. Тогда характеристика сопротивления радиаторного узла определяется по формуле:

$$S_{ру} = S_{пер} + S_{под}, \quad (3.11)$$

где $S_{пер}$ – характеристика перемычки: $L_{пер} = 3\text{м}$

КМС: тройник на поворот 2 шт. - $\xi = 2 \cdot 1,5 = 3$

$$S_{пер} = 3,19 \cdot 10^{-4} \cdot (1,8 \cdot 3 + 3) = 26,8 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Па}}{\text{м} \cdot \left(\frac{\text{кг}}{\text{час}}\right)^2}$$

$S_{под}$ - характеристика сопротивления на подводках: $L_{под} = 1,6\text{м}$

КМС: тройник на проход 2 шт.- $\xi = 2 \cdot 1 = 2$

КРТ - $\xi = 3,5$

отвод 2 шт. - $\xi = 2 \cdot 1,5 = 3$

кран Маевского - $\xi = 1,5$

радиатор - $\xi = 2, \sum \xi = 2 + 3,5 + 3 + 1,5 + 2 = 12$

$$S_{под} = 10,6 \cdot 10^{-4} \cdot (2,7 \cdot 1,6 + 12) = 173 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Па}}{\text{м} \cdot \left(\frac{\text{кг}}{\text{час}}\right)^2}$$

Находится характеристика сопротивления радиаторного узла по формуле:

$$S_{ру} = \frac{S_{пер} \cdot S_{под}}{\left(\sqrt{S_{пер}} + \sqrt{S_{под}}\right)^2} \quad (3.12)$$

$$S_{ру} = \frac{26,8 \cdot 173 \cdot 10^{-8}}{\left(\sqrt{26,8} + \sqrt{173}\right)^2 \cdot 10^{-4}} = 13,8 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Па}}{\text{м} \cdot \left(\frac{\text{кг}}{\text{час}}\right)^2}$$

$$S_{в} = 101,5 \cdot 10^{-4} + 10 \cdot 13,8 \cdot 10^{-4} = 239,5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Па}}{\text{м} \cdot \left(\frac{\text{кг}}{\text{час}}\right)^2}$$

Потери давления ветви определяются согласно по формуле:

$$\Delta P_v = S_v \cdot G_{\text{сн}}^{-2}, \Delta P_v = 239,5 \cdot 10^{-4} \cdot 436^2 = 4552,7 \text{ Па} \quad (3.13)$$

Увязка ветви осуществляется в тепловом узле №3 с помощью кранов – *Broen Ballorex Venturl*[14].

Расчетная схема ветви представлена в приложении Ж.

Расчет остальных ветвей производится, аналогично, результаты расчета представлены на листе 5 графического материала.

3.3 Тепловой расчет нагревательных приборов

Для подбора отопительных приборов необходимо воспользоваться формулами:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{пом}} - \beta_{\text{тр}} \cdot Q_{\text{тр}}, \quad (3.14)$$

где $Q_{\text{пр}}$ – необходимая теплопередача отопительного прибора, Вт

$\beta_{\text{тр}}$ – коэффициент, зависящий от месторасположения и изоляции труб, равный 0,5

$Q_{\text{тр}}$ - теплоотдача открыто расположенных в пределах помещения труб стояка и подводок, к которым присоединен прибор, Вт, определяется по формуле:

$$Q_{\text{тр}} = q_{\text{гор}} \cdot l_{\text{гор}} + q_{\text{вер}} \cdot l_{\text{вер}}, \quad (3.15)$$

где q - теплоотдача одного метра трубы, Вт/м, который расположен горизонтально или вертикально [13, табл. II.22]

l – длины вертикальных и горизонтальных труб в пределах помещения, м

Расчетная площадь нагревательной поверхности приборов определяется по формуле:

$$F = \frac{Q_{\text{пр}}}{q_{\text{пр}}}, \quad (3.16)$$

где $q_{\text{пр}}$ – расчетная плотность теплового потока с одного метра прибора, Вт/м², определяемая по формуле:

$$q_{\text{пр}} = q_{\text{ном}} \cdot \left(\frac{\Delta t_{\text{ср}}}{70} \right)^{1+n}, \quad (3.17)$$

где n – коэффициент, учитывающий влияние гидравлических и конструктивных особенностей на теплоотдачу прибора [13, табл.9.2]

$\Delta t_{\text{ср}}$ – средний температурный перепад между средней температурой теплоносителя в приборе и температурой окружающего воздуха, °C

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{вх}} + t_{\text{вых}}}{2} - t_{\text{пом}}, \quad (3.18)$$

где $t_{\text{вх}}$ – температура на входе из отопительного прибора, °C:

$$t_{\text{вх}i} = t_r - \frac{Q_i}{Q_{\text{ст}}} \cdot (t_r - t_o), \quad (3.19)$$

где Q_i – теплоотдача i -ого прибора, Вт

$t_{\text{вых}}$ – температура на выходе из отопительного прибора, °C:

$$t_{\text{вых}} = t_{\text{вх}} - \frac{3.6 \cdot Q_i \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot G_{\text{ст}}} \quad (3.20)$$

$t_{\text{пом}}$ – температура окружающего воздуха, °C

Далее определяем число секций отопительного прибора:

$$N = \frac{F_{\text{пр}} \cdot \beta_4}{f_{\text{сек}} \cdot \beta_3}, \quad (3.21)$$

где β_4 – коэффициент, учитывающий способ установки прибора [13, табл. 9.12]

β_3 – коэффициент, учитывающий взаимное облучение секций в приборе:

$$\beta_3 = 0,97 + \frac{0,06}{F_{\text{пр}}} \quad (3.22)$$

Итоги расчета сводятся в таблицу 13.

Таблица 13 - Тепловой расчет нагревательных приборов

наименование помещения	Qпом., Вт	Gст., кг/ч	tвх ⁰ С	tвых ⁰ С	Δtср., ⁰ С	qv, Вт/м	lv, м	qгор, Вт/м	lgор, м	qпр, Вт/м2	Qтр., Вт	Qпр., Вт	Fпр., м2	β3	N, шт
гимнастический зал	17236	436	105,0	101,5	83,25	77	0,6	100	1	963,7	146	17163	1,78	1,004	6
			101,5	98,00	79,75					917,2			1,87	1,002	6
			98,00	94,50	76,25					871,1			1,97	1,000	7
			94,50	91,00	72,75					825,3			2,08	0,999	7
			91,00	87,50	69,25					779,8			2,20	0,997	8
			87,50	84,00	65,75					734,6			2,34	0,996	8
			84,00	80,50	62,25					689,8			2,49	0,994	9
			80,50	77,00	58,75					645,4			2,66	0,993	9
			77,00	73,50	55,25					601,4			2,85	0,991	10
			73,50	70,00	51,75					557,8			3,08	0,990	11

Расчет нагревательных приборов остальных ветвей производится аналогично, результаты расчета представлены на листах 2 и 3 графического материала.

3.4 Расчет и подбор оборудования

Подбор насоса

Смесительную установку применяют для понижения температуры воды, поступающей из подающей магистрали теплосети до температуры допустимой в системе отопления.

Расход воды, поступающей в систему отопления, определяют по формуле:

$$G_{co} = \frac{3.6 \cdot \sum Q_{зд} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot (t_r - t_o)}, G_{co} = \frac{3.6 \cdot 43399 \cdot 1.01 \cdot 1.02}{4.19 \cdot (105 - 70)} = 1,1 \text{ Т/ч}, \quad (3.23)$$

где $Q_{зд}$ - теплопотери здания из таблицы 7, Вт

Расход насоса определяют по формуле:

$$G_n = 1.1 \cdot u \cdot \frac{G_{co}}{u + 1}, \quad (3.24)$$

где u – коэффициент смешения, характеризующий количество воды из обратной магистрали, подаваемой через насос в Т1, для создания необходимой температуры теплоносителя:

$$u = \frac{T_1 - t_r}{t_r - t_o}, u = \frac{150 - 105}{105 - 70} = 1.3 \quad (3.25)$$

$$G_n = 1.1 \cdot 1.3 \cdot \frac{1.1}{1.3 + 1} = 0.684 \text{ Т/ч} = 684 \text{ кг/ч} = 0,684 \text{ М}^3/\text{ч}$$

Давление, развиваемое насосом, определяют по формуле:

$$P_n = 1.15 \cdot \Delta P_{co} \quad (3.26)$$

где ΔP_{co} – потери давления в системы отопления, принимаемые из п. 3.2

$$P_n = 1.15 \cdot 4552,7 = 5237,6 \text{ Па} = 5,2 \text{ кПа} = 0,005 \text{ МПа} = 0,52 \text{ м}$$

По полученным данным был подобран насос фирмы Wilo модель - TOP - S25/5 (см. рис. 1) [15].

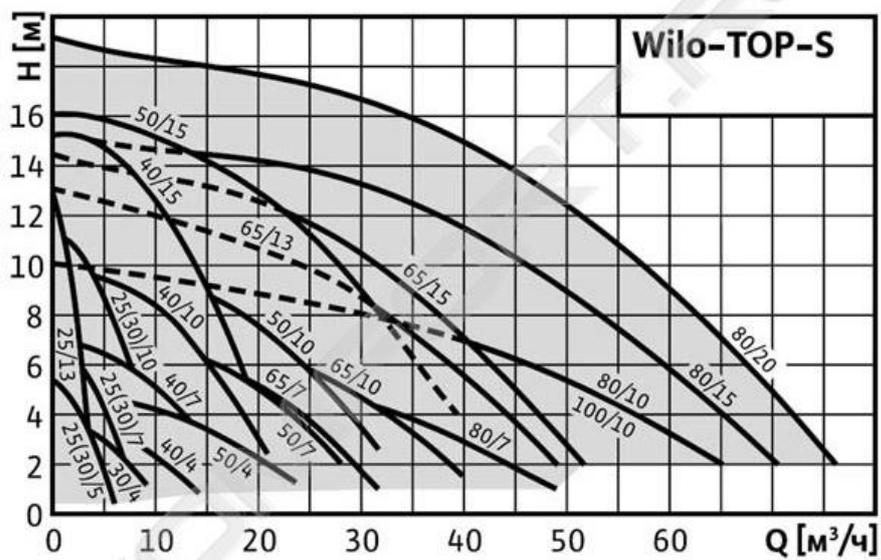


Рисунок 2 – Подбор насоса Wilo для системы отопления

4 ВЕНТИЛЯЦИЯ

4.1 Определение требуемых воздухообменов

Расчет воздухообмена помещений производится с использованием I - d диаграмм в холодный и теплый периоды года соответственно.

Величина полного избыточного тепла определяется по формуле:

$$Q_{\text{п}} = 3.6 \cdot Q_{\text{я}} + (2500 + 1.8 \cdot t_{\text{в}}) \cdot W \quad (4.1)$$

где $Q_{\text{я}}$ – избытки или недостатки явного тепла в помещении, полученные из теплового баланса, табл. 13, Вт

W – влаговыделения от людей в помещении, определяются для каждого периода года в отдельности [8], кг/ч

Для определения процесса на I - d диаграмме необходимо выяснить значение коэффициента луча процесса по формуле:

$$\varepsilon = \frac{Q_{\text{п}}}{W} \quad (4.2)$$

Температура приточного воздуха определяется по формуле:

$$t_{\text{п}} = t_{\text{в}} - \Delta t_{\text{р}} \quad (4.3)$$

где $\Delta t_{\text{р}}$ – рабочая разность температур, задается проектировщиком и лежит в пределах 2 - 5 °С

Температура вытяжного воздуха определяется по формуле:

$$t_{\text{y}} = t_{\text{в}} + \text{grad}t \cdot (H - 2) \quad (4.4)$$

где H – высота помещения, м

$\text{grad}t$ – градиент температуры в помещении, определяется согласно [8] с учетом теплонапряженности помещения - q , Вт/м³

Удельные избытки явного тепла в помещении определяется по формуле:

$$q = \frac{Q_{\text{я}}}{V_{\text{пом}}} \quad (4.5)$$

где $V_{\text{пом}}$ – объем рассчитываемого помещения, м³

Расход воздуха необходимый для разбавления избытков явной теплоты:

$$L_{\text{я}} = \frac{3.6 \cdot Q_{\text{я}}}{1.2 \cdot (t_{\text{y}} - t_{\text{п}})} \quad (4.6)$$

Расход воздуха необходимый для разбавления полных избытков теплоты:

$$L_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{п}}}{1.2 \cdot (I_{\text{y}} - I_{\text{п}})} \quad (4.7)$$

Расход воздуха необходимый для разбавления влагоизбытков:

$$L_{\text{вл}} = \frac{1000 \cdot W}{1.2 \cdot (d_{\text{y}} - d_{\text{п}})} \quad (4.8)$$

Требуемый расход по санитарным нормам:

$$L_{\text{сан}} = n \cdot L_{\text{уд}} \quad (4.9)$$

где $L_{\text{уд}}$ – удельный расход наружного воздуха для систем вентиляции на одного человека, принимается согласно СП[10, прил.К, табл. К1]

Расчет воздухообменов помещений по I - d диаграмме сводится в таблицу 14. Результаты построения процессов на I - d диаграмме приведены в приложении И.

Таблица 14 - Расчет воздухообменов помещений по $I - d$ диаграмме

темпера тура внутрен него воздуха тв, °С	избыток и/ недост атки явного тепла Qя, Вт	влагоизб ытки помещен ия W, кг/час	полное избыто чное тепло Qп, кДж	коэффиц иент луча процесса ε	темпера тура притока тп, °С	темпера тура удаляем ого воздуха ту, °С	расход воздуха для разбавл ения явного тепла Ля, м3/ч	расход воздуха для разбавл ения полного тепла Лп, м3/ч	расход воздуха для разбавлен ия влагоизб ытков Лвл, м3/ч	требуе мый расход по сан. норма м Лсан, м3/ч	наиболь ший расход воздуха для каждого из периодо в Лмакс, м3/ч	расчетн ый расход воздуха для систем ы вентил яции Лрасч, м3/ч	объе м аэра ции Laэр, м3/ч
гимнастический зал, хп												6598	2959
20	-3378	12,6	19793	1571	22	20	5067	6597,6	5250	1800	6598		
гимнастический зал, тп												9207	3512
27,3	14175	18,5	98189	5308	25,3	29,75	9556	7793	7341	1800	9556		
обеденный зал, хп												8375	7631
16	8440	5,31	43812	8251	14	16,75	9207	8905	8850	1800	9207		
обеденный зал, тп												7631	
27,3	10387	11,79	67448	5721	25,3	27,75	12719	9368	10917	1800	12719		
актовый зал, хп												7631	
18	5887	4,02	31373	7804	16	18,25	7849	6536	8375	1200	8375		
актовый зал, тп												7631	
27,3	5723	7,86	40639	5170	25,3	27,55	7631	4838	5038	1200	7631		

Расчет воздухообменов для горячего цеха

Расчет воздухообменов для горячего цеха ведется по явному теплу для каждого из периодов года.

Расход воздуха по явному теплу определяется по формуле:

$$L_{\text{я}} = L_{\text{мо}} + \frac{3.6 \cdot Q_{\text{я}} - L_{\text{мо}} \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{п}})}{c \cdot (t_{\text{y}} - t_{\text{п}})} \quad (4.10)$$

где $L_{\text{мо}}$ – расход воздуха на местные отсосы от оборудования, определяется согласно спецификации оборудования горячего цеха по заданию на проектирование, $\text{м}^3/\text{ч}$

$$L_{\text{мо}} = 250 \cdot 2 + 700 \cdot 2 + 400 + 650 + 550 = 3500 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$t_{\text{y}} = +30^\circ\text{C}$ принимается согласно СП[4]

Для холодного периода года:

$$t_{\text{п}} = 22 - 2 = 20^\circ\text{C}$$

$$L_{\text{я}}^{\text{хп}} = 3500 + \frac{3.6 \cdot 19019 - 3500 \cdot 1.2 \cdot (22 - 20)}{1.2 \cdot (30 - 20)} = 8506 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Для теплого периода года:

$$t_{\text{п}} = 27,3 - 2 = 25,3^\circ\text{C}$$

$$L_{\text{я}}^{\text{тп}} = 3500 + \frac{3.6 \cdot 18282 - 3500 \cdot 1.2 \cdot (27,3 - 25,3)}{1.2 \cdot (30 - 25,3)} = 13680 \text{ м}^3/\text{ч}$$

За расчетный расход воздуха принимается - $L_{\text{я}}^{\text{хп}} = 8506 \text{ м}^3/\text{ч}$

Определение воздухообмена по кратности. Воздушный баланс

Расход вентилируемого воздуха по нормируемой кратности производится по формуле:

$$L = k \cdot V_{\text{пом}}, \quad (4.11)$$

где k – кратность воздухообмена, подбирается в соответствии с экспликацией помещений на планах этажа, $ч^{-1}$ [11]

Расчет воздухообмена сводится в таблицу 15 и производится уравнивание по притоку и вытяжке. Разницу между притоком и вытяжкой направляют в холл на 2ом этаже для уравнивания расходов по всему зданию.

Таблица 15 – Воздушный баланс здания

наименование помещения	tв, °С	Vпом., м3	приток		вытяжка	
			к, ч-1	L, м3/ч	к, ч-1	L, м3/ч
1 этаж						
рекреация	18	373	-	-	-	-
гимнастический зал	20	3136	по расчету	6598	по расчету	6598
санузлы с душевыми	25	103	-	-	50 м3/ч на 1 унитаз	100
раздевалки	20	102	-	-	1,5	153
снарядная	18	44	-	-	1,5	67
гардероб персонала	18	40	-	-	1,5	59
помещение инструктора	18	18	-	-	1,5	27
обеденный зал	16	769	по расчету	9207	по расчету	9207
мочная	20	48	4	191	6	286
горячий цех	5	101	по расчету	8506	по расчету	8506
доготовочная	16	44	3	133	4	177
кладовая сухих продуктов	12	67	-	-	2	134
загрузочная	10	38	-	-	-	-
			баланс:	24634	баланс:	25314
			приток в рекреацию из блока 1:			680
2 этаж						
класс пения	18	139	16	480	-	-
инвентарная	18	37	-	-	1,5	56
актовый зал	18	635	по расчету	8375	по расчету	8375
холл	18	110	-	-	-	-
библиотека	18	163	-	-	1	163
перемоточная	18	33	2	66	2	66
киноаппаратная	18	46	3	137	3	137
			баланс:	9058	баланс:	8797
				вытяжка из холла:		261

4.2 Выбор принципиальных решений и конструирование

В рассматриваемом общественном здании была выбрана отдельная приточно-вытяжная система вентиляции с подачей воздуха в рабочую зону сверху.

В венткамере расположены 4 приточные установки: П1 обеспечивает чистым воздухом гимнастический зал, П2 - обеденный зал, П3 - помещения второго этажа, П4 - помещения горячего цеха, моечной и доготовочной. Подача воздуха осуществляется решетками типа АМН и плафонами типа 4АПН в зависимости от конструктива помещения. Воздуховоды располагаются в подшивном потолке для систем П2 - П4 и под потолком для системы П1.

Вытяжная система представлена как естественной вытяжкой, так и механической. Помещения похожие по назначению и вытяжным параметрам воздуха объединены в единую систему. Механическая вытяжка проложена над дверными проемами (системы В1, В2, В6) а также на расстоянии 1,5 м от уровня пола (системы В3, В5, В7). В актовом зале удаление воздуха осуществляется через решетки, расположенными под сценой и на противоположной стене под киноаппаратной и перемоточной. Кроме того, механической вытяжной системой снабжены местные отсосы от кухонного оборудования (системы В8, В9). Также механическая вытяжка осуществляется из снарядной (В10), перемоточной (В11) и холла (В12, В13).

Системы естественной вентиляции ВЕ1 - ВЕ11 были запроектированы в помещениях, воздухообмен которых осуществляется по нормативной кратности.

4.3 Аэродинамические расчеты систем

Выбор и расчет воздухораспределительных устройств

Цель расчета – выбор наиболее рационального количества и типа воздухораспределителей, а также определение максимальной скорости

движения воздуха на основном участке приточной струи и максимального отклонения температуры в приточной струе от нормированной температуры воздуха в рабочей зоне. Расчет производится для холодного периода года.

Методика расчета воздухораспределителей:

Расход одного воздухораспределителя, м³/ч:

$$L_o = \frac{L}{N} \quad (4.12)$$

Скорость воздуха на выходе из воздухораспределителя, м/с:

$$v_o = \frac{L_o}{3600 \cdot F_o} \quad (4.13)$$

Максимальная скорость воздуха на основном участке струи при входе в рабочую зону, м/с, определяется по формуле:

$$v_x = \frac{m \cdot v_o \cdot \sqrt{F_o}}{x} \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_n, \quad (4.14)$$

где x – дальность струи, м

Дальность струи при подаче воздуха сверху вниз:

$$x = H_{\text{ном}} - h_{\text{рз}} \quad (4.15)$$

При горизонтальной подаче воздуха:

$$x = \sqrt[3]{3 \cdot y \cdot H^2} \quad (4.16)$$

где H – геометрическая характеристика струи

$$H = 5.45 \cdot \frac{m \cdot v_o \cdot \sqrt[4]{F_o}}{\sqrt{n \cdot \Delta t_o}} \quad (4.17)$$

где k_c – коэффициент стеснения струи, определяется по справочнику [16, табл.

3.5], исходя из величин: $\bar{x} = \frac{x}{m \cdot \sqrt{F_n}}$ и $F = \frac{F_o}{F_n}$

где F_n – площадь поверхности ограждения, расположенной перпендикулярно направлению движения струи в расчете на одну струю, м²:

$$F_n = \frac{F_{\text{пола}}}{N} \quad (4.18)$$

k_b – коэффициент взаимодействия струй, определяется по справочнику [16, табл. 3.7], исходя из величин: x/l и количества струй N ,

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

k_n – коэффициент неизотермичности струи, рассчитывается в зависимости от отношения $\frac{N}{\sqrt{F_0}}$

Сравним полученное значение с нормативным значением:

$$v_x \leq k \cdot v_b \quad (4.19)$$

где k – коэффициент перехода от нормированной скорости движения воздуха в помещении к максимальной скорости в струе СП[10, приложение Б]

v_b – нормируемая подвижность в помещении, равная 0,5 м/с

Максимальная разница температур между температурой воздуха на основном участке струи и температуры при входе в рабочую зону, °С, определяется по формуле:

$$\Delta t_x = \frac{n \cdot \Delta t_o \cdot \sqrt{F_0}}{x} \cdot \frac{k_b}{k_c \cdot k_n} \quad (4.20)$$

Сравним полученное значение с нормативным значением:

$$\Delta t_x \leq \Delta t_{доп} \quad (4.21)$$

где $\Delta t_{доп}$ – допустимая разница температур в струе приточного воздуха СП[10, приложение В]

Системы П1, В1(гимнастический зал)

Решетки типа - АМН 400 × 800 [17]

$$L_o = \frac{6598}{6} = 1100 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$v_o = \frac{1100}{3600 \cdot 0,308} = 1 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$x = \sqrt[3]{3 \cdot 4,9 \cdot 19^2} = 17,4 \text{ м}$$

Омывание рабочей зоны происходит обратным потоком.

$$F_{\text{н}} = \frac{213,83}{6} = 35,64 \text{ м}^2$$

Максимальная скорость воздуха при входе в рабочую зону определяется по формуле:

$$v_x = 0,78 \cdot v_0 \cdot \sqrt{\frac{F_0}{F_{\text{н}}}}, v_x = 0,78 \cdot 1 \cdot \sqrt{\frac{0,308}{35,64}} = 0,1 \text{ м/с} \quad (4.22)$$

$$0,1 \text{ м/с} \leq 0,5 \cdot 1,8 = 0,9 \text{ м/с}$$

Максимальная разница температур между температурой подаваемого воздуха в струе и температуры при входе в рабочую зону определяется по формуле:

$$\Delta t_x = 1,4 \cdot \Delta t_0 \cdot \sqrt{\frac{F_0}{F_{\text{н}}}}, \Delta t_x = 1,4 \cdot 2 \cdot \sqrt{\frac{0,308}{35,64}} = 0,26^\circ\text{C} \quad (4.23)$$

$$0,26^\circ\text{C} \leq 3,5^\circ\text{C}$$

Система П2 (обеденный зал)

Плафоны типа - 4АПН размером 1050 × 1050 [17]

$$L_0 = \frac{9207}{6} = 1534 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$v_0 = \frac{1534}{3600 \cdot 0,304} = 1,4 \text{ м/с}$$

$$x = 3,5 - 1,5 = 2 \text{ м}$$

$$F_{\text{н}} = \frac{219,6}{6} = 36,6 \text{ м}^2$$

$$F = \frac{0,304}{36,6} = 0,008$$

$$\bar{x} = \frac{2}{2,2 \cdot \sqrt{36,6}} = 0,15, k_c = 0,95$$

$$\frac{x}{1} = \frac{2}{3} = 0,7, k_b = 1$$

$$H = 5,45 \cdot \frac{2,2 \cdot 1,4 \cdot \sqrt[4]{0,304}}{\sqrt{1,6 \cdot 2}} = 6,97$$

$$\frac{H}{\sqrt{F_0}} = \frac{6,97}{\sqrt{0,304}} = 12,6, k_H = 0,87$$

$$v_x = \frac{2,2 \cdot 1,4 \cdot \sqrt{0,304}}{2} \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,87 = 0,7 \text{ М/с}$$

$$0,7 \text{ М/с} = 0,5 \cdot 1,4 = 0,7 \text{ М/с}$$

$$\Delta t_x = \frac{1,6 \cdot 2 \cdot \sqrt{0,304}}{2} \cdot \frac{1}{0,95 \cdot 0,87} = 1,1^\circ\text{C}$$

$$1,1^\circ\text{C} \leq 1,5^\circ\text{C}$$

Система В2 (обеденный зал)

$$L_o = \frac{9207}{6} = 1534 \text{ М}^3/\text{ч}$$

$$v_o = \frac{1534}{3600 \cdot 0,269} = 1,6 \text{ М/с} - \text{решетки типа - АМН } 350 \times 800 [17]$$

Система ПЗ (актовый зал, класс пения, перемоточная и кинопроекционная)

Плафоны типа - 4АПН размером 1050×1050 [17]

$$L_o = \frac{9058}{8} = 1132 \text{ М}^3/\text{ч}$$

$$v_o = \frac{1132}{3600 \cdot 0,304} = 1 \text{ М/с}$$

$$x = 2,5 - 1,5 = 1 \text{ м}$$

$$F_H = \frac{341}{8} = 42,6 \text{ М}^2$$

$$F = \frac{0,304}{42,6} = 0,007$$

$$\bar{x} = \frac{2}{2,2 \cdot \sqrt{42,6}} = 0,07, k_c = 1$$

$$\frac{x}{1} = \frac{1}{3} = 0,3, k_B = 1$$

$$H = 5,45 \cdot \frac{2,2 \cdot 1 \cdot \sqrt{0,304}}{\sqrt{1,6 \cdot 2}} = 4,98$$

$$\frac{H}{\sqrt{F_0}} = \frac{4,98}{\sqrt{0,304}} = 9, k_{\text{н}} = 0,86$$

$$v_x = \frac{2,2 \cdot 1 \cdot \sqrt{0,304}}{1} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,86 = 0,7 \text{ м/с}$$

$$0,7 \text{ м/с} = 0,5 \cdot 1,4 = 0,7 \text{ м/с}$$

$$\Delta t_x = \frac{1,6 \cdot 2 \cdot \sqrt{0,304}}{1} \cdot \frac{1}{1 \cdot 0,86} = 1,4^\circ\text{C}$$

$$1,4^\circ\text{C} \leq 1,5^\circ\text{C}$$

Система В4 (актовый зал, класс пения, перемоточная и кинопроекционная)

$$L_0 = \frac{9058}{8} = 1132 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$v_0 = \frac{1132}{3600 \cdot 0,269} = 1,2 \text{ м/с} - \text{решетки типа - АМН } 350 \times 800 [17]$$

Система В3 (раздевалки)

$$L_0 = \frac{153}{2} = 76,5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$v_0 = \frac{76,5}{3600 \cdot 0,008} = 2,65 \text{ м/с} - \text{решетки типа - АМН } 100 \times 100 [17]$$

Система П4 (мочная, горячий цех, доготовочная)

$$L_0 = \frac{8830}{6} = 1472 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$v_0 = \frac{1472}{3600 \cdot 0,304} = 1,35 \text{ м/с} - \text{плафоны типа - 4АПН } 1050 \times 1050 [17]$$

Система В5 (мочная)

$$L_0 = \frac{191}{2} = 95,5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$v_0 = \frac{95,5}{3600 \cdot 0,022} = 1,2 \text{ м/с} - \text{решетки типа - АМН } 100 \times 250 [17]$$

Система В6 (горячий цех)

$$L_0 = \frac{8506}{4} = 2126,5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$v_o = \frac{2126,5}{3600 \cdot 0,287} = 2,1 \text{ М/с} - \text{решетки типа - АМН } 300 \times 1000 [17]$$

Система В7 (доготовочная)

$$L_o = \frac{177}{2} = 88,5 \text{ М}^3/\text{ч}$$

$$v_o = \frac{88,5}{3600 \cdot 0,022} = 1,1 \text{ М/с} - \text{решетки типа - АМН } 100 \times 250 [17]$$

Система В8 (местный отсос от модулированного оборудования)

$$L_o = 2300 \text{ М}^3/\text{ч}$$

$$v_o = \frac{2300}{3600 \cdot 0,022} = 2,9 \text{ М/с} - \text{решетки типа - АМН } 100 \times 250 [17]$$

Система В9 (местный отсос от котла и кипятильника)

$$L_o = 1200 \text{ М}^3/\text{ч}$$

$$v_o = \frac{1200}{3600 \cdot 0,022} = 1,5 \text{ М/с} - \text{решетки типа - АМН } 100 \times 250 [17]$$

Аэродинамический расчет систем механической вентиляции

Цель расчета – определение диаметров воздуховодов, регулирующих устройств и побудителей движения воздуха. Расчет производится по удельным потерям давления на трение и местные сопротивления.

Действительная скорость воздушного потока на каждом участке:

$$v_d = \frac{L}{3600 \cdot F} \quad (4.24)$$

Потери давления по длине участка, Па:

$$\Delta P = R \cdot l \quad (4.25)$$

Потери давления на местных сопротивлениях, Па:

$$\Delta P = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot \sum \xi \quad (4.26)$$

Суммарные потери давления на каждом из участков, Па:

$$\Delta P = R \cdot l + \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot \sum \xi \quad (4.27)$$

Подбор диафрагмы осуществляется следующим образом:

$$\xi_{\text{д}} = \frac{\Delta P_{\text{м}} - \Delta P_{\text{отв}}}{P_{\text{дин}}} \quad (4.28)$$

По значению $\xi_{\text{д}}$ по таблицам справочника [18] подбираются диаметры отверстия диафрагмы.

Данный расчет производится для приточных систем П1 - П4 и механических вытяжек В1 - В13. Расчетные схемы приточных и вытяжных систем в приложениях К и Л. Итоги расчетов сводятся в таблицы 16 и 17 приложения М и Н.

Аэродинамический расчет систем естественной вентиляции

Расчет проводится по методике аналогичной методике расчета механической системы вентиляции. Значения рекомендуемых скоростей не более 2 м/с. Каналы естественной вентиляции преимущественно прямоугольной формы, изготавливаются из кирпичной кладки размером 140×140мм для систем ВЕ1 - ВЕ2, ВЕ8 - ВЕ11 и из листовой стали размером 100×150мм – для приставных систем естественной вытяжки ВЕ4, ВЕ6, ВЕ7. Для системы ВЕ5 из - за небольшого расхода воздуха было принято решение подобрать круглый воздуховод из листовой стали для правильной работы системы.

Располагаемое давление определяется по формуле:

$$P_{\text{распл}} = h \cdot g \cdot (\rho_{\text{наруж}} - \rho_{\text{внутр}}), \quad (4.29)$$

где h - высота воздушного столба, принимается исходя из наличия в помещении приточной и вытяжной системы, м

$\rho_{\text{наруж}}$ – плотность наружного воздуха, равна $1,27 \text{ кг/м}^3$, т.к. согласно СП [10], температура наружного воздуха принимается $+5^\circ\text{C}$

$\rho_{\text{внутр}}$ – плотность внутреннего воздуха, в соответствии с температурой в рассматриваемом помещении, кг/м^3

Результаты расчета сводятся в таблицу 18.

Таблица 18 – Располагаемое давление для систем ВЕ1 - ВЕ11

наименование помещения	наименование системы	плотность внутреннего воздуха $\rho_{\text{в}}$, кг/м^3	высота шахты h , м	располагаемое давление $P_{\text{расп}}$, Па
санузлы	ВЕ1, ВЕ2	1,18	2,5	6,9
гардероб персонала	ВЕ4	1,21	2	4,27
помещение инструктора	ВЕ5	1,21	0,5	3,4
помещение снарядной	ВЕ6	1,21	3,75	5,3
инвентарная	ВЕ7	1,21	3	3,43
библиотека	ВЕ8, ВЕ9	1,21	3,5	3,7
перемоточная	ВЕ11	1,21	1,75	2,54

Расчетные схемы естественных вытяжных систем приведены в приложении П.

Итоги аэродинамического расчета сводятся в таблицу 19.

Таблица 19 - Аэродинамический расчет естественных вытяжных систем BE1 - BE11

№ уч-ка	L, мЗ/ч	l, м	Воздуховоды			Rф, Па	Rф*l, Па/м	Σξ	Rдин, Па	z, Па	Rф*l+z, Па	Примечание
			dэкв, мм	f, м2	v, м/с							
BE1, BE2												
1	100	3,8	140	0,02	1,39	0,386	1,5	4,04	1	5	6,2	вытяжка - 2,2, отвод - 1,2, дефл.-0,64
невязка: $(\Delta P_{распл} - \Delta P_1) / \Delta P_{распл} = (6,9 - 6,2) / 6,9 = 9,6\%$												
BE4												
1	59	3,8	120	0,015	1,09	0,286	1,09	4,04	0,72	2,92	4,0	вытяжка - 2,2, отвод - 1,2, дефл.-0,64
невязка: $(\Delta P_{распл} - \Delta P_1) / \Delta P_{распл} = (4,27 - 4) / 4,27 = 6\%$												
BE5												
1	27	3,8	100	0,01	0,9493	0,175	0,67	4,7	0,55	2,56	3,2	вытяжка - 2,2, отвод - 1,2, зонт 1,3
невязка: $(\Delta P_{распл} - \Delta P_1) / \Delta P_{распл} = (3,4 - 3,2) / 3,4 = 6\%$												
BE6												
1	67	3,8	120	0,02	1,24	0,362	1,38	4,04	0,9	3,8	5,1	вытяжка - 2,2, отвод - 1,2, дефлектор - 0,64
невязка: $(\Delta P_{распл} - \Delta P_1) / \Delta P_{распл} = (5,3 - 5,1) / 5,3 = 4,8\%$												
BE7												
1	56	1,3	120	0,015	1,04	0,425	0,55	4,04	0,65	2,6	3,2	вытяжка - 2,2, отвод - 1,2, дефлектор - 0,64
невязка: $(\Delta P_{распл} - \Delta P_1) / \Delta P_{распл} = (3,43 - 3,2) / 3,43 = 6,75\%$												
BE8, BE9												
1	81,5	1,3	140	0,02	1,13	0,249	0,32	4,04	0,78	3,1	3,5	вытяжка - 2,2, отвод - 1,2, дефлектор - 0,64
невязка: $(\Delta P_{распл} - \Delta P_1) / \Delta P_{распл} = (3,7 - 3,5) / 3,7 = 6,2\%$												
BE11												
1	66	1,1	140	0,02	0,9	0,19	0,21	4,04	0,51	2,1	2,3	вытяжка - 2,2, отвод - 1,2, дефлектор - 0,64
невязка: $(\Delta P_{распл} - \Delta P_1) / \Delta P_{распл} = (2,54 - 2,3) / 2,54 = 9\%$												

4.4 Расчет и подбор оборудования

Подбор оборудования в приточные камеры

В состав приточной установки входят: воздухозаборная решетка, утепленный клапан, фильтр, калориферная установка и вентилятор.

Подбор вентиляторов осуществлялся по заданной производительности и потерям давления на участке от воздухозабора до помещения, в которое подается воздух для приточной системы по формуле:

$$\Delta P_{\text{вент}} = 1.1 \cdot (\Delta P_{\text{реш}} + \Delta P_{\text{кл.}} + \Delta P_{\text{фил.}} + \Delta P_{\text{кал.}} + \Delta P_{\text{сист.}}) \quad (4.30)$$

где $\Delta P_{\text{сист.}}$ – потери давления на магистральном участке системы, взятые из аэродинамического расчета, Па

Подбор воздухозаборной решетки:

Расчет решетки производится для всего объема воздуха, забираемого с улицы и направляемого в приточные камеры П1 - П4. Подбор начинается с определения требуемой площади поперечного сечения данной решетки по формуле:

$$F_{\text{тр}} = \frac{L}{3600 \cdot v} = \frac{51444}{3600 \cdot 3} = 4.76 \text{ м}^2 \quad (4.31)$$

По полученной площади поперечного сечения была подобрана воздухозаборная щелевая решетка марки ЖМ - 8 фирмы «ПромВентиляцияСервис»[19].

Конструкция решетки представляет собой сварную раму из равнополочного уголка $50 \times 50 \times 5$ мм внутрь которой, с шагом 35 мм под углом 45° вставлены перья из листовой полосы $\delta = 1,5$ мм.

Количество воздухозаборных решеток определяется по формуле:

$$n = \frac{F_{\text{тр}}}{f_{\text{реш}}}, n = \frac{4.76}{1.7} = 3 \text{ штуки} \quad (4.32)$$

По полученным параметрам определим действительную скорость воздуха в живом сечении решетки по формуле:

$$v = \frac{L}{3600 \cdot n \cdot f_{\text{реш}}}, v = \frac{51444}{3600 \cdot 3 \cdot 1.7} = 2.8 \text{ м/с} \quad (4.33)$$

По действительной скорости определим потери давления в решетке, принимая, что плотность воздуха равна $1,2 \text{ кг/м}^3$ по формуле:

$$\Delta P_{\text{реш}} = \xi \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \Delta P_{\text{реш}} = 2 \cdot \frac{1.2 \cdot 2.8^2}{2} = 9.41 \text{ Па} \quad (4.34)$$

Расчет и подбор приточных установок производился с помощью программного обеспечения фирмы ВЕЗА. Результаты в приложении Р.

Подбор вентиляторов для систем механической вытяжки

Для системы В1: расход воздуха - $L = 6598 \text{ м}^3/\text{ч}$, потери давления - $p = 124 \text{ Па}$ – был подобран вентилятор RD35S - 4DW.6T.2L марки Ziehl - abegg [20]

RD35S - 4DW.6T.2L - вентилятор центробежный, левого вращения, диаметр рабочего колеса равен $D_{\text{рк}} = 2 \text{ дм}$, соединение вентилятора с двигателем – исполнение 1, масса вентилятора с двигателем составляет - 185 кг , $n = 660 \text{ об/мин}$, $N = 2,6 \text{ кВт}$, аэродинамическая характеристика рисунок 1.

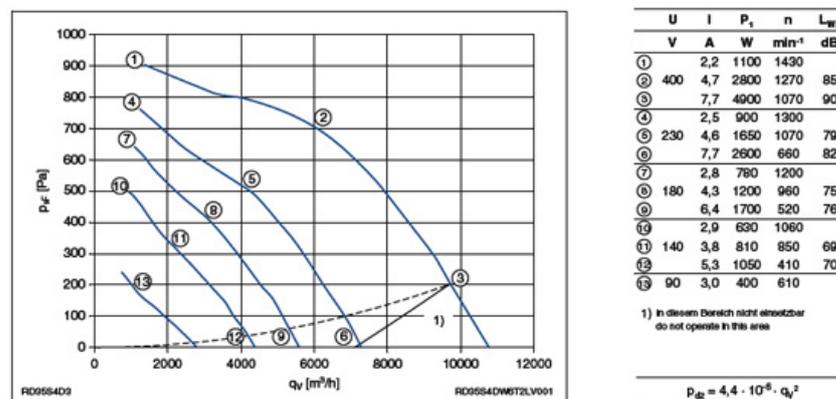


Рисунок 1 - Аэродинамическая характеристика вентилятора RD35S - 4DW.6T.2L

Для системы В2: расход воздуха - $L = 9207 \text{ м}^3/\text{ч}$, потери давления - $p = 93 \text{ Па}$ – был подобран вентилятор RD35S - 4DW.6L.2L марки Ziehl - abegg [20]

RD35S - 4DW.6L.2L - вентилятор центробежный, левого вращения, диаметр рабочего колеса равен $D_{\text{рк}} = 3,1 \text{ дм}$, соединение вентилятора с

двигателем – исполнение 1, масса вентилятора с двигателем составляет - 185 кг, $n = 1240$ об/мин, $N = 2,8$ кВт, аэродинамическая характеристика рисунок 2.

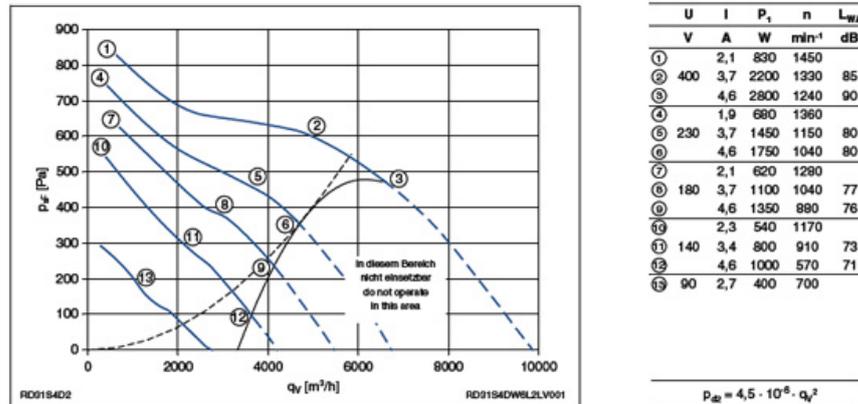


Рисунок 2 - Аэродинамическая характеристика вентилятор RD35S - 4DW.6L.2L

Для системы В3: расход воздуха - $L = 153$ м³/ч, потери давления - $p = 49$ Па – был подобран вентилятор марки – ЕСО 200[21].

ЕСО 200 - вентилятор осевой, диаметр рабочего колеса равен $D_{pk} = 1,95$ дм, масса вентилятора с двигателем составляет – 2,1 кг, $n = 1400$ об/мин, $N = 0,045$ кВт, аэродинамическая характеристика в приложении С.

Для системы В4: расход воздуха - $L = 4528$ м³/ч, потери давления - $p = 107$ Па – был подобран вентилятор ВЕЗА марки – ВРАН9 - 4[22].

ВРАН9 - 4 - вентилятор центробежный, левого вращения, диаметр рабочего колеса равен $D_{pk} = 4$ дм, соединение вентилятора с двигателем – исполнение 1, масса вентилятора с двигателем составляет – 53кг, $n = 1400$ об/мин, $N = 0,055$ кВт, аэродинамическая характеристика в приложении Т.

Для системы В5: расход воздуха - $L = 191$ м³/ч, потери давления - $p = 74$ Па – был подобран вентилятор марки – ЕСО 250[21].

ЕСО 250 - вентилятор осевой, диаметр рабочего колеса равен $D_{pk} = 2,45$ дм, масса вентилятора с двигателем составляет – 3,9 кг, $n = 1400$ об/мин, $N = 0,055$ кВт, аэродинамическая характеристика в приложении С.

Для системы В6: расход воздуха - $L = 8506 \text{ м}^3/\text{ч}$, потери давления - $p = 53 \text{ Па}$ – был подобран вентилятор RD35S - 4DW.6T.2L марки Ziehl - abegg [20]

RD35S - 4DW.6T.2L - вентилятор центробежный, левого вращения, диаметр рабочего колеса равен $D_{\text{рк}} = 2 \text{ дм}$, соединение вентилятора с двигателем – исполнение 1, масса вентилятора с двигателем составляет - 185 кг, $n = 660 \text{ об/мин}$, $N = 2,6 \text{ кВт}$, аэродинамическая характеристика рисунок 3.

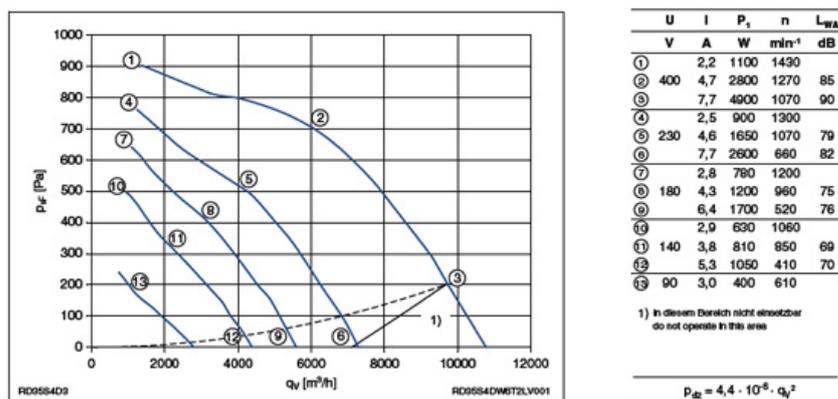


Рисунок 3 - Аэродинамическая характеристика вентилятора RD35S - 4DW.6T.2L

Для системы В7: расход воздуха - $L = 177 \text{ м}^3/\text{ч}$, потери давления - $p = 66 \text{ Па}$ – был подобран вентилятор марки – ECO 250[21].

ECO 250 - вентилятор осевой, диаметр рабочего колеса равен $D_{\text{рк}} = 2,45 \text{ дм}$, масса вентилятора с двигателем составляет – 3,9 кг, $n = 1400 \text{ об/мин}$, $N = 0,055 \text{ кВт}$, аэродинамическая характеристика в приложении С.

Для системы В8: расход воздуха - $L = 2300 \text{ м}^3/\text{ч}$, потери давления - $p = 101 \text{ Па}$ – был подобран вентилятор ВЕЗА марки – ВРАН6 - 3,55[22].

ВРАН6 - 3,55 - вентилятор центробежный, левого вращения, диаметр рабочего колеса равен $D_{\text{рк}} = 3,55 \text{ дм}$, соединение вентилятора с двигателем – исполнение 1, масса вентилятора с двигателем составляет – 32кг, $n = 1350 \text{ об/мин}$, $N = 0,18 \text{ кВт}$, аэродинамическая характеристика в приложении У.

Для системы В9: расход воздуха - $L = 1200 \text{ м}^3/\text{ч}$, потери давления - $p = 28 \text{ Па}$ – был подобран вентилятор марки - Аксипал FTDA №3,55[23].

Аксипал FTDA №3,55 - вентилятор осевой, диаметр рабочего колеса равен $D_{pk} = 3,55$ дм, соединение вентилятора с двигателем – исполнение 1, масса вентилятора без двигателя составляет – 11кг, $n = 1000$ об/мин, $N = 0,18$ кВт.

Для системы В10: расход воздуха - $L = 134$ м³/ч, потери давления - $p = 10,2$ Па – был подобран вентилятор марки – ЕСО 125[21].

ЕСО 125 - вентилятор осевой, диаметр рабочего колеса равен $D_{pk} = 1,25$ дм, масса вентилятора с двигателем составляет – 0,5 кг, $n = 2650$ об/мин, $N = 0,02$ кВт, аэродинамическая характеристика в приложении Ф.

Для системы В11: расход воздуха - $L = 137$ м³/ч, потери давления - $p = 9,6$ Па – был подобран вентилятор марки – ЕСО 125[21].

ЕСО 125 - вентилятор осевой, диаметр рабочего колеса равен $D_{pk} = 1,25$ дм, масса вентилятора с двигателем составляет – 0,5 кг, $n = 2650$ об/мин, $N = 0,02$ кВт, аэродинамическая характеристика в приложении Ф.

Для системы В12, В13: расход воздуха - $L = 131$ м³/ч, потери давления - $p = 9,1$ Па – был подобран вентилятор марки – ЕСО 125[21].

ЕСО 125 - вентилятор осевой, диаметр рабочего колеса равен $D_{pk} = 1,25$ дм, масса вентилятора с двигателем составляет – 0,5 кг, $n = 2650$ об/мин, $N = 0,02$ кВт, аэродинамическая характеристика в приложении Ф.

5 КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Наличие автоматического регулирования в системах ОВК сейчас достаточно распространено. Это связано не только с возможностью точного регулирования параметров микроклимата в помещении, но и с существенной экономией энергоресурсов. В связи с этим было принято решение снабдить системами автоматизации приточные камеры (рисунок 1, приложение X).

Запроектированная система автоматизации работает следующим образом: ручное местное регулирование частоты вращения электропривода вентилятора осуществляется с помощью исполнительного механизма М1 и кнопок SB1 (стоп), SB2 (пуск). Исполнительный механизм М2 позволяет изменять положение перьев воздухозаборной решетки при заборе воздуха снаружи, также в этом участвуют кнопки SB5 и SB6, отвечающие за открытие и закрытие перьев решетки. Для осуществления количественного регулирования подачи теплоносителя в калорифере для нагрева наружного приточного воздуха в холодный период года используется исполнительный механизм М3, а также кнопки SB7 и SB8.

Также в приточных камерах есть возможность обработки наружного воздуха в обход калориферной установки, это необходимо для снижения затрат на работу приточной камеры в теплый период года. Для возможности переключения режимов работы приточной камеры "зима - лето" в систему автоматизации включен исполнительный механизм М4 с ручным переключателем SA2 и кнопками SB9 и SB10.

Способ управления работы приточной камеры может быть ручным или автоматическим (переключатель SA1). При выборе автоматического режима включение и выключение приточной камеры осуществляется кнопками SB3 (стоп) и SB4 (пуск), расположенными на щите автоматизации. Лампа HL1, установленная на щите автоматизации, сигнализирует о состоянии вентилятора (включен - выключен). Перед запуском вентилятора сигнал подается на М3, который в принудительном режиме открывает клапан теплоносителя для

подачи его в калорифер, а после включения вентилятора М2 подключает защиту утепленного клапан от обмерзания. Кроме того, при подготовке к запуску вентилятора в холодный период года после нажатия кнопки SB4 осуществляется световой сигнал лампой HL2.

Поддержание постоянной заданной температуры внутри помещения обеспечивается термопарой ТЕ с термисторным датчиком ВК1, смонтированным в приточный воздуховод [24]. Управляющий сигнал через блок реле поступает на механизм М3, регулирующий подачу теплоносителя на калорифер. Изменение подаваемого расхода воздуха, забираемого снаружи, позволяет корректировать подачу теплоносителя в калориферную установку, благодаря работе регулятора температуры ТЕ с датчиком ВК2, установленным по пути протекания теплоносителя во входном патрубке калорифера.

Датчики Р5 и Р6 - реле температуры, предотвращают замерзание всей приточной системы. Они устанавливаются за первой ступенью нагрева в калорифере и между калорифером и воздухозаборной решеткой соответственно. При опасности замерзания сигнал поступает через реле на механизм М1, отключающий вентилятор и перекрывающий забор наружного воздуха в камеру. А также на щите автоматизации происходит сигнализация лампой HL3 и звуковым сигналом НА.

Кроме этого, в систему автоматизации приточной камеры включаются реле давления PI1 и PI2, обеспечивающие контроль за загрязненностью фильтра. При резком падении давления за фильтром, импульсный сигнал поступает на щит автоматики, показывая необходимость очистки фильтровальной ткани или замене блока фильтров[25].

6 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

6.1 Определение объемов работ

Организация производственных процессов – комплекс мероприятий, направленных на рациональное распределение трудовых и материальных ресурсов при проведении трудовой деятельности.

Для правильного распределения ресурсов необходимо определить объем производимых работ – таблица 20, согласно техкарте [26].

Таблица 20 – Ведомость объемов работ

№ п/п	наименование работ	наименование ЕНиРа	единицы измерения	количество
1	монтаж прямых и фасонных частей воздухопроводов диаметром до 250 мм/периметром до 600 мм	Е10 выпуск 5	м2	67
	диаметром до 355 мм			109
	диаметром до 560 мм			324
2	монтаж выхлопных шахт диаметр до 250 мм	Е10 выпуск 6	м2	22
	диаметр до 355 мм			6
	диаметр до 560 мм			14
3	монтаж ВР	Е10 выпуск 11	1 шт	20
4	установка решеток типа АМН	Е40 выпуск 6 - 29	1 решетка	53
5	монтаж дефлекторов диаметром до 250	Е10 выпуск 13	1 шт	12
6	монтаж зонтов диаметром до 250	Е10 выпуск 13	1 шт	4
	диаметром до 355			2
	диаметром до 400			1

6	монтаж зонтов диаметром до 560	Е10 выпуск 13	1 шт	3
7	установка воздухозаборной решетки	Е10 выпуск 16	1шт	1
8	установка приточных камер до 10 тыс. м3/ч	Е10 выпуск 1	1шт	4
9	установка гермодверей в приточной камере	Е10 выпуск 21	1шт	21
10	установка гибких вставок диаметром до 560	Е10 выпуск 22	1шт	9
11	установка виброизоляторов под вентиляторы	Е10 выпуск 26	1шт	14
12	установка вытяжных радиальных вентиляторов обычного исполнения массой до 0,05 т	Е34 выпуск 27	1шт	2
	до 0,2 т			3
13	установка вытяжных осевых вентиляторов	Е34 выпуск 31	1шт	8

6.2 Определение трудоемкости работ

Составление ведомости трудозатрат при проведении работ необходимо для определения состава звеньев, проводящих данные работы, а также для определения длительности монтажных работ. Ведомость трудоемкости составляется, исходя из объемов работ в соответствии с нормами времени на их исполнение, согласно ЕНиРам [27], [28], [29].

Величина трудозатрат определяется по формуле:

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

где $N_{вр}$ – норма времени на проведение работ, чел/час

V – объем производимых работ

Результаты расчета сведены в таблицу 21 приложения Ц.

6.3 Определение потребности в материалах, изделиях и оборудовании

Завершающим этапом организации строительного-монтажных работ является определение потребностей в материалах и изделиях. Полученные данные используются при составлении ПОС и определении затрат на производство работ.

Расчет потребностей в материалах и изделиях производится на основе ведомости объемов работ (таблица 20). Результаты расчета представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Ведомость потребностей в материалах, изделиях и оборудовании

№ п/п	работы			материалы			
	наименование	единицы измерения	количество	наименование	единицы измерения	количество	потребности по объемам работ
1	монтаж прямых и фасонных частей воздухопроводов диаметром до 250 мм/периметром до 600 мм	м2	67	сборные узлы воздухопроводов с фасонными частями	м2/т	1/0,016	67/1,07
	диаметром до 355 мм		109				109/1,74
	диаметром до 560 мм		324				324/5,18
2	монтаж выхлопных шахт диаметр до 250 мм	м2	22	выхлопные шахты из листовой стали	м2/т	1/0,016	22/0,35
	диаметр до 355 мм		6				6/0,1
	диаметр до 560 мм		14				14/0,22
3	монтаж ВР	1 шт	20	плафоны 4АПН	шт/т	1/0,01	20/0,18
4	установка решеток типа АМН	1 решетка	53	решетка АМН	шт/т	1/0,002	53/0,11
5	монтаж дефлекторов диаметром до 250 мм	1 шт	12	дефлектор ЦАГИ	шт/т	1/0,004	12/0,052
6	монтаж зонтов диаметром до 250 мм	1 шт	4	зонт вытяжной ЕВРОМАШ	шт/т	1/0,001	4/0,004
	диаметром до 355 мм		2				2/0,004
	диаметром до 400 мм		1				1/0,003
	диаметром до 560 мм		3				3/0,01
7	установка воздухозаборной решетки	1 шт	1	воздухозаборная решетка ЖМ - 8	шт/т	1/0,09	1/0,09
8	установка приточных камер до 10 тыс. м3/ч	1 шт	4	приточные камеры ВЕЗА	шт/т	1/0,406	4/1,62

Продолжение таблицы 22

9	установка гермодверей в приточной камере	1 шт	21	гермодвери ДУ	шт/т	1/0,034	21/0,714
10	установка гибких вставок диаметром до 560	1 шт	9	гибкие вставки ТАЙРА	шт/т	1/0,005	9/0,048
11	установка виброизоляторов под вентиляторы	1 шт	14	виброизоляторы пружинные	шт/т	1/0,007	14/0,092
12	установка вытяжных радиальных вентиляторов обычного исполнения массой до 0,05 т	1 шт	2	ВРАН9 - 4, ВРАН6 - 3,55	шт/т	1/0,053	2/0,106
	до 0,2 т		3	RD31S- 4DW.6L.2L RD35S- 4DW.6T.2L		1/0,185	3/0,555
13	установка вытяжных осевых вентиляторов	1 шт	8	ECO 125, 200, 250, Аксипал FTDA №3,55	шт/т	1/0,011	8/0,088

7 БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ МОНТАЖЕ

При монтаже воздухопроводов и вентиляционного оборудования необходимо учесть сложность производимых работ с учетом их производства на высоте рядом с незакрепленными элементами конструкций. В связи с этим в ПОС (техкарте) должны предусматриваться следующие меры по охране труда[30]:

- обеспечение безопасности рабочих мест на высоте
- определение последовательностей по установке конструкций
- определение схем и способов укрупненной сборки элементов конструкции

Подъем отдельных элементов системы осуществляется с помощью полиспастов, траверсов, лебедок и других строповочных средств при их креплении к установленным и хорошо закрепленным конструкциям. Территория строительной площадки, на которой осуществляется монтаж, должна быть очищена, складирование оборудования на месте захватки не допускается. Запрещается нахождение посторонних на территории захватки при производстве монтажных работ. При перерывах в работе не допускается оставлять элементы системы и оборудование в подвешенном состоянии[30], а также не закрепленными в проектом положении.

При использовании грузоподъемных механизмов при монтаже на высоте необходимо соблюдать меры их безопасной эксплуатации с учетом ПБ[31]. Места работы подъемных механизмов должны быть огорожены и хорошо освещены.

Т.к. соединение элементов воздухопроводов и трубопроводов сварное, необходимо соблюдать меры предосторожности при работе со сварочным оборудованием:

- работы сварщика должны производиться при исправно сварочном агрегате с надежной изоляцией проводов

- сварочные работы необходимо производить на открытом воздухе на свободной площадке
- баллоны с ацетиленом необходимо хранить в сухом помещении вдали от других зданий без прямого воздействия солнечных лучей

Монтаж вентиляционного оборудования необходимо производить в соответствии с типовыми технологическими картами. Подключение вентагрегатов должно производиться только по месту их установки после регулировки пружинных виброизоляторов [32].

При проведении монтажных работ на высоте монтажники должны иметь предохранительные пояса, а также предварительно укрепленные трапы для упора ног.

Все лица, производящие строительно-монтажные работы, должны находиться на территории стройплощадки в спецодежде, спецобуви, строительной каске и при необходимости должны быть снабжены средствами индивидуальной защиты.

Подготовительные работы (подгонка по месту, гибка трубопроводов, очистка стыков перед сварочными работами) должны выполняться на заготовительных участках перед монтажом систем, производить такие работы на высоте не допускается.

При проведении сборочных работ необходимо убедиться в совпадении сборочных отверстий на элементах систем, это необходимо делать с применением специального инструмента.

Все монтажные работы производятся только в присутствии ИТР в соответствии с ППР и календарным планом – графиком. По окончании монтажных работ необходимо произвести испытания на полностью смонтированных системах во избежание разгерметизации стыков в последующем. Устранение выявленных дефектов при испытании необходимо производить только по окончании испытаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 131.13330.2012. – Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М.: Минрегион России, 2012. – 113 с.
2. СП 50.13330.2012. - Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М.: Минрегион России, 2012. – 100 с.
3. СанПиН 2.4.2.2821-10*. Санитарно – эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях – М.: Минрегион России, 2010. – 30 с.
4. Справочное пособие к СП 118.13330.2012. Общественные здания. Проектирование предприятий общественного питания / Государственный научно – проектный институт учебно – воспитательных, торгово – бытовых и досуговых зданий – М.: Стройиздат, 1992. – 55 с.
5. ГОСТ 24700 – 81. Окна и балконные двери деревянные со стеклопакетами и стеклами для жилых и общественных зданий: Государственный стандарт союза СССР – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1984. – 48 с.
6. Малявина Е.Г. Строительная теплофизика: уч. пособ. / МГСУ – М: Типография МГСУ, 2011. – 152 с.
7. ГОСТ 31173-2003 – Блоки дверные стальные: Межгосударственная научно-техническая комиссия по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС) – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003. – 50 с.
8. Каменев П.Н. Вентиляция / П.Н. Каменев, Е. И. Тертичник. – М.: АСВ, 2006. – 616 с.
9. СанПиН 2.2.1 / 2.1.1.1278 – 03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий – М.: Минрегион России, 2003. – 26 с.

10. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: актуализированная редакция СНиП 41-01-2003*. М.: Минрегион России, 2012. – 81 с.

11. Внутренние санитарно – технические устройства. Справочник проектировщика часть 3, книга 1 - «Вентиляция и кондиционирование воздуха» / под ред. Н.Н. Павлова – М.: Стройиздат, 1992. – 316 с.

12. Краснов Ю.С., Борисоглебская А.П. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке / Ю.С. Краснов, А.П. Борисоглебская. – М.: Термокул, 2004. – 321 с.

13. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть 1. Отопление /Богословский В.Н., Крупнов Б.А., Сканава А.Н. – М.: Стройиздат, 1990 – 344 с.

14. Каталог компании «Vallorex» [Электронный ресурс]. – М.: Режим доступа: <http://www.ensys-ltd.ru/content/catalog/broen/ballorex.pdf/html>.

15. Каталог компании «Wilо» [Электронный ресурс]. – С.: Режим доступа: <http://www.wilo.nt-rt.ru/html>.

16. Торговников Е.М., Табачник В.Е. Проектирование промышленной вентиляции / Е.М. Торговников, В.Е. Табачник. – Киев: Будивельник, 1983. – 256 с.

17. Гримитлин М.И. Распределение воздуха в помещениях / И.М. Гримитлин. - СПб: АВОК СЕВЕРО - ЗАПАД, 2004 - 318 с.

18. Внутренние санитарно – технические устройства. Справочник проектировщика часть 3, книга 2 - «Вентиляция и кондиционирование воздуха» / под ред. Н.Н. Павлова – М.: Стройиздат, 1992. – 246 с.

19. Каталог компании «ПромВентиляцияСервис» [Электронный ресурс]. – Т.: Режим доступа: <http://www.pv-s.ru/catalog/html>.

20. Каталог компании «Ventel» [Электронный ресурс]. – М.: Режим доступа: <http://www.lufter.ru/catalog/html>.

21. Каталог компании «РУСКЛИМАТ» [Электронный ресурс]. – М.: Режим доступа: <http://www.rusklimat.com/catalog/html>.

22. Каталог компании «ВЕЗА» [Электронный ресурс]. – С.: Режим доступа: <http://www.veza.ru/catalog/html>.
23. Каталог компании «ЛАДАФЛЕКТ» [Электронный ресурс]. – Т.: Режим доступа: <http://www.lada-flakt.ru/catalog/html>.
24. Хансуваров К.И., Цейтлин В.Г. Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара / К. И. Хансуваров, В.Г. Цейтлин. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 358 с.
25. Елизаров И.А. Технические средства автоматизации / И.А. Елизаров. – М.: Издательство «Машиностроение-1», 2004. – 289 с.
26. ТТК на установку и монтаж внутренних систем вентиляции и кондиционирования с приточно-вытяжными установками и оборудования систем холодоснабжения. Шифр проекта: 1012/40. – СПб.: ООО Строительные технологии, 2013. – 36 с.
27. ЕНиР сборник Е40 выпуск 6 «Детали и узлы для систем вентиляции и пневмотранспорта». – М.: ЦНИБ, 1986*. – 35 с.
28. ЕНиР сборник Е10 «Сооружение систем вентиляции, кондиционирования воздуха, пневмотранспорта и аспирации». – М.: ЦНИБ, 1990*. – 23 с.
29. ЕНиР сборник Е34 «Монтаж компрессоров, насосов и вентиляторов». – М.: ЦНИБ, 1989*. – 41 с.
30. СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2 Строительное производство. – М.: Центр охраны труда в строительстве Госстроя России, 2003. – 34 с.
31. Промышленная безопасность при эксплуатации грузоподъемных кранов, сборник документов. Выпуск 7. – М.: НТЦ «Промышленная безопасность», 2009. – 59 с.
32. Пособие по производству и приемке работ при устройстве систем вентиляции и кондиционирования воздуха к СП 73.13330.2012 Внутренние санитарно – технические системы зданий. – М.: Стройиздат, 1989*. – 54 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Состав конструкций здания

Таблица 2 – Состав конструкций здания

Тип конструкции	Наименование слоя	Толщина слоя δ , мм	Плотность материала ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/м ⁰ С
наружные стены	известково – песчаная штукатурка	0,012	1600	0,81
	кладка из керамического кирпича на цементно – песчаном растворе	0,51	1400	0,58
	пенополистирол	0,25	25	0,044
	наружная цементно – песчаная штукатурка по армированной сетке	0,012	1800	0,93
наружные стены (помещения кухни)	керамическая плитка	0,01	1900	0,8
	кладка из керамического кирпича на цементно – песчаном растворе	0,51	1400	0,58
	пенополистирол	0,25	25	0,044
	наружная цементно – песчаная штукатурка по армированной сетке	0,012	1800	0,93
внутренние стены	известково – песчаная штукатурка	0,012	1600	0,81
	керамзитобетон на керамзитовом песке	0,12	800	0,31
	известково – песчаная штукатурка	0,012	1600	0,81

Продолжение таблицы 2

бесчердачное покрытие	железобетонная монолитная плита	0,22	2500	2,04
	2 слоя пергамина	0,005	600	0,17
	керамзитовый гравий	0,59	300	0,13
	цементно – песчаный раствор	0,045	1800	0,93
	водоизоляционный ковер	0,016	1400	0,27
перекрытие над подвалом (гимнастический зал)	железобетонная монолитная плита	0,22	2500	2,04
	2 слоя пергамина	0,005	600	0,17
	ячеистый бетон – перлитобетон	0,2	600	0,23
	воздушная прослойка			0,15
	сосновая доска	0,02		0,18
	паркет дубовый	0,008	700	0,23
перекрытие над подвалом (обеденный зал, рекреация)	железобетонная монолитная плита	0,22	2500	2,04
	2 слоя пергамина	0,005	600	0,17
	ячеистый бетон – перлитобетон	0,2	600	0,23
	цементно – песчаный раствор	0,04	1800	0,93
	мраморная плитка 500 × 300 мм	0,008	1600	2,91
межэтажное перекрытие	железобетонная монолитная плита	0,22	2500	2,04
	ячеистый бетон – перлитобетон	0,2	600	0,23
	древесностружечная плита	0,015	600	0,18
	паркет дубовый	0,006	1400	0,23

Приложение Б

Состав полов подвала, лежащих на грунте, и стен, лежащих ниже уровня земли

Таблица 5 – Состав полов подвала, лежащих на грунте, и стен, лежащих ниже уровня земли

№ слоя	наименование материала	толщина слоя δ , мм	плотность слоя ρ , кг/м ³	коэффициент теплопроводности λ , Вт/м ⁰ С
покрытия подвала, лежащие на грунте				
1	песчаная подготовка	0,2	1600	0,58
2	щебень средней фракции	0,2	700	0,23
3	раствор сложный	0,08	1700	0,87
4	рубероид	0,02	600	0,17
5	железобетонная монолитная плита	0,2	2500	2,04
стены, лежащие ниже уровня земли				
1	железобетонный фундаментный блок ФБС	0,58	2500	2,04
2	битумная мастика	0,02	1400	0,27

Приложение Г

Расчет теплотерь через полы по зонам

Таблица 6 – Расчет теплотерь через полы по зонам

наименование помещения	стена		полы								общие теплотер и
	I зона		I зона		II зона		III зона		IV зона		
	$F_{I\text{ст}}$	$Q_{\text{ст}}$	$F_{I\text{пола}}$	$Q_{\text{пола}}$	F_{II}	Q_{II}	F_{III}	Q_{III}	F_{IV}	Q_{IV}	$Q_{\text{общ}}$
рекреация	27,1	59 8	86,4	117 7	91,0 4	76 3	12	57	22,8	70	2665
гимнастический зал	30,8 5	70 9	93,4 5	132 6	101, 1	88 3	84, 6	42 2	183, 4	58 7	3927
раздевалки	-	-	-	-	-	-	-	-	51,3	16 4	164
санузлы с душевыми	-	-	-	-	-	-	-	-	18,6	65	65
снарядная	-	-	-	-	-	-	0,9	4	21,3	65	69
гардероб персонала	1,55	34	4,65	63	7,2	60	11	53	-	-	210
помещение инструктора	1,45	32	4,35	59	4,8	40	-	-	-	-	131
обеденный зал	15,4 5	32 7	49,2	642	50,8 5	40 9	42, 6	19 5	83,2	24 5	1818
помещение раздачи	0,92	19	2,75	36	3,67	29	3,6 7	17	0,64	2	103
помещение приемочной	-	-	-	-	-	-	-	-	11,3	33	33
помещение моечной	-	-	-	-	-	-	-	-	19	61	61
горячий цех	3,45	56	10,3 5	103	14,9 7	91	13, 6	47	1,56	3	500
кладовая сухих продуктов	-	-	-	-	2,9	21	7,3	31	11,5	31	83

Продолжение таблицы 6

доготовочный цех	4,8	10 2	13,9 8	182	6,8	55	-	-	-	-	339
охлаждаемая камера	-	-	-	-	3,45	18	8,4	25	-	-	43
загрузочная	3,05	56	9,15	104	5,92	41	-	-	-	-	201

Приложение Д

Расчет теплотерь помещений

Таблица 7 – Расчет теплотерь помещений

наименование помещения	ограждающие конструкции					коэффициент теплопередачи k , Вт/м ² *С	(тв-тн)*n	основные теплотери Q, Вт	Добавки		коэффициент $1+\Sigma\beta$	Q*(1+ $\Sigma\beta$), Вт
	наименование	ориентация	размер		площадь F, м ²				на ориентацию	прочие		
			a	h								
1 этаж												
рекреация	НС	З	7,0	2,5	17,49	0,17	48	143	0,05	0,1	1,15	164
	НС	СЗ	23,8	2,5	59,50	0,17	48	486	0,1	0,05	1,15	558
	НС	ЮЗ	23,8	2,5	59,50	0,17	48	486	-	0,1	1,1	534
	ВС	-	6,0	2,0	12,00	1,55	7	130	-	-	1	130
	ОК	СЗ	2,1	1,5	12,11	1,69	48	983	0,1	0,05	1,05	1032
	ОК	ЮЗ	2,1	1,5	6,06	1,69	48	491	-	0,1	1,1	540
	ДВ	СЗ	2,3	0,9	4,14	1,01	48	201	0,1	0,05	1,05	211
	ПТ	-	6,4	23,3	149,12	0,2	48	1432			1	1432
	ПЛ	-	6,4	23,3	149,12	0,23	35	2665			1	2665
итог:											7266	

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
гимнастически й зал	НС	3	15,4	6,9	106,57	0,17	50	906	0,05	0,1	1,15	1042
	НС	Ю	30,9	6,9	213,83	0,17	50	1818	-	0,1	1,1	1999
	НС	В	15,4	6,9	106,57	0,17	50	906	0,1	0,05	1,15	1042
	ВС	-	3,5	2,0	7,00	1,55	5	54	-	-	1	54
	ОК	Ю	2,1	1,5	31,50	1,69	50	2662	-	0,1	1,1	2928
	ДВ	В	2,3	0,9	10,35	1,01	50	523	0,1	2,15	3,25	1699
	ПТ	-	15,1	30,1	454,51	0,20	50	4545			1	4545
	ПЛ	-	15,1	30,1	454,51	0,20	35	3927			1	3927
итог:											17236	
санузлы с душевыми	ВС	-	3,5	2,0	7,0	1,55	5	54	-	-	1	54
	ВС	-	6,0	2,0	12,0	1,55	7	130	-	-	1	130
	ВС	-	3,5	2,0	7,0	1,55	9	98	-	-	1	98
	ПЛ	-	6,0	8,6	51,30	0,23	35	65			1	65
итог:											347	
раздевалки	ВС	-	8,5	2,0	17,0	1,55	5	132	-	-	1	132
	ПЛ	-	8,5	6,0	51,0	0,23	35	164	-	-	1	164
итог:											296	
снарядная	ВС	-	1,5	2,0	3,00	1,55	6	28	-	-	1	28

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5,0	6,00	7	8	9	10	11	12	13
снарядная	ПЛ	-	3,7	6,0	22,20	0,20	35	152	-	-	1	152
итог:												193
гардероб персонала	НС	В	6,0	2,0	12,00	0,17	48	98	0,1	-	1,1	108
	ВС	-	0,4	2,0	0,72	1,55	6	7	-	-	1	7
	ВС	-	2,5	2,0	5,00	1,55	8	62	-	-	1	62
	ВС	-	2,5	2,0	5,00	1,55	18	140	-	-	1	140
	ПЛ	-	5,4	3,1	19,83	0,20	35	210	-	-	1	210
итог:												526
помещение инструктора	НС	В	2,9	2,0	5,80	0,17	48	47	0,1	-	1,1	52
	ПЛ	-	2,9	3,2	9,14	0,20	35	131	-	-	1	131
итог:												183
обеденный зал	НС	З	12,3	3,5	43,05	0,17	46	337	0,05	0,1	1,15	387
	НС	С	18,6	3,5	65,10	0,17	46	509	0,1	0,05	1,15	585
	ВС	-	3,5	2,0	7,00	1,55	9	98	-	-	1	98
	ОК	З	2,1	1,5	6,30	1,69	46	490	0,05	0,1	1,15	563
	ОК	С	2,1	1,5	6,30	1,69	46	490	0,1	0,05	1,15	563
	ПЛ	-	12,0	18,3	219,60	0,23	35	1818	-	-	1	1818
итог:												4015

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
приемочная	ПЛ	-	1,8	6,2	11,29	0,23	35	33	-	-	1	33
											итог:	33
раздача	НС	С	1,7	2,5	4,25	0,3	46	59	0,1	-	1,1	65
	ВС	-	5,9	2,5	14,63	1,55	11	249	-	-	1	249
	ОК	С	2,1	1,5	3,15	1,69	46	245	0,1	-	1,1	269
	ПЛ	-	5,9	1,7	9,95	0,23	35	103	-	-	1	103
											итог:	686
моечная	ВС	-	3,1	2,5	7,75	1,55	15	180	-	-	1	180
	ВС	-	6,2	2,5	15,38	1,55	8	191	-	-	1	191
	ПЛ	-	6,2	3,1	19,07	0,23	35	61	-	-	1	61
											итог:	432
горячий цех	НС	С	6,9	2,5	17,25	0,3	35	181	0,1	-	1,1	199
	ВС	-	3,1	2,5	7,75	1,55	15	180	-	-	1	180
	ВС	-	5,9	2,5	14,63	1,55	11	249	-	-	1	249
	ВС	-	3,8	2,5	9,55	1,55	7	104	-	-	1	104
	ОК	С	2,1	1,5	3,15	1,69	35	186	0,1	-	1,1	205
	ПЛ	-	6,9	5,9	40,37	0,23	35	300	-	-	1	300
											итог:	1237

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ДОГотовочная	НС	С	3,5	2,5	8,75	0,3	46	121	0,1	0,05	1,15	139
	НС	В	6,2	2,5	15,38	0,3	46	212	0,1	0,05	1,15	244
	ВС	-	5,9	2,5	14,75	1,55	11	251	-	-	1	251
	ВС	-	2,5	2,5	6,25	1,55	6	58	-	-	1	58
	ОК	С	2,1	1,5	3,15	1,69	46	245	0,1	0,05	1,15	282
	ПЛ	-	5,9	3,0	17,70	0,23	35	339	-	-	1	339
ИТОГ:												1313
кладовая сухих продуктов	ВС	-	6,2	2,5	15,50	1,55	8	192	-	-	1	192
	ВС	-	3,8	2,5	9,50	1,55	7	103	-	-	1	103
	ВС	-	5,6	2,5	14,00	1,55	12	260	-	-	1	260
	ВС	-	1,5	2,5	3,75	1,55	6	35	-	-	1	35
	ПЛ	-	6,2	4,4	26,75	0,23	35	83	-	-	1	83
ИТОГ:												674
охлаждаемая камера	ВС	-	5,6	2,5	14,00	1,55	12	260	-	-	1	260
	ВС	-	2,5	2,5	6,25	1,55	18	174	-	-	1	174
	ВС	-	3,35	2,5	8,38	1,55	10	130	-	-	1	130
	ПЛ	-	3,4	3,5	11,83	0,23	35	43	-	-	1	43
ИТОГ:												608

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
загрузочная	НС	В	6,2	2,5	15,38	0,3	40	185	0,1	-	1,1	203
	ВС	-	2,5	2,5	6,25	1,55	6	58	-	-	1	58
	ВС	-	3,4	2,5	8,38	1,55	10	130	-	-	1	130
	ВС	-	2,5	2,5	6,25	1,55	8	78	-	-	1	78
	ДВ	В	2,3	0,9	2,07	1,01	40	84	0,1	2,1	3,2	268
	ПЛ	-	6,2	2,4	15,04	0,23	35	201	-	-	1	201
итог:												937
2 этаж												
класс пения	НС	З	9,0	2,5	22,38	0,17	48	183	0,05	-	1,05	192
	ПТ	-	9,0	6,2	55,49	0,2	48	533	-	-	1	533
итог:												724
инвентарная	НС	З	3,4	2,5	8,38	0,17	48	68	0,05	0,1	1,15	79
	НС	С	5,2	2,5	13,00	0,17	48	106	0,1	0,05	1,15	122
	ПТ	-	4,9	3,1	14,95	0,2	48	143	-	-	1	143
итог:												344
актовый зал	НС	С	21,2	2,5	52,93	0,17	48	432	0,1	-	1,1	475
	ОК	С	2,1	1,5	12,60	1,69	48	1022	0,1	-	1,1	1124
	ПТ	-	12,0	21,2	254,04	0,2	48	2439	-	-	1	2439
итог:												4038

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
холл	ПТ	-	6,0	7,31	43,86	0,2	48	421	-	-	1	421
итог:												421
библиотека	НС	В	6,0	2,5	15	0,17	48	122	0,1	-	1,1	135
	ДВ	В	2,3	0,9	2,07	1,01	48	100	0,1	-	1,1	110
	ПТ	-	10,8	6,0	65,07	0,2	48	625	-	-	1	625
итог:												870
перемоточная	НС	В	4,3	2,5	10,75	0,17	48	88	0,1	-	1,1	96
	ДВ	В	2,3	0,9	2,07	1,01	48	100	0,1	-	1,1	110
	ПТ	-	4,3	3,05	13,12	0,2	48	126	-	-	1	126
итог:												333
киноаппаратная	НС	С	3,5	2,5	8,75	0,17	48	71	0,1	0,05	1,15	82
	НС	В	6,4	2,5	15,88	0,17	48	130	0,1	0,05	1,15	149
	ОК	С	2,1	1,5	3,15	1,69	48	256	0,1	0,05	1,15	294
	ПТ	-	6,1	3,0	18,30	0,2	48	176	-	-	1	176
итог:												701

Приложение Е

Теплопоступления от солнечной радиации

Таблица 10 - Теплопоступления от солнечной радиации

время суток	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
обеденный зал														
ориентация	запад													
q(вп)	-	-	-	-	-	-	-	105	280	457	572	607	664	442
q(вр)	39	59	72	77	77	81	87	98	113	135	166	174	160	99
F, м2	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
k1	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
k2	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
$\beta_{сз}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q _{ср}	266	403	491	525	525	553	594	583	1129	1701	2120	2244	2367	1554
ориентация	север													
q(вп)	155	77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77	155
q(вр)	73	93	96	91	85	81	80	80	81	85	91	96	93	73
F, м2	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
k1	0,48	0,48	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	0,48	0,48
k2	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
$\beta_{сз}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Qср	655	488	655	621	580	553	546	546	553	580	621	655	488	655
итого:	921	891	1146	1146	1105	1105	1139	1129	1682	2281	2741	2899	2856	2209
актовый зал														
ориентаци я	север													
q(вп)	155	77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77	155
q(вр)	73	93	96	91	85	81	80	80	81	85	91	96	93	73
F, м2	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6
k1	0,48	0,48	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	0,48	0,48
k2	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
$\beta_{сз}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Qср	1310	977	1310	1242	1160	1105	1092	1092	1105	1160	1242	1310	977	1310
гимнастический зал														
ориентаци я	юг													
q(вп)	-	-	58	171	283	378	424	424	378	283	171	58	-	-

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
q(вр)	43	80	102	114	119	121	123	123	121	119	114	102	80	43
F, м2	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5
k1	1,14	1,14	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	1,14	1,14
k2	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
$\beta_{сз}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Qср	1467	2729	2298	4094	5774	7168	7857	7857	7168	5774	4094	2298	2729	1467
горячий цех														
ориентац ия	север													
q(вп)	155	77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77	155
q(вр)	73	93	96	91	85	81	80	80	81	85	91	96	93	73
F, м2	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15
k1	0,48	0,48	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	0,48	0,48
k2	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
$\beta_{сз}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Qср	327	244	327	310	290	276	273	273	276	290	310	327	244	327

Приложение Ж
Расчетная схема системы отопления

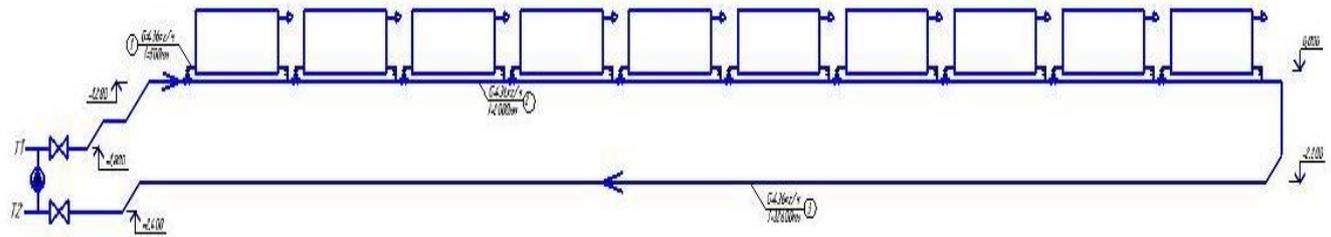
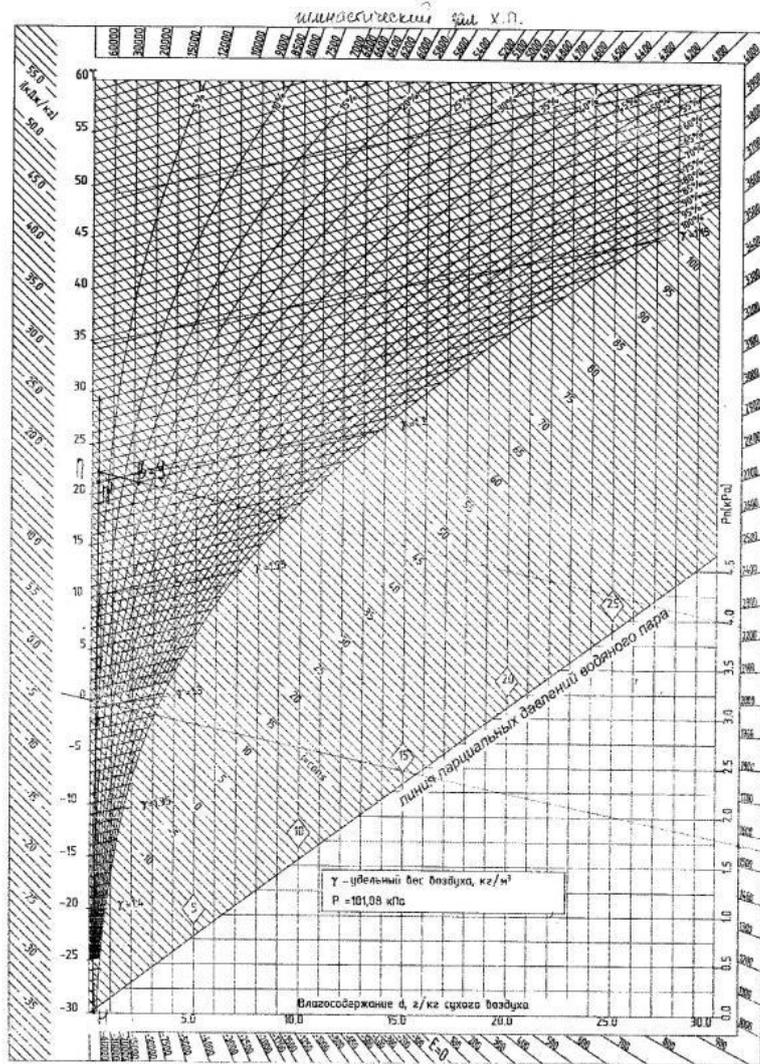


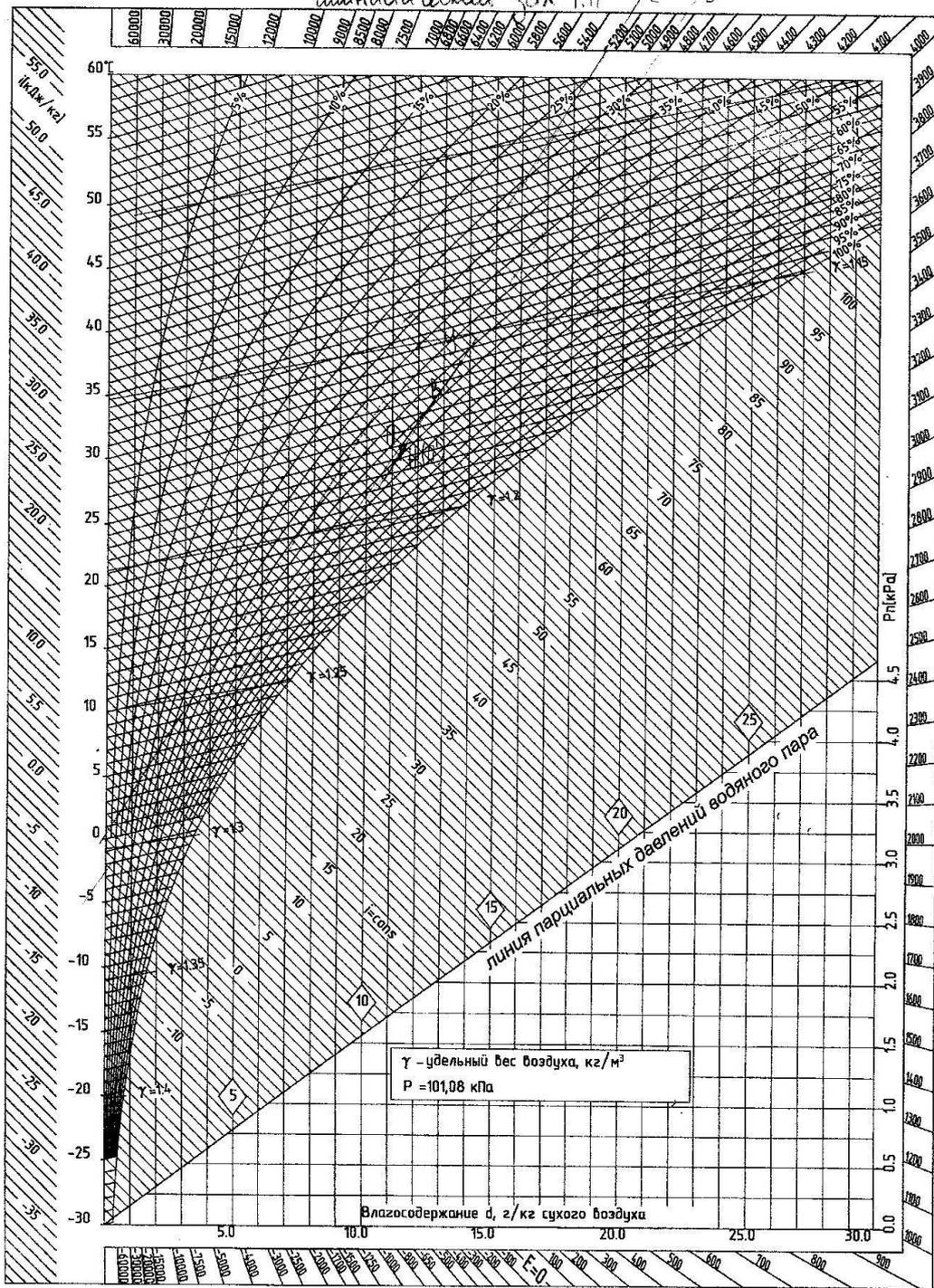
Рисунок 1 – Расчетная схема системы отопления

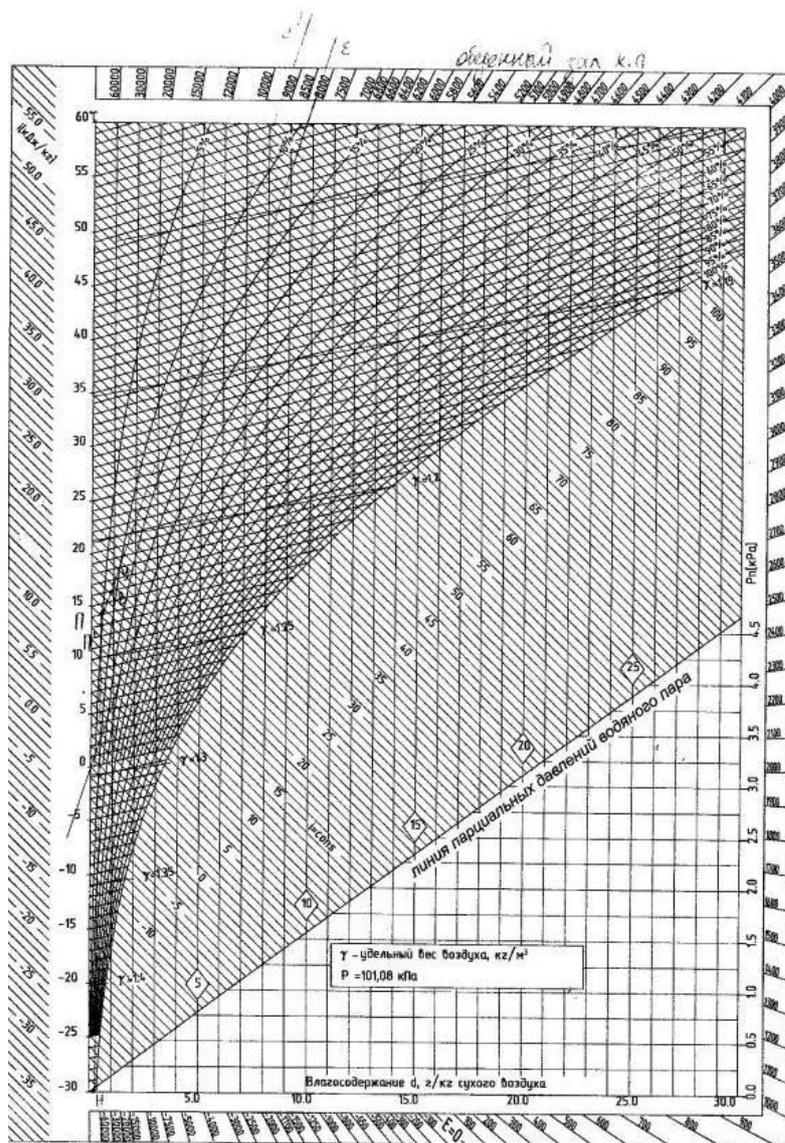
Приложение И

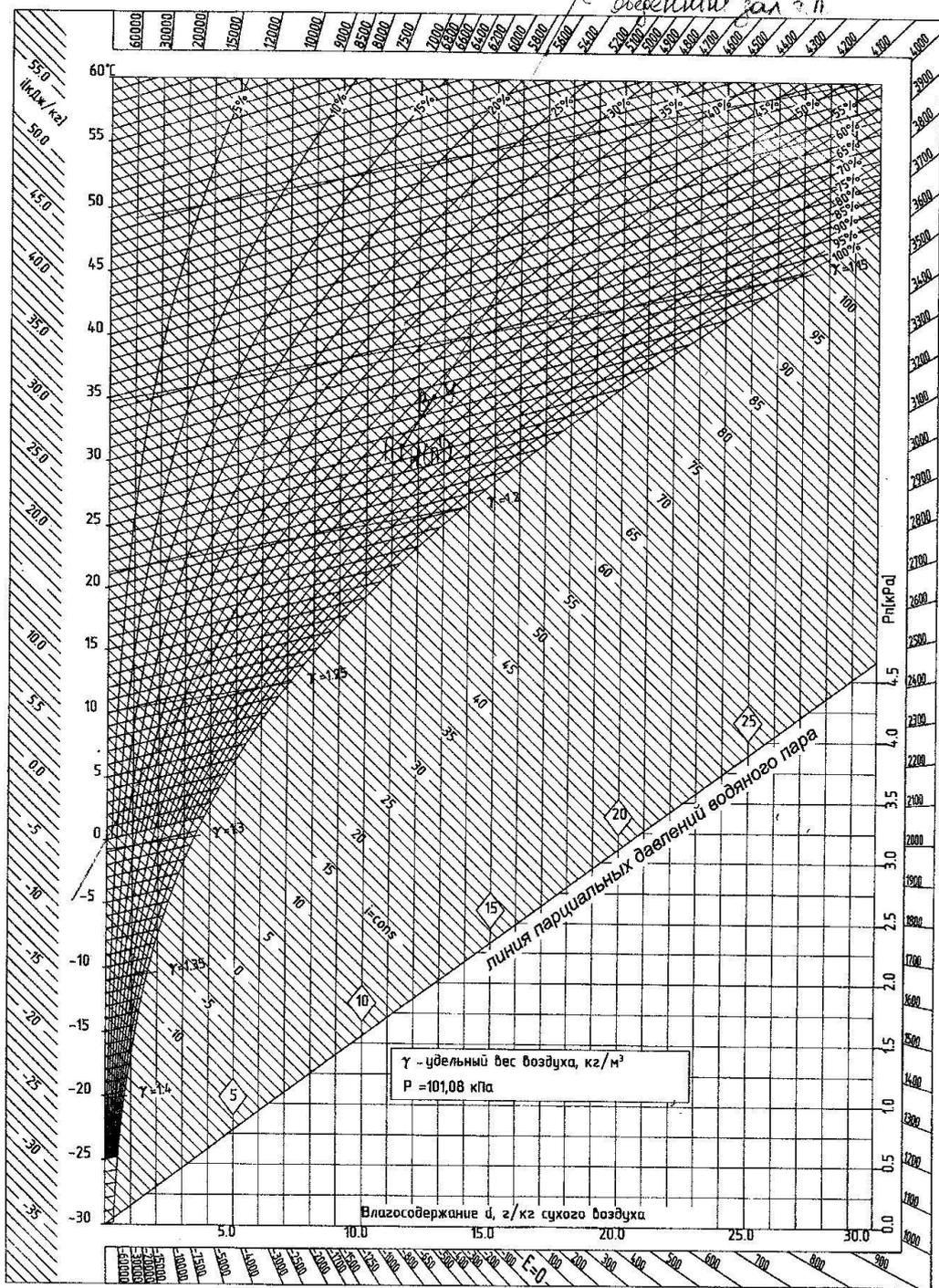
Построение процессов обработки воздуха на $I - d$ диаграмме



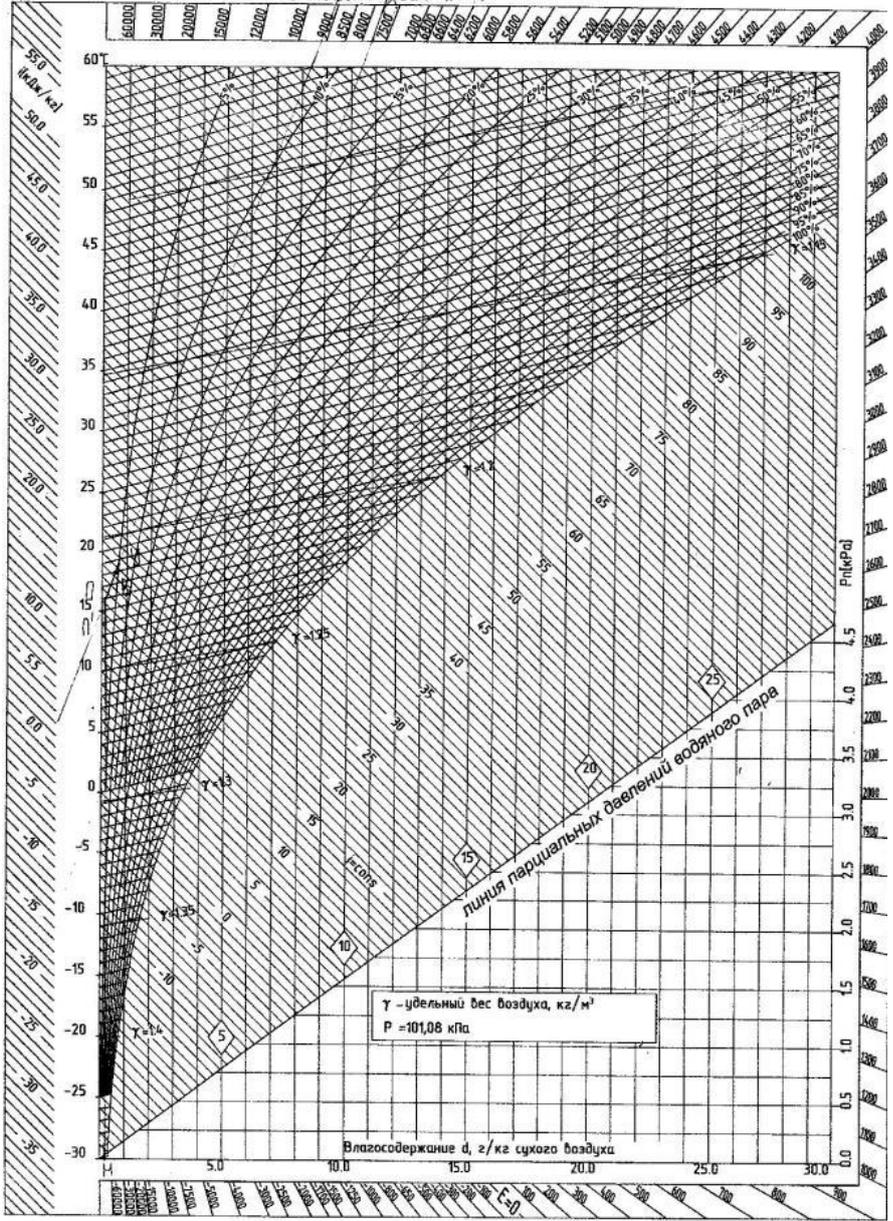
Исходные данные 30А Т.О / 2 / 2

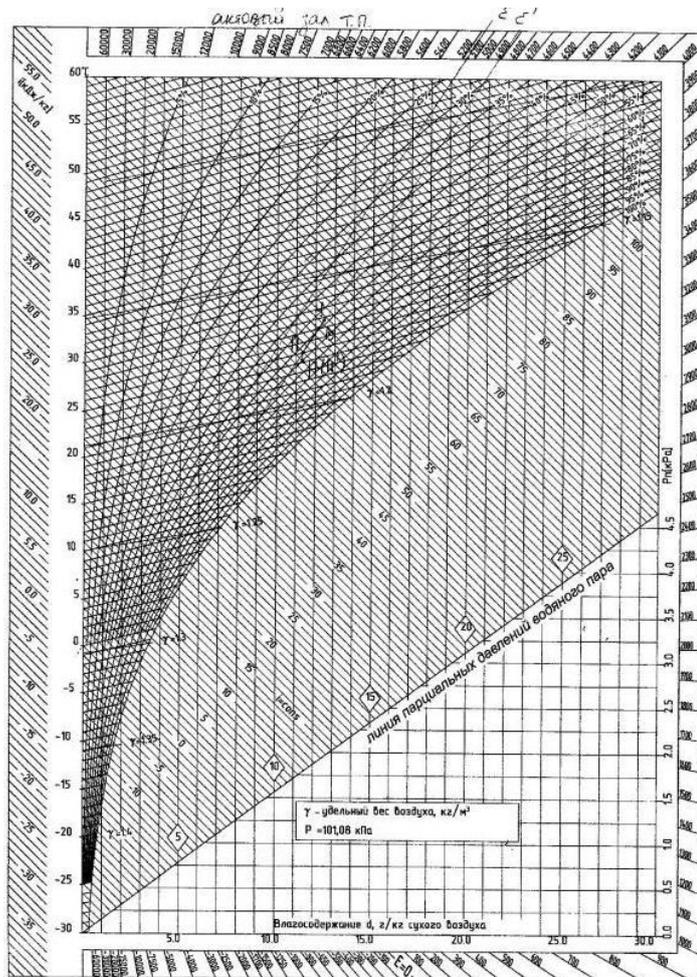






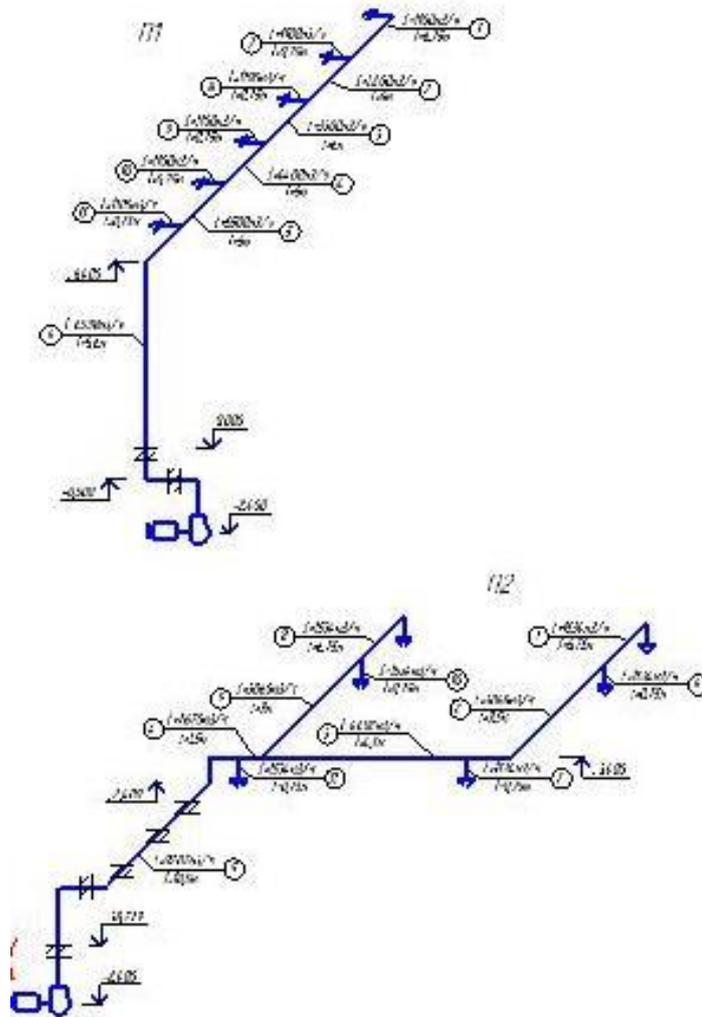
ОКОНЧИТЬ РАБ. К.П.

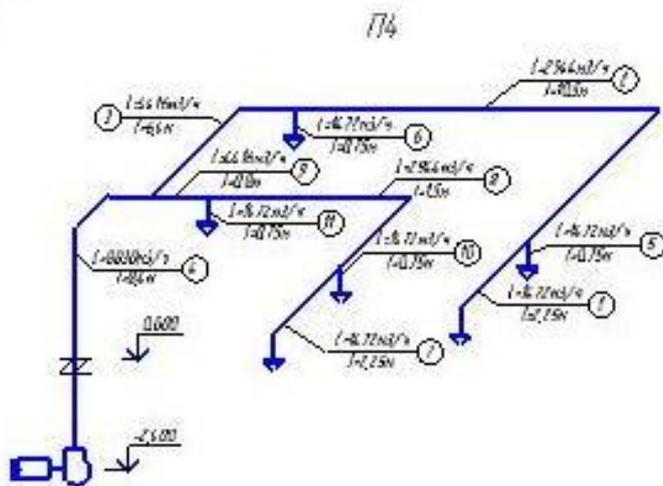
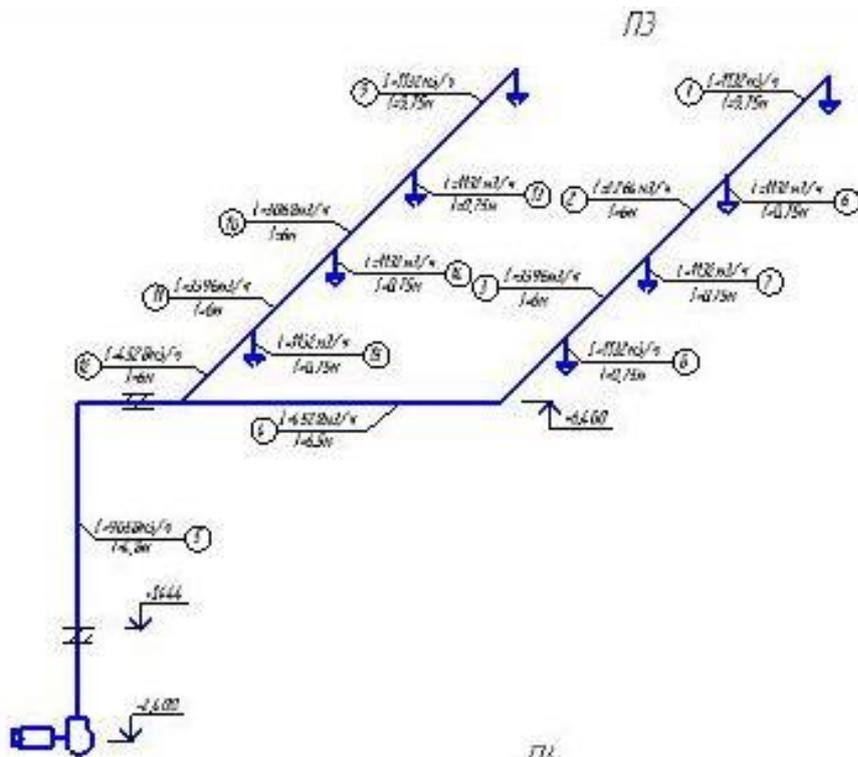




Приложение К

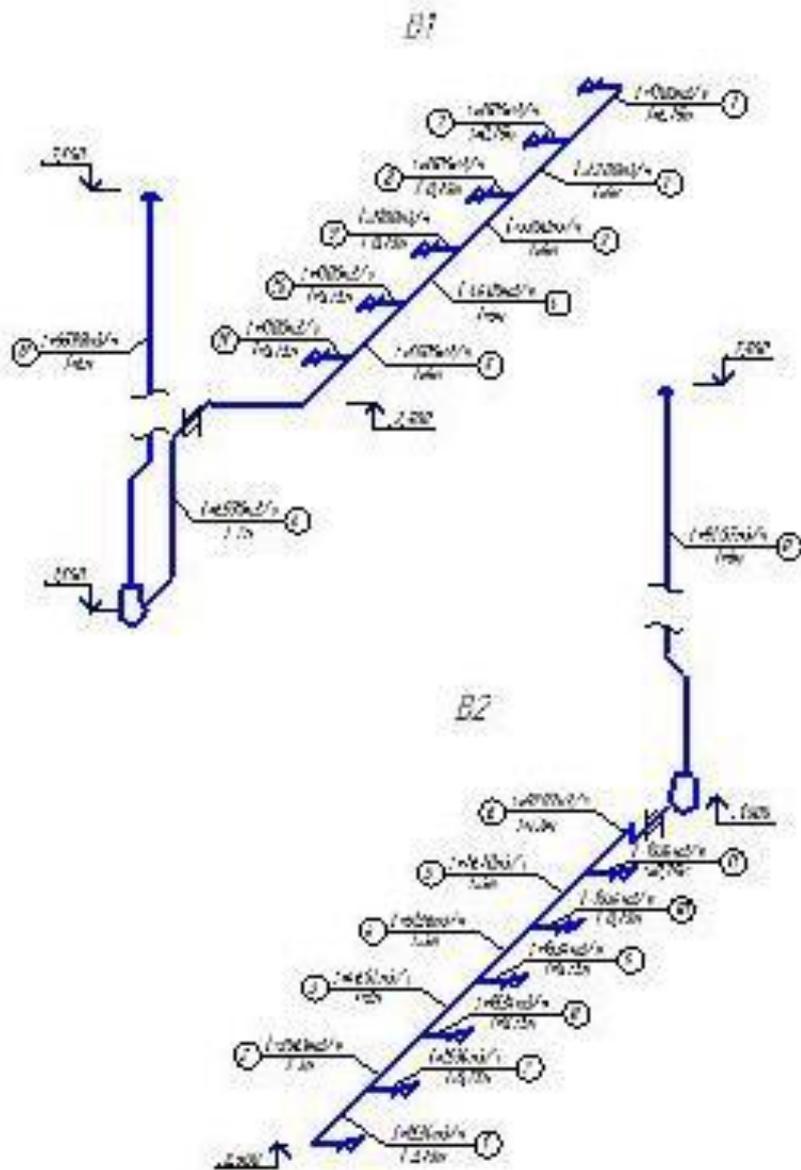
Расчетные схемы приточных систем П1 - П4

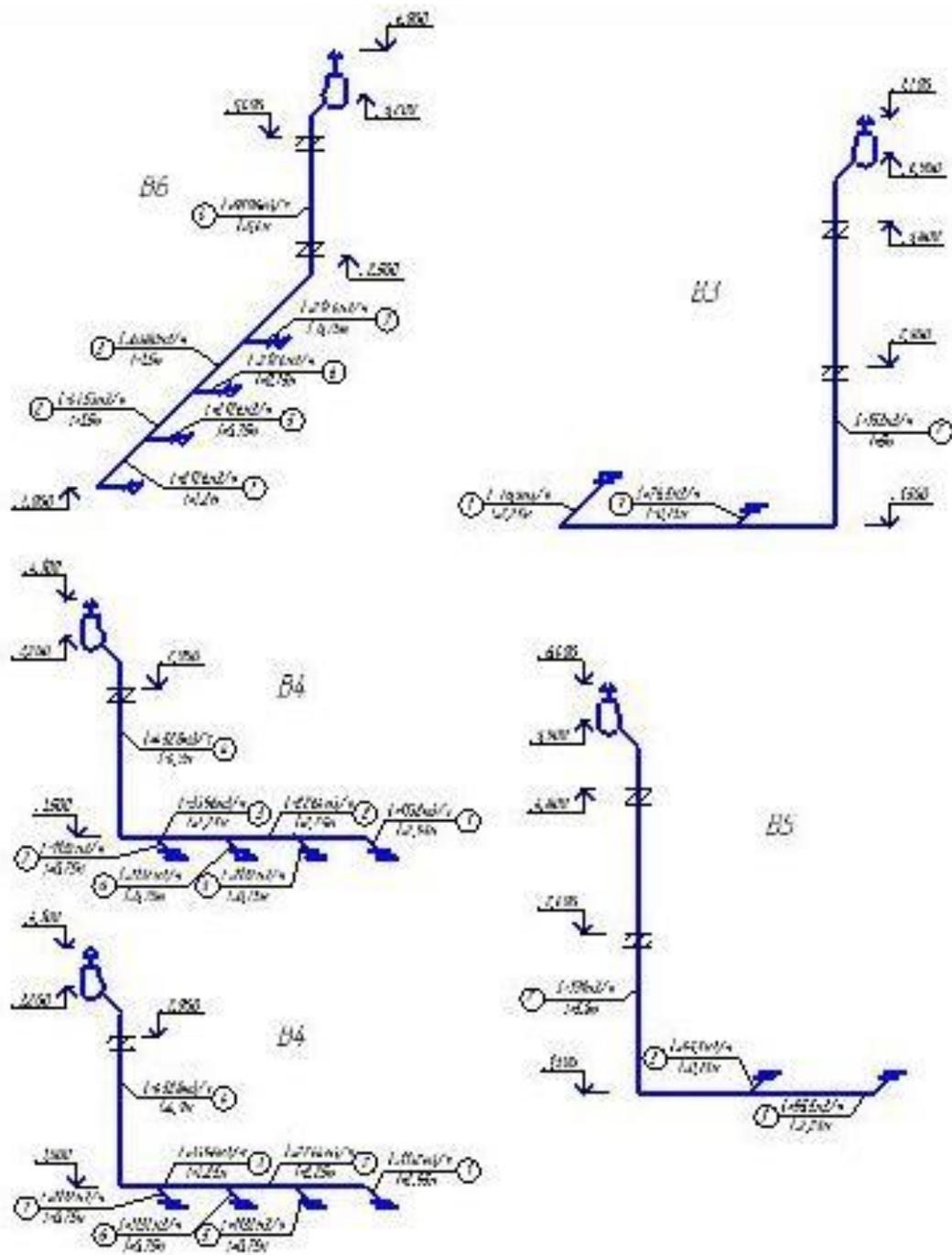


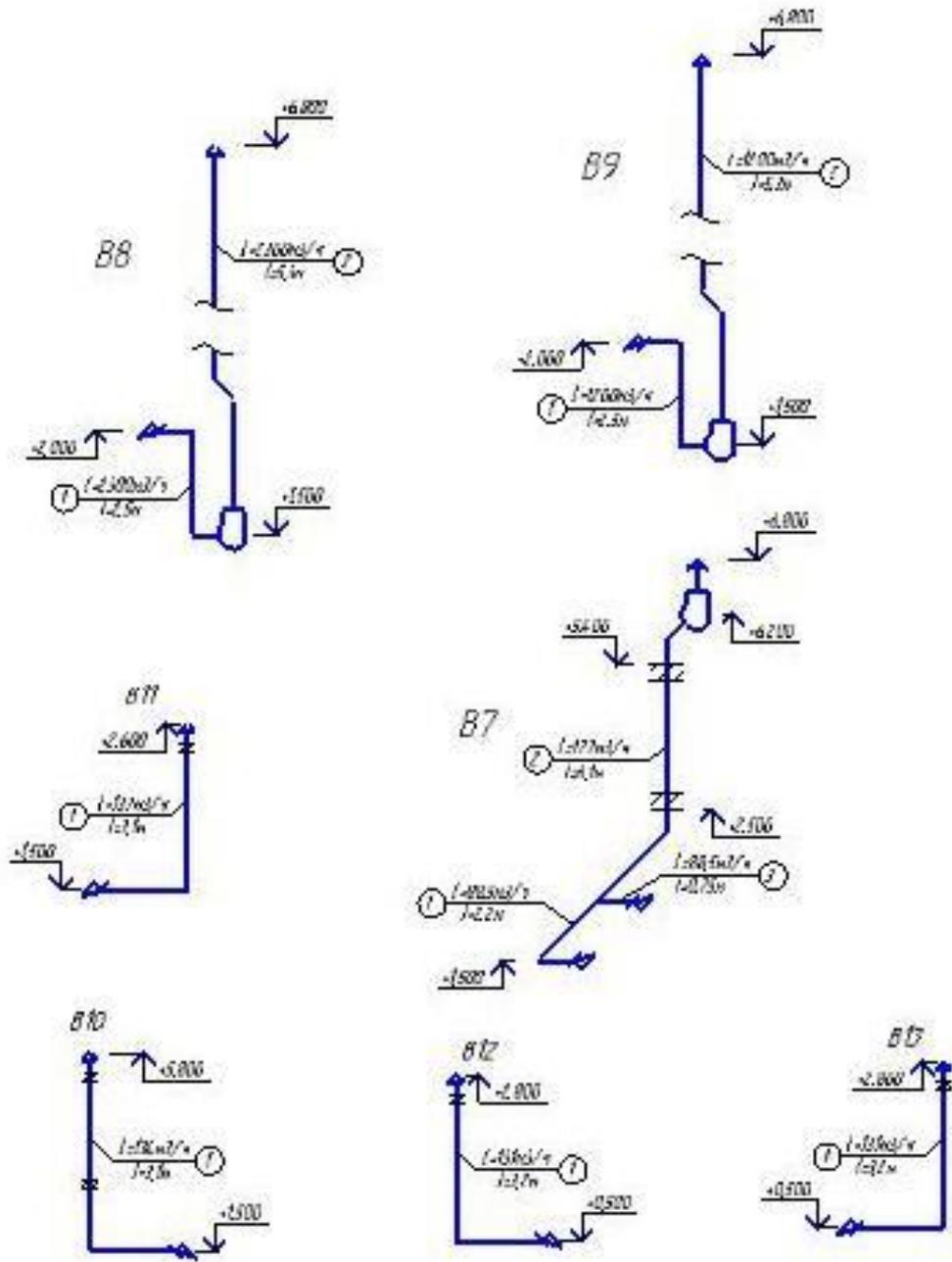


Приложение Л

Расчетные схемы вытяжных систем В1 - В13







Приложение М

Аэродинамический расчет приточных систем П1 - П4

Таблица 16 - Аэродинамический расчет приточных систем П1 - П4

№ уч-ка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R _ф , Па	R _ф ·l, Па/м	ξ	R _{дин} , Па	z, Па	R _ф ·l+z	ΔP	Примечание
			d, мм	f, м ²	v, м/с								
П1													
магистраль													
ВР	1100			0,308	1,0			2,2	0,60	1,31	1,31		
1	1100	6,75	315	0,078	3,9	0,583	3,9	0,65	9,31	6,05	9,99	11,30	отвод 90° - 0,35 , тр. проход. - 0,3
2	2200	6	355	0,099	6,2	1,07	6,4	0,3	23,09	6,93	13,35	24,64	тр. проход. - 0,3
3	3300	6	400	0,126	7,3	1,4	8,4	0,3	32,23	9,67	18,07	42,71	тр. проход. - 0,3
4	4400	6	450	0,159	7,7	1,37	8,2	0,2	35,77	7,15	15,37	58,08	тр. проход. - 0,2
5	5500	6	500	0,196	7,8	1,21	7,3	0,2	36,67	7,33	14,59	72,68	тр. проход. - 0,2
6	6598	9,6	500	0,196	9,3	1,32	12,7	1,05	52,77	55,40	68,08	140,75	3 отвода 90° - 1,05
ответвление													
ВР	1100			0,308	1,0			2,2	0,60	1,31	1,31		
7	1100	0,75	280	0,062	5,0	1,01	0,8	0,68	14,91	10,14	10,90	12,21	тр. на ответ. - 0,68
невязка:													
(ΔP1-ΔP7)/ ΔP1=(11,3-12,21)/11,3=-8%													
ВР	1100			0,308	1,0			2,2	0,6	1,3	1,3		
8	1100	0,75	250	0,049	6,2	1,86	1,4	0,68	23,5	16,0	17,4	18,7	тр. на ответ. - 0,68
диафрагма:													
ξ=(ΔP2-ΔP8)/P8=(24,64-18,7)/23,5=0,3 - диафрагма 228 мм													

BP	1100			0,308	1,0			2,2	0,6	1,3	1,3		
9	1100	0,75	250	0,049	6,2	1,86	1,4	1,26	23,5	29,6	31,0	32,3	тр. на ответ. - 1,26
диафрагма: $\xi=(\Delta P_3-\Delta P_9)/P_9=(42,71-32,3)/23,5=0,4$ - диафрагма 224 мм													
BP	1100			0,308	1,0			2,2	0,6	1,3	1,3		
10	1100	0,75	250	0,049	6,2	1,86	1,4	0,68	23,5	16,0	17,4	18,7	тр. на ответ. - 0,68
диафрагма: $\xi=(\Delta P-\Delta P_{10})/P_{10}=(58,1-18,7)/23,5=1,8$ - диафрагма 195 мм													
BP	1100			0,308	1,0			2,2	0,6	1,3	1,3		
11	1100	0,75	250	0,049	6,2	1,86	1,4	0,73	23,5	17,1	18,5	19,8	тр. на ответ. - 0,73
диафрагма: $\xi=(\Delta P_5-\Delta P_{11})/P_{11}=(72,68-19,8)/23,5=2,25$ - диафрагма 190 мм													
№ уч- ка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			Rф, Па	Rф·l, Па/м	ξ	Pдин, Па	z, Па	Rф·l+z	ΔP	Примечание
			d, мм	f, м ²	v, м/с								
П2													
магистраль													
BP	1534			0,304	1,4			1,7	1,19	2,02	2,02		
1	1534	6,75	315	0,078	5,5	1,05	7,09	0,6	18,11	10,86	17,95	19,97	отвод 90° - 0,35, тр. проход. - 0,25
2	3068	9,5	400	0,126	6,8	1,23	11,69	0,55	27,85	15,32	27,00	46,98	отвод 90° - 0,35, тр. проход. - 0,2

Продолжение таблицы 16

3	4602	4,5	450	0,159	8,0	1,37	6,17	0,75	39,12	29,34	35,51	82,48	тр. проход. - 0,75
4	7670	1,5	560	0,246	8,7	1,19	1,79	0,15	45,32	6,80	8,58	91,07	тр. проход. - 0,15
5	9207	10,5	560	0,246	10,4	1,9	19,95	1,4	65,30	91,42	111,37	202,43	4 отвода 90° - 1,4
ответвление													
BP	1534			0,304	1,4			1,7	1,18	2,00	2,00		
6	1534	0,75	280	0,062	6,9	1,87	1,40	0,68	28,76	19,56	20,96	22,96	тр. на ответ. - 0,68
невязка: ($\Delta P_1 - \Delta P_6$) / $\Delta P_1 = (19,97 - 22,96) / 19,97 = -15\%$													
BP	1534			0,304	1,4			1,7	1,18	2,00	2,00		
7	1534	0,75	280	0,062	6,9	2,12	1,59	1,35	28,76	38,83	40,42	42,42	тр. на ответ. - 1,35
невязка: ($\Delta P_2 - \Delta P_7$) / $\Delta P_2 = (46,98 - 42,4) / 46,98 = 9,7\%$													
BP	1534			0,304	1,4			1,7	1,00	2,00	2,00		
8	1534	6,75	315	0,078	5,5	1,05	7,09	0,65	17,96	11,67	18,76	20,76	отвод 90° - 0,35, тр. проход. - 0,3
9	3068	9	355	0,099	8,6	2,02	18,18	1,19	44,53	52,98	71,16	91,92	тр. проход. - 1,19
невязка: ($\Delta P_9 - \Delta P_3$) / $\Delta P_9 = (82,5 - 91,9) / 82,5 = -11,4\%$													
BP	1534			0,304	1,4			1,7	1,00	2,00	2,00		
10	1534	0,75	315	0,078	5,5	1,05	0,79	1,1	17,96	19,75	20,54	22,54	тр. на ответ. - 1,1
невязка: ($\Delta P_8 - \Delta P_{10}$) / $\Delta P_8 = (20,8 - 22,5) / 20,8 = -8\%$													

BP	1534			0,304	1,4			1,7	1,00	2,00	2,00		
11	1534	0,75	315	0,078	5,5	1,05	0,79	1,1	17,96	19,75	20,54	22,54	тр. на ответ. - 1,1
диафрагма: $\xi=(\Delta P_4-\Delta P_{11})/P_{11}=(91-22,54)/17,96=1,95$ - диафрагма 220 мм													
№ уч-ка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R ϕ , Па	R ϕ ·l, Па/м	ξ	P _{дин} , Па	z, Па	R ϕ ·l+z	ΔP	Примечание
			d, мм	f, м ²	v, м/с								
ПЗ													
магистраль													
BP	1132			0,304	1,0			1,7	0,65	1,10	1,10		
1	1132	9,75	315	0,078	4,0	0,724	7,06	0,8	9,86	7,89	14,95	16,05	отвод 90° - 0,35, тр. проход. - 0,45
2	2264	6	355	0,099	6,4	1,24	7,44	0,2	24,45	4,89	12,33	28,38	тр. проход. - 0,2
3	3396	6	400	0,126	7,5	1,4	8,40	0,35	34,13	11,94	20,34	48,72	тр. проход. - 0,35
4	4528	6,5	450	0,159	7,9	1,37	8,91	0,5	37,88	18,94	27,84	76,56	отвод 90° - 0,35, тр. проход. - 0,15
5	9058	4,8	500	0,196	12,8	2,95	14,16	0,35	99,45	34,81	48,97	125,53	отвод 90° - 0,35
ответвление													
BP	1132			0,304	1,0			1,7	0,64	1,70	1,70		
6	1132	0,75	250	0,049	6,4	1,86	1,4	0,61	24,65	15,03	16,43	18,13	тр. на ответ. - 0,61
невязка: $(\Delta P_1-\Delta P_6)/\Delta P_1=(16,1-18,13)/16,1=-13\%$													
BP	1132			0,304	1,0			1,7	0,64	1,70	1,70		
7	1132	0,75	225	0,040	7,9	3,08	2,3	0,68	37,56	25,54	27,85	29,55	тр. на ответ. - 0,68
невязка: $(\Delta P_2-\Delta P_7)/\Delta P_2=(28,4-29,55)/28,4=-4\%$													

BP	1132			0,304	1,0			1,7	1,00	1,70	1,70		
8	1132	0,75	225	0,040	7,9	3,08	2,3	1,37	37,56	51,46	53,77	55,47	тр. на ответ. - 1,37
невязка: $(\Delta P_3 - \Delta P_8) / \Delta P_3 = (48,72 - 55,47) / 48,72 = -13,8\%$													
BP	1132			0,304	1,0			1,7	1,00	1,70	2,00		
9	1132	9,75	315	0,078	4,0	0,583	5,7	0,65	9,78	6,36	12,04	14,04	отвод 90° - 0,35, тр. проход. - 0,3
10	3068	6	400	0,126	6,8	1,07	6,4	0,25	27,62	6,91	13,33	27,37	тр. проход. - 0,25
11	3396	6	400	0,126	7,5	1,4	8,4	0,3	33,85	10,15	18,55	45,92	тр. проход. - 0,3
12	4528	6	450	0,159	7,9	1,37	8,2	0,32	37,56	12,02	20,24	66,16	тр. проход. - 0,32
невязка: $(\Delta P_4 - \Delta P_{12}) / \Delta P_4 = (76,56 - 66,2) / 76,56 = 13,6\%$													
BP	1132			0,304	1,0			1,7	1,00	2,00	2,00		
13	1132	0,75	315	0,078	4,0	0,724	0,5	1,1	9,78	10,76	11,30	13,30	тр. на ответ. - 1,1
невязка: $(\Delta P_9 - \Delta P_{13}) / \Delta P_9 = (14,04 - 13,3) / 14,04 = 5,3\%$													
BP	1132			0,304	1,0			1,7	1,00	2,00	2,00		
14	1132	0,75	225	0,040	7,9	2,78	2,1	0,73	37,56	27,42	29,51	31,51	тр. на ответ. - 0,73
невязка: $(\Delta P_{10} - \Delta P_{14}) / \Delta P_{10} = (27,4 - 31,5) / 27,4 = -15\%$													
BP	1132			0,304	1,0			1,7	1,00	2,00	2,00		
15	1132	0,75	250	0,049	6,4	1,86	1,4	1,26	24,65	31,05	32,45	34,45	тр. на ответ. - 1,26
диафрагма: $\xi = (\Delta P_{11} - \Delta P_{15}) / P_{15} = (66,16 - 34,45) / 24,6 = 1,3$ - диафрагма 201 мм													

№ уч-ка	L, мЗ/ч	l, м	Воздуховоды			Rφ, Па	Rφ·l, Па/м	ξ	P _{дин} , Па	z, Па	Rφ·l+z	ΔP	Примечание
			d, мм	f, м ²	v, м/с								
П4													
магистраль													
BP	1472			0,304	1,3			1,7	1,09	1,86	1,86		
1	1472	2,25	315	0,078	5,2	0,878	1,98	0,6	16,67	10,00	11,98	13,84	отвод 90° - 0,35, тр. проход. - 0,25
2	2944	10,5	400	0,126	6,5	1,07	11,24	0,65	25,65	16,67	27,91	41,75	отвод 90° - 0,35, тр. проход. - 0,3
3	4416	6,4	450	0,159	7,7	1,37	8,77	0,6	36,03	21,62	30,38	72,13	отвод 90° - 0,35, тр. проход. - 0,25
4	8830	8,4	560	0,246	10,0	1,6	13,44	0,7	60,06	42,04	55,48	127,61	2 отвода 90° - 0,7
ответвление													
BP	1472			0,304	1,3			1,7	1,09	1,85	1,85		
5	1472	0,75	315	0,078	5,2	0,878	0,66	0,61	16,53	10,09	10,74	12,59	тр. на ответ. - 0,61
невязка: (ΔP1-ΔP5)/ ΔP1=(13,84-12,59)/13,84=9%													
BP	1472			0,304	1,3			1,7	1,09	1,85	1,85		
6	1472	0,75	250	0,049	8,3	2,72	2,04	0,68	41,67	28,34	30,38	32,22	тр. на ответ. - 0,68
диафрагма: ξ=(ΔP2-ΔP6)/P6=(41,75-32,22)/41,67=0,3 - диафрагма 228 мм													
BP	1472			0,304	1,3			1,7	1,09	1,85	1,85		
7	1472	2,25	315	0,078	5,2	0,878	1,98	0,95	16,53	15,71	17,68	19,53	отвод 90° - 0,35, тр. проход. - 0,6

8	2944	1,5	400	0,126	6,5	1,07	1,61	0,8	25,44	20,35	21,95	41,48	отвод 90° - 0,35, тр. проход. -0,45
9	4416	0,8	450	0,159	7,7	1,37	1,10	0,94	35,73	33,58	34,68	76,16	тр. проход. - 0,94
невязка: $(\Delta P_3 - \Delta P_9) / \Delta P_3 = (72,13 - 76,16) / 72,13 = -5,6\%$													
BP	1472			0,304	1,3			1,7	2,00	3,00	3,00		
10	1472	0,75	355	0,099	4,1	0,507	0,38	1,36	10,25	13,94	14,32	17,32	тр. на ответ. - 1,36
невязка: $(\Delta P_7 - \Delta P_{10}) / \Delta P_7 = (19,5 - 17,32) / 19,5 = 11\%$													
BP	1472			0,304	1,3			1,7	2,00	3,40	3,40		
11	1472	0,75	280	0,062	6,6	1,63	1,22	1,42	26,48	37,61	38,83	42,23	тр. на ответ. - 1,42
невязка: $(\Delta P_8 - \Delta P_{11}) / \Delta P_8 = (41,48 - 42,23) / 41,48 = -1,8\%$													

Приложение Н

Аэродинамический расчет механических вытяжных систем В1 – В13

Таблица 17 - Аэродинамический расчет механических вытяжных систем В1 – В13

№ уч-ка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R _ф , Па	R _ф ·l, Па/м	ξ	P _{дин} , Па	z, Па	R _ф ·l+z	ΔP	Примечание
			d, мм	f, м ²	v, м/с								
В1													
магистраль													
1	1100	6,75	450	0,159	1,92	0,108	0,73	2,95	2,24	6,59	7,32		вытяжка - 2,2, отвод - 0,35, тр. проход. - 0,4
2	2200	6	500	0,196	3,11	0,201	1,21	0,2	5,87	1,17	2,38	9,70	тр. проход. - 0,2
3	3300	6	500	0,196	4,67	0,422	2,53	0,2	13,20	2,64	5,17	14,87	тр. проход. - 0,2
4	4400	6	500	0,196	6,23	0,828	4,97	0,2	23,47	4,69	9,66	24,54	тр. проход. - 0,2
5	5500	6	500	0,196	7,78	1,21	7,26	0,15	36,67	5,50	12,76	37,30	тр. проход. - 0,15
6	6598	7	500	0,196	9,34	1,82	12,74	1,4	52,77	73,87	86,61	123,91	4 отвода - 1,4
ответвление													
7	1100	0,75	450	0,159	1,92	0,108	0,08	3,25	2,24	7,26	7,35		вытяжка - 2,2, тр. на ответв. - 1,05
невязка: $(\Delta P_1 - \Delta P_7) / \Delta P_1 = (7,32 - 7,35) / 7,32 = -0,4\%$													
8	1100	0,75	450	0,159	1,92	0,108	0,08	3,90	2,24	8,72	8,80		вытяжка - 2,2, тр. на ответв. - 1,7
невязка: $(\Delta P_2 - \Delta P_8) / \Delta P_2 = (9,7 - 8,8) / 9,7 = 9,3\%$													
9	1100	0,75	400	0,126	2,43	0,186	0,14	4,70	3,58	16,83	16,97		вытяжка - 2,2, тр. на ответв. - 2,5
невязка: $(\Delta P_3 - \Delta P_9) / \Delta P_3 = (14,87 - 16,97) / 14,87 = -14\%$													

10	1100	0,75	400	0,126	2,43	0,186	0,14	3,15	3,58	11,28	11,42		вытяжка - 2,2, тр. на ответв. - 1,3
диафрагма: $\xi=(\Delta P_4-\Delta P_{10})/P_{10}=(24,54-11,42)/3,58=3,7$ - диафрагма 284 мм													
11	1100	0,75	400	0,126	2,43	0,186	0,14	3,15	3,58	11,28	11,42		вытяжка - 2,2, тр. на ответв. - 0,95
диафрагма: $\xi=(\Delta P_5-\Delta P_{11})/P_{11}=(37,3-11,42)/3,58=7,23$ - диафрагма 256 мм													
участок после вентилятора													
12	6598	6	500	0,196	9,34	1,82	10,92	0,7	52,77	36,94	47,86		2 отвода - 0,7
№ уч-ка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R _ф , Па	R _ф ·l, Па/м	ξ	R _{дин} , Па	z, Па	R _ф ·l+z	ΔP	Примечание
			d, мм	f, м ²	v, м/с								
B2													
магистраль													
1	1534	3,75	450	0,159	2,68	0,162	0,61	2,85	4,35	12,39	13,00		вытяжка - 2,2, отвод - 0,35, тр. проход. - 0,3
2	3068	3	450	0,159	5,36	0,579	1,74	0,2	17,39	3,48	5,21	18,21	тр. проход. - 0,2
3	4602	3	500	0,196	6,51	0,828	2,48	0,2	25,67	5,13	7,62	25,83	тр. проход. - 0,2
4	6136	3	560	0,246	6,92	0,831	2,49	0,15	29,00	4,35	6,84	32,67	тр. проход. - 0,15
5	7670	3	560	0,246	8,65	1,19	3,57	0,15	45,32	6,80	10,37	43,04	тр. проход. - 0,15
6	9207	2,8	560	0,246	10,39	1,6	4,48	0,7	65,30	45,71	50,19	93,23	2 отвода - 0,7
ответвление													
7	1534	0,75	450	0,159	2,68	0,162	0,122	3,3	4,35	14,13	14,25		вытяжка - 2,2, тр. на ответв. - 1,05
невязка: $(\Delta P_1-\Delta P_7)/\Delta P_1=(13-14,25)/13=-9,6\%$													

8	1534	0,75	500	0,196	2,17	0,144	0,108	5,2	2,85	14,83	14,94		вытяжка - 2,2, тр. на ответв. - 3	
диафрагма: $\xi=(\Delta P_2-\Delta P_8)/P_2=(18,21-14,94)/2,85=1,15$ - диафрагма 411 мм														
9	1534	0,75	450	0,159	2,68	0,162	0,122	5,2	4,35	22,61	22,73		вытяжка - 2,2, тр. на ответв. - 3	
невязка: $(\Delta P_3-\Delta P_9)/\Delta P_3=(25,8-22,7)/25,8=12\%$														
10	1534	0,75	450	0,159	2,68	0,162	0,122	8,4	4,35	36,52	36,64		вытяжка - 2,2, тр. на ответв. - 6,2	
невязка: $(\Delta P_4-\Delta P_{10})/\Delta P_4=(32,64-36,64)/32,67=-12\%$														
11	1534	0,75	450	0,159	2,68	0,162	0,122	9,7	4,35	42,17	42,29		вытяжка - 2,2, тр. на ответв. - 7,5	
невязка: $(\Delta P_5-\Delta P_{11})/\Delta P_5=(43-42,3)/43=1,7\%$														
участок после вентилятора														
12	9207	6	560	0,246	10,39	1,6	9,6	0,7	65,30	45,71	55,31		2 отвода - 0,7	
№ уч-ка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			Rф, Па	Rф·l, Па/м	ξ	P _{дин} , Па	z, Па	Rф·l+z	ΔP		Примечание
			d, мм	f, м ²	v, м/с									
B3														
магистраль														
1	76,5	2,25	100	0,008	2,71	1,44	3,2	2,85	4,43	12,64	15,88		вытяжка - 2,2, отвод - 0,35, тр. проход. - 0,3	
2	153	5	100	0,008	5,41	4,15	20,8	0,7	17,73	12,41	33,16	49,04	2 отвода - 0,7	

ответвление													
3	76,5	0,75	100	0,008	2,71	1,44	1,1	3,25	4,4	14,4	15,5		вытяжка - 2,2, тр. на ответв. - 1,05
невязка: $(\Delta P1 - \Delta P3) / \Delta P1 = (15,88 - 15,5) / 15,88 = 2,4\%$													
№ уч-ка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			Rф, Па	Rф·l, Па/м	ξ	P _{дин} , Па	z, Па	Rф·l+z	ΔP	Примечание
			d, мм	f, м ²	v, м/с								
B4													
магистраль													
1	1132	2,95	315	0,078	4,04	0,583	1,7	2,95	9,86	29,09	30,81		вытяжка - 2,2, отвод - 0,35, тр. проход. - 0,4
2	2264	2,25	355	0,099	6,36	1,24	2,8	0,15	24,45	3,67	6,46	37,26	тр. проход. - 0,15
3	3396	2,25	355	0,099	9,54	2,24	5,0	0,2	55,01	11,00	16,04	53,30	тр. проход. - 0,2
4	4528	4,9	400	0,126	10,01	2,37	11,6	0,7	60,67	42,47	54,08	107,39	2 отвода - 0,7
ответвление													
5	1132	0,75	315	0,078	4,04	0,583	0,4	3,25	9,86	32,04	32,48		вытяжка - 2,2, тр. на ответв. - 1,05
невязка: $(\Delta P1 - \Delta P5) / \Delta P1 = (30,81 - 32,5) / 30,81 = -5,5\%$													
6	1132	0,75	355	0,099	3,18	0,397	0,3	5,20	6,11	31,78	32,08		вытяжка - 2,2, тр. на ответв. - 3
невязка: $(\Delta P2 - \Delta P6) / \Delta P2 = (37,3 - 32,1) / 37,3 = 13,9\%$													
7	1132	0,75	315	0,078	4,04	0,583	0,4	4,70	9,86	46,34	46,78		вытяжка - 2,2, тр. на ответв. - 2,5
невязка: $(\Delta P3 - \Delta P7) / \Delta P3 = (53,3 - 46,8) / 53,3 = 12,2\%$													

№ уч-ка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			Rф, Па	Rф·l, Па/м	ξ	P _{дин} , Па	z, Па	Rф·l+z	ΔP	Примечание
			d, мм	f, м ²	v, м/с								
B5													
магистраль													
1	95,5	2,25	100	0,008	3,38	1,38	3	2,85	6,91	19,69	22,80		вытяжка - 2,2, отвод - 0,35, тр. проход. - 0,3
2	191	5	100	0,008	6,76	6,33	32	0,7	27,64	19,35	51,00	73,79	2 отвода - 0,7
ответвление													
3	95,5	0,75	100	0,008	3,38	1,38	1,0	3,25	6,91	22,45	23,49		вытяжка - 2,2, тр. на ответв. - 1,05
невязка: (ΔP1-ΔP3)/ ΔP1=(22,8-23,49)/22,8=-3%													
№ уч-ка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			Rф, Па	Rф·l, Па/м	ξ	P _{дин} , Па	z, Па	Rф·l+z	ΔP	Примечание
			d, мм	f, м ²	v, м/с								
B6													
магистраль													
1	2126,5	2,2	500	0,196	3,01	0,201	0,44	2,95	5,48	16,17	16,61		вытяжка - 2,2, отвод - 0,35, тр. проход. - 0,4
2	4253	1,5	560	0,246	4,80	0,37	0,56	0,15	13,93	2,09	2,64	19,26	тр. проход. - 0,15
3	6379,5	1,5	630	0,312	5,69	0,466	0,70	0,2	19,57	3,91	4,61	23,87	тр. проход. - 0,2
4	8506	5,6	630	0,312	7,58	0,822	4,60	0,7	34,79	24,36	28,96	52,83	2 отвода - 0,7
ответвление													
5	2126,5	0,75	500	0,196	3,01	0,201	0,15	3,25	5,48	17,81	17,96		вытяжка - 2,2, тр. на ответв. - 1,05
невязка: (ΔP1-ΔP5)/ ΔP1=(16,61-17,96)/16,61=-8%													

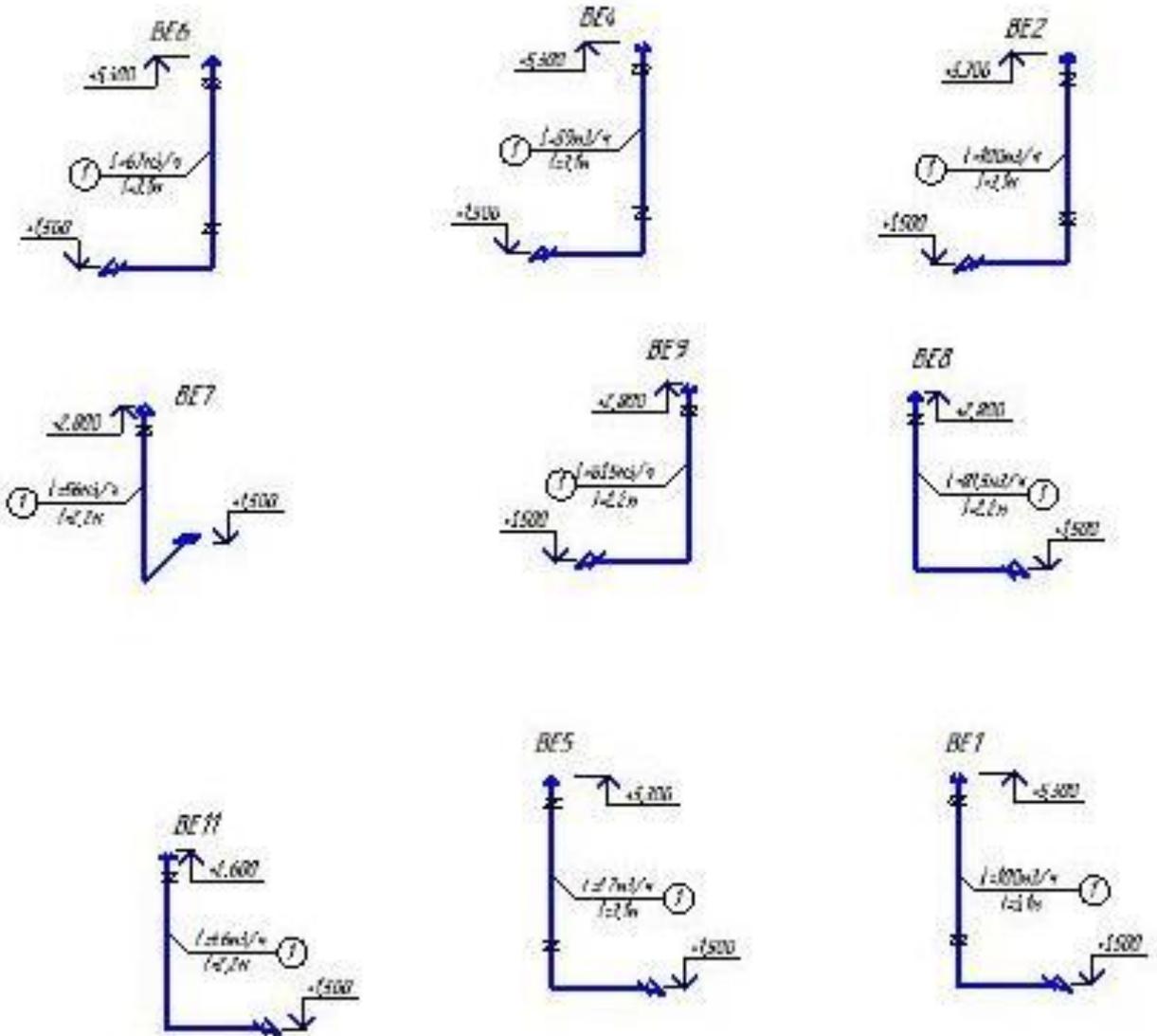
6	2126,5	0,75	560	0,246	2,40	0,126	0,09	5,20	3,48	18,11	18,21		вытяжка - 2,2, тр. на ответв. - 3
невязка: $(\Delta P_2 - \Delta P_8) / \Delta P_2 = (19,26 - 18,21) / 19,26 = 5,45\%$													
7	2126,5	0,75	500	0,196	3,01	0,201	0,15	4,70	5,48	25,76	25,91		вытяжка - 2,2, тр. на ответв. - 2,5
невязка: $(\Delta P_3 - \Delta P_9) / \Delta P_3 = (23,87 - 25,9) / 23,87 = -8,5\%$													
№ уч-ка	L, м3/ч	l, м	Воздуховоды			Rф, Па	Rф·l, Па/м	ξ	P _{дин} , Па	z, Па	Rф·l+z	ΔP	Примечание
			d, мм	f, м ²	v, м/с								
B7													
магистраль													
1	88,5	2,2	100	0,008	3,13	1,44	3,17	2,85	5,93	16,91	20,08		вытяжка - 2,2, отвод - 0,35, тр. проход. - 0,3
2	177	6,1	100	0,008	6,26	4,83	29,46	0,70	23,73	16,61	46,08	66,15	2 отвода - 0,7
ответвление													
3	88,5	0,75	100	0,008	3,13	1,44	1,08	3,25	5,93	19,28	20,36		вытяжка - 2,2, тр. на ответв. - 1,05
невязка: $(\Delta P_1 - \Delta P_3) / \Delta P_1 = (20,1 - 20,36) / 20,1 = -1,3\%$													
B8													
1	2300	2,5	355	0,099	6,46	1,24	3,1	2,9	25,2	73,2	76,3		вытяжка - 2,2, 2 отвода - 0,7
2	2300	5,3	355	0,099	6,46	1,24	6,6	0,7	25,2	17,7	24,2	100,5	2 отвода - 0,7
B9													
1	1200	2,5	355	0,099	3,37	0,397	1,0	2,9	6,9	19,9	20,9		вытяжка - 2,2, 2 отвода - 0,7
2	1200	5,3	355	0,099	3,37	0,397	2,1	0,7	6,9	4,8	6,9	27,8	2 отвода - 0,7

Продолжение таблицы 17

B10 (BE3)													
1	134	3,8	140	0,02	1,86	0,464	1,76	4,04	2,1	8	10,2		вытяжка - 2,2, отвод - 1,2, дефлектор - 0,64
B11(BE10)													
1	137	1,1	140	0,02	1,9	0,686	0,75	4,04	2,19	8,8	9,6		вытяжка - 2,2, отвод - 1,2, дефлектор - 0,64
B12, B13 (BE12, BE13)													
1	131	2,3	140	0,02	1,8	0,464	1,07	4,04	1,99	8,0	9,1		вытяжка - 2,2, отвод - 1,2, дефлектор - 0,64

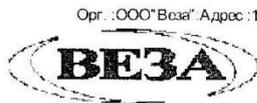
Приложение П

Расчетные схемы систем естественной вентиляции ВЕ1 – ВЕ11



Приложение Р

Подбор оборудования приточных камер с помощью программы ВЕЗА



Орг.: ООО "Веза". Адрес: 111397, Москва, Зеленый пр-т, д.20, 6 этаж; тел: +7(495)989-47-20; факс: +7(495)626-99-02; e-mail:

Кондиционеры центральные каркасно-панельные(КЦКП)
Специальная установка
Входящий: от 31.05.2016

Бланк-заказ Система П1 от 31.05.2016

Исполнение: Специальная установка, Общепромышленное, Уз, свободный моноблок	
Объект:	Название:
Заказчик:	Типоразмер: КЦКП-6,3-У3
Адрес:	Сторона обслуживания: Справа
Тел./Факс:	Лв, м²/ч: 6598
E-mail:	Блоков/моноблоков: 4/1
Для:	Высота:
Менеджер:	Подпись:

Наименование блоков с индексом и характеристиками входящего оборудования

1. Моноблок

dPв=116.4Па ВxHxL :1300x800x1820мм m=395кг

1.1. Блок воздухоприемный(один вертикальный клапан), Наружный блок

Положение:Клапан верт. Привод:NM24A-S ВxHxL :1300x800x450мм
 Возд.клапан :РЕГУЛЯР-0525-1175-Н-П-02-00-00-У3 Сторона обл. :Справа m=55кг
 ВxH=1175x525мм dPв=3.9Па

1.2. Фильтр панельный

Индекс :2хФВП-I-66-48-G3 dPв,вх=27Па dPв=78.5Па
 Класс :G3 dPв,вх=78Па ВxHxL :1300x800x210мм
 Эффект=80% dPв,вх=1.30Па m=41кг
 Материал :стекловолокно Сторона обл. :Справа

1.3. Воздуонагреватель жидкостный, Узкий

Задана :Прямая Qt=110кВт tжк=70°C
 Наос :Установлен Kf=1% tжк=68.8°C
 Прим. :Стандартный Lв=6598м³/ч w=0.8м/с
 Индекс :ВНВ243.1-103-065-02-2,5-06-2 tвн=-30°C dPж=30кПа
 Dвх=31мм tжк=20°C dPж=6.5кПа
 Прямоток tвк=20°C Сторона обл. :Справа
 Lфр=0.67м² vдо=3.3кв м²/с dPв=33Па
 Lто=27м² dPв,вх,вс=33Па ВxHxL :1300x800x250мм
 Lж=0.00423м² tжк,вн=244.8кв/ч m=101кг
 m=23кг Gж=1183кг/ч
 V=4л tжн=150°C

1.4. Вентилятор, Выхлоп По оси

Индекс :ADH 280 L/R dвн=920ммг³ 50Гц
 Выхлоп :По оси Nr=1.106кВт Dвала=24мм
 Выхлоп(ВxH) :361x361мм КПД=46.5% m=19кг
 Сеть :220В Lsum,вн=82.5 дБ Ремень :SPZ-1180
 H=100мм Lsum,вс=82.3 дБ Шкив,вн=1-SPZ-95мм
 tв=20°C Lsum,вж=90.1 дБ(А) Шкив,вс=1-SPZ-95мм
 Rвж=1.19кг/м³ Lsum,вж=90.3 дБ(А) Lцентр=441мм
 Рхонд=116Па Гиб.вставка :361x361мм Сторона обл. :Справа
 Рветь=141Па Эл.двиг :A90L6 dPв=1Па
 Lв=6598м³/ч Nu=1.5кВт ВxHxL :1300x800x1000мм
 Рполн=280Па dвн=920ммг³ m=198кг
 Рст=163Па Zр=6
 Vвых=14.06м/с 220/380В

Автоматика

К-Ф-ТО-В

Бланк-заказ Система П1 от 31.05.2016

1. Реле перепада давления для контроля запыленности фильтра
2. Канальный датчик температуры приточного воздуха с подсоединительным фланцем
3. Датчик защиты от замораживания теплообменника по воде
4. Датчик защиты от замораживания теплообменника по воздуху
5. 2-х ходовой регулирующий клапан по теплоносителю
6. Электропривод регулирующего водяного клапана
7. Циркуляционный насос для подмешивания теплоносителя
8. Реле перепада давления для контроля работы вентилятора
9. Шкаф приборов автоматики
10. Контроллер

Спектральные (дБ) и суммарные (дБА) уровни звуковой мощности

		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Сумм.дБА
Приток	На входе	76	79	71	73	70	68	65	66	76
	На выходе	82	80	74	77	75	75	73	72	82
	Вовне	77	78	65	58	63	68	71	72	77

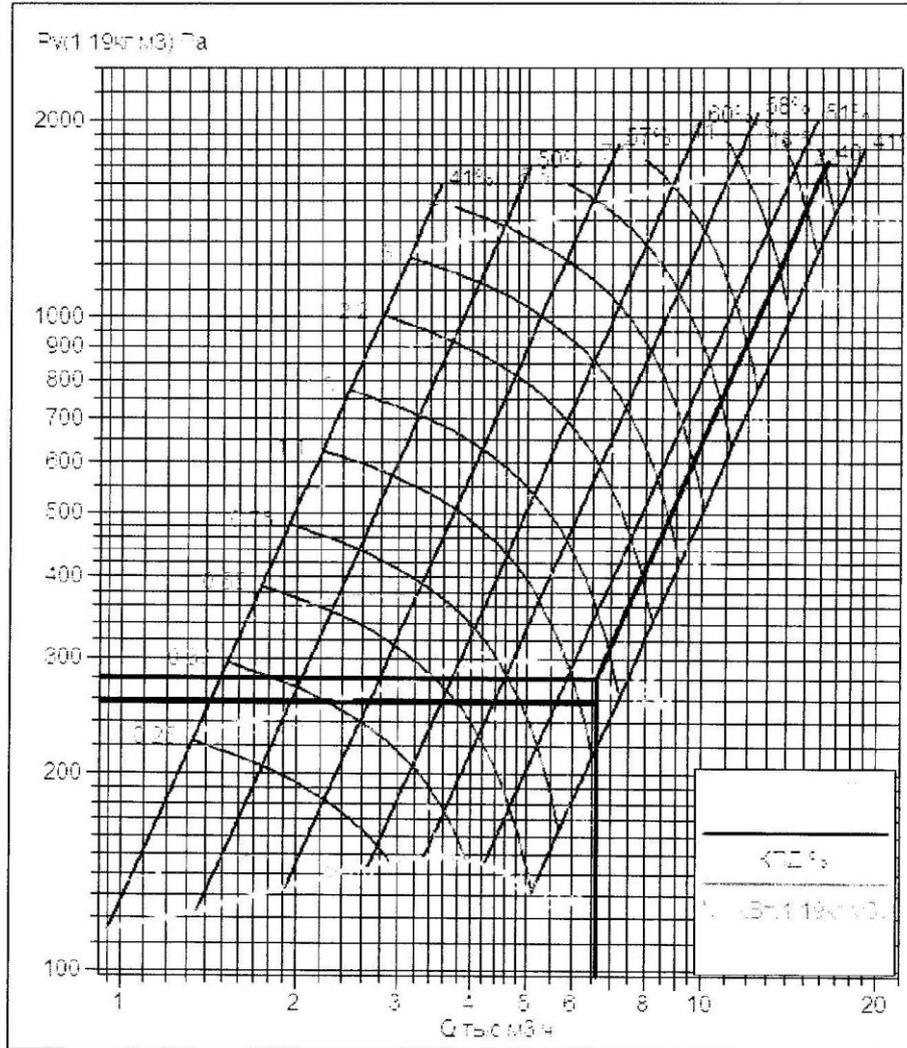
Бланк-заказ Система III от 31.05.2016
 Специальная установка

Установка: (Приток)	Аэродинамическая характеристика
---------------------	---------------------------------

Индекс :ADH 280 L/R
 Pполн=280Па
 Lsum_{полн}=82.5дБ
 Nu=1.5кВт
 220/380В
 Шкив_{прив}=1-SPZ-95мм

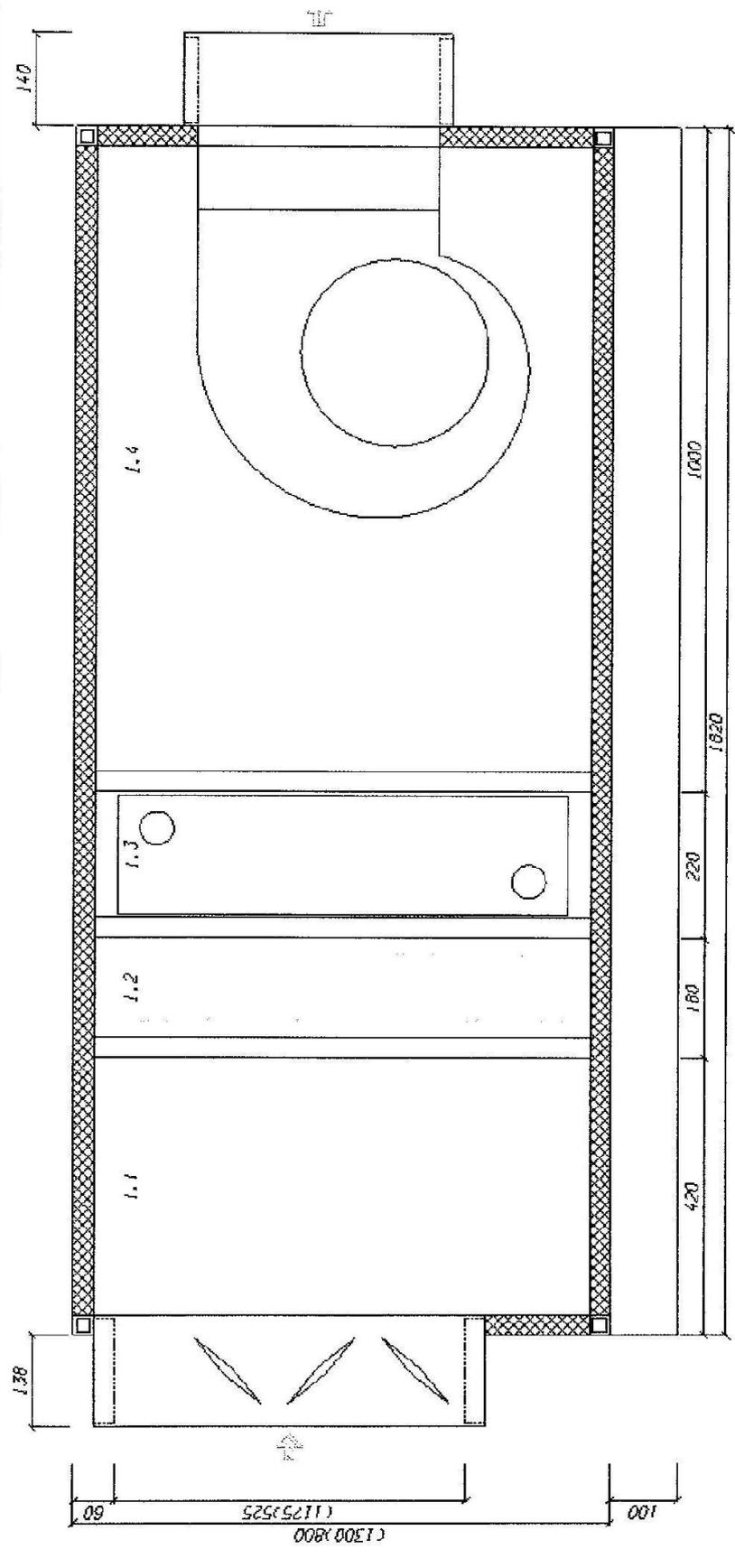
Выхлоп :По оси
 n_{полн}=920мин⁻¹
 Lsum_{полн}=82.3дБ
 n_{пр}=920мин⁻¹
 50Гц
 Шкив_{прив}=1-SPZ-95мм

Lв=6598м²/ч
 Np=1.106кВт
 Эл.двиг :A90L6
 2p=6
 Ремень :SPZ-1180



Бланк-заказ Система П1 от 31.05.20
 Специальная установка

Установка: Типоразмер: КЦКП-6.3-У3 Сторона обслуживания: Справа		Заказчик: Исполнитель: Дата: 31.05.2016
---	--	---





Бланк-заказ Система П2 от 19.04.2016

Исполнение: Специальная установка, Общепромышленное, УЗ, свободный моноблок

Объект:	Название: Обеденный зал
Заказчик:	Типоразмер: КЦКП-6,3-УЗ
Адрес:	Сторона обслуживания: Справа
Тел/Факс: /	Лв, м³/ч: 9207
Е-mail:	Блоков/моноблоков: 4/1
Для:	Выполнил:
Менеджер:	Подпись: _____

Наименование блоков с индексами и характеристиками входящего оборудования

1. Моноблок

dPв=152.6Па ВxHxL :1300x800x1970мм м=406кг

1.1. Блок воздухоприемный(один вертикальный клапан), Наружный блок

Положение :Клапан верт.	Привод :NM24A-S	ВxHxL :1300x800x450мм
Возд.клапан :РЕГУЛЯР-0525-1175-Н-П-02-00-00-УЗ	Сторона обл. :Справа	м=55кг
ВxH=1175x525мм	dPв=7.5Па	

1.2. Фильтр панельный

Индекс :2xФВП-I-66-48-G3	dPв _{0%} =44Па	dPв=87.2Па
Класс :G3	dPв _{50%} =87Па	ВxHxL :1300x800x210мм
Эффект=80%	dPв _{100%} =130Па	м=41кг
Материал :стекловолокно	Сторона обл. :Справа	

1.3. Воздухонагреватель жидкостный, Узкий

Задача :Прямая	Qt=136кВт	tжк*=70°C
Насос :Установлен	Kf=2%	tжк=68.3°C
Прим. :Стандартный	Лв=9207м ³ /ч	w=1м/с
Индекс :ВНВ243.1-103-065-02-2,5-06-2	tвн=-30°C	dPж*<30кПа
Двх=31мм	tвк*=14°C	dPж=9.6кПа
Прямоток	tвк=14°C	Сторона обл. :Справа
Fфр=0.67м ²	vго=4.6кг/м ² /с	dPв=56.9Па
Fго=27м ²	dPв _{оборуд} =56.8Па	ВxHxL :1300x800x250мм
Fж=0.000423м ²	Gж _{макс} =2446кг/ч	м=101кг
м=23кг	Gж=1454кг/ч	
V=4л	tжн=150°C	

1.4. Вентилятор, Выхлоп По оси

Индекс :ADH 315 L/R	n _{дв} =842мин ⁻¹	50Гц
Выхлоп :По оси	Np=1.786кВт	Двала=28мм
Выхлоп(ВxH) :404x404мм	КПД=46.9%	м=27кг
Сеть _{вх} :Да	Lsum _{вх} =85.1дБ	Ремень :SPZ-1320
H=100мм	Lsum _{вх} =84.9дБ	Шкив _{вент} =2-SPZ-106мм
tв=16°C	Lsum _{вх} =93дБ(A)	Шкив _{швп} =2-SPZ-95мм
Ro _в =1.2кг/м ³	Lsum _{вх} =92.9дБ(A)	Лцентр=502мм
Rконд=153Па	Гиб.вставка :404x404мм	Сторона обл. :Справа
Rсеть=202Па	Эл.двиг :A100L6	dPв=1Па
Лв=9207м ³ /ч	Nу=2.2кВт	ВxHxL :1300x800x1150мм
Rполн=328Па	n _{дв} =940мин ⁻¹	м=210кг
Rст=180Па	2р=6	
Vвх=15.67м/с	220/380В	

Автоматика

К-Ф-ТО-В

Бланк-заказ Система П2 от 19.04.2016

1. Реле перепада давления для контроля запыленности фильтра
 2. Канальный датчик температуры приточного воздуха с подсоединительным фланцем
 3. Датчик защиты от замораживания теплообменника по воде
 4. Датчик защиты от замораживания теплообменника по воздуху
 5. 2-х ходовой регулирующий клапан по теплоносителю
 6. Электропривод регулирующего водяного клапана
 7. Циркуляционный насос для подмешивания теплоносителя
 8. Реле перепада давления для контроля работы вентилятора
 9. Шкаф приборов автоматики
 10. Контроллер
-

Спектральные (дБ) и суммарные (дБА) уровни звуковой мощности

		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Сумм,дБА
Приток	На входе	78	82	73	76	72	71	67	68	78
	На выходе	84	82	77	80	78	77	75	75	84
	Вовне	79	81	68	61	66	71	74	75	79

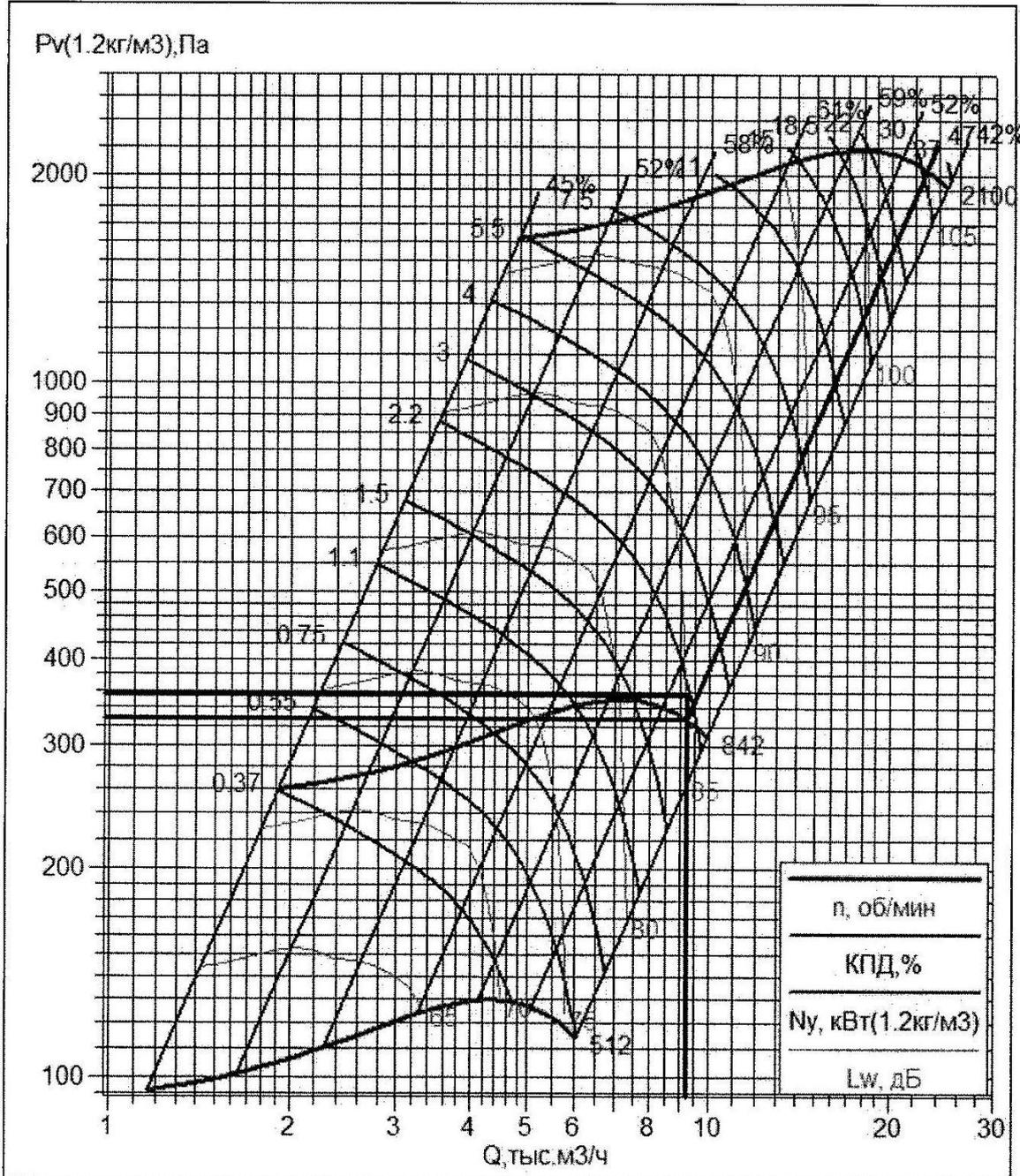
Установка: Обеденный зал (Приток)

Аэродинамическая характеристика

Индекс :ADH 315 L/R
 Pполн=328Па
 Lsum_{р-к}=85.1дБ
 Nu=2.2кВт
 220/380В
 Шкив_{р-к}=2-SPZ-106мм

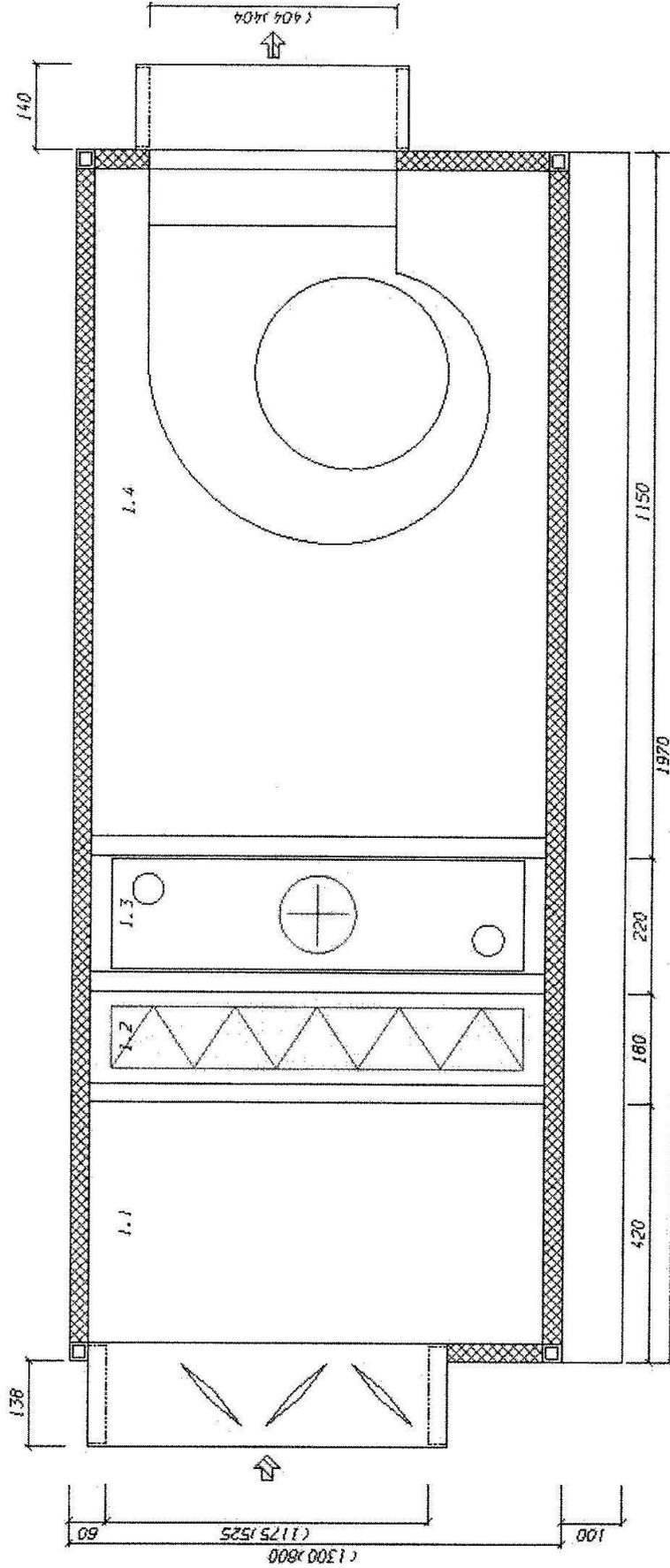
Выхлоп :По оси
 n_{р-к}=842мин⁻¹
 Lsum_{р-к}=84.9дБ
 n_{лв}=940мин⁻¹
 50Гц
 Шкив_{лвм}=2-SPZ-95мм

Lв=9207м³/ч
 Np=1.786кВт
 Эл.двиг :A100L6
 2р=6
 Ремень :SPZ-1320



Бланк-заказ Система П2 от 19.04.2016
 Специальная установка

Установка: Обеденный зал Типоразмер: КЦКП-6,3-У3 Сторона обслуживания: Справа	Схема установки	Заказчик: Исполнитель: Дата: 19.04.2016
---	-----------------	---





Бланк-заказ Система ПЗ от 19.04.2016

Исполнение: Специальная установка, Общепромышленное, УЗ, свободный моноблок

Объект:	Название: Помещения 2ого этажа
Заказчик:	Типоразмер: КЦКП-6,3-УЗ
Адрес:	Сторона обслуживания: Справа
Тел/Факс: /	Лв, м³/ч: 9058
E-mail:	Блоков/моноблоков: 5/2
Для:	Выполнил:
Менеджер:	Подпись: _____

Наименование блоков с индексами и характеристиками входящего оборудования

1. Моноблок

dPв=150.3Па ВxHxL :1300x800x1970мм м=406кг

1.1. Блок воздухоприемный(один вертикальный клапан), Наружный блок

Положение :Клапан верт.	Привод :NM24A-S	ВxHxL :1300x800x450мм
Возд.клапан :РЕГУЛЯР-0525-1175-Н-П-02-00-00-УЗ	Сторона обл. :Справа	м=55кг
ВxH=1175x525мм	dPв=7.3Па	

1.2. Фильтр панельный

Индекс :2хФВП-I-66-48-G3	dPв _{0%} =43Па	dPв=86.6Па
Класс :G3	dPв _{50%} =87Па	ВxHxL :1300x800x210мм
Эффект=80%	dPв _{100%} =130Па	м=41кг
Материал :стекловолокно	Сторона обл. :Справа	

1.3. Воздуонагреватель жидкостный, Узкий

Задача :Прямая	Qт=140кВт	tжк*=70°C
Насос :Установлен	Kf=1%	tжк=69.2°C
Прим. :Стандартный	Lв=9058м ³ /ч	w=1.4м/с
Индекс :ВНВ243.1-103-065-02-2,5-08-2	tвн=-30°C	dPж*<30кПа
Dвх=31мм	tвк*=16°C	dPж=21.8кПа
Прямоток	tвк=16°C	Сторона обл. :Справа
Fфр=0.67м ²	vго=4.5кг/м ² /с	dPв=55.4Па
Fго=27м ²	dPв _{обовнл} =55.3Па	ВxHxL :1300x800x250мм
Fж=0.000317м ²	Gж _{макс} =1773кг/ч	м=101кг
м=23кг	Gж=1494кг/ч	
V=4л	tжн=150°C	

1.4. Вентилятор, Выхлоп По оси

Индекс :ADH 315 L/R	Vвых=15.42м/с	220/380В
Выхлоп :По оси	n _{ок} =842мин ⁻¹	50Гц
Выхлоп(ВxH) :404x404мм	Np=1.727кВт	Двала=28мм
Сеть _{вых} :Да	КПД=47.9%	м=27кг
H=100мм	Lsum _{вх} =84.7дБ	Ремень :SPZ-1320
tв=18°C	Lsum _{вых} =84.5дБ	Шкив _{вент} =2-SPZ-106мм
Ro _в =1.19кг/м ³	Lsum _{вх} =92.6дБ(А)	Шкив _{двиг} =2-SPZ-95мм
Rконд=160Па	Lsum _{вых} =92.5дБ(А)	Центр=502мм
Рсеть=126Па	Эл.двиг :A100L6	Сторона обл. :Справа
Lв=9058м ³ /ч	Nу=2.2кВт	dPв=1Па
Rполн=328Па	n _{дв} =940мин ⁻¹	ВxHxL :1300x800x1150мм
Рст=187Па	2р=6	м=210кг

2. Шумоглушитель, 500

Пластины :3 x 200 мм Сторона обл. :Справа ВxHxL :1300x800x605мм

Бланк-заказ Система ПЗ от 19.04.2016

Автоматика

К-Ф-ТО-В

1. Реле перепада давления для контроля запыленности фильтра
 2. Канальный датчик температуры приточного воздуха с подсоединительным фланцем
 3. Датчик защиты от замораживания теплообменника по воде
 4. Датчик защиты от замораживания теплообменника по воздуху
 5. 2-х ходовой регулирующий клапан по теплоносителю
 6. Электропривод регулирующего водяного клапана
 7. Циркуляционный насос для подмешивания теплоносителя
 8. Реле перепада давления для контроля работы вентилятора
 9. Шкаф приборов автоматики
 10. Контроллер
-

Спектральные (дБ) и суммарные (дБА) уровни звуковой мощности

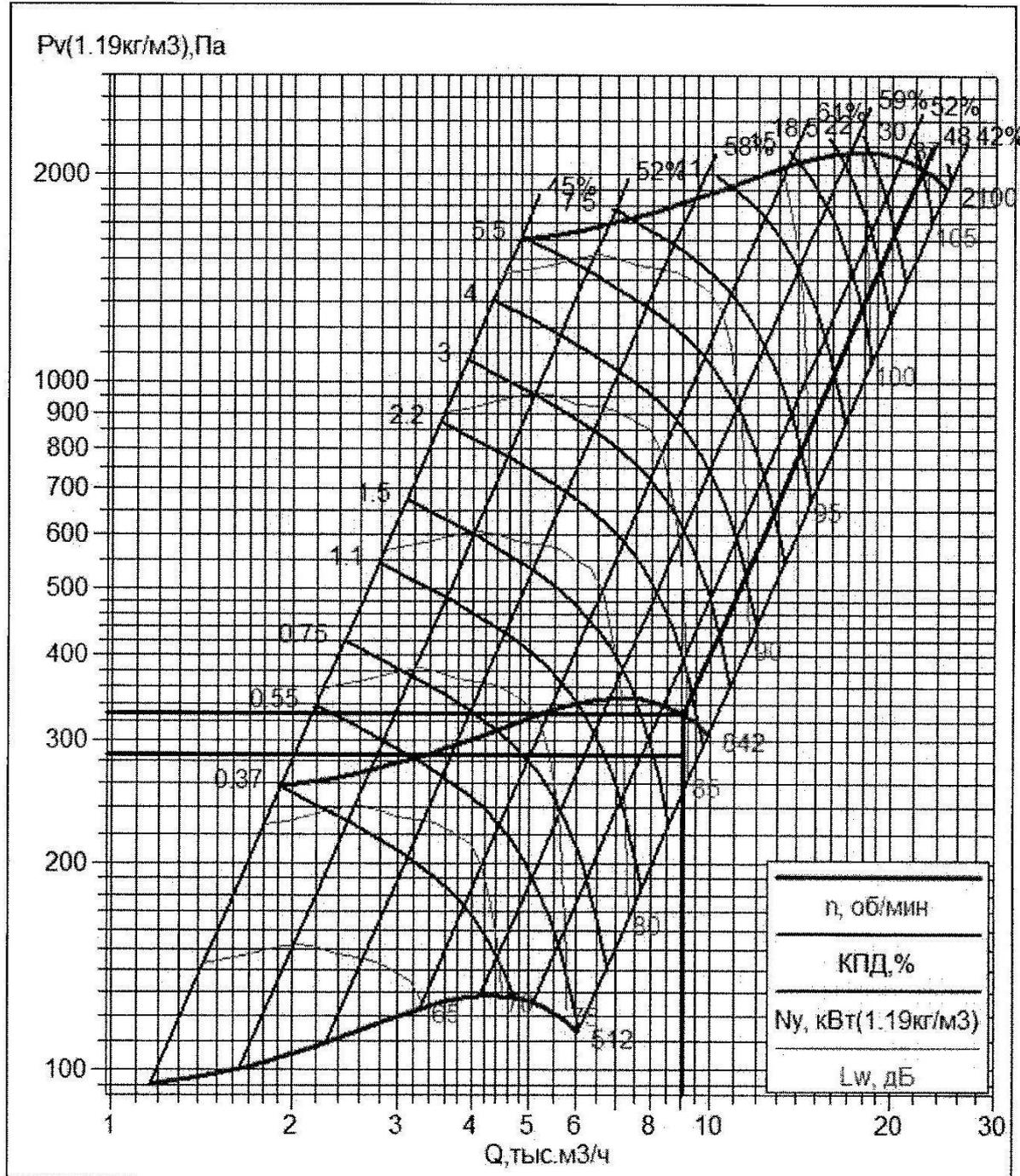
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Сумм, дБА
Приток	На входе	78	81	73	75	72	70	67	68	78
	На выходе	77	79	70	74	64	71	70	70	77
	Вовне	79	81	68	61	66	71	74	75	79

Установка: Помещения 2ого этажа **Аэродинамическая характеристика**

Индекс :ADH 315 L/R
 Pполн=328Па
 Lsum_{р,вх}=84.7дБ
 Ny=2.2кВт
 220/380В
 Шкив_{двиг}=2-SPZ-106мм

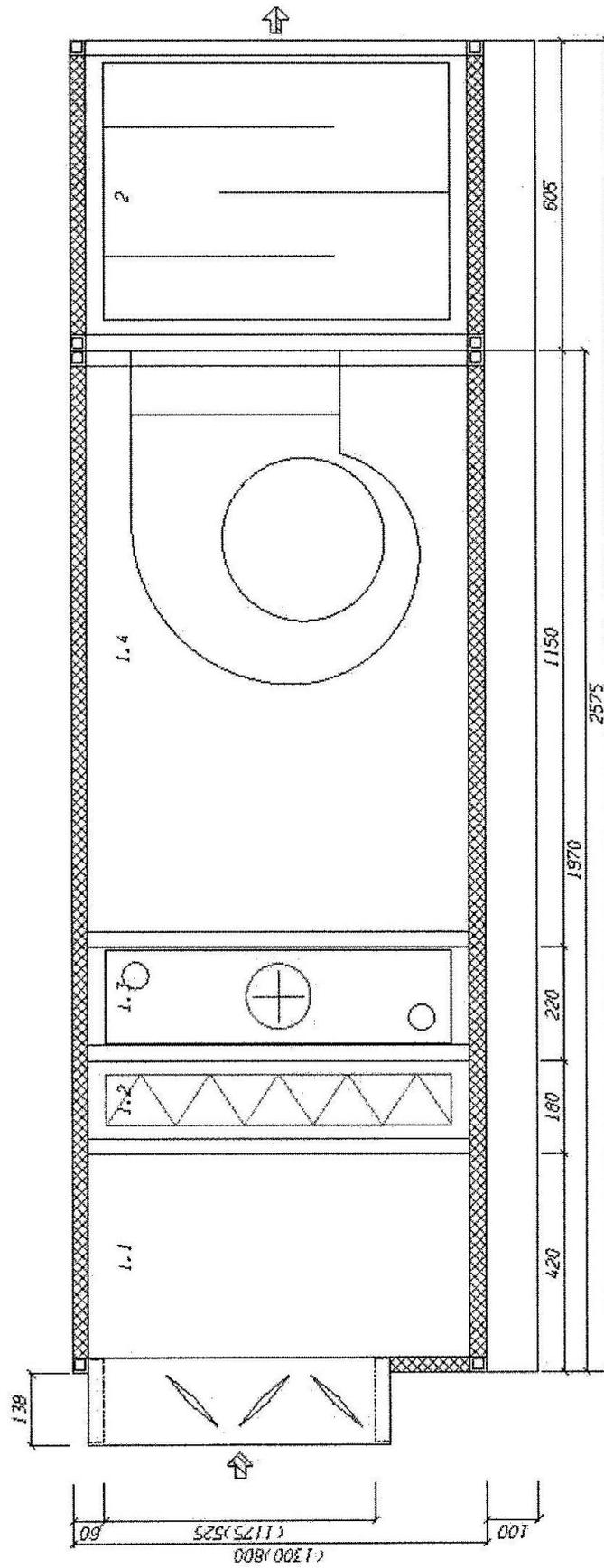
Выхлоп :По оси
 n_{р,вх}=842мин⁻¹
 Lsum_{р,вх}=84.5дБ
 n_{р,вх}=940мин⁻¹
 50Гц
 Шкив_{прив}=2-SPZ-95мм

Lв=9058м³/ч
 Nr=1.727кВт
 Эл.двиг :A100L6
 2р=6
 Ремень :SPZ-1320



Бланк-заказ Система ПЗ от 19.04.2016
 Специальная установка

Установка: Помещение 2ого этажа Типоразмер: КЦП-6,3-У3 Сторона обслуживания: Справа	Схема установки	Заказчик: Исполнитель: Дата: 19.04.2016
---	------------------------	---





Бланк-заказ Система П4 от 19.04.2016

Исполнение: Специальная установка, общепромышленное, УЗ, свободный моноблок	
Объект:	Название: Горячий цех, молочная, дотоговаячная
Заказчик:	Типоразмер: КЦКП-6,3-УЗ
Адрес:	Сторона обслуживания: Справа
Тел./Факс:	Лв, м³/ч: 8830
E-mail:	Блоков/моноблоков: 4/1
Д.т.п.:	Высо. пил.г.:
Менеджер:	Подпись: _____

Наименование блоков с индексами и характеристиками входящего оборудования

1. Моноблок

dPв=151.7Па VxHxL : 1300x800x1970мм m=407кг

1.1. Блок воздухоприемный (один вертикальный клапан), Наружный блок

Положение : Клапан верт.	Сторона обл. : Справа
Возд. клапан : РЕГУЛЯР-0525-1175-Н-П-02-00-00-УЗ	dPв=6.9Па
VxH=1175x525мм	VxHxL : 1300x800x450мм
Привод : NM24A-S	m=55кг

1.2. Фильтр панельный

Индекс : 2xФВП-И-66-48-G3	dPв _{ср.} = 121Па	dPв=85.8Па
Класс : G3	dPв _{ср.} = 861Па	VxHxL : 1300x800x210мм
Эффект=80%	dPв _{макс.} = 1301Па	m=41кг
Материал : стекловолокно Сторона обл. : Справа		

1.3. Воздуонагреватель жидкостный, Узкий

Задача : Прямая	Qt=148кВт	tжк=70°C
Насос : Установлен	Kf=2%	tжк=68.1°C
Прим. : Стандартный	Lв=8830м ³ /ч	w=1.5м/с
Индекс : ВНВ243.1-103-065-02-2,2-08-2	tвн=-30°C	dPж=30кПа
Dвх=31мм	tвк=20°C	dPж=24.1кПа
Прямоток	tвк=20°C	Сторона обл. : Справа
Fфр=0.67м ²	vто=1.4кг/м ² с	dPв=58Па
Fто=30.5м ²	dPв _{ср.} = 57.9Па	VxHxL : 1300x800x250мм
Fж=0.000317м ²	Gж _{ср.} = 1772кг/ч	m=102кг
m=24кг	Gж=1575кг/ч	
V=4л	tжн=150°C	

1.4. Вентилятор, Выхлоп По оси

Индекс : ADH 315 L/R	n _{ном} = 797 об/мин	50Гц
Выхлоп : По оси	Np=1.516кВт	Двала=28мм
Выхлоп (VxH) : 404x404мм	KПД=46.2%	m=27кг
Сеть _{ср.} : Да	Lsum _{ср.} = 8.4дБ	Ремень : SPZ-1400
N=100мм	Lsum _{ср.} = 83.8дБ	Шкив _{ср.} = 2-SPZ-112мм
tв=22°C	Lsum _{ср.} = 92дБ(A)	Шкив _{мин} = 2-SPZ-95мм
Ro _в = 1.18кг/м ³	Lsum _{ср.} = 91.8 дБ(A)	Lцентр=537мм
Rконт=152Па	Гиб.вставка : 404x404мм	Сторона обл. : Справа
Rсет=128Па	Эл.двиг : A 100L6	dPв=1Па
Lв=8830м ³ /ч	Nу=2.2кВт	VxHxL : 1300x800x1150мм
Rполн=285Па	n _н = 940 об/мин	m=210кг
Rст=152Па	2р=6	
Vвых=15.03м ³ /с	220/380В	

Бланк-заказ Система П4 от 19.04.2016

Автоматика

К-Ф-ТО-В

1. Реле перепада давления для контроля запыленности фильтра
2. Канальный датчик температуры приточного воздуха с подсоединительным фланцем
3. Датчик защиты от замораживания теплообменника по воде
4. Датчик защиты от замораживания теплообменника по воздуху
5. 2-х ходовой регулирующий клапан по теплоносителю
6. Электропривод регулирующего водяного клапана
7. Циркуляционный насос для подмешивания теплоносителя
8. Реле перепада давления для контроля работы вентилятора
9. Шкаф приборов автоматики
10. Контроллер

Спектральные (дБ) и суммарные (дБА) уровни звуковой мощности

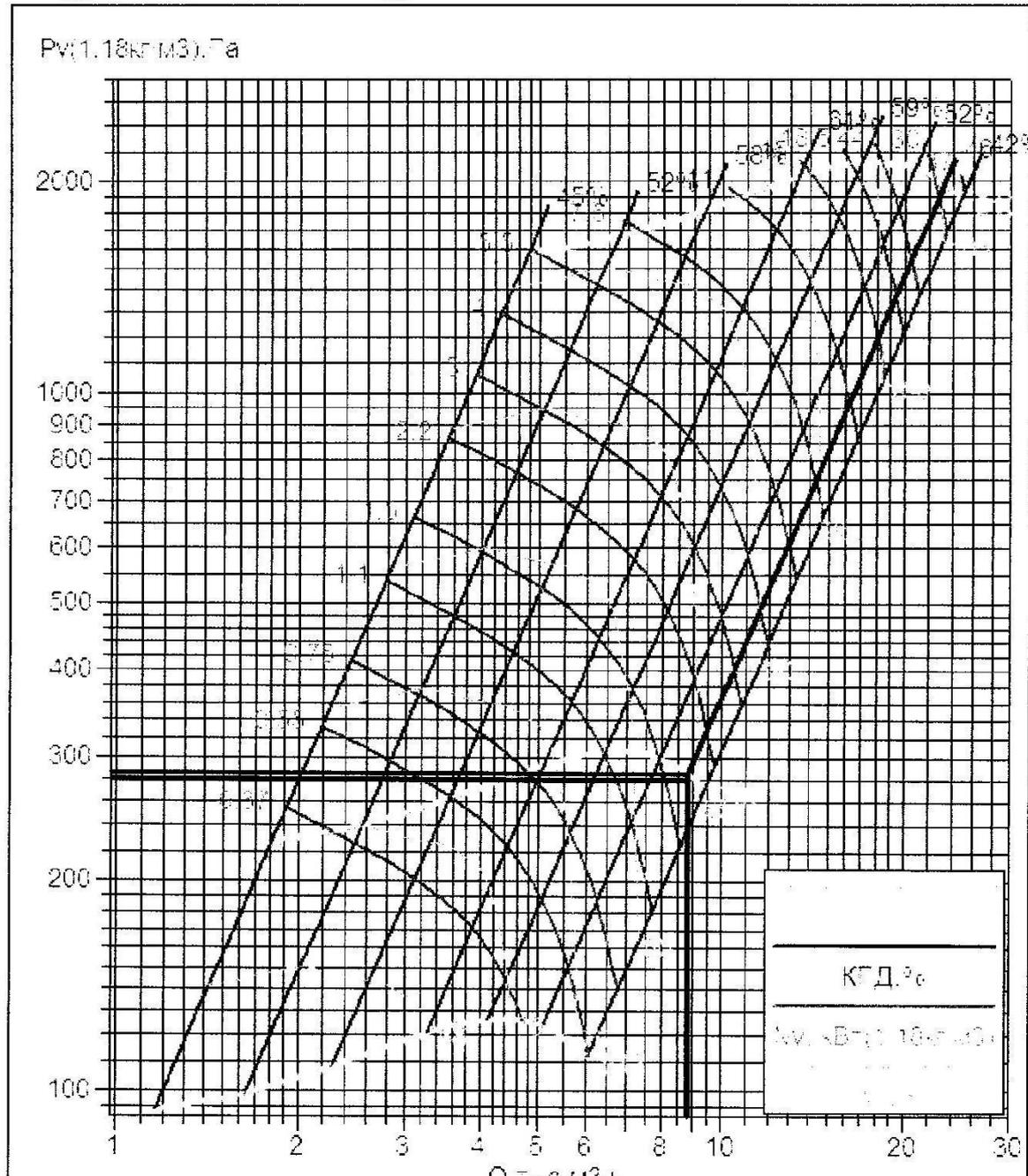
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Сумм, дБА
Приток	На входе	77	81	72	75	71	70	66	67	77
	На выходе	83	81	76	79	77	76	74	73	83
	Вовне	78	80	67	60	65	70	73	74	78

Установка: Горячий цех, мосчная. **Аэродинамическая характеристика**

Индекс :ADH 315 L/R
 Pполн=285Па
 Lsum_{полн}=84дБ
 Ny=2.2кВт
 220/380В
 Шкив_{полн}=2-SPZ-112мм

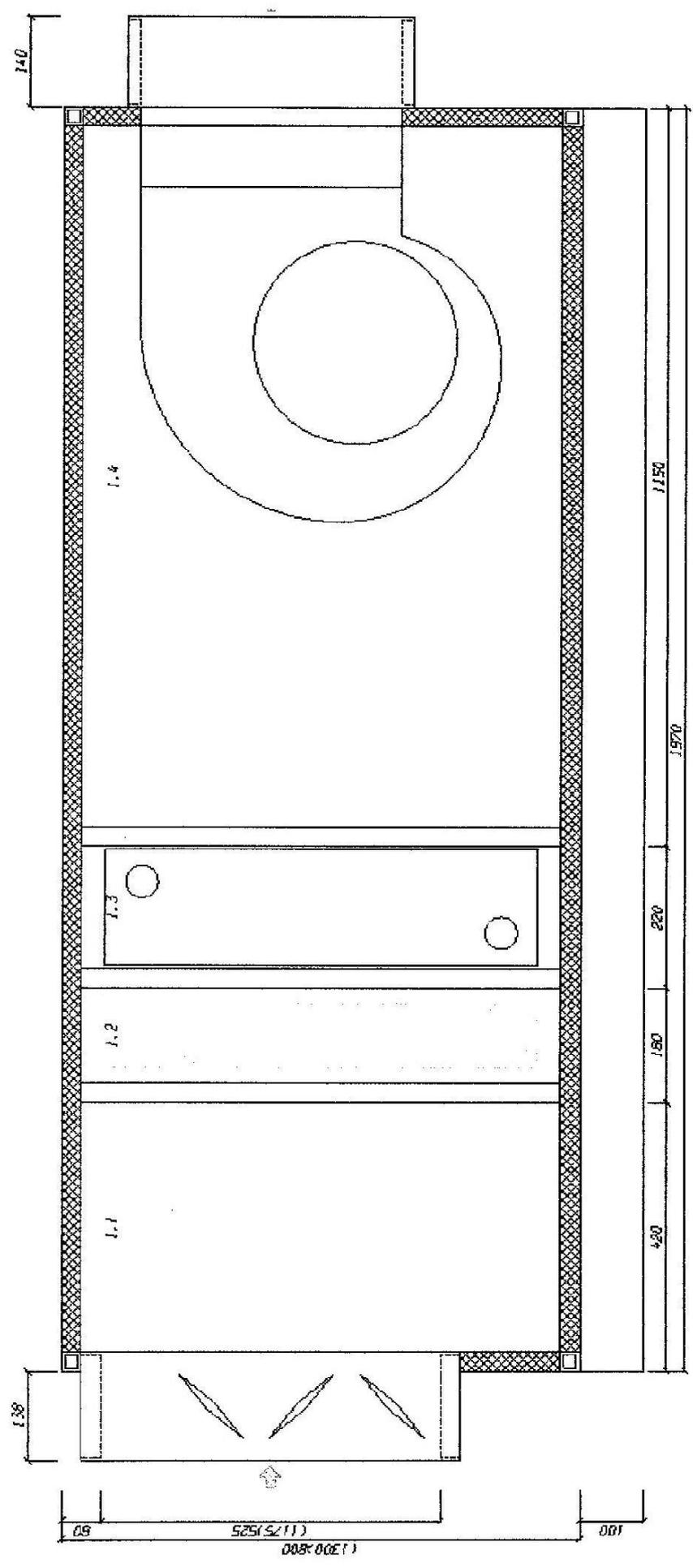
Выхлоп :По оси
 n_{полн}=797мин⁻¹
 Lsum_{полн}=83.8дБ
 n_{полн}=940мин⁻¹
 50Гц
 Шкив_{полн}=2-SPZ-95мм

Lв=8830м³/ч
 Np=1.516кВт
 Эл.двиг :A100L6
 2p=6
 Ремень :SPZ-1400



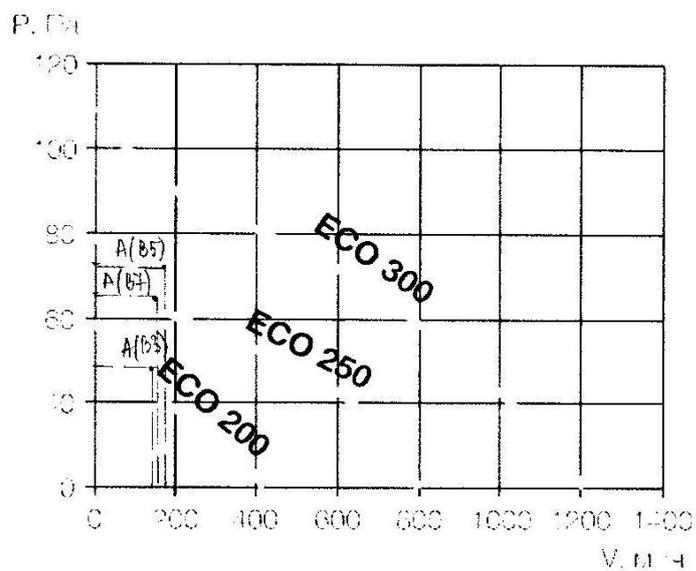
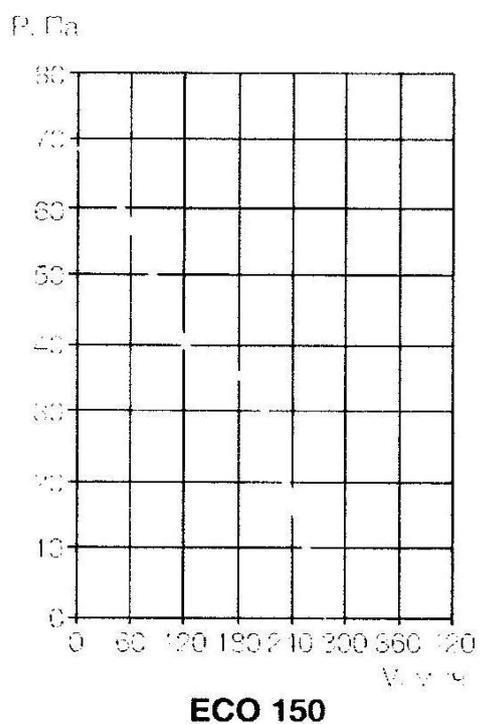
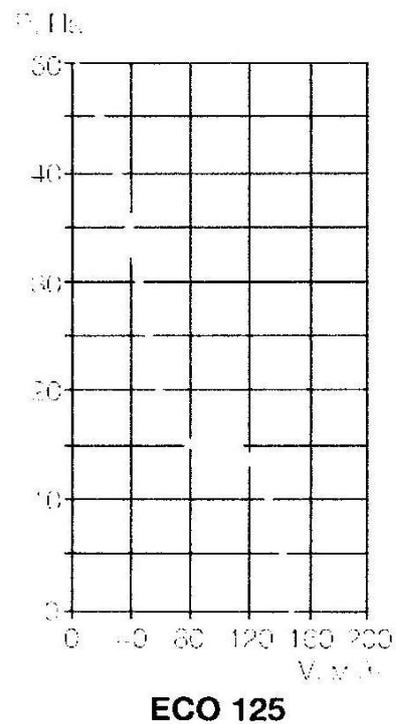
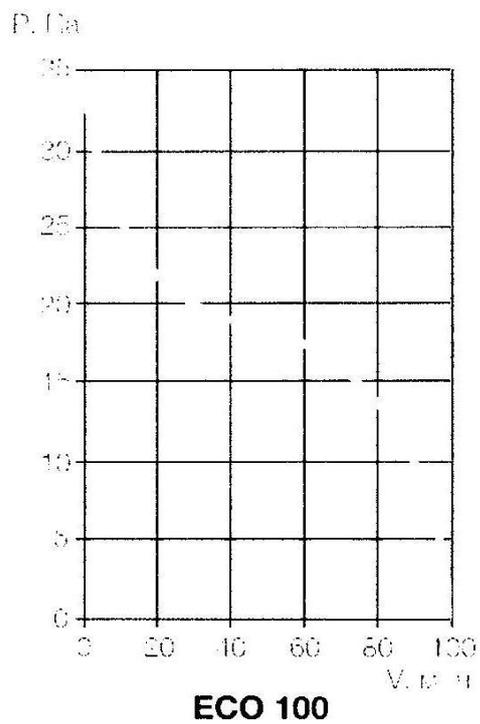
Бланк-заказ Система П4 от 19.04.20
Специальная установка

Установка: Горячий иех, мосчная, доготовочная Типоразмер: КЦКП-6.3-У3 Сторона обслуживания: Справа	Заказчик: Исполнитель: Дата: 19.04.2016	Схема установки
--	---	-----------------



Приложение С

Аэродинамические характеристики вентиляторов ECO 200, ECO 250



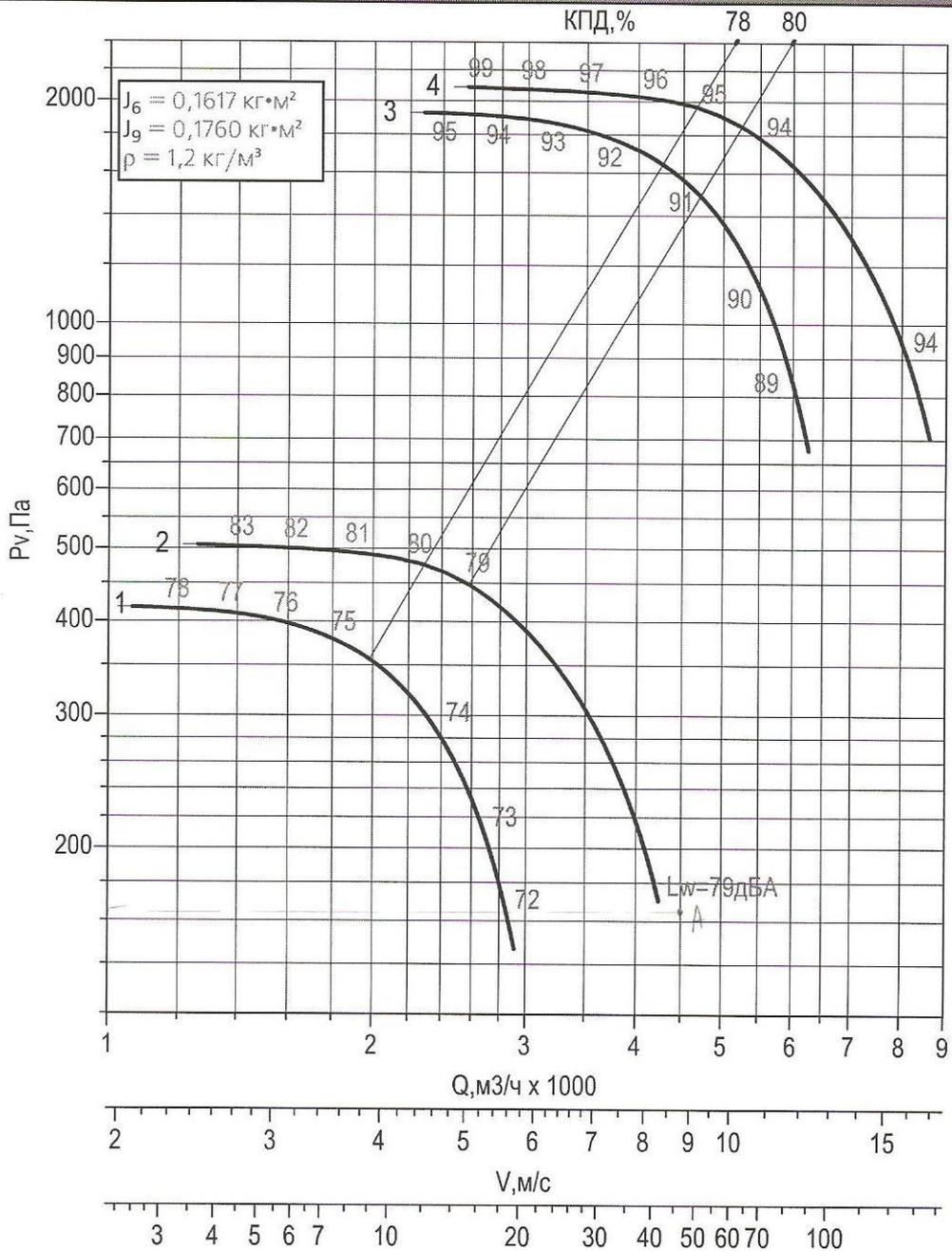
Приложение Т

Аэродинамическая характеристика вентилятора ВРАН9 - 4

новая серия



ВРАН6-4. ВРАН9-4. Исполнение 1



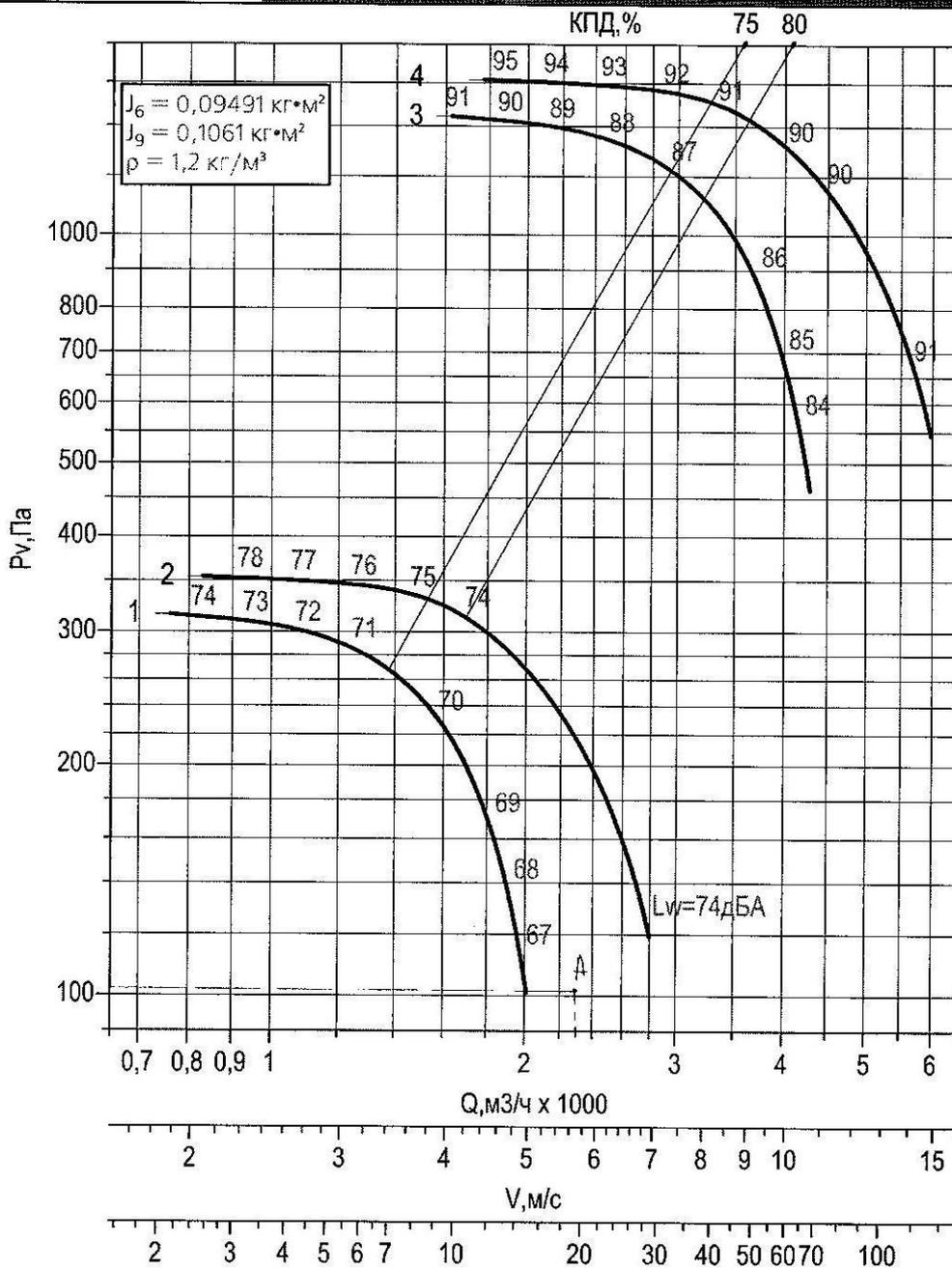
Приложение У

Аэродинамическая характеристика вентилятора ВРАН6 – 3,55

новая серия

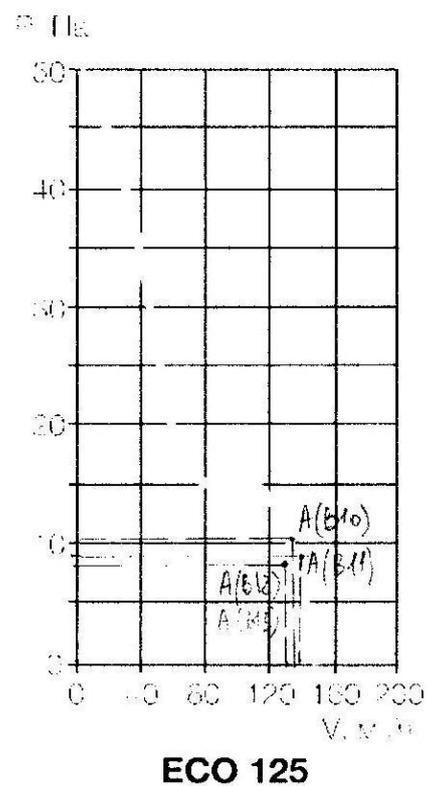
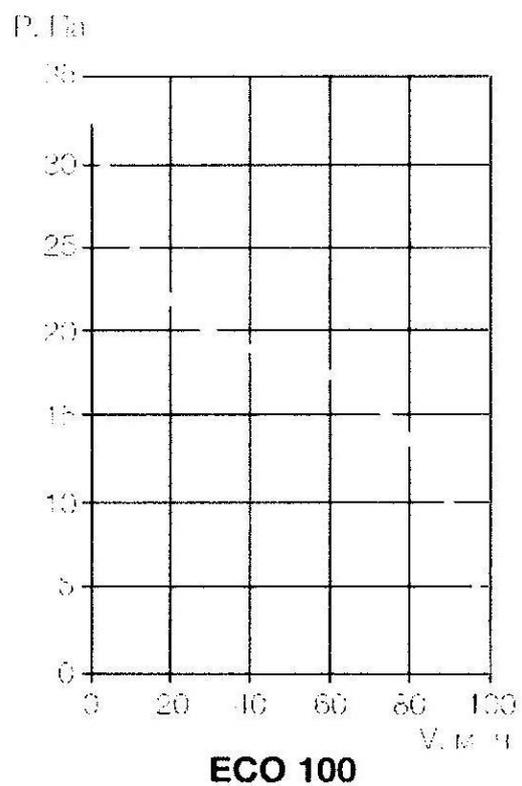


ВРАН6-3,55. ВРАН9-3,55. Исполнение 1



Приложение Ф

Аэродинамическая характеристика вентилятора ECO125



Приложение Ц

Определение трудоемкости монтажных работ

Таблица 21 – Ведомость трудоемкости работ

№ п/п	наименование работ	наименование ЕНиРа	единицы измерения	норма времени		трудозатраты			состав звена
				чел/час	маш/час	объем работ	чел/дней	маш/смен	
1	монтаж прямых и фасонных частей воздухопроводов диаметром до 250 мм/периметром до 600 мм	Е10 выпуск 5	м2	0,7	-	67	5,8625	-	монтажники систем вентиляции 5 разр. - 1, 4 разр. - 1, 3 разр. - 1, 2 разр. - 1,
	диаметром до 355 мм			0,64	-	109	8,72	-	
	диаметром до 560 мм			0,6	-	324	24,3	-	
2	монтаж выхлопных шахт диаметр до 250 мм	Е10 выпуск 6	м2	1,1	-	22	3,025	-	монтажники систем вентиляции 4 разр. - 1, 3 разр. - 1, 2 разр. - 1,
	диаметр до 355 мм			1,3	-	6	0,975	-	
	диаметр до 560 мм			1,6	-	14	2,8	-	
3	монтаж ВР	Е10 выпуск 11	1 шт	0,91	-	20	2,275	-	монтажники систем вентиляции 5 разр. - 1, 3 разр. - 1, 2 разр. - 1,

Продолжение таблицы 21

4	установка решеток типа АМН	Е40 выпуск 6 - 29	1 решетка	0,24	-	53	1,59	-	слесарь - вентиляционщик 3 разр. - 1, электросварщик 4 разр. - 1
5	монтаж дефлекторов диаметром до 250	Е10 выпуск 13	1 шт	0,97	-	12	1,455	-	монтажники систем вентиляции 4 разр. - 1, 3 разр. - 1
6	монтаж зонтов диаметром до 250	Е10 выпуск 13	1 шт	0,28	-	4	0,14	-	монтажники систем вентиляции 4 разр. - 1, 3 разр. - 1
	диаметром до 355			0,38	-	2	0,095	-	
	диаметром до 400			0,43	-	1	0,05375	-	
	диаметром до 560			0,59	-	3	0,22125	-	
7	установка воздухозаборной решетки	Е10 выпуск 16	1 шт	2,5	-	1	0,3125	-	монтажники систем вентиляции 4 разр. - 1, 3 разр. - 2
8	установка приточных камер до 10 тыс. м3/ч	Е10 выпуск 1	1 шт	22,5	-	4	11,25	-	монтажники систем вентиляции 6 разр. - 1, 4 разр. - 1, 3 разр. - 2
9	установка гермодверей в приточной камере	Е10 выпуск 21	1 шт	0,66	-	21	1,7325	-	монтажник систем вентиляции 4 разр. - 1
10	установка гибких вставок диаметром до 560	Е10 выпуск 22	1 шт	0,84	-	9	0,945	-	монтажники систем вентиляции 4 разр. - 1, 2 разр. - 1

Продолжение таблицы 21

11	установка виброизолято ров под вентиляторы	Е10 выпуск 26	1 шт	0,35	-	14	0,613	-	монтажники систем вентиляции 5 разр. - 1, 3 разр. - 1
12	установка вытяжных радиальных вентиляторов обычного исполнения массой до 0,05 т	Е34 выпуск 27	1 шт	5,6	-	2	1,4	-	монтажники систем вентиляции 5 разр. - 1, 3 разр. - 2
	до 0,2 т			6,1	-	3	2,288	-	
13	установка вытяжных осевых вентиляторов	Е34 выпуск 31	1 шт	155,3	-	8	155,3	-	монтажники систем вентиляции 6 разр. - 1, 4 разр. - 1, 3 разр. - 2