

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(институт)

«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. Офисное здание. Отопление и вентиляция.

Студент(ка)	<u>И.А. Трудова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>М.Н. Кучеренко</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>М.Н. Кучеренко</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<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)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2016

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(институт)

Теплогасоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Завкафедрой _____ ТГВВиВ _____

_____ М.Н.Кучеренко _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Студент Трудова Ирина Александровна

1. Тема г.о.Тольятти. Офисное здание. Отопление и вентиляция

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы
21.06.2016

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе Строительные чертежи
офисного здания.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке
вопросов, разделов) Тепловая защита здания. Отопление. Вентиляция. Контроль и
автоматизация. Организации монтажных работ. Безопасность жизнедеятельности.

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала Лист общих
данных. Планы здания. Аксонометрические схемы системы отопления, вентиляции

6. Консультанты по разделам Кучеренко М.Н., Алмаев А.Ю., Чиркова Е.В.,
Щипанов А.В.

7. Дата выдачи задания «18» февраля 2016 г.

Руководитель выпускной
квалификационной работы

_____ М.Н. Кучеренко _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

_____ И.А. Трудова _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(институт)

Теплогасоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Завкафедрой ТГВВиВ

М.Н.Кучеренко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« » 20 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

выполнения выпускной квалификационной работы

Студента Трудовой Ирины Александровны
по теме г.о.Тольятти. Офисное здание. Отопление и вентиляция

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Теплотехнический расчёт	01.03.2016	01.03.2016	Выполнено	
Отопление	17.03.2016	17.03.2016	Выполнено	
Вентиляция	18.04.2016	15.04.2016	Выполнено	
Контроль и автоматизация	14.04.2016	14.04.2016	Выполнено	
Безопасность жизнедеятельности	16.05.2016	16.05.2016	Выполнено	
Организация монтажных работ	20.05.2016	20.05.2016	Выполнено	

Руководитель выпускной
квалификационной работы

М.Н. Кучеренко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

И.А. Трудова

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Аннотация

В данной работе запроектированы инженерные сети в офисном здании. Произведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций здания, расчеты теплотерь и теплоступлений. Запроектирована система отопления и вентиляции. Произведет гидравлический расчет, подбор отопительных приборов. Также произведен анализ воздухообмена в помещениях. Выполнен аэродинамический расчет приточно-вытяжной системы вентиляции. Подобрано оборудование систем ОВ.

СОДЕРЖАНИЕ		Стр.
ВВЕДЕНИЕ		6
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ		7
1.1 Описание проектируемого объекта		7
1.2 Параметры наружного воздуха		8
1.3 Выбор параметров внутреннего микроклимата		9
1.4 Источник теплоснабжения		9
2. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ		10
2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций		10
2.2 Определение теплотерь здания		13
2.3 Определение теплоступлений в здание		17
3. Отопление		21
3.1 Конструирование		21
3.2 Гидравлический расчет		22
3.3 Тепловой расчет нагревательных приборов		26
3.4 Расчет и подбор оборудования		29
4. ВЕНТИЛЯЦИЯ		30
4.1 Определение требуемых воздухообменов		30
4.2 Выбор принципиальных решений и конструирование		35
4.3 Аэродинамический расчет		36
4.4 Расчет и подбор оборудования		37
5. КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ		43
6. ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ		45
6.1 Определение объемов работ		45
6.2 Определение трудоемкости работ		46
6.3 Безопасность и экологичность технического объекта		48
ЛИТЕРАТУРА		54
ПРИЛОЖЕНИЯ		57

ВВЕДЕНИЕ

Системы отопления и вентиляции являются системами жизнеобеспечения. Проектируемые системы поддерживают состояние воздушной среды и температурные параметры на определенном уровне теплового комфорта, которые обеспечивают благоприятное пребывания в помещении человека и выполнения технологического процесса. При конструировании здания предусматривают возможность размещения и удобной эксплуатации инженерных сетей и оборудования.

Целью данной работы является разработка систем отопления и вентиляции в офисном здании для обеспечения комфортного нахождения работающих в помещении.

Задачи:

1. Выполнение теплотехнического расчета.
2. Конструирование и расчет системы отопления.
3. Разработка и расчет приточно-вытяжной вентиляции.

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Описание проектируемого объекта

Инженерные системы запроектированы в четырехэтажном офисном здании. Объект расположен на территории города Тольятти. Главный фасад здания ориентирован на юг. Основные размеры: длина – 54,0 м, ширина – 15,0 м, общая высота - 13,2 м, высота этажа – 3,3 м, (помещения – 3,0 м). Площадь объекта составляет 833,6 м². На первом этаже расположены лаборатории, на 2, 3, 4-ом этаже административные помещения. На каждом этаже находятся санузлы, душевые, раздевалки.

Состав, толщина и теплопроводность слоев ограждающих конструкций приведен в таблицах № 1, 2, 3, 4. Данные взяты из СП [1,прил.Д]. В здании запроектирована конструкция окна с двойным остеклением в отдельных переплетах.

Таблица 1 - Состав наружных стен

№ слоя	Наименование материала	Толщина слоя δ , м	Плотность ρ , кг/м ³	Теплопроводность λ , Вт/(м·°С)
1	Гипсокартон (сухая штукатурка)	0,01	800	0,190
2	Утеплитель – минерально-ватная плита	0,13	100	0,060
3	Кладка из керамического пустотного кирпича на цементно-песчаном растворе	0,38	1400	0,520

Таблица 2 - Состав межэтажного перекрытия

№ слоя	Наименование материала	Толщина слоя δ , м	Плотность ρ , кг/м ³	Теплопроводность λ , Вт/(м·°С)
1	Штукатурка	0,015	1600	0,7
2	Монолитная железобетонная плита	0,260	2500	1,92
3	Цементно-песчаный раствор	0,020	1800	0,76
4	Линолеум	0,005	1600	0,38

Таблица 3 - Состав бесчердачного покрытия

№ слоя	Наименование материала	Толщина слоя δ , м	Плотность ρ , кг/м ³	Теплопроводность λ , Вт/(м·°С)
1	Монолитная железобетонная плита	0,220	2500	1,92
2	Два слоя рубероида (пергамина)	0,005	600	0,17
3	Утеплитель– пенополистирол	0,130	80	0,041
4	Цементно-песчаный раствор	0,040	1800	0,76
5	Водоизоляционный ковер	0,015	1400	0,38

Таблица 4 - Состав покрытия пола первого этажа

№ слоя	Наименование материала	Толщина слоя δ , м	Плотность ρ , кг/м ³	Теплопроводность λ , Вт/(м·°С)
1	Линолеум	0,005	1600	0,38
2	Цементно-песчаный раствор	0,020	1800	0,76
3	Утеплитель - керамзитобетон	0,600	300	0,2
4	Монолитная железобетонная плита	0,260	2500	1,92
5	Битумная мастика	0,020	1400	0,27
6	Песок	0,100	1600	0,47

1.2 Параметры наружного воздуха

Параметры наружного воздуха приняты в соответствии с СП [2, табл. 3.1], энтальпия наружного воздуха принята по [3, прил. 8]. Влажностный режим помещений зданий по [3, табл.2] – нормальный. Условия эксплуатации определены по [3, табл.2] – А.

Таблица 5 - Расчетные параметры наружного воздуха

Период года	Параметры А		Параметры Б				
	$t_n, ^\circ\text{C}$	$v_n, \text{м/с}$	$t_n, ^\circ\text{C}$	$z_{om}, \text{сут.}$	$t_{om}, ^\circ\text{C}$	I, кДж/кг	$v_n, \text{м/с}$
Холодный период			-30	203	-5,2	-29,8	5,4
Теплый период	24,6	3,2					

1.3 Выбор параметров внутреннего микроклимата

Параметры микроклимата при вентиляции в помещениях следует принимать по [4] в пределах допустимых норм. Расчетные параметры внутреннего воздуха сведены в таблицу 6.

Таблица 6 - Расчетные параметры внутреннего воздуха

Период года	$t_g, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$	$v_g, \text{м/с}$
Холодный период	18	60	0,3
Теплый период	27,3	60	0,5

1.4 Источник теплоснабжения

Источником теплоснабжения является ТЭЦ города Тольятти с параметрами 150-70 $^\circ\text{C}$. Теплоснабжение общественных зданий предусматривается от наружной тепловой сети.

2 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Расчет ведется в соответствии с СП [5, п.5].

Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций выполняется из условия, что приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций будет не меньше нормируемого значения, т.е.

$$R_0 \geq R_0^{mp} \quad (2.1)$$

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

R_0^{mp} –нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$, определяется в зависимости от градусо-суток района строительства ГСОП, $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$.

$$ГСОП = (t_g - t_{om}) \cdot Z_{om} \quad (2.2)$$

По формуле (2.2) ГСОП равно:

$$ГСОП = (18 - (-5,2)) \cdot 203 = 4710 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$$

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, определяется интерполяцией по [5, табл.3].

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций находится по формуле:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_g} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n} \quad (2.3)$$

где α_g – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции. Принимается по СП [5, табл.4]: для стен и перекрытий $\alpha_g = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающих конструкций, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$. Для стен и покрытий $\alpha_g = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, согласно СП [5, табл.6];

Коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций, Вт/(м² · °С) определяется по формуле:

$$k = \frac{1}{R_0} \quad (2.4)$$

где k – коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций, Вт/(м²·°С).

Теплотехнический расчет наружных стен

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, согласно СП [5, табл. 3]

$$R_0^{mp} = 2,163 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}$$

При выборе приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций вводится поправка на однородность материала.

$$r = r_1 \cdot r_2 \quad (2.5)$$

где r_1 – коэффициент теплотехнической однородности, учитывающий крепление утеплителя и толщину слоя утеплителя и плотность.

r_2 - наличие оконных откосов в стенах.

Поправка на однородность материала по формуле (2.5) равна:

$$r = 0,95 \cdot 0,920 = 0,874$$

С учетом поправки на однородность материала определяется толщина утеплителя:

$$\frac{2,163}{0,874} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,52} + \frac{\delta}{0,06} + \frac{0,01}{0,19} + \frac{1}{23} = 0,123 \text{ м}$$

$$\frac{\delta}{0,06} = 1,662$$

$$\delta = 0,123 \text{ м}$$

Стандартная толщина утеплителя - минерально-ватной плиты 0,13 м.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций по формуле (2.3) равно:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,52} + \frac{0,13}{0,06} + \frac{0,01}{0,19} + \frac{1}{23} = 3,018 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$R_0 = 3,018 > R_0^{mp} = 2,613 - \text{условие выполняется}$$

По формуле (2.4) коэффициент теплопередачи равен:

$$k = \frac{1}{3,108} = 0,322 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Теплотехнический расчет бесчердачного перекрытия

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче перекрытия:

$$R_0^{mp} = 3,484 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

По формуле (2.6) толщина утеплителя:

$$3,484 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + 2 \cdot \frac{0,005}{0,17} + \frac{\lambda}{0,041} + \frac{0,04}{0,76} + \frac{0,015}{0,38} + \frac{1}{23}$$

$$\delta = 3,05 \cdot 0,041 = 0,13 \text{ м}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкции:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + 2 \cdot \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,13}{0,041} + \frac{0,04}{0,76} + \frac{0,015}{0,38} + \frac{1}{23} = 3,595 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$R_0 = 3,595 > R_0^{mp} = 3,484 - \text{условие выполняется}$$

Коэффициент теплопередачи равен:

$$k = \frac{1}{3,595} = 0,278 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Теплотехнический расчет покрытия

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче перекрытия:

$$R_0^{mp} = 3,484 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

По формуле (2.6) толщина утеплителя:

$$3,484 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{\lambda}{0,2} + \frac{0,26}{1,92} + \frac{0,02}{0,27} + \frac{0,1}{0,47} + \frac{1}{23}$$

$$\delta = 0,572 \text{ м}$$

Принимаем толщину утеплителя равной 0,6 м.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкции:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,6}{0,2} + \frac{0,26}{1,92} + \frac{0,02}{0,27} + \frac{0,1}{0,47} + \frac{1}{23} = 3,620 м$$

$$R_0 = 3,620 > R_0^{mp} = 3,484 - \text{условие выполняется}$$

Коэффициент теплопередачи равен:

$$k = \frac{1}{3,620} = 0,276 Вт/(м^2 \cdot °C)$$

Теплотехнический расчет окна

Определяем требуемое сопротивление теплопередаче окна согласно СП [5, табл. 3].

$$R_0^{mp} = 0,44 (м^2 \cdot °C)/Вт$$

По СП [6, прил.6] принимаем окна с двойным остеклением в отдельных переплетах.

$$k = \frac{1}{0,44} = 2,273 Вт/(м^2 \cdot °C)$$

2.2 Определение теплотерь здания

Расчет теплотерь здания ведется в соответствии с [7].

Теплотери через ограждающие конструкции рассчитываются по следующей формуле, Вт:

$$Q_0 = \Sigma Q \cdot (1 + \Sigma \beta) + Q_{инф} \quad (2.6)$$

где $\Sigma Q \cdot (1 + \Sigma \beta)$ – потери тепла через наружные ограждающие конструкции, вычисленные с учетом поправок на ориентацию, Вт;

$Q_{инф}$ – потери тепла за счет инфильтрации, Вт

Расход теплоты на нагрев инфильтрующегося воздуха определяется по формуле:

$$Q_{инф} = 0,28 \cdot c \cdot \Sigma G_{инф} \cdot \Delta t \cdot \bar{k} \quad (2.7)$$

где c – теплоемкость воздуха, $c = 1,005$ кДж/(кг · °C);

\bar{k} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние встречного теплового потока в конструкции окна, зависит от количества притворов. Для данной конструкции окна $\bar{k} = 0,8$;

$\Sigma G_{\text{инф}}$ – количество инфильтрирующегося воздуха, $\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$,
определяется по формуле:

$$\Sigma G_{\text{инф}} = G_{\text{н}}^{\text{ок}} \cdot A_{\text{ок}} \left(\frac{\Delta P}{\Delta P_0} \right)^{2/3} + G_{\text{н}}^{\text{нд}} \cdot A_{\text{нд}} (\Delta P)^{1/2} \quad (2.8)$$

где A – площадь конструкции, м^2 ;

$G_{\text{н}}$ -нормируемая воздухопроницаемость, определяется по [5]:

для двери $G_{\text{н}}^{\text{нд}} = 7 \text{ кг}/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$, для окна $G_{\text{н}}^{\text{ок}} = 5 \text{ кг}/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$

ΔP_0 – разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях остекления. $\Delta P_0 = 10 \text{ Па}$

ΔP – разность между наружным и внутренним давлениями.

$$\Delta P = 0,5(H - h_i) \cdot g \cdot (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{в}}) + 0,25 \cdot \rho_{\text{н}} \cdot v_{\text{н}}^2 \cdot (c_{\text{н}} - c_{\text{з}}) \cdot k_{\text{дин}} \quad (2.9)$$

где $k_{\text{дин}}$ - коэффициент динамического сопротивления, зависит от высоты и окружения проектируемого здания, определяется по СП[5, таб. 18]

$c_{\text{н}}$ - коэффициент зоны повышенного давления (навстречная сторона здания), $c_{\text{н}} = 0,6$

$c_{\text{з}}$ - коэффициент зоны пониженного давления (заветренная сторона здания), $c_{\text{з}} = -0,8$

ΔP – разность между наружным и внутренним давлениями.

$\rho_{\text{н}}, \rho_{\text{в}}$ - плотность наружного и внутреннего воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$

v - максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, $\text{м}/\text{с}$

Плотность воздуха определяется по формуле:

$$\rho = \frac{353}{t + 273} \quad (2.10)$$

Плотность внутреннего воздуха: $\rho_{\text{в}} = \frac{353}{18+273} = 1,21 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Плотность наружного воздуха: $\rho_{\text{н}} = \frac{353}{-30+273} = 1,45 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Окна находятся на отметки 2,3 м, 5,6 м, 8,9 м и 12,2 м.

Расчет теплотерь через ограждающие конструкции каждого помещения приведен в приложении А.

Расчет теплопотерь через утепленные полы, лежащие на грунте

Расчет полов, расположенных на грунте ведется по зонам в соответствии с [5, прил.Е]. Всего зон четыре: I, II, III, и IV – оставшаяся часть. Зоны разбиваются параллельно наружным стенам шириной 2 м.

Теплопотери через полы, лежащие на грунте, определяются по формуле:

$$Q = k \cdot F \cdot (t_{в} - t_{г}) \cdot n \quad (2.11)$$

Для каждой зоны коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$k = \frac{1}{R_o + \sum \frac{\delta}{\lambda}} \quad (2.12)$$

Для каждой зоны неутепленного пола сопротивление теплопередачи равно:

$$R_I = 2,1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} - \text{для I зоны}$$

$$R_{II} = 4,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} - \text{для II зоны}$$

$$R_{III} = 8,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} - \text{для III зоны}$$

$$R_{IV} = 14,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} - \text{для IV зоны (для оставшейся площади пола)}$$

Разбивка на зоны пола первого этажа представлена на рисунке 1.

Для утепленных полов на грунте, расположенных ниже уровня земли, с коэффициентом теплопроводности $\lambda \leq 1,12 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$ утепляющего слоя толщиной δ , м, термическое сопротивление теплопередаче, $R_i, \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, определяется по формуле:

$$R_i = R_{i-\text{зоны}} + \sum \frac{\delta_{i-\text{ут.сл.}}}{\lambda_{i-\text{ут.сл.}}} \quad (2.13)$$

где $\sum \frac{\delta_{i-\text{ут.сл.}}}{\lambda_{i-\text{ут.сл.}}}$ - сумма термических сопротивлений утепляющих слоев.

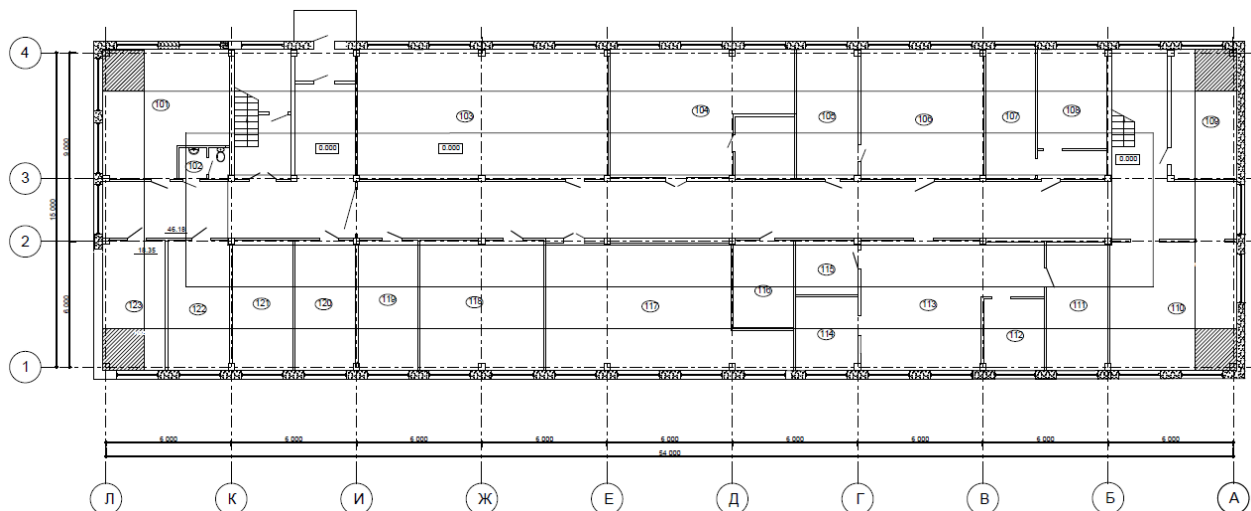


Рисунок 1 - Разбивка на зоны

Коэффициент теплопередачи для I зоны по формуле (2.13), равен:

$$k = \frac{1}{2,1 + \left(\frac{0,005}{0,38} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,6}{0,2} \right)} = 0,195 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

– для II зоны:

$$k = \frac{1}{4,3 + \left(\frac{0,005}{0,38} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,6}{0,2} \right)} = 0,136 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

– для III зоны:

$$k = \frac{1}{8,6 + \left(\frac{0,005}{0,38} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,6}{0,2} \right)} = 0,086 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

– для IV зоны:

$$k = \frac{1}{14,2 + \left(\frac{0,005}{0,38} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,6}{0,2} \right)} = 0,058 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

Расчет теплотерь через полы, лежащие на грунте, для каждого помещения сведен в приложение А.

2.3 Определение теплоступлений в здание

Расчет теплоступлений ведется для помещений, в которых воздухообмен принимается по расчету.

Все расчеты теплоступления ведутся в соответствии с [8].

Теплоступления от людей

Выделение теплоты людьми зависит от затраченной ими энергии и температуры воздуха в помещении.

Количество тепла, поступающего в помещение от людей определяется по формуле:

$$Q_{л} = q \cdot n, Вт \quad (2.14)$$

где q – удельное выделение тепла одним человеком, Вт/чел, принимается по [10, табл.2.2]

n – количество человек, находящихся одновременно в помещении,

Количество тепла определяется для теплого и холодного периода года.

$$q^{XII} = 108 Вт / чел$$

$$q^{III} = 54 Вт / чел$$

Пример расчета для помещения № 204. В помещении одновременно находится 4 человека.

Количества тепла, по формуле (2.14), равно:

$$Q_{л}^{XII} = 108 \cdot 4 = 432 Вт$$

$$Q_{л}^{III} = 54 \cdot 4 = 216 Вт$$

Расчет теплоступлений от людей для остальных помещений сведен в таблицу 8.

Тепловыделения от источников искусственного освещения

В здании используются светодиодные светильники, от которых тепловыделение не происходит. $Q_{осв} = 0 Вт$.

Теплопоступления от солнечной радиации

Теплопоступление через вертикальное остекление оконных проемов рассчитывают для теплого периода года по формуле:

$$Q_{C.P.} = (q_{ВП} + q_{BP}) \cdot F_{OC} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \beta_{CЗ}, Вт \quad (2.15)$$

где $q_{ВП}$ – поступление тепла от прямой и солнечной радиации в июле через вертикальное и горизонтальное одинарное остекление световых проемов со стеклом толщиной 2,5-3,5 мм, по [8, табл.2.3];

q_{BP} – поступление тепла от рассеянной солнечной радиации в июле через вертикальное и горизонтальное одинарное остекление световых проемов со стеклом толщиной 2,5-3,5 мм, по [8, табл.2.3];

F_{OC} – поверхность остекления, $м^2$

k_1 – коэффициент, учитывающий затенение остекления и загрязнение атмосферы, по [8, табл.2.4];

k_2 – коэффициент, учитывающий загрязнение стекла, по [8, табл.2.4];

$\beta_{CЗ}$ – коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств, принимаемый равным 1.

Расчет теплопоступлений от солнечной радиации в каждый час расчетных суток для каждого помещения приведен в приложении Б.

Наибольшее количество выделяющегося тепла каждого помещения приведено в таблице 8.

Таблица 8 - Теплопоступления от солнечной радиации

Помещения 204, 205, 206, 209, 304, 407,413 (два окна) Ю																
	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
qвп				58	171	283	378	424	424	378	283	171	58			
qвр	10	43	80	102	114	119	121	123	123	121	119	114	102	80	43	10
F, м2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
k1	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05
k2	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
β	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Qс.р	54	230	428	367	654	923	1145	1255	1255	1145	923	654	367	428	230	54
Помещения 212, 215, 216, 217, 316, 319, 324,401, 415, 416, 420, 421,425, 426 (два окна) С																
	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
qвп	100	155	77											77	155	100
qвр	17	73	93	96	91	85	81	80	80	81	85	91	96	93	73	17
F, м2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
k1	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45
k2	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
β	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Qс.р	269	523	390	514	487	455	434	428	428	434	455	487	514	390	523	269
Помещения 3 (два окна)																
	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
qвп																
qвр	13	39	59	72	77	77	81	87	87	81	77	77	72	59	39	13
F, м2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
k1	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45
k2	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
β	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Qс.р	30	90	135	386	412	412	434	466	466	434	412	412	386	135	90	30

Тепловыделения от оборудования

Количество теплоты, поступающей от нагретого оборудования, принимаются по технологической части проекта. В данной работе принимается 100 Вт на один компьютер. Количество компьютеров соответствует количеству человек.

Тепловыделение от оборудования для каждого помещения приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Теплопоступления помещений в холодный и теплый период года

№ помеще- ния	Количество человек	$Q_{Л}^{ХП}$, Вт	$Q_{Л}^{ТП}$, Вт	$Q_{С.Р.}$, Вт	$Q_{ОБР.}$ Вт	$\sum Q_{Х.П.}, Вт$	$\sum Q_{Т.П.}, Вт$
1	2	3	4	5	6	7	8
204	4	432	216	1255	400	832	1871
205	4	432	216	1255	400	832	1871
206	4	432	216	1255	400	832	1871
209	4	432	216	1255	400	832	1871
211	4	432	216	523	400	832	1139
212	4	432	216	523	400	832	1139
215	3	324	162	523	300	624	985
216	4	432	216	523	400	832	1139
217	6	648	324	523	600	1248	1447
218	8	864	432	1046	800	1664	2278
301	4	432	216	1721	400	832	2337
304	4	432	216	1255	400	832	1871
306	8	864	432	785	800	1664	2017
316	4	432	216	523	400	832	1139
319	4	432	216	523	400	832	1139
324	4	432	216	523	400	832	1139
401	6	648	324	1721	600	1248	2645
407	4	432	216	1255	400	832	1871
413	6	648	324	1255	600	1248	2179
415	4	432	216	523	400	832	1139
416	4	432	216	523	400	832	1139
420	6	648	324	523	600	1248	1447
421	6	648	324	523	600	1248	1447
425	6	648	324	523	600	1248	1447
426	6	648	324	523	600	1248	1447

3 ОТОПЛЕНИЕ

3.1 Конструирование

В офисном здании запроектирована водяная коллекторная система отопления. Однотрубная система с тупиковым движением теплоносителя, с нижней разводкой подающей и обратной магистралей. Источником теплоснабжения является теплофикационная вода с параметрами 150-70°C.

Теплофикационная вода для системы отопления поступает на второй этаж в тепловой пункт помещения № 203, в осях «2-3» и «В-Г». В тепловом пункте происходит приготовление горячей воды для системы отопления и вентиляции здания. Температура теплоносителя в системе – 95-70 °С.

Коллекторная система состоит из трех контуров. Два контура поступают на систему отопления и один на систему вентиляции.

Подающая и обратная магистраль прокладываются по первому этажу здания, вдоль наружной стены в прямке. Для теплоизоляции труб проложенных в прямке применяется теплоизоляционный материал «Энергофлекс». Магистралы трубопроводов прокладываются с уклоном 0,003 по направлению движения воды. Все трубопроводы системы отопления запроектированы из стальных труб. Стояки расположены в каждом помещении, отопительные приборы установлены под оконными проемами.

Поддержание нормативной температуры во всех помещениях происходит за счет устанавливаемого оборудования. Запроектированы отопительные приборы – стальные настенные конвекторы фирмы «СКОКА».

Запорно-регулирующая арматура установлена у основания стояков на подающем и обратном трубопроводах. Для опорожнения системы отопления предусмотрены шаровые краны, установлены в нижних точках системы. Запорно-регулирующая арматура находится на обратном и подающем трубопроводе в тепловом пункте на каждом контуре. Удаление воздуха из системы отопления осуществляется через кран Маевского, устанавливаемые в верхней точке системы каждого стояка.

3.2 Гидравлический расчет

Гидравлический расчет вертикальной однетрубной системы с нижней разводкой ведется в соответствии с [9] и [10] методом характеристик сопротивления.

Целью гидравлического расчета теплопроводов является подбор диаметров трубопроводов, при которых на всех расчетных участках системы расход теплоносителя обеспечивает заданные тепловые нагрузки приборов. Сумма потерь давления в системе $\sum \Delta P_{сист}$ не должна превышать 90 – 95 % расчетного циркуляционного давления, т.е:

$$\sum \Delta P_{сист} = (0,9 - 0,95) \cdot \Delta P_p \quad (3.1)$$

Гидравлический расчет выполняют по аксонометрической схеме на основе планов этажей, с учетом размещения магистралей, стояков и отопительных приборов.

Расчетная аксонометрическая схема представлена в приложении В.

В данной коллекторной системе отопления существует два циркуляционных кольца. Одно циркуляционное кольцо в однетрубной системе отопления при тупиковой схеме проходит через наиболее нагруженный и удаленный от теплового пункта стояк №13, второе циркуляционное кольцо проходит через стояк №23.

Гидравлическое сопротивление одного контура составляет 0,4 кгс/см². Следовательно, располагаемое давление главного циркуляционного кольца ΔP_p составляет 39053 Па.

Расход воды в стояке равен:

$$G_{ст} = \frac{0,86 \cdot Q_{ст}}{(t_r - t_o)} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \text{кг/ч} \quad (3.2)$$

где $Q_{ст}$ – тепловая нагрузка соответствующего стояка, Вт;

β_1 – коэффициент, учитывающий шаг номенклатурного ряда отопительных приборов по мощности. Принимается по [9, табл. 9.4],

$$\beta_1 = 1,04$$

β_2 – коэффициент, учитывающий способ установки отопительного прибора. Принимается по [9, табл. 9.5], равный $\beta_2 = 1,02$

Согласно СП[3,п.6.2.7] потери давления в стояках однотрубной системе должны составлять не менее 70% общих потерь давления в циркуляционных кольцах, чтобы обеспечить гидравлическую устойчивость системы отопления.

Расчетное циркуляционное давление стояка 13:

$$\Delta P_p^{CT13} = 0,7 \cdot \Delta P_p \quad (3.3)$$

$$\Delta P_p^{CT13} = 0,7 \cdot 39053 = 24852$$

Средняя удельная линейная потеря давления на трение в стояке определяется по формуле:

$$R_{CP}^{CT} = \frac{0,65 \cdot \Delta P_p^{CT}}{\sum l} \quad (3.4)$$

где $\sum l$ – длина стояка, составляет 24,41м.

$$R_{CP}^{CT} = \frac{0,65 \cdot 24852}{24,41} = 662 \text{ Па / м}$$

Расход воды в стояке № 13 по формуле (3.2) равен:

$$G_{CT} = \frac{0,86 \cdot 6259}{(95 - 70)} \cdot 1,04 \cdot 1,02 = 228 \text{ кг / ч}$$

Расчетная удельная характеристика сопротивления стояка:

$$S_{уд}^{CT13} = \frac{R_{CP}^{CT13}}{G_{CT13}^2}, \text{ Па / м}^2 \quad (3.5)$$

$$S_{уд}^{CT13} = \frac{662}{228^2} = 108 \cdot 10^{-4} \text{ Па / м} \cdot (\text{кг / ч})^2$$

По удельной характеристике стояка $S_{уд}^{CT13}$ по [9.табл.10.7] принимается ближайший меньший диаметр стояка. $d_{CT13} = 15 \text{ мм}$;

Определяется характеристика сопротивления стояка:

$$S_{CT} = S_{IP.уч} + \sum S_{P.У.}, \text{ Па / м} \cdot (\text{кг / ч})^2 \quad (3.6)$$

а) Характеристика сопротивления прямого участка $S_{пр.уч}$ Ст13:

Местные сопротивления прямых участков стояка:

отводы – 14 шт. $\xi = 14 \cdot 1,5 = 21$;

вентиль – 2 шт. $\xi = 2 \cdot 0,5 = 1$. $\sum \xi = 21 + 1 = 22$

$$S_{пр.уч} = A \cdot \left(\frac{\lambda}{d} \cdot l + \sum \xi \right) \quad (3.7)$$

где A – удельное динамическое давление, определяемое по [9, таб. 10.7];

$\frac{\lambda}{d}$ - приведенный коэффициент гидравлического трения,

определяемый по [9, таб. 10.7]

Для 15 диаметра $A = 10,6 \cdot 10^{-4} \text{ Па} / (\text{кг} / \text{ч})^2$, $\frac{\lambda}{d} = 2,7 \text{ м}^{-1}$

$$S_{пр.уч} = 10,6 \cdot (2,7 \cdot 24,41 + 22) = 931,8 \cdot 10^{-4} \text{ Па} / \text{м} \cdot (\text{кг} / \text{ч})^2$$

б) Характеристика сопротивления радиального узла $S_{р.у}$:

$$S_{р.у} = \frac{S_{под} \cdot S_{3.уч}}{\left(\sqrt{S_{под}} \cdot \sqrt{S_{3.уч}} \right)^2} \quad (3.8)$$

Местные сопротивления на замыкающего участка $S_{3.уч}$:

тройник на поворот -2 $\xi = 2 \cdot 1,5 = 3$

$$S_{3.уч} = 10,6 \cdot (2,7 \cdot 0,23 + 3) = 38,4 \cdot 10^{-4} \text{ Па} / \text{м} \cdot (\text{кг} / \text{ч})^2$$

Характеристика сопротивления подводов $S_{под}$:

Местные сопротивления подводов:

тройник на проход – 2 шт. $\xi = 2 \cdot 1 = 2$;

конвектор $\xi = 6,3$ $\sum \xi = 8,3$

$$S_{под} = 10,6 \cdot (2,7 \cdot 0,28 + 8,3) = 96 \cdot 10^{-4} \text{ Па} / \text{м} \cdot (\text{кг} / \text{ч})^2$$

$$S_{р.у} = \frac{96 \cdot 10^{-4} \cdot 38,4 \cdot 10^{-4}}{\left(\sqrt{96 \cdot 10^{-4}} \cdot \sqrt{38,4 \cdot 10^{-4}} \right)^2} = 14,4 \cdot 10^{-4} \text{ Па} / \text{м} \cdot (\text{кг} / \text{ч})^2$$

$$S_{Ст13} = (931,8 + 14,4 \cdot 8) \cdot 10^{-4} = 1043 \cdot 10^{-4} \text{ Па} / \text{м} \cdot (\text{кг} / \text{ч})^2$$

Потери давления в стояке 13 равны:

$$\Delta P_{CT13} = S_{CT13} \cdot G_{CT13}^2 \quad (3.9)$$

$$\Delta P_{CT13} = 1043 \cdot 10^{-4} \cdot 247^2 = 6363 \text{ Па}$$

Рассчитывается избыточное давление:

$$\Delta P_{ИЗБ} = 24852 - 6363 = 18489 \text{ Па}$$

Для погашения избыточного давления у основания каждого стояка на подающем трубопроводе устанавливается автоматический балансировочный клапан АВ-QM фирмы «Danfoss».

Расчетное давление в магистрали:

$$\Delta P_p^{МАГ} = \Delta P_p - \Delta P_p^{CT13}, \text{ Па} \quad (3.10)$$

$$\Delta P_p^{МАГ} = 39053 - 24852 = 14201 \text{ Па}$$

Определяется средняя удельная потеря давления на трение в магистрали:

$$R_{CP}^{CT} = \frac{0,65 \cdot 14201}{170,6} = 54,1 \text{ Па / м}$$

Далее расчет ведется по участкам.

Определяются расходы воды на участках:

$$G_{уч.А-13} = G_{уч.Б'-13} = \frac{0,86 \cdot 6259}{(95 - 70)} \cdot 1,04 \cdot 1,02 = 228 \text{ кг / ч}$$

Аналогичным образом определяется расходы на остальных участках.

Определяется предварительное значение $S_{уч.13-А}$ на участке:

$$S_{уч.13-А} = 1,23 \cdot (1,4 \cdot 6,6 + 4,2) = 16,5 \cdot 10^{-4} \text{ Па / м} \cdot (\text{кг / ч})^2$$

Аналогичным образом определяется удельная характеристика сопротивления на остальных участках, и подбирается диаметр трубопровода.

Определяются потери давления на участках:

$$\Delta P_{уч} = S_{уч} \cdot G_{уч}^2$$

$$\Delta P_{уч} = 16,5 \cdot 10^{-4} \cdot 228^2 = 86 \text{ Па}$$

Аналогичным образом определяется потери давления на остальных участках.

Потери давления в главном циркуляционном кольце сравниваем с располагаемым перепадом давления:

$$\frac{\Delta P_p - \sum P_{уч}}{\Delta P_p} \cdot 100\% \leq (5 \div 10)\% \quad (3.11)$$

Запас располагаемого давления необходим на случай неучтенных в расчете гидравлических сопротивлений.

Строится эпюра циркуляционного давления. Располагаемое давление для каждого промежуточного стояка определяется как разность давлений в подающем и обратном трубопроводе

Расчет промежуточных стояков производится аналогично расчету стояка 13. Характеристики сопротивления остальных стояков рассчитываются аналогично.

Гидравлический расчет второго контура ведется аналогично.

Все результаты гидравлического расчета приведены в приложение Г.

3.3 Тепловой расчет нагревательных приборов

Расчет ведется в соответствии с [9, п.9.5].

Требуемый номинальный тепловой поток $Q_{н.т.}$, кВт, для подбора типоразмера отопительного прибора, определяется по формуле:

$$Q_{н.т.} = \frac{Q_{пп}}{\left(\frac{\Delta t_{cp}}{70}\right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{np}}{360}\right)^p} \quad (3.12)$$

где Δt_{cp} – средний температурный перепад между средней температурой теплоносителя в приборе и температурой окружающего воздуха;

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_{BX} + t_{ВЫХ}}{2} - t_B \quad (3.13)$$

где $t_{BX}, t_{ВЫХ}$ – температура воды соответственно входящей и выходящей из прибора, °С.

Температура входа определяется по формуле:

$$t_{BX} = t_{\Gamma} - \frac{Q_i}{Q_{CT}} \cdot (t_{\Gamma} - t_o) \quad (3.16)$$

Температура выхода:

$$t_{ВЫХ} = t_{BX} - \frac{0,86 \cdot Q_{\text{ПР}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{\alpha_{\text{ПР}} \cdot G_{\text{ПР}}} \quad (3.17)$$

$G_{\text{пр}}$ – расход воды в приборе, кг/ч;

$$G_{\text{ПР}} = \alpha_{\text{ПР}} \cdot G_{\text{СТ}} \quad (3.18)$$

где $\alpha_{\text{ПР}}$ – коэффициент затекания, определяется по формуле

$$\alpha_{\text{ПР}} = \frac{1}{1 + \frac{\sqrt{S_{\text{ПР}}}}{\sqrt{S_{\text{ПЕР}}}}} \quad (3.19)$$

Теплоотдача прибора равна расчетным теплотерям помещения за минусом теплоотдачи труб:

$$Q_{\text{ПР}} = Q_{\text{ПОМ}} - \beta_{\text{ТР}} \cdot Q_{\text{ТР}}, \text{Вт} \quad (3.20)$$

где $\beta_{\text{ТР}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий долю теплоотдачи труб в помещении; при открытой прокладке равен $\beta_{\text{ТР}} = 0,9$;

$Q_{\text{ТР}}$ – теплоотдача труб, Вт

$$Q_{\text{ТР}} = q_{\text{В}} \cdot l_{\text{В}} + q_{\text{Г}} \cdot l_{\text{Г}}, \text{Вт} \quad (3.21)$$

где $q_{\text{В}}, q_{\text{Г}}$ – теплоотдача 1 м вертикальной и горизонтальной проложенных труб, Вт/м определяется по [9, табл. II.21];

$l_{\text{В}}, l_{\text{Г}}$ – длина вертикальной и горизонтальной проложенных труб, м.

Расчет приборов стояка 13.

Местные сопротивления подводок:

$$S_{\text{ПОД}} = 96 \cdot 10^{-4} \text{Па} / \text{м} \cdot (\text{кг} / \text{ч})^2$$

Местные сопротивления перемычки: тройник на поворот – 2 шт.

$$\xi = 2 \cdot 1,5 = 3;$$

$$S_{\text{ИЕР}} = 10,6 \cdot (2,7 \cdot 0,23 + 3) = 38,4 \cdot 10^{-4} \text{ Па} / \text{ м} \cdot (\text{кг} / \text{ч})^2$$

Коэффициент затекания по формуле (3.15) равен:

$$\alpha_{\text{ИР}} = \frac{1}{1 + \frac{\sqrt{96 \cdot 10^{-4}}}{\sqrt{38,4 \cdot 10^{-4}}}} = 0,39$$

Расход воды в приборе равен:

$$G_{\text{ИР}} = 0,39 \cdot 228 = 89 \text{ кг} / \text{ч}$$

Температура входа по формуле (3.16) равна:

$$t_{\text{ВХ}} = 95 - \frac{1033}{6259} \cdot (95 - 70) = 90,9^\circ \text{C}$$

Температура выхода по формуле (3.17) равна:

$$t_{\text{ВЫХ}} = 90,9 - \frac{0,86 \cdot 1033 \cdot 1,04 \cdot 1,02}{0,39 \cdot 228} = 80,8^\circ \text{C}$$

$$\Delta t_{\text{СР}} = \frac{90,9 + 80,8}{2} - 18 = 64,8^\circ \text{C}$$

Теплоотдача труб при $q_{\Gamma} = 87 \text{ Вт} / \text{ м}$, $q_{\text{В}} = 67 \text{ Вт} / \text{ м}$ равна:

$$Q_{\text{ТР}} = 67 \cdot 3 + 87 \cdot 0,7 = 262 \text{ Вт}$$

Теплоотдача прибора по формуле (3.20):

$$Q_{\text{ТР}} = 1033 - 0,9 \cdot 262 = 797$$

Требуемый номинальный тепловой поток равен:

$$Q_{\text{Н.Т.}} = \frac{797}{\left(\frac{64,8}{70}\right)^{1+0,35} \cdot \left(\frac{89}{360}\right)^{0,18}} = 1137 \text{ Вт}$$

По номинальному тепловому потоку по [11] каталогу фирмы «СКОКА» подбираем стальной настенный конвектор отопления КНС-1,2.

Расчет остальных отопительных приборов для каждого помещения ведется аналогично. Расчет сведен в приложение Д.

3.4 Расчет и подбор оборудования

Подбор насоса

Присоединение системы отопления к тепловым сетям осуществляется в индивидуальном тепловом пункте, которые размещены на втором этаже. Схема присоединения здания к тепловым сетям – зависимая, с насосом на перемычке.

$$G_H = 1,1 \cdot G_{\text{ПЕР}}, G_H = 1,1 \cdot u \cdot \frac{G_{\text{с.о.}}}{u + 1} \quad (3.22)$$

где u – коэффициент смешения, определяется по формуле:

$$u = \frac{T_r - t_o}{t_r - t_o} \quad (3.23)$$

Потери давления в насосе равно:

$$\Delta p_H = 1,15(p_2 - p_{\text{раб}} + \Delta p_{\text{со}})$$

$$p_2 = 0,6 \text{ МПа}$$

$$p_{\text{раб}} = 0,5 \text{ МПа}$$

Коэффициент смещения по формуле (3.23) равен

$$u = \frac{150 - 70}{95 - 70} = 3,2$$

Потери давления в насосе:

$$\Delta p_H = 1,15(0,6 - 0,5 + 0,039) = 0,16 \text{ МПа} = 160 \text{ м}$$

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

$$G_{\text{ст}} = \frac{0,86 \cdot \sum Q_{\text{зд}}}{(t_r - t_o)} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \text{ кг/ч} \quad (3.24)$$

$$G_{\text{со}} = \frac{0,86 \cdot 135851}{(95 - 70)} \cdot 1,04 \cdot 1,02 = 4957 \text{ кг/ч} = 5 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$G_H = 1,1 \cdot 3,2 \cdot \frac{5}{3,2 + 1} = 4,2 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Используя характеристики насоса, по значениям P_H и G_H подбираем насос типа CR 5-36 A-FGJ-F-E-HQQE фирмы Grundfos .

Рабочие характеристики насоса приведены в приложении Е.

4 ВЕНТИЛЯЦИЯ

4.1 Определение требуемых воздухообменов

Качество воздуха в помещениях административных и общественных зданий следует обеспечивать необходимой величиной воздухообмена в помещениях.

Требуемый воздухообмен принят в соответствие с [3], [12], [13].

Воздухообмен на разбавление теплоизбытков

Количества приточного воздуха для помещений с площадью больше 36 м² необходимый воздухообмен определяется по избыткам явной теплоты:

$$L_{я} = \frac{3,6 \cdot Q_{я}}{1,2 \cdot (t_{в} - t_{п})}, \text{ м}^3 / \text{ч}, \quad (4.1)$$

где $Q_{я}$ - избытки явного тепла, Вт;

$t_{в}, t_{п}$ – температура удаляемого и приточного воздуха.

Температура удаляемого воздуха определяется по формуле:

$$t_{в} = t_{в} + \text{grad}t \cdot (H - 2), \quad (4.2)$$

где $\text{grad}t$ – градиент температуры по высоте помещения;

H – высота помещения, м.

Температура удаляемого воздуха равна:

$$t_{в} = 18 + \text{grad}t(3 - 2) = 18,5^{\circ}\text{C}$$

Температура приточного воздуха составляет 16 °С.

В соответствии с [3.прил.К] по санитарным нормам для людей находящихся более 2 ч непрерывно существует минимальный расход наружного воздуха на одного человека. Для помещений кабинетов, офисов общественных зданий административного назначения составляет 60 м³/ч.

Расчет воздухообменов по теплоизбыткам и санитарным нормам сведен в таблицу 9. За расчетные приняты наибольшие значения.

Таблица 9 – Расчет воздухообменов

№ помещения	tv	тп	ty	Qя	L	Lсан	Lрасч
204	18	16	18,5	832	998	240	998
205	18	16	18,5	832	998	240	998
206	18	16	18,5	832	998	240	998
209	18	16	18,5	832	998	240	998
211	18	16	18,5	832	998	240	998
212	18	16	18,5	832	998	240	998
215	18	16	18,5	624	749	180	749
216	18	16	18,5	832	998	240	998
217	18	16	18,5	1248	1498	360	1498
218	18	16	18,5	1664	1997	480	1997
301	18	16	18,5	832	998	240	998
304	18	16	18,5	832	998	240	998
306	18	16	18,5	1664	1997	480	1997
316	18	16	18,5	832	998	240	998
319	18	16	18,5	832	998	240	998
324	18	16	18,5	832	998	240	998
401	18	16	18,5	1248	1498	360	1498
407	18	16	18,5	832	998	240	998
413	18	16	18,5	1248	1498	360	1498
415	18	16	18,5	832	998	240	998
416	18	16	18,5	832	998	240	998
420	18	16	18,5	1248	1498	360	1498
421	18	16	18,5	1248	1498	360	1498
425	18	16	18,5	1248	1498	360	1498
426	18	16	18,5	1248	1498	360	1498

Определение воздухообмена в кратности

Расход вентилируемого воздуха по нормированной кратности, $m^3/ч$, рассчитывается по формуле:

$$L = k \cdot V, m^3 / ч \quad (4.3)$$

где k - кратность воздухообмена, $ч^{-1}$. Принимается в соответствии с [3], [8],[12].

V - внутренний объем помещения, m^3

Результаты расчета воздухообменов по кратности и по расчету сведены в таблицу 10.

Таблица 10 – Воздушный баланс

№	Наименование помещений	тв	Объем помещения	Приток		Вытяжка	
				к, ч ⁻¹	L, м ³ /ч	к, ч ⁻¹	L, м ³ /ч
1	2	3	4	5	6	7	8
101	Кабинет	18	101,9	1,5	153		-
102	Санузел	16	11,3	Через смежные помещения	-	50 м3/ч на 1 унитаз	50
103	Лаборатория механических испытаний	18	222,1	4	888	5	1111
104	Лаборатория химическая	18	139,6	4	558	5	698
105	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
106	Лаборатория металлографическая	18	111,1	4	444	5	555
107	Лаборатория КПП	18	55,5	2	111	5	278
108	Лаборатория КПП	18	55,5	2	111	5	278
110	Кладовая инвенторя	18	114,2		-	1	114
111	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
112	Кладовая	16	40,5	1,5	61		-
113	Лаборатория НК	18	111,1	2	222	1	111
114	Кладовая	16	40,5		-	1	41
115	Кладовая	16	40,5		-	1	41
116	Кладовая	16	40,5		-	1	41
117	Приемный кабинет	18	188,6	3	566	2,4	453
118	Лаборатория	18	111,1	2	222	5	555
119	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
120	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
121	Хранилище архивов	18	55,5		-	2	111
122	Хранилище архивов	18	55,5		-	2	111
123	Лаборатория КПП	18	55,5	2	111	5	278
					3781		4832
201	Кабинет	18	58,7	1,5	88		-
202	Санузел	16	55,5		-	50на1	150
203	Кабинет	18	55,5		-		-
204	Кабинет	18	111,1	По расчету	998	По расчету	998
205	Кабинет	18	111,1	По расчету	998	По расчету	998
206	Кабинет	18	111,1	По расчету	998	По расчету	998
207	Санузел, душевые	23	108,0		-	75на1душ	375

						50на1	
207а	Санузел	16	3,8		-	50на1	50

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8
208	Раздевалка	23	111,1		375	Из душевых	-
209	Кабинет	18	111,1	По расчету	998	По расчету	998
210	Кабинет	18	55,5		-		-
211	Кабинет	18	111,1	По расчету	998	По расчету	998
212	Кабинет	18	111,1	По расчету	998	По расчету	998
213	Раздевалка	23	55,5		600	Из душевых	-
214	Санузел, душевые	23	108,0		-	75на1душ 50на1	600
215	Кабинет	18	111,1	По расчету	749	По расчету	749
216	Кабинет	18	111,1	По расчету	998	По расчету	998
217	Кабинет	18	111,1	По расчету	998	По расчету	998
218	Кабинет	18	391,7	По расчету	998	По расчету	998
					10794		10794
301	Кабинет	18	101,9	1,5	153		-
302	Санузел	16	11,3	Через смежные помещения	-	50 м3/ч на 1 унитаза	50
303	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
304	Кабинет	18	111,1	По расчету	998	По расчету	998
305	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
306	Кабинет	18	166,6	По расчету	1997	По расчету	1997
307	Санузел, душевые	23	108,0		-	75на1душ 50на1	350
307а	Санузел	16	3,8		-	50на1	50
308	Раздевалка	23	166,6		350	Из душевых	-
309	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
310	Кабинет	18	55,5		-		-
312	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
313	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
314	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
315	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-

316	Кабинет	18	111,1	По расчету	998	По расчету	998
317	Кладовая	16	40,5		-	1	41
318	Кладовая	16	6,8		-	1	7
1	2	3	4	5	6	7	8
318а	Санузел	16	3,6		-	50на1	50
318 б	Санузел	16	3,6		-	50на1	50
319	Кабинет	18	111,1	По расчету	998	По расчету	998
320	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
321	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
322	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
323	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
324	Кабинет	18	111,1	По расчету	998	По расчету	998
325	Кабинет	18	27,0	1,5	41		-
326	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
					7532		6586
401	Кабинет	18	101,9	1,5	153		-
402	Санузел	16	11,3	Через смежные помещения	-	50 м3/ч на 1 унитаэ	50
403	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
404	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
405	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
406	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
407	Кабинет	18	111,1	1,5	998	По расчету	998
408	Санузел, душевые	23	55,5		-	75на1душ 50на1	175
409	Санузел, душевые	23	55,5		-	75на1душ 50на1	175
410	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
411	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
412	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
413	Кабинет	18	111,1	По расчету	1498	По расчету	1498
414	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
415	Кабинет	18	111,1	По расчету	998	По расчету	998
416	Кабинет	18	111,1	По расчету	998	По расчету	998
417	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
418	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
419	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
420	Кабинет	18	111,1	По расчету	1498	По расчету	1498
421	Кабинет	18	111,1	По расчету	1498	По расчету	1498

422	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
423	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-
424	Кабинет	18	55,5	1,5	83		-

1	2	3	4	5	6	7	8
425	Кабинет	18	111,1	По расчету	1498	По расчету	1498
426	Кабинет	18	111,1	По расчету	1498	По расчету	1498
					11803		10884

4.2 Выбор принципиальных решений и конструирование

В здании запроектирована система приточно-вытяжной вентиляции.

На каждом этаже предусмотрена отдельная система приточной вентиляции с механическим побуждением. Воздух подаётся из воздухораспределителей АМР. Настенные решетки расположены под потолком. Воздухораспределители обеспечивают изменение наклона выпуска приточной струи за счет поворота жалюзи.

С учетом небольшой высоты помещений и больших расходов воздуха в проектируемом здании приняты воздуховоды прямоугольного сечения. Воздуховоды прокладываются в пространстве подшивного потолка в коридорах каждого этажа. Воздуховоды приточной вентиляции расположены на 0,5 м от потолка. На первом этаже в помещениях 104 и 123 в лабораториях предусмотрены местные отсосы от технологического оборудования.

Удаление воздуха происходит с помощью вытяжной вентиляции с механическим побуждением. Для санузлов, душевых предусмотрена отдельная вытяжная система. Все воздуховоды вытяжной вентиляции расположены под потолком на 0,2 от потолка.

4.3 Аэродинамический расчет

Аэродинамический расчет систем механической вентиляции

Целью расчета является подбор диаметров воздуховода, определение потерь давления и скоростей воздуха.

Расчет начинается с главного магистрального воздуховода затем увязываются ответвления. Строится аксонометрическая схема системы. По справочным таблицам по скоростям и расходам намечают размеры воздуховода.

Действительная скорость воздуха на участке равна:

$$v = \frac{L}{3600 \cdot F} \quad (4.4)$$

где L – расход воздуха на участке, м³/ч

F – площадь поперечного сечения воздуховода, определяемая по [8, табл.22.1]

По значению действительной скорости и размерам по [14] определяют потери давления по длине и динамическое давление.

Определяются сумму коэффициентов местных сопротивлений $\sum \xi$ по справочным таблицам. [8, табл.22.36-22.43]

Потери давления на местные сопротивления на участке, Па, определяются как:

$$Z = \sum \xi \cdot P_{\text{дин}} \quad (4.5)$$

Определяются суммарные потери, Па:

$$\Delta P = Rl + Z \quad (4.6)$$

Увязываются ответвления, определяется невязка потерь давления по формуле:

$$\frac{\Delta P_{\text{маг}} - \Delta P_{\text{отв}}}{\Delta P_{\text{маг}}} \leq \pm 15\% \quad (4.7)$$

Если невязка более **15%** для уравнивания расчетных потерь давления на магистрали и ответвлении устанавливается диафрагма, коэффициент местного сопротивления которой определяется по формуле:

$$\xi = \frac{\Delta P_{\text{маг}} - \Delta P_{\text{отв}}}{P_{\text{дин}}} \quad (4.8)$$

По значению коэффициентов местных сопротивлений по справочным таблицам определяют диаметр диафрагмы [8, табл.22.48].

Аэродинамический расчет приточной механической вентиляции сведен в приложение И.

Аэродинамический расчет вытяжной механической вентиляции сведен в приложение К.

4.4 Расчет и подбор оборудования

Выбор и расчет воздухораспределительных устройств

Расчет ведется в соответствии с [16].

Целью расчета воздухораспределительных устройств является расчет максимальной скорости движения воздуха на основном участке приточной струи и максимального отклонения температуры в приточной струе от нормируемой температуры воздуха в рабочей зоне.

Расчет ВР ведется для одного помещения № 306 с расходом воздуха равным 1997 м³/ч.

По расчетному расходу подбирается воздухораспределительная решетка типа АМР с размерами 200x300 мм. Характеристики воздухораспределительного устройства определяются по [16, табл.4.1-4.3]

$$\begin{aligned} F_o &= 0,055 \text{ м}^2; \\ m &= 6 - 2,6; \\ n &= 5,1 - 2,0; \\ \xi &= 1,4; \end{aligned}$$

Скорость воздуха на выходе из ВР, м/с по формуле:

$$V_o = \frac{L_o}{3600 \cdot F_o} \quad (4.9)$$

где L_o – расход одного ВР, м³/ч

$$L_o = \frac{L}{N} \quad (4.10)$$

$$L_o = \frac{1997}{3} = 665 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Максимальная скорость воздуха на основном участке струи на входе в рабочую зону определяется:

$$v_x = \frac{m \cdot v_o \cdot \sqrt{F_o}}{x} \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_n \quad (4.11)$$

где x – дальность струи, $x = 6$ м;

m – скоростной коэффициент, $m = 3,0$;

k_c – коэффициент стеснения;

k_b – коэффициент взаимодействия;

k_n – коэффициент неизотермичности.

Исходя из этих соотношений, коэффициент k_c по [16,табл.3.5], $k_c = 1$

Исходя из этих соотношения и количества струй коэффициент $k_b = 1$

Коэффициент неизотермичности при горизонтальной подаче воздуха настилающими струями :

$$k_n = \sqrt[3]{1 \pm \left(\frac{x}{H}\right)^4} \quad (4.12)$$

Знак «+» – при охлажденной.

Геометрическая характеристика струи определяется по формуле:

$$H = 5,45 \frac{m \cdot v_o \cdot \sqrt[4]{F_o}}{\sqrt{n \cdot \Delta t_o}} \quad (4.13)$$

где Δt_o – избыточная температура приточного воздуха

$$\Delta t_o = |t_b - t_n| \quad (4.14)$$

$$\Delta t_o = |18 - 16| = 2$$

Геометрическая характеристика струи равна:

$$H = 5,45 \frac{3 \cdot 3,36 \cdot \sqrt[4]{0,055}}{\sqrt{2 \cdot 2}} = 17,7$$

Коэффициент неизотермичности по формуле (4.12) равен:

$$k_H = \sqrt[3]{1 + \left(\frac{6}{22,2}\right)^4} = 1,005$$

Согласно требованиям [3] при расчетах должно выполняться условие:

$$v_x \leq k \cdot v_b \quad (4.15)$$

где v_b – нормируемая подвижность воздуха в помещении, $v_b = 0,3$ м/с

k – коэффициент перехода от нормируемой скорости движения

воздуха в помещении к максимальной скорости в струе, определяется

по [3]. $k = 1,4$

Максимальная разность температур между температурой воздуха на основном участке струи и температурой воздуха в рабочей зоне определяется по формуле:

$$\Delta t_x = \frac{n \cdot \Delta t_o \cdot \sqrt{F_o}}{x} \cdot \frac{k_b}{k_c \cdot k_H} \quad (4.16)$$

Максимальная разность температур не должна превышать допустимое отклонение, величина которого определяется по [3, прил. В]:

$$\Delta t_x \leq \Delta t_{доп} \quad (4.16)$$

Максимальная скорость воздуха на основном участке струи на входе в рабочую зону равна:

$$v_x = \frac{3 \cdot 3,36 \cdot \sqrt{0,055}}{6} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,39 \text{ м/с}$$

Согласно требованиям [3] по условию (4.15):

$$0,39 \leq 1,4 \cdot 0,3 = 0,42$$

Максимальная разность температур между температурой воздуха на основном участке струи и температурой воздуха в рабочей зоне:

$$\Delta t_x = \frac{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{0,055}}{6} \cdot \frac{1}{1 \cdot 1} = 0,15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Оба условия выполняются. Расчёт закончен.

Подбор приточной установки

Приточная установка состоит из: воздухозаборной решетки, клапана, фильтра, воздухонагревателя – калорифера, вентилятора и шумоглушителя.

По расходу воздуха подбор оборудования приточной установки на каждый этаж здания выполнен с помощью программы «ВЕЗА».

На первом этаже проектируется приточная установка КЦКП-3,15-УЗ. С расходом воздуха равным 3779 м³/ч.

На втором этаже проектируется приточная установка типа КЦКП-8_1-УЗ. Расход воздуха составляет 10794 м³/ч.

На третьем этаже - КЦКП-5-УЗ. Расход воздуха - 7528 м³/ч.

Четвертый этаж - КЦКП-8_1-УЗ. Расход воздуха - 11716 м³/ч.

Размеры приточных установок приведены в приложении Л.

Подбор вентиляторов

Подбор вентиляторов для вытяжной вентиляции по [17]:

V1: $\Delta P_B = 1,1 \cdot 217 = 240 \text{ Па}$, $L = 300 \text{ м}^3 / \text{ч}$ - центробежный вентилятор

типа:

V2: $\Delta P_B = 1,1 \cdot 195 = 215 \text{ Па}$, $L = 1809 \text{ м}^3 / \text{ч}$ - центробежный вентилятор

типа:

V3: $\Delta P_B = 1,1 \cdot 68 = 75 \text{ Па}$, $L = 1111 \text{ м}^3 / \text{ч}$ - центробежный вентилятор

типа:

В4: $\Delta P_B = 1,1 \cdot 35 = 40 \text{Па}$, $L = 225 \text{м}^3 / \text{ч}$ - центробежный вентилятор

типа:

В5: $\Delta P_B = 1,1 \cdot 243 = 267 \text{Па}$, $L = 576 \text{м}^3 / \text{ч}$ - центробежный вентилятор

типа:

В6: $\Delta P_B = 1,1 \cdot 210 = 231 \text{Па}$, $L = 1055 \text{м}^3 / \text{ч}$ - центробежный вентилятор

типа:

В7: $\Delta P_B = 1,1 \cdot 201 = 221 \text{Па}$, $L = 2994 \text{м}^3 / \text{ч}$ - центробежный вентилятор

типа:

В8: $\Delta P_B = 1,1 \cdot 215 = 236 \text{Па}$, $L = 425 \text{м}^3 / \text{ч}$ - центробежный вентилятор

типа:

В9: $\Delta P_B = 1,1 \cdot 200 = 220 \text{Па}$, $L = 2994 \text{м}^3 / \text{ч}$ - центробежный вентилятор

типа:

В10: $\Delta P_B = 1,1 \cdot 160 = 176 \text{Па}$, $L = 600 \text{м}^3 / \text{ч}$ - центробежный вентилятор

типа:

В11: $\Delta P_B = 1,1 \cdot 195 = 214 \text{Па}$, $L = 3743 \text{м}^3 / \text{ч}$ - центробежный вентилятор

типа:

В12: $\Delta P_B = 1,1 \cdot 226 = 205 \text{Па}$, $L = 2994 \text{м}^3 / \text{ч}$ - центробежный вентилятор

типа:

В13: $\Delta P_B = 1,1 \cdot 260 = 236 \text{Па}$, $L = 400 \text{м}^3 / \text{ч}$ - центробежный вентилятор

типа:

В14: $\Delta P_B = 1,1 \cdot 221 = 243 \text{Па}$, $L = 2994 \text{м}^3 / \text{ч}$ - центробежный вентилятор

типа:

В15: $\Delta P_B = 1,1 \cdot 15 = 16 \text{Па}$, $L = 100 \text{м}^3 / \text{ч}$ - центробежный вентилятор

типа:

В16: $\Delta P_B = 1,1 \cdot 45 = 50 \text{Па}$, $L = 1996 \text{м}^3 / \text{ч}$ - центробежный вентилятор

типа:

В17: $\Delta P_B = 1,1 \cdot 62 = 68 \text{Па}$, $L = 2996 \text{м}^3 / \text{ч}$ - центробежный вентилятор

типа:

В18: $\Delta P_B = 1,1 \cdot 65 = 71 \text{Па}$, $L = 2996 \text{м}^3 / \text{ч}$ - центробежный вентилятор

типа:

В19: $\Delta P_B = 1,1 \cdot 260 = 286 \text{Па}$, $L = 400 \text{м}^3 / \text{ч}$ - центробежный вентилятор

типа:

В20: $\Delta P_B = 1,1 \cdot 221 = 243 \text{Па}$, $L = 2994 \text{м}^3 / \text{ч}$ - центробежный вентилятор

типа:

В21: $\Delta P_B = 1,1 \cdot 15 = 16 \text{Па}$, $L = 100 \text{м}^3 / \text{ч}$ - центробежный вентилятор

типа:

5 КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Автоматизация приточной вентиляции

Главными задачами автоматизации системы приточной вентиляции являются обеспечение в помещениях необходимого количества чистого воздуха с требуемой температурой при экономном расходе электрической и тепловой энергии.

Система автоматики приточной вентиляции предназначена для:

- выполнения процедуры запуска и останова системы вентиляции по команде оператора;
- автоматического поддержания требуемых параметров подаваемого воздуха;
- контроля и исправности агрегатов систем вентиляции в период их работы;
- индикация состояния, в котором находится система;
- выполнения функции защиты агрегатов, в котором находится система вентиляции.

Способы регулирования теплопроизводительности приточной системы. Наиболее распространенным является способ изменения расхода теплоносителя. Также применяется способ автоматического регулирования температуры воздуха на выходе из приточной камеры путем изменения расхода воздуха. Для обеспечения максимально допустимого использования энергии теплоносителя осуществляется при совместном регулирование.

Приточная вентиляция работает следующим образом: наружный воздух поступает через воздухозаборную решетку, попадает в секцию фильтров, где происходит очистка от механических примесей и пыли, очищенный воздух далее попадает в водяной калорифер, в котором нагревается за счет тепла теплофикационной воды. Затем воздух попадает в секцию вентилятора, из которой транспортируется по приточным каналам в необходимые помещения.

На рисунке 2 представлена схема автоматизации приточной установки с подогревом воздуха водяным калорифером.

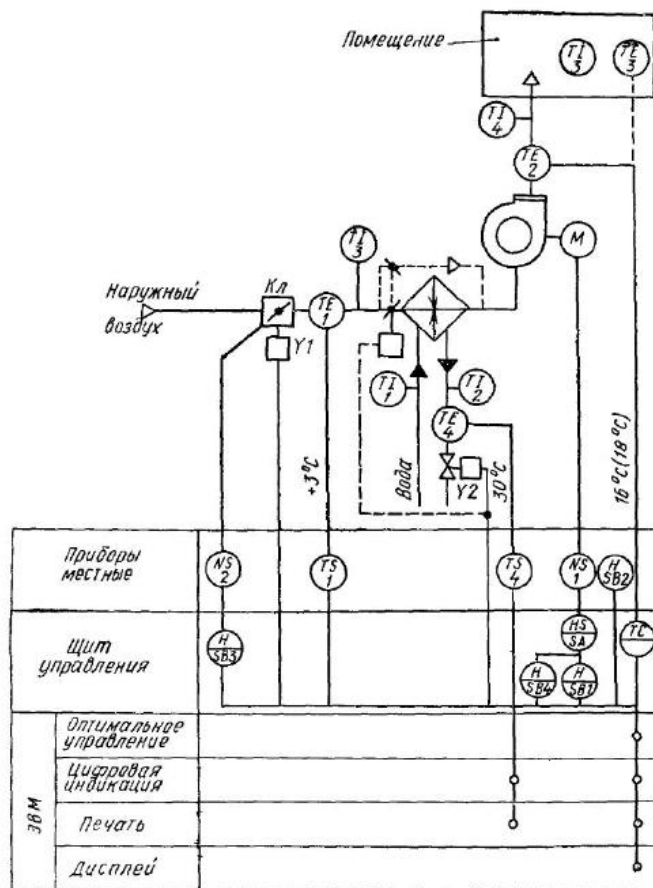


Рисунок 2 – Схема автоматизации приточной установки.

В состав системы входит местное и дистанционное управления электрооборудованием с помощью переключателя и кнопочных станций. Требуемая температура воздуха в помещении поддерживается с помощью регулятора температуры ТС. Датчик TE(3) размещается в воздуховоде после вентилятора или в помещении TE(2). Регулятор управляет исполнительным механизмом Y2 клапана на обратной линии теплоснабжения воздухонагревателя (калорифер). Для защиты воздухоподогревателя от замерзания установлен регулятор температуры TS. Один датчик TE(4) устанавливается в теплопроводе после калорифера и второй TE(1) – в воздухопроводе. Кнопочная станция и магнитный пускатель служат для управления электрообогревателем утепленного клапана, в случае эксплуатации системы при температурах ниже пределов.

6 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Монтаж внутренних систем отопления следует производить в соответствии с требованиями [18], [19].

В данной работе запроектирована однотрубная система отопления с вертикальной разводкой из стальных труб. Требования к транспортировке и хранению труб и отопительных приборов приведены в соответствии с [20].

Узлы и детали из труб, приборы транспортируются на объект всеми видами транспорта в контейнерах или пакетах. Отопительные приборы и стальные трубы следует хранить в упаковке в закрытом помещении, обеспечив защиту от влаги и химических веществ.

Технологическая последовательность выполнения монтажных работ производится в соответствии [20]. Все работы по монтажу производятся для стальных трубопроводов в соответствии с рабочей документацией.

6.1 Определение объемов работ

При подсчете объемов строительных и монтажных работ учитываются единицы измерения принятые в ЕНиР. Определение объемов производится по рабочим чертежам.

Работы проводятся в одну захватку.

Результаты расчета объемов работ сведены в таблицу 11

Таблица 11 - Ведомость объемов монтажных работ

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
1	2	3	4	5
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	100 м	3,7	
2	Прокладка стальных трубопроводов :			
	Ø 15	м	491,4	
	Ø 20	м	43,2	
	Ø 25	м	39,6	
	Ø 32	м	79,2	

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5
	Ø 40	м	52,8	
	Ø 50	м	96,6	
3	Установка конвекторов	шт	152	
4	Установка крана Маевского	шт	21	
5	Установка коллектора	шт	1	
6	Установка шаровых кранов Ø 15	шт	4	
7	Установка шаровых кранов Ø 20	шт	42	
8	Испытание трубопроводов и нагревательных приборов	100 м		
		1 шт	3	

6.2 Определение трудоемкости работ

Требуемые затраты труда и машинного времени устанавливаются по [21]

Трудоемкость определяется:

$$T_p = \frac{N_{вр} \cdot V}{8},$$

где $N_{вр}$ – норма времени на единицу объема работ, чел.-час, по [21];

V – физический объем работ;

8 – продолжительность смены, час.

Необходимо учесть затраты труда на работы, выполненные за счет накладных расходов (10%) и на подготовительные работы (4%).

Результаты расчета трудоемкости работ сведены в таблицу 12 .

6.3 Безопасность и экологичность технического объекта

Монтаж трубопроводов систем отопления производится в соответствии с требованиями безопасности, устанавливаемыми правилами по безопасности труда в строительстве и строительными нормами.

Последовательность технологической операции приведена в соответствии с [20]

Страницы нумеруются арабскими цифрами в нижней части листа по центру. Нумерация должна быть сквозной – от титульного до последнего листа работы. Проставлять номера страниц следует, начиная с «Введения». На титульном листе, задании и календарном плане номер страницы не ставят

Технологическая характеристика объекта

Объектом является офисное здание.

Таблица – Технологический паспорт объекта

№	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Монтаж системы отопления	Разметка мест установки креплений с учетом проектных уклонов	Монтажники системы отопления	Складной металлический метр, отвес, уровень, труборез для стальных труб, перфоратор, трубогиб, сварочный аппарат отбойные молотки, набор слесарных инструментов для монтажа и наладки оборудования.	Стальные трубы, радиаторы, конвекторы, крепления, проволока
		Установка креплений (кронштейнов или подвесок с хомутами)			
		Прокладка трубопроводов			
		Крепление трубопроводов			
		Выверка трубопроводов			
		Монтаж отопительных приборов.			

Идентификация профессиональных рисков

При выполнении технологического процесса, согласно [22] на рабочего воздействуют производственные факторы

№ п/п	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
1	Монтаж системы отопления	Повышенный уровень вибрации и шума на рабочем месте	При работе с ручным электроинструментом, при дроблении отверстий в стенах для прохода трубопроводов
2		Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Дробление отверстий для прокладки трубопроводов, работа с перфоратором, сварочные работы
3		Недостаточная освещенность рабочего места	Монтажные работы в труднодоступных местах, при работе с контрольно-измерительными приборами
4		Повышенная напряженность электрического поля	При работе с инструментом, имеющим электрический привод
5		Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок	При резке и сборке трубопроводов
6		Умственное перенапряжение	При монтаже системы отопления, контрольно-измерительных приборов, работе с различными рода инструментов, при сварочных работах. Так же при продолжительной работе в неизменном положении при монтаже приборов.
7		Монотонность труда	
8		Эмоциональные перегрузки	

Методы и средства снижения профессиональных рисков

Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного или вредного производственного фактора приведены в соответствии с [23], [24], [25].

Таблица – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№	Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Повышенный уровень вибрации и шума на рабочем месте	Статическая и динамическая балансировка прибора	Костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий; перчатки с полимерным покрытием; сапоги резиновые
2	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Гигиеническое нормирование содержание аэрозолей в воздухе рабочей зоны	
3	Недостаточная освещенность рабочего места	Использование источников искусственного освещения	
4	Повышенная напряженность электрического поля	Необходимо использовать устройства защитного заземления, изоляция токоотводящих частей и ее непрерывный контроль	
6	Умственное перенапряжение	Ликвидация ручных операций, уменьшение темпа работы, лечебно-профилактические мероприятия	
7	Монотонность труда		
8	Эмоциональные перегрузки		

Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

№	Участок, подразделение	Оборудование	Класс опасности	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Система трубопроводов	Ручной перфоратор, сварочный аппарат	А, В	Пламя и искры	Осколки, части разрушившихся зданий, технологический установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица – Средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Установки пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Огнетушители, вода, песок, ведро, лопата	Огнетушители, щит с средствами пожаротушения	Пожарные гидранты, щит с средствами пожаротушения		Огнетушитель, щит с средствами пожаротушения	Респираторы, противогазы, автоподъемники и автолестницы пожарные	Огнетушители, вода, песок, ведро, лопата	Пожарная сигнализация, телефон «112» и «01»

Мероприятия по предотвращению пожара

Таблица – Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, вид объекта	Наименование видов работ	Требования по обеспечению пожарной безопасности
Монтаж системы отопления	Прокладка трубопроводов, сборка стояков, подводок и установка нагревательных приборов	Соблюдение противопожарных норм и правил при устройстве, установке и эксплуатации оборудования в соответствии с [ФЗ-123 Федеральный закон технический регламент]

Таблица – Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду

Наименование технического объекта	Оздоровительный центр
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на атмосферу	Материалы, при строительстве, должны быть экологически не опасными
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на гидросферу	Сточные воды отводятся в сети городской канализации и далее на сооружения очистки сточных вод
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на литосферу	Отходы складироваются в мусорных контейнерах и вывозятся на городскую свалку по мере наполнения контейнеров

Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Таблица – Идентификация экологических факторов

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса	Воздействие объекта на атмосферу	Воздействие объекта на гидросферу	Воздействие объекта на литосферу
Офисное здание	Монтаж системы отопления	В результате сварки выделяются вредные вещества. При эксплуатации здания воздействие на окружающую среду не происходит.	Объект подключен к городской сети водоснабжения и канализации	Твердые отходы, мусор, остатки материалов после окончания работ

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. - М.: Госстрой России, 2005.
2. СП 131.13330.2012. - Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.- 01. – 01.
3. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2013, с. 81.
4. ГОСТ 30494-2011. Параметры микроклимата в помещении, МНТКС - М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2012.
5. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНИП 23-02-2003, 2013 – 139 с.
6. СНиП 2-3-79*. Строительная теплотехника. - М.: Стройиздат, 1996.
7. Пособие по производству и приемке работ при устройстве вентиляции и кондиционирования воздуха. (К СНиП 3.05.01-85)/ГПИ Проектпромвентиляция. – М.: Стройиздат, 1989.
8. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.1/В.Н. Богословский, А.И. Пирумов [и др.]. – М.: Стройиздат, 1992. – 319 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
9. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 1. Отопление / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканава – М.: Стройиздат, 1990 – 344 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
10. Сканава А. Н., Махов Л.М. Отопление: Учебник для вузов. - М.: Издательство АСВ, 2002. - 576 с.: ил.
11. Каталог оборудования «СКОКА» [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://skoка63.ru/конвекторы-отопления-стальные-настенные.html>

12. СП 44.13330.2011. Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87, 2011 - 30 с.
13. СНиП 31-05-2003. Общественные здания административного назначения. – М.: Госстрой России, 2004 -27с.
14. Руководство по расчету воздуховодов из унифицированных деталей. М.: Госстрой, ВНИИГС, 1979 -204с.
15. Гримитлин М.И. Распределение воздуха в помещении. – М.: Авок Северо-Запад, 2004.
16. Проектирование промышленной вентиляции: Справочник/Торговников Б.М., Табачник В.Е., Ефанов Е.М.- Киев.1983-256 с.
17. Компания ВЕЗА. Технический каталог. Общепромышленные вентиляторы. Режим доступа: <http://www.veza.ru/catalog/ventilyatory/>
18. [СП 73.13330.2012](#). Внутренние санитарно-технические системы зданий. Актуализированная редакция СНиП 3-05-01-85.– М., Минрегион развития, 2012.
19. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. - М.: Госстрой России, 2011 -2011с.
20. Типовая технологическая карта разработана на монтаж внутреннего трубопровода систем отопления с запорно-регулирующей арматурой и установкой отопительных приборов. - СПб, ООО «Строительные Технологии», 2012
21. ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е9 «Монтаж внутренних санитарно-технических систем». Выпуск 1. «Отопление, водопровод, канализация и газоснабжение»
22. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы – Введ.1976-01-01.– М.: Госкомитет СССР,1974.-47с.

- 23.ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. – Введ.1992-01-01.– М.: Госкоммитет СССР,1992.-72 с.
- 24.Мухин, О.А. Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции/ О.А. Мухин – М.: Высшая школа,1986. – 297 с.
- 25.Компания Grundfos. Технический каталог. Режим доступа: <http://product-selection.grundfos.com/>
- 26.Русланов, Г.В.Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий: Проектирование. Справочник/Г.В.Русланов, М.Я. Розкин, Э.Л.Ямпольский – Киев, 1983 – 272 с.
- 27.Монтаж вентиляционных систем. Под ред.И.Г. Староверова. Изд. 3-н, перераб. И доп. М., Стройиздат, 1978. – 591 с.
- 28.Монтаж вентиляционных систем. Под ред. М77 И.Г. Староверова. Изд.3-е, перераб. и доп. М.,Стройиздат,1978.
- 29.Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий : Проектирование: Справочник/Г. В. Русланов, М. Я. Розкин,Э.Л. Ямпольский.-Киев,1983.-272 с.
- 30.Устройство и изготовление вентиляционных систем: Учеб. для СПТУ. – 2-е изд./ Егиазаров А. Г. Перераб. и доп. –М.: Высш. шк., 1987. – 304с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Теплопотери здания

№ помещения	Ограждающие конструкции					Перепад температур $\Delta t = t_{в} - t_{н}$, °С	Теплопотери Q, Вт	Добавки			Теплопотери		
	Наименование	Ориентация	Размеры	Площадь F, м ²	коэффициент теплопередачи k, Дж/м ² ·°С			на ориентацию	прочие	Сумма (1+ $\Sigma\beta$)	через ограждения с учетом добавочных Q(1+ $\Sigma\beta$)	на инфильтрацию Q _{инф} , Вт	расчетные Q ₀ , Вт
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	16
101	НС	В	6,69x3,3	14,58	0,322	48	225,30	0,1	0,05	1,15	259		
	НС	Ю	3,69x3,3	16,08	0,322	48	248,49	0	0,1	1,1	273		
	ОС	Ю	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0	0,1	1,1	720		
	ОС	В	2,5x1,5x2	7,5	2,273	48	818,28	0,1	0,05	1,15	941		
	ПЛ	1	2x6,17+2x6,17	24,68	0,195	48	230,50	0	0	1	230		
		2	2x4,17+2x2,17	12,68	0,136	48	82,93	0	0	1	83		
		3	2x2,17+2x0,17	4,68	0,086	48	19,30	0	0	1	19		
		4	0,17x0,17	0,03	0,058	48	0,08	0	0	1	0		
											2526	1331	3858

103	НС	Ю	12x3,3	27,60	0,322	48	426,59	0	0	1	427		
	ОС	Ю	2x1,5x4	12	2,273	48	1309,25	0	0	1	1309		
	ПЛ	1	2x12	24	0,195	48	224,15	0	0	1	224		
		2	2x12	24	0,136	48	156,96	0	0	1	157		
		3	2x12	24	0,086	48	98,97	0	0	1	99		
		4	0,17x12	2,04	0,058	48	5,68	0	0	1	6		
											2222	1183	3405
104	НС	Ю	12x3,3	20,70	0,322	48	319,94	0	0	1	320		
	ОС	Ю	2x1,5x3	9	2,273	48	981,94	0	0	1	982		
	ПЛ	1	2x9	18	0,195	48	168,11	0	0	1	168		
		2	2x9+3x1	15	0,136	48	98,10	0	0	1	98		
		3	2x9	12	0,086	48	49,49	0	0	1	49		
		4	0,17x9	1,02	0,058	48	2,84	0	0	1	3		
											1620	887	2508
105	НС	Ю	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0	0	1	107		
	ОС	Ю	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0	0	1	327		
	ПЛ	1	2x3	6	0,195	48	56,04	0	0	1	56		
		2	2x3	6	0,136	48	39,24	0	0	1	39		
		3	2x3	6	0,086	48	24,74	0	0	1	25		
		4	0,17x3	0,51	0,058	48	1,42	0	0	1	1		
											555	296	851
106	НС	С	6x3,3	13,80	0,322	48	213,29	0	0	1	213		
	ОС	С	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0	0	1	655		

	ПЛ	1	2x6	12	0,195	48	112,07	0	0	1	112		
		2	2x6	12	0,136	48	78,48	0	0	1	78		
		3	2x6	12	0,086	48	49,49	0	0	1	49		
		4	0,17x6	1,02	0,058	48	2,84	0	0	1	3		
											1111	592	1702
107	НС	Ю	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0	0	1	107		
	ОС	Ю	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0	0	1	327		
	ПЛ	1	2x3	6	0,195	48	56,04	0	0	1	56		
		2	2x3	6	0,136	48	39,24	0	0	1	39		
		3	2x3	6	0,086	48	24,74	0	0	1	25		
		4	0,17x3	0,51	0,058	48	1,42	0	0	1	1		
											555	296	851
108	НС	Ю	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0	0	1	107		
	ОС	Ю	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0	0	1	327		
	ПЛ	1	2x3	6	0,195	48	56,04	0	0	1	56		
		2	2x3	6	0,136	48	39,24	0	0	1	39		
		3	2x3	6	0,086	48	24,74	0	0	1	25		
		4	0,17x3	0,51	0,058	48	1,42	0	0	1	1		
											555	296	851
110	НС	3	6,69x3,3	18,33	0,322	48	283,26	0,05	0,1	1,15	326		
	НС	С	6,69x3,3	16,08	0,322	48	248,49	0,1	0,05	1,15	286		
	ОС	С	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0,1	0,05	1,15	753		
	ОС	3	2,5x1,5	3,75	2,273	48	409,14	0,05	0,1	1,15	471		
	ПЛ	1	2x6,17+2x9,17	24,68	0,195	48	230,50	0	0	1	230		

114	НС	С	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0,1	0	1,1	117		
	ОС	С	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0	1,1	360		
	ПЛ	1	2x3	6	0,195	48	56,04	0	0	1	56		
		2	2x3	6	0,136	48	39,24	0	0	1	39		
											573	296	868
117	НС	С	12x3,3	27,60	0,322	48	426,59	0,1	0	1,1	469		
	ОС	С	2x1,5x4	12	2,273	48	1309,25	0,1	0	1,1	1440		
	ПЛ	1	2x12	24	0,195	48	224,15	0	0	1	224		
		2	2x9+0,45x3	19,35	0,136	48	126,55	0	0	1	127		
		3	2x9	18	0,086	48	74,23	0	0	1	74		
		4	0,17x9	1,53	0,058	48	4,26	0	0	1	4		
											2339	1183	3522
118	НС	С	6x3,3	13,80	0,322	48	213,29	0,1	0	1,1	235		
	ОС	С	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0,1	0	1,1	720		
	ПЛ	1	2x6	12	0,195	48	112,07	0	0	1	112		
		2	2x6	12	0,136	48	78,48	0	0	1	78		
		3	2x7	12	0,086	48	49,49	0	0	1	49		
		4	0,17x6	1,02	0,058	48	2,84	0	0	1	3		
											1198	592	1789
119	НС	С	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0,1	0	1,1	117		
	ОС	С	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0	1,1	360		
	ПЛ	1	2x3	6	0,195	48	56,04	0	0	1	56		
		2	2x3	6	0,136	48	39,24	0	0	1	39		

		3	2x3	6	0,086	48	24,74	0	0	1	25		
		4	0,17x3	0,51	0,058	48	1,42	0	0	1	1		
											599	296	895
120	НС	С	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0,1	0	1,1	117		
	ОС	С	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0	1,1	360		
	ПЛ	1	2x3	6	0,195	48	56,04	0	0	1	56		
		2	2x3	6	0,136	48	39,24	0	0	1	39		
		3	2x3	6	0,086	48	24,74	0	0	1	25		
		4	0,17x3	0,51	0,058	48	1,42	0	0	1	1		
											599	296	895
121	НС	С	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0,1	0	1,1	117		
	ОС	С	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0	1,1	360		
	ПЛ	1	2x3	6	0,195	48	56,04	0	0	1	56		
		2	2x3	6	0,136	48	39,24	0	0	1	39		
		3	2x3	6	0,086	48	24,74	0	0	1	25		
		4	0,17x3	0,51	0,058	48	1,42	0	0	1	1		
											599	296	895
122	НС	С	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0,1	0	1,1	117		
	ОС	С	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0	1,1	360		
	ПЛ	1	2x3	6	0,195	48	56,04	0	0	1	56		
		2	2x3	6	0,136	48	39,24	0	0	1	39		
		3	2x3	6	0,086	48	24,74	0	0	1	25		
		4	0,17x3	0,51	0,058	48	1,42	0	0	1	1		
											599	296	895

123	НС	В	6,69x3,3	22,08	0,322	48	341,22	0,05	0,1	1,15	392		
	НС	С	3,69x3,3	9,18	0,322	48	141,84	0,1	0,05	1,15	163		
	ОС	С	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0,05	1,15	376		
	ПЛ	1	2x6,17+2x3,17	18,68	0,195	48	174,46	0	0	1	174		
		2	4,17x1,17	4,879	0,136	48	31,91	0	0	1	32		
											1138	296	1434
124	НС	В	6,69x3,3	5,16	0,322	48	79,75	0,1	0	1,1	88		
	НС	3	3,69x3,3	5,16	0,322	48	79,75	0,05	0	1,05	84		
	ОС	В	2,5x1,5	3,75	2,273	48	409,14	0,1	0	1,1	450		
	ОС	3	2,5x1,5	3,75	2,273	48	409,14	0,05	0	1,05	430		
	ПЛ	1	2x2,7x2	10,8	0,195	48	100,87	0	0	1	101		
		2	2x2,7x3	10,8	0,136	48	70,63	0	0	1	71		
		3	2x2,7x4	10,8	0,086	48	44,54	0	0	1	45		
		4	2x2,7x5	10,8	0,058	48	30,07	0	0	1	30		
											1297	740	2037
ЛК1	НС	Ю	3x3,3	27,60	0,322	46	408,81	0	0	1	409		
	ОС	Ю	2x1,5x4	12	2,273	46	1254,70	0	0	1	1255		
	ПЛ	1	2x3	6	0,195	46	53,70	0	0	1	54		
		2	2x3	6	0,136	46	37,60	0	0	1	38		
		3	2x3	6	0,086	46	23,71	0	0	1	24		
		4	0,17x3	0,51	0,058	46	1,36	0	0	1	1		
											1780	1183	2963
ЛК2	НС	Ю	3x3,3	27,60	0,322	46	408,81	0	0	1	409		

	OC	Ю	2x1,5x4	12	2,273	46	1254,70	0	0	1	1255		
	ПЛ	1	2x3	6	0,195	46	53,70	0	0	1	54		
		2	2x3	6	0,136	46	37,60	0	0	1	38		
		3	2x3	6	0,086	46	23,71	0	0	1	24		
		4	0,17x3	0,51	0,058	46	1,36	0	0	1	1		
											1780	1183	2963
201	HC	В	6,69x3,3	14,58	0,322	48	225,30	0,1	0,05	1,15	259		
	HC	Ю	3,69x3,3	9,18	0,322	48	141,84	0	0,1	1,1	156		
	OC	В	2,5x1,5	7,5	2,273	48	818,28	0,1	0,05	1,15	941		
	OC	Ю	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0	0,1	1,1	360		
											1716	1089	2805
202	HC	Ю	3x3,3	6,90	0,322	46	102,20	0	0	1	102		
	OC	Ю	2x1,5	3	2,273	46	313,67	0	0	1	314		
											416	296	712
204	HC	Ю	6x3,3	13,80	0,322	48	213,29	0	0	1	213		
	OC	Ю	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0	0	1	655		
											868	592	1460
205	HC	Ю	6x3,3	13,80	0,322	48	213,29	0	0	1	213		
	OC	Ю	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0	0	1	655		
											868	592	1460
206	HC	Ю	6x3,3	13,80	0,322	48	213,29	0	0	1	213		

	OC	Ю	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0	0	1	655		
											868	592	1460
207	HC	C	6x3,3	13,80	0,322	53	235,51	0,1	0,05	1,15	271		
	BC	-	6x3+6,17x3	36,51	0,336	5	61,34	0	0	1	61		
	OC	C	2x1,5x2	6	2,273	53	722,81	0,1	0,05	1,15	831		
	ПТ	-	6x6,17	37,02	0,315	5	58,31	0	0	1	58		
	ПЛ	-	6x6,17	37,02	0,315	5	58,31	0	0	1	58		
											1280	592	1872
208	HC	C	6x3,3	13,80	0,322	53	235,51	0,1	0,05	1,15	271		
	BC	-	6x3+6,17x3	36,51	0,336	5	61,34	0	0	1	61		
	OC	C	2x1,5x2	6	2,273	53	722,81	0,1	0,05	1,15	831		
	ПТ	-	6x6,17	37,02	0,315	5	58,31	0	0	1	58		
	ПЛ	-	6x6,17	37,02	0,315	5	58,31	0	0	1	58		
											1280	592	1872
209	HC	Ю	6x3,3	13,80	0,322	48	213,29	0	0	1	213		
	OC	Ю	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0	0	1	655		
											868	592	1460
210	HC	3	6,69x3,3	14,58	0,322	48	225,30	0,05	0,1	1,15	259		
	HC	Ю	3,69x3,3	9,18	0,322	48	141,84	0	0,1	1,1	156		
	OC	3	2x15,x2	7,5	2,273	48	818,28	0,05	0,1	1,15	941		
	OC	Ю	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0	0,1	1,1	360		
											1716	1089	2805

211	HC	3	6,69x3,3	22,08	0,322	48	341,22	0,05	0,1	1,15	392		
	HC	C	6,69x3,3	16,08	0,322	48	248,49	0,1	0,05	1,15	286		
	OC	C	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0,1	0,05	1,15	753		
											1431	296	1727
212	HC	C	6x3,3	13,80	0,322	48	213,29	0,1	0	1,1	235		
	OC	C	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0,1	0	1,1	720		
											955	296	1251
213	HC	C	3x3,3	6,90	0,322	53	117,76	0,1	0,05	1,15	135		
	BC	-	6x3+6,17x3	27,51	0,336	5	46,22	0	0	1	46		
	OC	C	2x1,5	3	2,273	53	361,41	0,1	0,05	1,15	416		
	ПТ	-	3x6,17	18,51	0,315	5	29,15	0	0	1	29		
	ПЛ	-	3x6,17	18,51	0,315	5	29,15	0	0	1	29		
											656	296	951
214	HC	C	12,x3,3	30,60	0,322	53	522,22	0,1	0,05	1,15	601		
	BC	-	12x3+6,17x3	54,51	0,336	5	91,58	0	0	1	92		
	OC	C	2x1,5x3	9	2,273	53	1084,22	0,1	0,05	1,15	1247		
	ПТ	-	12x6,17	74,04	0,315	5	116,61	0	0	1	117		
	ПЛ	-	12x6,17	74,04	0,315	5	116,61	0	0	1	117		
											2172	887	3060
215	HC	C	6x3,3	13,80	0,322	48	213,29	0,1	0	1,1	235		
	OC	C	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0,1	0	1,1	720		
											955	296	1251

216	HC	C	6x3,3	13,80	0,322	48	213,29	0,1	0	1,1	235		
	OC	C	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0,1	0	1,1	720		
											955	296	1251
217	HC	C	6x3,3	13,80	0,322	48	213,29	0,1	0	1,1	235		
	OC	C	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0,1	0	1,1	720		
											955	296	1251
218	HC	B	12,69x3,3	41,88	0,322	48	647,25	0,1	0,05	1,15	744		
	HC	C	12,69x3,4	29,88	0,322	48	461,78	0,1	0,05	1,15	531		
	OC	C	2x1,5x4	12	2,273	48	1309,25	0,1	0,05	1,15	1506		
											2781	1183	3964
219	HC	B	2,7x3,3	5,16	0,322	48	79,75	0,1	0	1,1	88		
	HC	3	2,7x3,3	5,16	0,322	48	79,75	0,05	0	1,05	84		
	OC	B	2,5x1,5	3,75	2,273	48	409,14	0,1	0	1,1	450		
	OC	3	2,5x1,5	3,75	2,273	48	409,14	0,05	0	1,05	430		
											1051	692	1743
301	HC	B	6,69x3,3	14,88	0,322	48	229,94	0,1	0,05	1,15	264		
	HC	IO	6,69x3,3	16,08	0,322	48	248,49	0	0,1	1,1	273		
	OC	B	2x15,x2	7,2	2,273	48	785,55	0,1	0,05	1,15	903		
	OC	IO	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0	0,1	1,1	720		
											2161	1006	3167
303	HC	IO	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0	0	1	107		
	OC	IO	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0	0	1	327		

												434	296	730
304	HC	IO	6x3,3	13,80	0,322	48	213,29	0	0	1	213			
	OC	IO	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0	0	1	655			
												868	592	1460
305	HC	IO	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0	0	1	107			
	OC	IO	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0	0	1	327			
												434	296	730
306	HC	IO	9x3,3	20,70	0,322	48	319,94	0	0	1	320			
	OC	IO	2x1,5x3	9	2,273	48	981,94	0	0	1	982			
												1302	887	2189
307	HC	IO	9x3,3	23,70	0,322	53	404,46	0,1	0,05	1,15	465			
	BC	-	6x3x3	18,00	0,336	5	30,24	0	0	1	30			
	OC	IO	2x1,5x2	6	2,273	53	722,81	0,1	0,05	1,15	831			
												1327	592	1918
308	HC	IO	9x3,3	20,70	0,322	48	319,94	0	0	1	320			
	OC	IO	2x1,5x3	9	2,273	48	981,94	0	0	1	982			
												1302	887	2189
309	HC	IO	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0	0	1	107			
	OC	IO	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0	0	1	327			
												434	296	730

310	HC	Ю	3,17x3,3	9,18	0,322	48	141,84	0	0,1	1,1	156		
	HC	3	6,17x3,3	14,58	1,322	48	925,00	0,05	0,1	1,15	1064		
	OC	Ю	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0	0,1	1,1	360		
	OC	3	2,5x1,5	7,5	3,273	48	1178,28	0,05	0,1	1,15	1355		
											1580	296	1876
311	HC	3	2,7x3,3	5,16	0,322	48	79,75	0,05	0	1,05	84		
	OC	3	2x1,5	3,75	2,273	48	409,14	0,05	0	1,05	430		
											513	296	809
312	HC	C	3x3,3	9,18	0,322	48	141,84	0,1	0,05	1,15	163		
	HC	3	6,17x3,3	22,08	0,322	48	341,22	0,05	0,1	1,15	392		
	OC	C	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0	0	1	327		
											883	296	1179
313	HC	C	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0,1	0	1,1	117		
	OC	C	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0	1,1	360		
											477	296	773
314	HC	C	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0,1	0	1,1	117		
	OC	C	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0	1,1	360		
											477	296	773
315	HC	C	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0,1	0	1,1	117		
	OC	C	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0	1,1	360		
											477	296	773

316	HC	C	6x3,3	13,80	0,322	48	213,29	0,1	0	1,1	235		
	OC	C	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0,1	0	1,1	720		
											955	592	1546
317	HC	C	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0,1	0	1,1	117		
	OC	C	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0	1,1	360		
											477	296	773
318	HC	C	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0,1	0	1,1	117		
	OC	C	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0	1,1	360		
											477	296	773
319	HC	C	6x3,3	13,80	0,322	48	213,29	0,1	0	1,1	235		
	OC	C	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0,1	0	1,1	720		
											955	592	1546
320	HC	C	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0,1	0	1,1	117		
	OC	C	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0	1,1	360		
											477	296	773
321	HC	C	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0,1	0	1,1	117		
	OC	C	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0	1,1	360		
											477	296	773
322	HC	C	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0,1	0	1,1	117		
	OC	C	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0	1,1	360		
											477	296	773

323	HC	C	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0,1	0	1,1	117		
	OC	C	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0	1,1	360		
											477	296	773
324	HC	C	6x3,3	13,80	0,322	48	213,29	0,1	0	1,1	235		
	OC	C	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0,1	0	1,1	720		
											955	592	1546
322	HC	C	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0,1	0	1,1	117		
	OC	C	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0	1,1	360		
											477	296	773
327	HC	C	3x3,3	9,18	0,322	48	141,84	0,1	0,05	1,15	163		
	HC	B	6,17x3,3	22,08	0,322	48	341,22	0,1	0,05	1,15	392		
	OC	C	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0	0	1	327		
											883	296	1179
328	HC	B	2,7x3,3	5,16	0,322	48	79,75	0,1	0	1,1	88		
	OC	B	2x1,5	3,75	2,273	48	409,14	0,1	0	1,1	450		
											538	296	834
401	HC	B	6,69x3,3	14,88	0,322	48	229,94	0,1	0,05	1,15	264		
	HC	Ю	6,69x3,3	16,08	0,322	48	248,49	0	0,1	1,1	273		
	OC	B	2x15,x2	7,2	2,273	48	785,55	0,1	0,05	1,15	903		
	OC	Ю	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0	0,1	1,1	720		
	ПТ	-	6,17x6,17	38,07	0,278	48	507,99	0	0	1	508		

												2669	1006	3675
403	HC	Ю	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0	0	1	107			
	OC	Ю	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0	0	1	327			
	ПТ	-	3x6,17	18,51	0,278	48	247,00	0	0	1	247			
												681	296	977
404	HC	Ю	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0	0	1	107			
	OC	Ю	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0	0	1	327			
	ПТ	-	3x6,17	18,51	0,278	48	247,00	0	0	1	247			
												681	296	977
405	HC	Ю	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0	0	1	107			
	OC	Ю	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0	0	1	327			
	ПТ	-	3x6,17	18,51	0,278	48	247,00	0	0	1	247			
												681	296	977
406	HC	Ю	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0	0	1	107			
	OC	Ю	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0	0	1	327			
	ПТ	-	3x6,17	18,51	0,278	48	247,00	0	0	1	247			
												681	296	977
407	HC	Ю	6x3,3	13,80	0,322	48	213,29	0	0	1	213			
	OC	Ю	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0	0	1	655			
	ПТ	-	6x6,17	37,02	0,278	48	493,99	0	0	1	494			
												1362	592	1954

408	HC	Ю	3x3,3	6,90	0,322	53	117,76	0	0	1	118		
	BC	-	6x3+3x3	27,00	0,336	5	45,36	0	0	1	45		
	OC	Ю	2x1,5	3	2,273	53	361,41	0	0	1	361		
	ПТ	-	3x6,17	18,51	0,278	53	272,73	0	0	1	273		
											797	296	1093
409	HC	Ю	3x3,3	6,90	0,322	53	117,76	0	0	1	118		
	BC	-	6x3+3x3	27,00	0,336	5	45,36	0	0	1	45		
	OC	Ю	2x1,5	3	2,273	53	361,41	0	0	1	361		
	ПТ	-	3x6,17	18,51	0,278	53	272,73	0	0	1	273		
											797	296	1093
410	HC	Ю	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0	0	1	107		
	OC	Ю	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0	0	1	327		
	ПТ	-	3x6,17	18,51	0,278	48	247,00	0	0	1	247		
											681	296	977
411	HC	Ю	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0	0	1	107		
	OC	Ю	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0	0	1	327		
	ПТ	-	3x6,17	18,51	0,278	48	247,00	0	0	1	247		
											681	296	977
412	HC	Ю	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0	0	1	107		
	OC	Ю	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0	0	1	327		
	ПТ	-	3x6,17	18,51	0,278	48	247,00	0	0	1	247		
											681	296	977

413	HC	Ю	6x3,3	13,80	0,322	48	213,29	0	0	1	213		
	OC	Ю	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0	0	1	655		
	ПТ	-	6x6,17	37,02	0,278	48	493,99	0	0	1	494		
											1362	592	1954
414	HC	Ю	3,69x3,3	9,18	0,322	48	141,84	0	0,1	1,1	156		
	HC	3	6,69x3,3	14,58	0,322	48	225,30	0,05	0,1	1,15	259		
	OC	3	2,5x1,5	7,5	2,273	48	818,28	0,05	0,1	1,15	941		
	OC	Ю	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0	0,1	1,1	360		
	ПТ	-	3x6,17	18,51	0,278	48	247,00	0	0	1	247		
											1963	592	2555
415	HC	B	6,69x3,3	16,08	0,322	48	248,49	0,1	0,05	1,15	286		
	HC	C	6,69X3,3	22,08	0,322	48	341,22	0,1	0,05	1,15	392		
	OC	C	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0,1	0,05	1,15	753		
	ПТ	-	6x6,17	37,02	0,278	48	493,99	0	0	1	494		
											1925	592	2517
416	HC	C	6x3,3	13,80	0,322	48	213,29	0,1	0	1,1	235		
	OC	C	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0,1	0	1,1	720		
	ПТ	-	6x6,17	37,02	0,278	48	493,99	0	0	1	494		
											1449	592	2040
417	HC	C	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0,1	0	1,1	117		
	OC	C	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0	1,1	360		
	ПТ	-	3x6,17	18,51	0,278	48	247,00	0	0	1	247		
											724	296	1020

418	HC	C	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0,1	0	1,1	117		
	OC	C	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0	1,1	360		
	ПТ	-	3x6,17	18,51	0,278	48	247,00	0	0	1	247		
											724	296	1020
419	HC	C	3x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0,1	0	1,1	117		
	OC	C	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0	1,1	360		
	ПТ	-	3x6,17	18,51	0,278	48	247,00	0	0	1	247		
											724	296	1020
420	HC	C	6x3,3	13,80	0,322	48	213,29	0,1	0	1,1	235		
	OC	C	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0,1	0	1,1	720		
	ПТ	-	6x6,17	37,02	0,278	48	493,99	0	0	1	494		
											1449	592	2040
421	HC	C	6x3,3	13,80	0,322	48	213,29	0,1	0	1,1	235		
	OC	C	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0,1	0	1,1	720		
	ПТ	-	6x6,17	37,02	0,278	48	493,99	0	0	1	494		
											1449	592	2040
422	HC	C	6x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0,1	0	1,1	117		
	OC	C	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0	1,1	360		
	ПТ	-	3x6,17	18,51	0,278	48	247,00	0	0	1	247		
											724	296	1020
423	HC	C	6x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0,1	0	1,1	117		
	OC	C	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0	1,1	360		

	ПТ	-	3x6,17	18,51	0,278	48	247,00	0	0	1	247		
											724	296	1020
424	HC	C	6x3,3	6,90	0,322	48	106,65	0,1	0	1,1	117		
	OC	C	2x1,5	3	2,273	48	327,31	0,1	0	1,1	360		
	ПТ	-	3x6,17	18,51	0,278	48	247,00	0	0	1	247		
											724	296	1020
425	HC	C	6x3,3	13,80	0,322	48	213,29	0,1	0	1,1	235		
	OC	C	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0,1	0	1,1	720		
	ПТ	-	6x6,17	37,02	0,278	48	493,99	0	0	1	494		
											1449	592	2040
426	HC	3	6,69x3,3	22,08	0,322	48	341,22	0,05	0,1	1,15	392		
	HC	C	6,69X3,3	16,08	0,322	48	248,49	0,1	0,05	1,15	286		
	OC	C	2x1,5x2	6	2,273	48	654,62	0,1	0,05	1,15	753		
	ПТ	-	6,17x6,17	38,07	0,278	48	507,99	0	0	1	508		
											1939	592	2531
428	HC	B	2,7x3,3	5,16	0,322	48	79,75	0,1	0	1,1	88		
	OC	B	2x1,5	3,75	2,273	48	409,14	0,1	0	1,1	450		
	ПТ	-	6,17x6,17	16,2	0,278	48	216,17	0	0	1	216		
											754	296	1050
427	HC	3	2,7x3,3	5,16	0,322	48	79,75	0,05	0	1,05	84		
	OC	3	2x1,5	3,75	2,273	48	409,14	0,05	0	1,05	430		
	ПТ	-	6x2,7	16,2	0,278	48	216,17	0	0	1	216		
											730	296	1025

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Гидравлический расчет отопления первого контура

№ уч.	Q _{уч} , Вт	G _{уч} , кг/ч	l _{уч} , м	d _{уч} , мм	R _{ср}	A · 10 ⁻⁴ Па/м(кг/ч) ²	λ/d _в , 1/м	l _{уч} · λ/d _в	∑ξ _{уч}	S _{уч} · 10 ⁻⁴ , Па/(кг/ч) ²	Δp _{уч} , Па	Примечание
ΔP _p = 39053 Па												
Ст 13	6259	228		15	54,1						24852	
a-13	6259	228	6,6	25		1,23	1,4	9,184	4,2	16,5	86	отвод 4x0,5, тр. на прох 2,2
б-13'	6259	228	6,6	25		1,23	1,4	9,184	4,2	16,5	86	отвод 4x0,5, тр. на прох 2,2
12-13	12860	469	6,6	32		0,39	1,0	6,56	3	3,7	82	отвод 4x0,5, тр. на прох 1
12'-13'	12860	469	6,6	32		0,39	1,0	6,56	3	3,7	82	отвод 4x0,5, тр. на прох 1
11-12	19239	702	6,6	32		0,39	1,0	6,6	2,86	3,7	182	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,86
11'-12'	19239	702	6,6	32		0,39	1,0	6,6	2,86	3,7	182	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,86
10-11	26613	971	6,6	32		0,39	1,0	6,6	2,86	3,7	348	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,86
10'-11'	26613	971	6,6	32		0,39	1,0	6,6	2,86	3,7	348	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,86
9-10	33211	1212	6,6	32		0,39	1,0	6,6	2,83	3,7	540	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,83
9'-10'	33211	1212	6,6	32		0,39	1,0	6,6	2,83	3,7	540	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,83
8-9	39824	1453	6,6	40		0,23	1,0	6,6	2,81	2,2	457	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,81
8'-9'	39824	1453	6,6	40		0,23	1,0	6,6	2,81	2,2	457	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,81
7-8	46452	1695	6,6	40		0,23	0,8	5,28	2,8	1,9	534	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,80
7'-8'	46452	1695	6,6	40		0,23	0,8	5,28	2,8	1,9	534	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,80
6-7	53810	1964	6,6	40		0,23	0,8	5,28	2,7	1,8	708	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,80
6'-7'	53810	1964	6,6	40		0,23	0,8	5,28	2,7	1,8	708	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,80
5-6	62605	2285	12,8	50		0,082	0,6	7,062	3,3	0,8	443	отвод 7x0,4, тр. на прох 0,76
5'-6'	62605	2285	12,8	50	0,082	0,6	7,062	3,3	0,8	443	отвод 7x0,4, тр. на прох 0,76	
4-5	71348	2604	10,7	50	0,082	0,6	5,874	3,2	0,7	504	отвод 7x0,4, тр. на прох 0,70	

4'-5'	71348	2604	10,7	50	0,082	0,6	5,874	3,2	0,7	504	отвод 7x0,4, тр. на прох 0,70
3-4	80595	2941	4,2	50	0,082	0,6	2,299	3,3	0,5	397	отвод 4x0,4, тр. на прох 0,7
3'-4'	80595	2941	4,2	50	0,082	0,6	2,299	3,3	0,5	397	отвод 4x0,4, тр. на прох 0,7
2-3	83556	3049	3,5	50	0,082	0,6	1,914	3,3	0,4	397	отвод 4x0,4, тр. на прох 0,7
2'-3'	83556	3049	3,5	50	0,082	0,6	1,914	3,3	0,4	397	отвод 4x0,4, тр. на прох 0,7
1-2	85263	3111	9,7	50	0,082	0,6	5,340 5	2,8	0,7	646	отвод 7x0,4
1'-2'	85263	3111	9,7	50	0,082	0,6	5,340 5	2,8	0,7	646	отвод 7x0,4
										35503	9%

Гидравлический расчет отопления промежуточных стояков первого контура

№ уч.	Q _{уч} , Вт	G _{уч} , кг/ч	l _{уч} , м	d _{уч} , мм	A · 10 ⁻⁴ Па/м(кг/ч) ²	λ/d _в , 1/м	l _{уч} · λ/d _в	S _{ст} · 10 ⁻⁴ , Па/(кг/ч) ²	Δp _{уч} , Па
1	2	3	4	5	6	7	8		
ΔPp=34210 Па									
Ст 1	1707	62	24,41	15	10,6	2,7	65,91	834	323
невязка =(34210-323)/34210·100%=99%									
33415									
Ст 2	2961	108	13,8	15	10,6	2,7	37,26	592	691
невязка =(33415-691)/33415·100%=98%									
32621									
Ст 3	9247	337	24,41	15	10,6	2,7	65,91	1043	11876
невязка =(32621-11876)/32621·100%=64%									
31612									
Ст 4	8743	319	24,41	15	10,6	2,7	65,91	1043	10617
невязка =(31612-10617)/31612·100%=66%									
30725									
Ст 5	8795	321	24,41	15	10,6	2,7	65,91	1043	10743
невязка =(30725-10743)/30725·100%=65%									
29310									
Ст 6	7358	269	24,41	15	10,6	2,7	65,91	1043	7519
невязка =(29310-7519)/29310·100%=74%									
28242									
Ст 7	6628	242	24,41	15	10,6	2,7	65,91	1043	6101
невязка =(28242-6101)/28242·100%=78%									
27328									
Ст 8	6613	241	24,41	15	10,6	2,7	65,91	1043	6074
невязка =(27328-6074)/27328·100%=78%									
26248									
Ст 9	6598	241	24,41	15	10,6	2,7	65,91	1043	6046
невязка =(26248-6046)/26248·100%=77%									
25552									
Ст 10	7374	269	24,41	15	10,6	2,7	65,91	1043	7552
невязка =(25552-7552)/25552·100%=70%									
25188									
Ст 11	6379	233	24,41	15	10,6	2,7	65,91	1043	5652
невязка =(25188-5652)/25188·100%=78%									
25024									
Ст 12	6601	241	24,41	15	10,6	2,7	65,91	1043	6052
невязка =(25024-6052)/25024·100%=76%									

Гидравлический расчет отопления второго контура

№ уч.	Q _{уч} , Вт	G _{уч} , кг/ч	l _{уч} , м	d _{уч} , мм	R _{ср}	A · 10 ⁻⁴ Па/м(кг/ч) ²	λ/d _в , 1/м	l _{уч} · λ/d _в	∑ξ _{уч}	S _{уч} · 10 ⁻⁴ , Па/(кг/ч) ²	Δp _{уч} , Па	Примечание
ΔP _p = 39053 Па												
Ст 13	6762	247		15							24852	
a-8	6762	247	18,0	20		3,19	1,8	32,4	6	122,5	746	отвод 12x0,5
6-8'	6762	247	18,0	20		3,19	1,8	32,4	6	122,5	746	отвод 12x0,5
7-8	9723	355	3,6	20		3,19	1,8	6,48	2,5	28,6	361	отвод 4x0,5, тр. на прох 1
7'-8'	9723	355	3,6	20		3,19	1,8	6,48	2,5	28,6	361	отвод 4x0,5, тр. на прох 1
6-7	16299	595	6,6	25		1,23	1,4	9,24	2,8	14,8	524	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,80
6'-7'	16299	595	6,6	25		1,23	1,4	9,24	2,8	14,8	524	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,80
5-6	23287	850	6,6	25		1,23	1,4	9,24	2,86	14,9	1075	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,86
5'-6'	23287	850	6,6	25		1,23	1,4	9,24	2,86	14,9	1075	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,86
4-5	30774	1123	6,6	32		0,39	1,0	6,56	2,8	3,7	460	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,80
4'-5'	30774	1123	6,6	32		0,39	1,0	6,56	2,8	3,7	460	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,80
3-4	37436	1366	6,6	32		0,39	1,0	6,6	2,37	3,5	653	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,77
3'-4'	37436	1366	6,6	32		0,39	1,0	6,6	2,37	3,5	653	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,77
2-3	44012	1606	6,6	40		0,23	0,8	5,28	2,36	1,8	453	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,76
2'-3'	44012	1606	6,6	40		0,23	0,8	5,28	2,36	1,8	453	отвод 4x0,5, тр. на прох 0,76
1-2	50588	1846	7,4	50		0,082	0,6	4,07	2,3	0,5	178	отвод 4x0,4, тр. на прох 0,7
1'-2'	50588	1846	7,4	50		0,082	0,6	4,07	2,3	0,5	178	отвод 4x0,4, тр. на прох 0,7
											33751	14

Гидравлический расчет отопления промежуточных стояков второго контура

№ уч.	$Q_{уч},$ Вт	$G_{уч},$ кг/ч	$l_{уч},$ м	$d_{уч},$ мм	$A \cdot 10^{-4}$ Па/м(кг/ч) ²	$\lambda/d_B,$ 1/м	$l_{уч} \cdot \lambda/d_B$	$S_{ст} \cdot 10^{-4},$ Па/(кг/ч) ²	$\Delta p_{уч},$ Па
1	2	3	4	5	6	7	8		
$\Delta P_p = 33395$ Па									
Ст 14	6576	240	24,41	15	10,6	2,7	65,91	1043	6006
невязка $= (33395 - 6006) / 33395 \cdot 100\% = 82\%$									
32489									
Ст 15	6576	240	24,41	15	10,6	2,7	65,91	1043	6006
невязка $= (32489 - 6006) / 32489 \cdot 100\% = 82\%$									
31183									
Ст 16	6662	243	24,41	15	10,6	2,7	65,91	1043	6164
невязка $= (31183 - 6164) / 31183 \cdot 100\% = 80\%$									
30262									
Ст 17	7487	273	24,41	15	10,6	2,7	65,91	1043	7785
невязка $= (30262 - 7785) / 30262 \cdot 100\% = 74\%$									
28113									
Ст 18	6988	255	24,41	15	10,6	2,7	65,91	1043	6782
невязка $= (28113 - 6782) / 6782 \cdot 100\% = 76\%$									
27065									
Ст 19	6576	240	24,41	15	10,6	2,7	65,91	1043	6006
невязка $= (27065 - 6006) / 27065 \cdot 100\% = 78\%$									
26344									
Ст 20	2961	108	13,8	15	10,6	2,7	37,26	592	691
невязка $= (26344 - 97) / 26344 \cdot 100\% = 97\%$									

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
Расчет отопительных приборов

№ пом	Qпом	Gст	Gпр	tвх	tвых	Δtср	qv	l в	qг	l г	Qтр	Qпр	Qном	Приборы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Стояк 1														
403	977	62	24	80,7	45,6	45,2	67	1,4	67	0,6	134	856	1903	КНС-1,95
303	730	62	24	70,0	43,8	38,9	67	3	67	0,6	241	513	1843	КНС-1,95
Стояк 2														
ЛК	987	108	42	86,7	66,3	55,5	67	0,6	87	0,6	92	904	1819	КНС-1,95
	987	108	42	78,3	58,0	47,2	67	3	87	0,6	253	759	1903	КНС-1,95
	987	108	42	70,0	49,7	38,8	67	3	87	0,6	253	759	1822	КНС-1,95
Стояк 3														
101	1286	337	131	91,5	83,0	66,3	67	3	87	0,7	262	1050	1356	КНС-1,35
201	712	337	131	89,6	84,9	66,2	67	3	87	0,7	262	476	615	КНС-0,6
301	1055	337	131	86,7	79,8	62,3	67	3	87	0,7	262	819	1150	КНС-1,2
401	1225	337	131	83,4	75,3	58,4	67	1,4	87	0,7	155	1086	1663	КНС-1,65
401	1225	337	131	80,1	72,0	55,1	67	1,4	87	0,7	155	1086	1799	КНС-1,65
301	1055	337	131	77,3	70,3	52,8	67	3	87	0,7	262	819	1438	КНС-1,55
202	1403	337	131	85,0	75,8	59,4	67	3	87	0,7	262	1167	1746	КНС-1,65
101	1286	337	131	70,0	61,5	44,8	67	3	87	0,7	262	1050	1711	КНС-1,65
Стояк 4														
101	1286	319	124	91,3	82,4	65,8	67	3	87	0,7	262	1050	1381	КНС-1,35

201	1403	319	124	87,3	77,5	61,4	67	3	87	0,7	262	1167	1686	КНС-1,65
301	1055	319	124	84,3	76,9	59,6	67	3	87	0,7	262	819	1232	КНС-1,2
401	1225	319	124	80,8	72,2	55,5	67	1,4	87	0,7	155	1086	1798	КНС-1,65
428	1050	319	124	77,8	70,5	53,1	67	1,4	87	0,7	155	911	1600	КНС-1,65
327	834	319	124	75,4	69,6	51,5	67	3	87	0,7	262	598	1096	КНС-1,05
219	872	319	124	72,9	66,8	48,9	67	3	87	0,7	262	636	1251	КНС-1,2
124	1018	319	124	70,0	62,9	45,4	67	3	87	0,7	262	782	1697	КНС-1,65
Стояк 5														
123	1434	321	125	90,9	81,0	65,0	67	3	87	0,7	262	1198	1603	КНС-1,65
218	991	321	125	88,1	81,2	63,7	67	3	87	0,7	262	755	1038	КНС-1,05
326	1179	321	125	84,8	76,6	59,7	67	3	87	0,7	262	943	1415	КНС-1,5
426	1266	321	125	81,2	72,4	55,8	67	1,4	87	0,7	155	1127	1852	КНС-1,65
426	1266	321	125	77,6	68,8	52,2	67	1,4	87	0,7	155	1127	1853	КНС-1,95
325	773	321	125	75,4	70,0	51,7	67	3	87	0,7	262	537	979	КНС-0,9
218	991	321	125	72,5	65,7	48,1	67	3	87	0,7	262	755	1516	КНС-1,5
122	895	321	125	70,0	63,8	45,9	67	3	87	0,7	262	659	1410	КНС-1,5
Стояк 6														
121	895	269	105	92,0	84,6	67,3	67	3	87	0,7	262	659	869	КНС-0,9
218	991	269	105	88,6	80,4	63,5	67	3	87	0,7	262	755	1076	КНС-1,05
324	773	269	105	86,0	79,6	61,8	67	3	87	0,7	262	537	794	КНС-0,75
425	1020	269	105	82,5	74,1	57,3	67	1,4	87	0,7	155	881	1441	КНС-1,5
425	1020	269	105	79,0	70,6	53,8	67	1,4	87	0,7	155	881	1568	КНС-1,65
324	773	269	105	76,4	70,0	52,2	67	3	87	0,7	262	537	997	КНС-0,9
218	991	269	105	73,0	64,8	47,9	67	3	87	0,7	262	755	1572	КНС-1,65
120	895	269	105	70,0	62,6	45,3	67	3	87	0,7	262	659	1481	КНС-1,5
Стояк 7														

119	895	242	94	91,6	83,4	66,5	67	3	87	0,7	262	659	899	КНС-0,9
217	626	242	94	89,3	83,5	65,4	67	3	87	0,7	262	390	545	КНС-0,6
323	773	242	94	86,3	79,2	61,8	67	3	87	0,7	262	537	809	КНС-0,9
424	1020	242	94	82,5	73,1	56,8	67	1,4	87	0,7	155	881	1486	КНС-1,5
423	1020	242	94	78,7	69,3	53,0	67	1,4	87	0,7	155	881	1633	КНС-1,65
322	773	242	94	75,7	68,6	51,2	67	3	87	0,7	262	537	1043	КНС-1,05
217	626	242	94	73,4	67,6	49,5	67	3	87	0,7	262	390	793	КНС-0,75
118	895	242	94	70,0	61,8	44,9	67	3	87	0,7	262	659	1529	КНС-1,5
Стояк 8														
118	895	241	94	91,6	83,3	66,5	67	3	87	0,7	262	659	900	КНС-0,9
216	626	241	94	89,2	83,5	65,3	67	3	87	0,7	262	390	545	КНС-0,6
321	773	241	94	86,3	79,2	61,7	67	3	87	0,7	262	537	811	КНС-0,9
422	1020	241	94	82,4	73,0	56,7	67	1,4	87	0,7	155	881	1489	КНС-1,5
421	1020	241	94	78,6	69,2	52,9	67	1,4	87	0,7	155	881	1638	КНС-1,65
320	773	241	94	75,6	68,5	51,1	67	3	87	0,7	262	537	1047	КНС-0,9
216	626	241	94	72,3	66,5	48,4	67	3	87	0,7	262	390	817	КНС-0,75
117	880	241	94	70,0	61,9	44,9	67	3	87	0,7	262	644	1493	КНС-1,5
Стояк 9														
117	880	241	94	91,7	83,5	66,6	67	3	87	0,7	262	644	877	КНС-0,9
215	626	241	94	89,3	83,5	65,4	67	3	87	0,7	262	390	545	КНС-0,6
319	773	241	94	86,4	79,2	61,8	67	3	87	0,7	262	537	810	КНС-0,9
421	1020	241	94	82,5	73,1	56,8	67	1,4	87	0,7	155	881	1487	КНС-1,5
420	1020	241	94	78,6	69,2	52,9	67	1,4	87	0,7	155	881	1636	КНС-1,65
319	773	241	94	75,7	68,6	51,1	67	3	87	0,7	262	537	1045	КНС-1,05
215	626	241	94	73,3	67,6	49,4	67	3	87	0,7	262	390	795	КНС-0,75
117	880	241	94	70,0	61,9	44,9	67	3	87	0,7	262	644	1493	КНС-1,5

Стояк 10														
117	880	269	105	92,0	84,7	67,4	67	3	87	0,7	262	644	847	КНС-0,9
214	1020	269	105	88,6	80,1	63,3	67	3	87	0,7	262	784	1121	КНС-1,2
318	773	269	105	85,9	79,5	61,7	67	3	87	0,7	262	537	795	КНС-0,75
420	1020	269	105	82,5	74,0	57,3	67	1,4	87	0,7	155	881	1442	КНС-1,5
419	1020	269	105	79,0	70,6	53,8	67	1,4	87	0,7	155	881	1569	КНС-1,65
317	773	269	105	76,4	70,0	52,2	67	3	87	0,7	262	537	997	КНС-0,9
214	1020	269	105	72,9	64,5	47,7	67	3	87	0,7	262	784	1642	КНС-1,65
114	880	269	105	70,0	62,7	45,3	67	3	87	0,7	262	644	1447	КНС-1,5
Стояк 11														
113	921	233	91	91,9	83,1	66,5	67	3	87	0,7	262	685	941	КНС-0,9
214	1020	233	91	88,4	78,7	62,6	67	3	87	0,7	262	784	1169	КНС-1,2
316	773	233	91	85,8	78,4	61,1	67	3	87	0,7	262	537	826	КНС-0,9
418	1020	233	91	82,4	72,6	56,5	67	1,4	87	0,7	155	881	1506	КНС-1,5
417	1020	233	91	78,9	69,2	53,1	67	1,4	87	0,7	155	881	1640	КНС-1,65
316	773	233	91	76,3	68,9	51,6	67	3	87	0,7	262	537	1038	КНС-1,05
213	951	233	91	73,1	64,0	47,6	67	3	87	0,7	262	715	1544	КНС-1,65
113	921	233	91	70,0	61,2	44,6	67	3	87	0,7	262	685	1613	КНС-1,65
Стояк 12														
112	868	241	94	91,7	83,7	66,7	67	3	87	0,7	262	632	859	КНС-0,9
212	626	241	94	89,3	83,6	65,5	67	3	87	0,7	262	390	544	КНС-0,6
315	773	241	94	86,4	79,3	61,8	67	3	87	0,7	262	537	809	КНС-0,9
416	1020	241	94	82,6	73,1	56,8	67	1,4	87	0,7	155	881	1486	КНС-1,5
416	1020	241	94	78,7	69,3	53,0	67	1,4	87	0,7	155	881	1634	КНС-1,65
314	773	241	94	75,8	68,6	51,2	67	3	87	0,7	262	537	1044	КНС-1,05
212	626	241	94	73,4	67,6	49,5	67	3	87	0,7	262	390	793	КНС-1,75

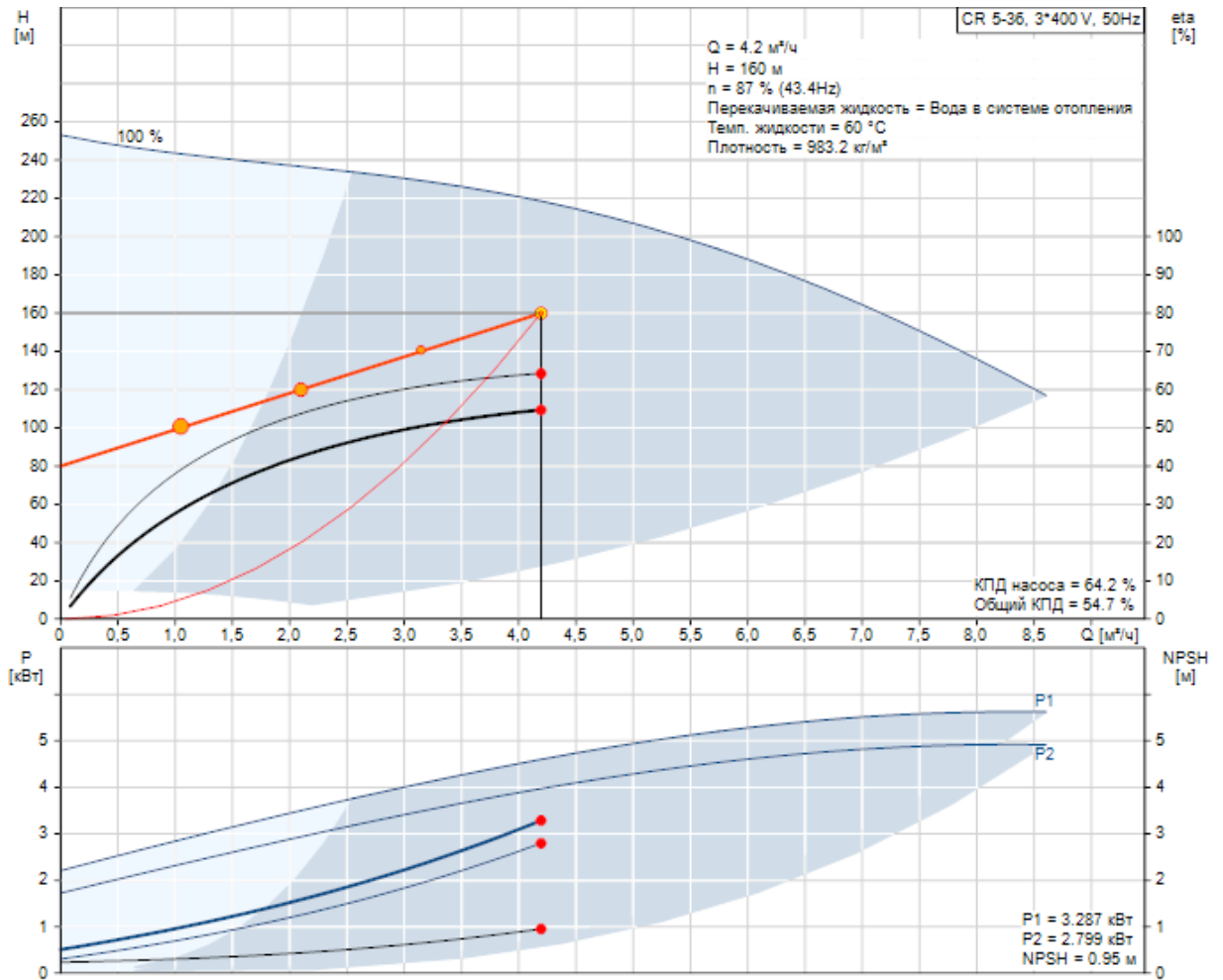
111	895	241	94	70,0	61,7	44,9	67	3	87	0,7	262	659	1530	КНС-1,65
Стояк 13														
110	1033	228	89	90,9	80,8	64,8	67	3	87	0,7	262	797	1137	КНС-1,2
211	576	228	89	88,6	83,0	64,8	67	3	87	0,7	262	340	486	КНС-0,6
313	773	228	89	85,5	77,9	60,7	67	3	87	0,7	262	537	837	КНС-0,9
415	839	228	89	82,1	73,9	57,0	67	1,4	87	0,7	155	700	1187	КНС-1,2
415	839	228	89	78,8	70,6	53,7	67	1,4	87	0,7	155	700	1288	КНС-1,35
312	590	228	89	77,4	71,6	53,5	67	3	87	0,7	262	354	655	КНС-0,75
311	576	228	89	74,1	68,5	50,3	67	3	87	0,7	262	340	684	КНС-0,75
110	1033	228	89	70,0	59,9	44,0	67	3	87	0,7	262	797	1922	КНС-1,95
Стояк 14														
103	851	240	94	91,8	83,9	66,8	67	3	87	0,7	262	615	835	КНС-0,9
204	730	240	94	89,0	82,2	64,6	67	3	87	0,7	262	494	702	КНС-0,75
304	730	240	94	86,2	79,4	61,8	67	3	87	0,7	262	494	745	КНС-0,75
405	977	240	94	82,5	73,4	57,0	67	1,4	87	0,7	155	838	1410	КНС-1,5
404	977	240	94	78,8	69,7	53,3	67	1,4	87	0,7	155	838	1544	КНС-1,65
304	730	240	94	76,0	69,2	51,6	67	3	87	0,7	262	494	950	КНС-0,9
204	730	240	94	73,2	66,5	48,9	67	3	87	0,7	262	494	1024	КНС-0,9
103	851	240	94	70,0	62,1	45,1	67	3	87	0,7	262	615	1421	КНС-1,5
Стояк 15														
103	851	240	94	91,8	83,9	66,8	67	3	87	0,7	262	615	835	КНС-0,9
205	730	240	94	89,0	82,2	64,6	67	3	87	0,7	262	494	702	КНС-0,75
306	730	240	94	86,2	79,4	61,8	67	3	87	0,7	262	494	745	КНС-0,75
407	977	240	94	82,5	73,4	57,0	67	1,4	87	0,7	155	838	1410	КНС-1,5
406	977	240	94	78,8	69,7	53,3	67	1,4	87	0,7	155	838	1544	КНС-1,65
305	730	240	94	76,0	69,2	51,6	67	3	87	0,7	262	494	950	КНС-0,9

205	730	240	94	73,2	66,5	48,9	67	3	87	0,7	262	494	1024	КНС-0,9
103	851	240	94	70,0	62,1	45,1	67	3	87	0,7	262	615	1421	КНС-1,5
Стояк 16														
104	836	243	95	91,9	84,2	67,0	67	3	87	0,7	262	600	809	КНС-0,9
206	730	243	95	89,1	82,4	64,8	67	3	87	0,7	262	494	698	КНС-0,75
306	730	243	95	86,4	79,7	62,0	67	3	87	0,7	262	494	740	КНС-0,75
408	977	243	95	82,7	73,8	57,2	67	1,4	87	0,7	155	838	1398	КНС-1,5
407	1093	243	95	78,6	68,6	52,6	67	1,4	87	0,7	155	954	1783	КНС-1,8
306	730	243	95	75,9	69,2	51,5	67	3	87	0,7	262	494	950	КНС-0,9
206	730	243	95	73,1	66,5	48,8	67	3	87	0,7	262	494	1023	КНС-1,05
104	836	243	95	70,0	62,3	45,2	67	3	87	0,7	262	600	1379	КНС-1,35
Стояк 17														
105	851	273	106	92,2	85,2	67,7	67	3	87	0,7	262	615	802	КНС-0,9
207	936	273	106	89,0	81,4	64,2	67	3	87	0,7	262	700	980	КНС-0,9
307	959	273	106	85,8	78,0	60,9	67	3	87	0,7	262	723	1086	КНС-1,05
410	977	273	106	82,6	74,6	57,6	67	1,4	87	0,7	155	838	1358	КНС-1,35
409	1093	273	106	78,9	70,0	53,5	67	1,4	87	0,7	155	954	1709	КНС-1,8
307	959	273	106	75,7	67,9	50,8	67	3	87	0,7	262	723	1388	КНС-1,5
207	936	273	106	72,6	65,0	47,8	67	3	87	0,7	262	700	1460	КНС-1,5
104	836	273	106	70,0	63,2	45,6	67	3	87	0,7	262	600	1333	КНС-1,35
Стояк 18														
106	851	255	99	92,0	84,5	67,2	67	3	87	0,7	262	615	819	КНС-0,9
208	936	255	99	88,6	80,4	63,5	67	3	87	0,7	262	700	1006	КНС-1,05
308	730	255	99	86,0	79,6	61,8	67	3	87	0,7	262	494	737	КНС-0,75
412	977	255	99	82,5	74,0	57,2	67	1,4	87	0,7	155	838	1386	КНС-1,35
411	977	255	99	79,0	70,5	53,7	67	1,4	87	0,7	155	838	1509	КНС-1,65

308	730	255	99	76,4	70,0	52,2	67	3	87	0,7	262	494	926	КНС-0,9
208	939	255	99	73,0	64,8	47,9	67	3	87	0,7	262	703	1478	КНС-1,5
106	851	255	99	70,0	62,6	45,3	67	3	87	0,7	262	615	1397	КНС-1,35
Стояк 19														
108	851	255	99	91,8	84,3	67,1	67	3	87	0,7	262	615	822	КНС-0,9
209	730	255	99	89,0	82,6	64,8	67	3	87	0,7	262	494	691	КНС-0,75
309	730	255	99	86,2	79,8	62,0	67	3	87	0,7	262	494	733	КНС-0,75
413	977	255	99	82,5	74,0	57,2	67	1,4	87	0,7	155	838	1386	КНС-1,35
413	977	255	99	78,8	70,3	53,5	67	1,4	87	0,7	155	838	1517	КНС-1,65
308	730	255	99	76,0	69,6	51,8	67	3	87	0,7	262	494	935	КНС-0,9
209	730	255	99	73,2	66,9	49,1	67	3	87	0,7	262	494	1007	КНС-1,05
107	851	255	99	70,0	62,6	45,3	67	3	87	0,7	262	615	1396	КНС-1,35
Стояк 20														
ЛК	987	108	42	86,7	66,3	55,5	67	0,6	87	0,6	92	904	1819	КНС-1,95
	987	108	42	78,3	58,0	47,2	67	3	87	0,6	253	759	1903	КНС-1,95
	987	108	42	70,0	49,7	38,8	67	3	87	0,6	253	759	1822	КНС-1,95
Стояк 21														
110	1033	247	96	91,2	81,9	65,5	67	3	87	0,7	262	797	1105	КНС-1,2
211	576	247	96	89,1	83,9	65,5	67	3	87	0,7	262	340	472	КНС-0,6
312	590	247	96	86,9	81,6	63,2	67	3	87	0,7	262	354	515	КНС-0,6
415	839	247	96	83,8	76,2	59,0	67	1,4	87	0,7	155	700	1118	КНС-1,2
427	1025	247	96	80,0	70,7	54,4	67	1,4	87	0,7	155	886	1580	КНС-1,65
311	809	247	96	77,0	69,7	52,3	67	3	87	0,7	262	573	1076	КНС-1,05
219	872	247	96	73,8	65,9	48,8	67	3	87	0,7	262	636	1312	КНС-1,35
124	1018	247	96	70,0	60,8	44,4	67	3	87	0,7	262	782	1833	КНС-1,95

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Характеристики насоса



ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Аэродинамический расчет приточной вентиляции

Аэродинамический расчет механической вентиляции, приток.													
№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R Па/м	R*I, Па	Σξ	Pд Па	Z, Па	R*L+Z, Па	ΣR*L+Z, Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	V, м/с								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Магистраль П1													
AMP	153	-	150x150	0,02	2,13			1,4	2,71	3,79	3,79	3,79	
1	153	18,9	150x100	0,015	2,83	1,05	19,85	1,2	4,82	5,78	25,63	29,42	Отвод 90° + тр. на проход
2	597	2,9	150x250	0,038	4,42	1,25	3,63	0,2	11,73	2,35	5,97	35,39	Тройник на проход
3	1041	3,3	200x300	0,060	4,82	1,2	3,96	0,15	13,94	2,09	6,05	41,44	Тройник на проход
4	1599	8,7	200x400	0,080	5,55	1,26	10,96	0,15	18,50	2,77	13,74	55,18	Тройник на проход
5	1682	6	200x400	0,080	5,84	1,5	9,00	0,2	20,47	4,09	13,09	68,27	Тройник на проход
6	2126	2,8	200x400	0,080	7,38	2,15	6,02	0,15	32,70	4,90	10,92	79,19	Тройник на проход
7	2237	2,8	200x400	0,080	7,77	2,42	6,78	0,3	36,20	10,86	17,64	96,83	Тройник на проход
8	2348	3,7	200x400	0,080	8,15	2,61	9,66	0,2	39,88	7,98	17,63	114,46	Тройник на проход
9	3779	3,4	200x500	0,100	10,50	3,85	13,09	0,32	66,12	21,16	34,25	148,71	Отвод 90°
Ответвления													
AMP	444	-	200x250	0,046	2,68			1,4	4,31	6,04	6,04	6,04	
10	444	0,7	200x250	0,050	2,47	0,38	0,27	5,3	3,65	19,35	19,61	25,65	Тройник на отв.
невязка 24,82-12,26/24,82*100=51%													
AMP	444	-	200x250	0,046	2,68			1,4	4,31	6,04	6,04	6,04	
11	444	0,7	200x250	0,050	2,47	0,38	0,27	2,8	3,65	10,22	10,49	16,53	Тройник на отв.
невязка (28,13-13,18)/28,13*100= 53%													
AMP	558	-	200x300	0,06	2,58			1,4	4,00	5,61	5,61	5,61	

12	558	0,7	200x250	0,050	3,10	0,48	0,34	6	5,77	34,60	34,93	40,54	Тройник на отв.
невязка $31,12-23,78/31,12*100=24\%$													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
13	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	3,9	1,42	5,53	5,77	6,88	Тройник на отв.
невязка $44,76-35,51/44,76*100=21\%$													
AMP	444	-	200x250	0,046	2,68			1,4	4,31	6,04	6,04	6,04	
14	444	0,7	200x250	0,050	2,47	0,38	0,27	15,1	3,65	55,13	55,39	61,43	Тройник на отв.
невязка $55,38-23,83/55,38*100=57\%$													
AMP	111	-	150x150	0,02	1,54			1,4	1,43	2,00	2,00	2,00	
15	111	0,7	150x100	0,015	2,06	0,63	0,44	3,9	2,54	9,89	10,33	12,32	Тройник на отв.
невязка $33,66-31,39/33,66*100=6,5\%$													
AMP	111	-	150x150	0,02	1,54			1,4	1,43	2,00	2,00	2,00	
16	111	0,7	150x100	0,015	2,06	0,63	0,44	3,9	2,54	9,89	10,33	12,32	Тройник на отв.
невязка $81,03-63,15/81,03*100=22\%$													

Ответвления													
AMP	111	-	150x150	0,02	1,54			1,4	1,43	2,00	2,00	2,00	
17	111	9,8	150x100	0,015	2,06	0,56	5,49		2,54	0,00	5,49	7,48	Отвод 90°+ тр. на проход
18	194	3	150x150	0,023	2,40	0,6	1,80		3,44	0,00	1,80	9,28	Тройник на проход
19	277	5,7	150x150	0,023	3,42	0,99	5,64		7,02	0,00	5,64	14,93	Тройник на проход
20	499	4,3	150x200	0,030	4,62	1,52	6,54		12,81	0,00	6,54	21,46	Тройник на проход
21	782	2,8	150x250	0,038	5,79	2,15	6,02		20,13	0,00	6,02	27,48	Тройник на проход
22	1065	11,9	200x250	0,050	5,92	1,8	21,42		21,00	0,00	21,42	48,90	Тройник на проход
23	1287	6,1	200x300	0,060	5,96	1,7	10,37		21,30	0,00	10,37	59,27	Тройник на проход
24	1348	2,1	200x300	0,060	6,24	1,85	3,89		23,37	0,00	3,89	63,16	Тройник на проход
25	1431	5,5	200x300	0,060	6,63	2,15	11,83		26,33	0,00	11,83	74,98	Отвод 90°+Тройник на отв.

невязка 101,02-100,28/101,02*100=1%													
Ответвления													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
26	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	3,1	1,42	4,39	4,63	5,75	Тройник на отв.
невязка 7,83-7,3 /7,83*100=7%													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
27	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	5,3	1,42	7,51	7,75	8,87	Тройник на отв.
невязка (12,66-10,91)/12,66*100= 14%													
AMP	222	-	200x250	0,046	1,34			1,4	1,08	1,51	1,51	1,51	
28	222	0,7	150x100	0,015	4,11	0,63	0,44	1,3	10,14	13,18	13,62	15,13	Тройник на отв.
невязка 22,31-9,75/22,31*100= 56%													
AMP	283	-	200x250	0,046	1,71			1,4	1,75	2,45	2,45	2,45	
29	283	0,7	200x150	0,03	2,62	0,53	0,37	3,9	4,12	16,07	16,44	18,89	Тройник на отв.
невязка 29,17-16,52/29,1*100=43%													
AMP	283	-	200x250	0,046	1,71			1,4	1,75	2,45	2,45	2,45	
30	283	0,7	200x150	0,03	2,62	0,53	0,37	4	4,12	16,48	16,85	19,30	Тройник на отв.
невязка 34,08-24,8/34,08*100= 27%													
AMP	222	-	200x250	0,046	1,34			1,4	1,08	1,51	1,51	1,51	
31	222	0,7	200x150	0,03	2,06	0,53	0,37	6	2,54	15,21	15,58	17,09	Тройник на отв.
невязка 48,04-32,83/48,04*100= 31%													
AMP	61	-	150x150	0,02	0,85			1,4	0,43	0,60	0,60	0,60	
32	61	3,6	150x100	0,015	1,13	0,34	1,22	23,7	0,77	18,15	19,37	19,97	Тройник на отв.
невязка 55,14-35,43/55,14*100= 35%													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
32	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	23,7	1,42	33,59	33,83	34,95	Тройник на отв.
невязка 59,62-51,02/59,62*100= 14%													

Аэродинамический расчет механической вентиляции, приток.													
№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R Па/м	R*I, Па	Σξ	Rд Па	Z, Па	R*L+Z, Па	ΣR*L+Z, Па	Примечание
			AxB, мм	f, м ²	V, м/с								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Магистраль П2													
AMP	499	-	250x250	0,058	2,39			1,4	3,43	4,80	4,80	4,80	
1	499	4,9	250x250	0,063	2,22	0,27	1,32	0,55	2,95	1,62	2,95	7,74	Отвод 90°+ тр. на проход
2	998	8,8	250x250	0,063	4,44	0,93	8,18	0,4	11,80	4,72	12,91	20,65	Тройник на проход
3	1996	6,7	250x400	0,100	5,54	1,17	7,84	0,2	18,44	3,69	11,53	32,18	Тройник на проход
4	2994	2,9	250x500	0,125	6,65	1,36	3,94	0,2	26,56	5,31	9,26	41,43	Тройник на проход
5	3743	14,9	250x600	0,150	6,93	1,37	20,41	0,2	28,83	5,77	26,18	67,61	Тройник на проход
6	4343	3	250x800	0,200	6,03	0,98	2,94	0,15	21,83	3,27	6,21	73,83	Тройник на проход
7	5341	6	250x800	0,200	7,42	1,82	10,92	0,15	33,02	4,95	15,87	89,70	Тройник на проход
8	6339	2,4	250x800	0,200	8,80	2,11	5,06	0,2	46,51	9,30	14,37	104,06	Тройник на проход+отвод 90°
9	10794	3,4	300x800	0,240	12,49	3,25	11,05	0,32	93,65	29,97	41,02	145,08	Отвод 90°
Ответвления													
AMP	499	-	250x250	0,058	2,39			1,4	3,43	4,80	4,80	4,80	
10	499	0,7	250x250	0,063	2,22	0,26	0,18	0,9	2,95	2,66	2,84	7,64	Тройник на отв.
невязка $10,94-10,4/10,94*100=5\%$													
AMP	998	-	400x250	0,094	2,95			1,4	5,22	7,31	7,31	7,31	
11	998	0,7	250x300	0,075	3,70	0,58	0,41	1,3	8,20	10,66	11,06	18,37	Тройник на отв.
невязка $(18,11-16,69)/18,11*100=8\%$													
AMP	998	-	400x250	0,094	2,95			1,4	5,22	7,31	7,31	7,31	
12	998	0,7	250x300	0,075	3,70	0,58	0,41	2,25	8,20	18,44	18,85	26,16	Тройник на отв.
невязка $27,24-25,87/27,24*100=5\%$													

AMP	749	-	400x250	0,094	2,21			1,4	2,94	4,12	4,12	4,12	
13	749	0,7	250x300	0,075	2,77	0,36	0,25	3,9	4,62	18,01	18,26	22,37	Тройник на отв.
невязка 41,2-38,06/41,2*100= 8%													
AMP	600	-	250x250	0,058	2,87			1,4	4,95	6,94	6,94	6,94	
14	600	0,7	250x250	0,063	2,67	0,37	0,26	11,8	4,27	50,35	50,61	57,54	Тройник на отв.
невязка 71,95-62,37/71,95*100= 13%													
AMP	998	-	400x250	0,094	2,95			1,4	5,22	7,31	7,31	7,31	
15	998	0,7	250x300	0,075	3,70	0,58	0,41	3,9	8,20	31,97	32,38	39,68	Тройник на отв.
невязка 89,62-82,23/89,62*100= 8%													
AMP	998	-	400x250	0,094	2,95			1,4	5,22	7,31	7,31	7,31	
16	998	3,7	250x300	0,075	3,70	0,58	2,15	8,6	8,20	70,50	72,65	79,95	Тройник на отв.
невязка 108,26-105,11/108,26*100=10%													

Ответвления													
AMP	88	-	150x100	0,013	1,88			1,4	2,12	2,97	2,97	2,97	
17	88	16	150x100	0,015	1,63	0,39	6,24	10,18	1,59	16,22	22,46	25,43	Отвод 90°+ тр. на проход
18	1086	2,8	250x250	0,063	4,83	1,05	2,94	0,4	13,98	5,59	8,53	33,96	Тройник на проход
19	2084	3,7	250x400	0,100	5,79	1,19	4,40	0,2	20,11	4,02	8,42	42,39	Тройник на проход
20	3082	15,4	250x500	0,125	6,85	1,44	22,18	0,15	28,14	4,22	26,40	68,78	Тройник на проход
21	3457	2,6	250x500	0,125	7,68	1,77	4,60	0,2	35,41	7,08	11,68	80,47	Тройник на проход
22	4455	6,6	250x600	0,150	8,25	1,9	12,54	0,3	40,84	12,25	24,79	105,26	Тройник на отв.
невязка 128,89-86,41/128,89*100=33%													
Ответвления													
AMP	998	-	400x250	0,094	2,95			1,4	5,22	7,31	7,31	7,31	
23	998	0,7	250x300	0,075	3,70	0,58	0,41	0,34	8,20	2,79	3,19	10,50	Тройник на отв.
невязка 27,98-25,55 /27,98*100=9%													
AMP	998	-	400x250	0,094	2,95			1,4	5,22	7,31	7,31	7,31	

24	998	0,7	250x300	0,075	3,70	0,58	0,41	1	8,20	8,20	8,60	15,91	Тройник на отв.
невязка (33,07-27,47)/33,07*100= 14%													
AMP	998	-	400x250	0,094	2,95			1,4	5,22	7,31	7,31	7,31	
25	998	0,7	250x300	0,075	3,70	0,58	0,41	2,25	8,20	18,44	18,85	26,16	Тройник на отв.
невязка 37,09-38,96/37,09*100= -5%													
AMP	375	-	300x200	0,046	2,26			1,4	3,08	4,31	4,31	4,31	
26	375	0,7	200x200	0,040	2,60	0,35	0,25	15,1	4,07	61,44	61,69	65,99	Тройник на отв.
невязка 60,37-40,16/60,37*100=34%													
AMP	998	-	400x250	0,094	2,95			1,4	5,22	7,31	7,31	7,31	
27	998	0,7	250x300	0,075	3,70	0,58	0,41	6,1	8,20	50,01	50,41	57,72	Тройник на отв.
невязка 66,86-46,63/66,86*100= 30%													

Магистраль													
AMP	998	-	400x250	0,094	2,95			1,4	5,22	7,31	7,31	7,31	
1	1234	2,7	250x300	0,075	4,57	0,86	2,32	0,2	12,53	2,51	4,83	12,13	Тройник на проход
2	1317	3,8	250x300	0,075	4,88	0,95	3,61	0,3	14,28	4,28	7,89	20,03	Тройник на проход
3	2315	3,3	250x500	0,125	5,14	0,86	2,84	0,3	15,88	4,76	7,60	27,63	Тройник на проход
4	3313	13,8	250x500	0,125	7,36	1,61	22,22	0,3	32,52	9,76	31,97	59,60	Тройник на проход
5	3663	5,6	250x500	0,125	8,14	1,98	11,09	0,2	39,76	7,95	19,04	78,64	Тройник на проход
6	3746	6,1	250x500	0,125	8,32	2,15	13,12	0,4	41,58	16,63	29,75	108,39	Тройник на проход
7	7528	1,5	250x600	0,180	11,62	3,81	5,72	0,51	80,98	41,30	47,01	155,40	Отвод 90°
Ответвления													
AMP	153	-	150x150	0,02	2,13			1,4	2,71	3,79	3,79	3,79	
13	153	9,9	100x200	0,020	2,13	0,21	2,08	0,2	2,71	0,54	2,62	6,41	Отвод 90°+тр.на проход
14	236	6,3	100x250	0,025	2,62	0,69	4,35	0,15	4,13	0,62	4,97	11,38	Тройник на отв.
невязка 10,94-10,4/10,94*100=5%													

AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
15	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	3,3	1,42	4,68	4,92	6,03	Тройник на отв.
невязка $10,94-10,4/10,94*100=5\%$													
Ответвления													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
8	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	6,1	1,42	8,65	8,88	10,00	Тройник на отв.
невязка $27,24-25,87/27,24*100=5\%$													
AMP	998	-	400x250	0,094	2,95			1,4	5,22	7,31	7,31	7,31	
9	998	0,7	250x300	0,075	3,70	0,58	0,41	1,3	8,20	10,66	11,06	18,37	Тройник на отв.
невязка $41,2-38,06/41,2*100=8\%$													
AMP	998	-	400x250	0,094	2,95	0,38		1,4	5,22	7,31	7,31	7,31	
10	998	0,7	250x300	0,075	3,70	0,58	0,41	1,45	8,20	11,89	12,29	19,60	Тройник на отв.
невязка $71,95-62,37/71,95*100=13\%$													
AMP	350	-	300x200	0,046	2,11			1,4	2,68	3,75	3,75	3,75	
11	350	0,7	200x200	0,040	2,43	0,35	0,25	8,5	3,54	30,13	30,37	34,13	Тройник на отв.
невязка $89,62-82,23/89,62*100=8\%$													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
12	83	3,7	150x100	0,015	1,54	0,34	1,26	3,9	1,42	5,53	6,79	7,90	Тройник на отв.
невязка $108,26-105,11/108,26*100=10\%$													

Ответвления													
AMP	998	-	400x250	0,094	2,95			1,4	5,22	7,31	7,31	7,31	
16	1122	5,5	250x300	0,075	4,16	0,74	4,07	0,2	10,36	2,07	6,14	13,45	Тройник на проход
17	1205	3	250x300	0,075	4,46	0,85	2,55	0,2	11,95	2,39	4,94	18,39	Тройник на проход
18	1288	3,3	250x300	0,075	4,77	0,94	3,10	0,2	13,65	2,73	5,83	24,22	Тройник на проход

19	1371	2,9	250x300	0,075	5,08	1	2,90	0,2	15,47	3,09	5,99	30,22	Тройник на проход
20	1454	3,2	250x300	0,075	5,39	1,16	3,71	0,15	17,40	2,61	6,32	36,54	Тройник на проход
21	2452	14,5	250x500	0,125	5,45	0,96	13,92	0,2	17,81	3,56	17,48	54,02	Тройник на проход
22	3450	3	250x600	0,150	6,39	1,18	3,54	0,2	24,49	4,90	8,44	62,46	Тройник на проход
23	3533	2,8	250x600	0,150	6,54	1,21	3,39	0,2	25,68	5,14	8,52	70,98	Тройник на проход
24	3616	3,3	250x600	0,150	6,70	1,28	4,22	0,2	26,90	5,38	9,60	80,59	Тройник на проход
25	3699	2	250x600	0,150	6,85	1,34	2,68	0,2	28,15	5,63	8,31	88,90	Тройник на проход
26	3782	2,6	250x600	0,150	7,00	1,4	3,64	0,51	29,43	15,01	18,65	107,55	Отвод 90°+Тройник на отв.
невязка 128,89-86,41/128,89*100=33%													
Ответвления													
AMP	83	-	150x100	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
36	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	0,33	1,42	0,47	0,71	1,82	Отвод 90°+тр.на проход
37	124	3,6	150x100	0,015	2,30	0,75	2,70	0,15	3,16	0,47	3,17	5,00	Тройник на отв.
невязка 128,89-86,41/128,89*100=33%													
Ответвления													
AMP	41	-	150x100	0,013	0,88			1,4	0,46	0,64	0,64	0,64	
38	41	0,7	150x100	0,015	0,76	1,44	1,01	6,8	0,35	2,35	3,36	4,00	Тройник на отв.
невязка 27,98-25,55 /27,98*100=9%													
Ответвления													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
27	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	6	1,42	8,50	8,74	9,86	Тройник на отв.
невязка 37,09-38,96/37,09*100= -5%													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
28	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	8,5	1,42	12,05	12,29	13,40	Тройник на отв.
невязка 60,37-40,16/60,37*100=34%													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
29	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	8,5	1,42	12,05	12,29	13,40	Тройник на отв.

невязка 66,86-46,63/66,86*100= 30%													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
30	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	11,7	1,42	16,58	16,82	17,94	Тройник на отв.
невязка 66,86-46,63/66,86*100= 30%													
AMP	998	-	400x250	0,094	2,95			1,4	5,22	7,31	7,31	7,31	
31	998	0,7	250x300	0,075	3,70	0,58	0,41	1,1	8,20	9,02	9,42	16,73	Тройник на отв.
невязка 66,86-46,63/66,86*100= 30%													
AMP	998	-	400x250	0,094	2,95			1,4	5,22	7,31	7,31	7,31	
32	998	0,7	250x300	0,075	3,70	0,58	0,41	2,4	8,20	19,67	20,08	27,39	Тройник на отв.
невязка 66,86-46,63/66,86*100= 30%													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
33	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	3,9	1,42	5,53	5,77	6,88	Тройник на отв.
невязка 66,86-46,63/66,86*100= 30%													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
34	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	3,9	1,42	5,53	5,77	6,88	Тройник на отв.
невязка 66,86-46,63/66,86*100= 30%													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
35	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	3,9	1,42	5,53	5,77	6,88	Тройник на отв.
невязка 66,86-46,63/66,86*100= 30%													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
36	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	3,9	1,42	5,53	5,77	6,88	Тройник на отв.
невязка 66,86-46,63/66,86*100= 30%													

Магистраль													
AMP	749	-	400x250	0,094	2,21			1,4	2,94	4,12	4,12	4,12	
1	749	1,2	250x300	0,075	2,77	0,65	0,78	0,3	4,62	1,39	2,17	6,28	Отвод 90°+ тр. на проход
2	1498	6,8	250x300	0,075	5,55	1,2	8,16	0,3	18,47	5,54	13,70	19,98	Тройник на проход
3	2996	5,6	300x500	0,150	5,55	0,85	4,76	0,2	18,47	3,69	8,45	28,43	Тройник на проход
4	3079	2,8	300x500	0,150	5,70	0,94	2,63	0,2	19,51	3,90	6,53	34,97	Тройник на проход
5	3162	3	300x500	0,150	5,86	0,97	2,91	0,2	20,57	4,11	7,02	41,99	Тройник на проход
6	3245	3,4	300x500	0,150	6,01	1	3,40	0,25	21,67	5,42	8,82	50,81	Тройник на проход
7	4743	8,6	300x600	0,180	7,32	1,3	11,18	0,2	32,14	6,43	17,61	68,42	Тройник на проход
8	6241	3,1	300x800	0,240	7,22	1,2	3,72	0,2	31,31	6,26	9,98	78,40	Тройник на проход
9	6324	2,9	300x800	0,240	7,32	1,17	3,39	0,2	32,14	6,43	9,82	88,22	Тройник на проход
10	6407	3	300x800	0,240	7,42	1,25	3,75	0,2	32,99	6,60	10,35	98,57	Тройник на проход
11	6490	3,4	300x800	0,240	7,51	1,3	4,42	0,15	33,85	5,08	9,50	108,07	Тройник на проход
12	7488	6	300x800	0,240	8,67	1,71	10,26	0,15	45,07	6,76	17,02	125,09	Тройник на проход
13	8486	2,4	300x800	0,240	9,82	2,05	4,92	0,2	57,88	11,58	16,50	141,58	Тройник на проход
14	11716	3,4	300x800	0,300	10,85	2,35	7,99	0,32	70,61	22,60	30,59	172,17	Отвод 90°
Ответвления													
AMP	749	-	400x250	0,094	2,21			1,4	2,94	4,12	4,12	4,12	
15	749	0,7	250x300	0,075	2,77	0,58	0,41	0,2	4,62	0,92	1,33	5,44	Тройник на отв.
невязка $10,94-10,4/10,94*100=5\%$													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,79	1,11	1,11	1,11	
16	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	2,2	1,42	3,13	3,37	4,48	Тройник на отв.
невязка $(18,11-16,69)/18,11*100= 8\%$													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,79	1,11	1,11	1,11	
17	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	3,9	1,42	5,55	5,79	6,90	Тройник на отв.
невязка $27,24-25,87/27,24*100= 5\%$													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,79	1,11	1,11	1,11	

18	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	3,9	1,42	5,55	5,79	6,90	Тройник на отв.
невязка 41,2-38,06/41,2*100= 8%													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,79	1,11	1,11	1,11	
19	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	3,9	1,42	5,55	5,79	6,90	Тройник на отв.
невязка 71,95-62,37/71,95*100= 13%													
AMP	1498	-	600x250	0,142	2,93			1,4	5,15	7,21	7,21	7,21	
20	1498	0,7	250x300	0,075	5,55	0,58	0,41	2	18,47	36,94	37,34	44,56	Тройник на отв.
невязка 89,62-82,23/89,62*100= 8%													
AMP	1498	-	600x250	0,142	2,93			1,4	5,15	7,21	7,21	7,21	
21	1498	3,7	250x300	0,075	5,55	0,58	2,15	2,4	18,47	44,33	46,47	53,69	Тройник на отв.
невязка 108,26-105,11/108,26*100=10%													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,79	1,11	1,11	1,11	
22	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	1,3	1,42	1,85	2,09	3,20	Тройник на отв.
невязка 27,24-25,87/27,24*100= 5%													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,79	1,11	1,11	1,11	
23	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	1,3	1,42	1,85	2,09	3,20	Тройник на отв.
невязка 41,2-38,06/41,2*100= 8%													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,79	1,11	1,11	1,11	
24	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	1,3	1,42	1,85	2,09	3,20	Тройник на отв.
невязка 71,95-62,37/71,95*100= 13%													
AMP	998	-	400x250	0,094	2,95			1,4	5,22	7,31	7,31	7,31	
25	998	0,7	250x300	0,075	3,70	0,58	0,41	8,5	8,20	69,68	70,09	77,39	Тройник на отв.
невязка 89,62-82,23/89,62*100= 8%													
AMP	998	-	400x250	0,094	2,95			1,4	5,22	7,31	7,31	7,31	
26	998	3,7	250x300	0,075	3,70	0,58	2,15	11,8	8,20	96,73	98,88	106,18	Тройник на отв.
невязка 108,26-105,11/108,26*100=10%													

Ответвления													
AMP	153	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,79	1,11	1,11	1,11	
27	153	9,5	150x200	0,030	1,45	0,19	1,81	1,5	1,26	1,89	3,70	4,81	Отвод 90°+ тр. на проход
28	236	3	150x200	0,030	2,19	0,38	1,14	0,15	2,87	0,43	1,57	6,38	Тройник на проход
29	319	3	150x200	0,030	2,95	0,72	2,16	0,15	5,23	0,79	2,95	9,32	Тройник на проход
30	402	3,3	150x200	0,030	3,72	1,12	3,70	0,15	8,31	1,25	4,94	14,27	Тройник на проход
31	485	2,9	150x200	0,030	4,49	1,5	4,35	0,9	12,10	10,89	15,24	29,51	Тройник на проход
32	1483	11,6	200x500	0,100	4,12	0,65	7,54	0,15	10,18	1,53	9,07	38,57	Тройник на проход
33	1566	3,2	200x500	0,100	4,35	0,75	2,40	0,15	11,35	1,70	4,10	42,68	Тройник на проход
34	1649	2,9	200x500	0,100	4,58	0,81	2,35	0,15	12,59	1,89	4,24	46,91	Тройник на проход
35	1732	3	200x500	0,100	4,81	0,87	2,61	0,3	13,89	4,17	6,78	53,69	Тройник на проход
36	3230	6,5	250x600	0,150	5,98	1,1	7,15	0,25	21,47	5,37	12,52	66,21	Отвод 90°+Тройник на отв.
невязка 128,89-86,41/128,89*100=33%													
Ответвления													
AMP	153	-	150x150	0,02	2,13			1,4	2,71	3,79	3,79	3,79	
37	153	0,7	150x100	0,015	2,83	0,58	0,41	0,2	4,82	0,96	1,37	5,16	Тройник на отв.
невязка 27,98-25,55 /27,98*100=9%													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
38	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	2,8	1,42	3,97	4,21	5,32	Тройник на отв.
невязка (33,07-27,47)/33,07*100= 14%													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
39	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	6	1,42	8,50	8,74	9,86	Тройник на отв.
невязка 37,09-38,96/37,09*100= -5%													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
40	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	8,5	1,42	12,05	12,29	13,40	Тройник на отв.
невязка 60,37-40,16/60,37*100=34%													

AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
41	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	15,1	1,42	21,40	21,64	22,76	Тройник на отв.
невязка $66,86-46,63/66,86*100= 30\%$													
AMP	998	-	400x250	0,094	2,95			1,4	5,22	7,31	7,31	7,31	
42	998	0,7	250x300	0,075	3,70	0,58	0,41	1,7	8,20	13,94	14,34	21,65	Тройник на отв.
невязка $(33,07-27,47)/33,07*100= 14\%$													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
43	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	3,9	1,42	5,53	5,77	6,88	Тройник на отв.
невязка $37,09-38,96/37,09*100= -5\%$													
AMP	83	-	150x150	0,02	1,15			1,4	0,80	1,12	1,12	1,12	
44	83	0,7	150x100	0,015	1,54	0,34	0,24	3,9	1,42	5,53	5,77	6,88	Тройник на отв.
невязка $60,37-40,16/60,37*100=34\%$													
AMP	1498	-	600x250	0,142	2,93			1,4	5,15	7,21	7,21	7,21	
45	1498	3,7	250x300	0,075	5,55	0,34	1,26	2,2	18,47	40,63	41,89	49,10	Тройник на отв.
невязка $66,86-46,63/66,86*100= 30\%$													

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Аэродинамический расчет вытяжной вентиляции

Аэродинамический расчет механической вентиляции, вытяжка.													
№ уч- ка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R Па/м	R*l, Па	Σξ	Rд Па	Z, Па	R*L+Z, Па	ΣR*L+Z, Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	V, м/с								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Магистраль В1													
1	75	2,2	80	0,005	4,15	3,14	6,91	2,2	10,32	22,70	29,61	29,61	Решетка, отвод 90°, тр. на проход
2	150	2,1	100	0,008	5,31	4,02	8,44	0,2	16,90	3,38	11,82	41,43	тр. на проход
3	200	3,3	100	0,008	7,08	6,33	20,89	0,2	30,05	6,01	26,90	68,33	тр. на проход
4	250	3,3	100	0,008	8,85	9,55	31,52	0,2	46,96	9,39	40,91	109,23	тр. на проход
5	300	1,5	100	0,008	10,62	13,5	20,25	1,3	67,62	87,90	108,15	217,39	Зонт
Ответвление													
6	75	0,7	80	0,005	4,15	3,25	2,28	1,55	10,32	15,99	18,27	18,27	Решетка, тр. на отв.
38,3003655													
7	50	7,6	80	0,005	2,76	1,82	13,83	1,8	4,59	8,25	22,09	22,09	Решетка, тр. на отв.
46,68979662													
8	50	7,6	80	0,005	2,76	1,82	13,83	1,85	4,59	8,48	22,32	22,32	Решетка, тр. на отв.
79,57129964													
9	50	7,6	80	0,005	2,76	1,82	13,83	7,3	4,59	33,47	47,31	47,31	Решетка, тр. на отв.
78,2385549													
Магистраль В2													
1	555	3,3	200x250	0,05	3,08	0,53	1,75	1,95	5,70	11,12	12,87	12,87	Решетка, отвод 90°, тр. на проход
2	1111	7,3	200x250	0,05	6,17	2,3	16,79	0,2	22,86	4,57	21,36	34,23	тр. на проход
3	1809	12,9	200x250	0,05	10,05	4,7	60,63	1,65	60,60	99,99	160,62	194,86	Отвод 90°+Зонт

Ответвление													
4	556	1	200x250	0,05	3,09	0,53	0,53	2,05	5,72	11,74	12,27	12,27	Решетка, тр. на отв.
4,711005226													
5	698	5,3	200x250	0,05	3,88	0,88	4,66	2,15	9,02	19,40	24,06	24,06	Решетка, тр. на отв+Отвод 90°
87,65143626													
Магистраль В3													
1	555	7	200x250	0,05	3,08	0,53	3,71	1,8	5,70	10,27	13,98	13,98	Решетка, отвод 90°, тр. на проход
2	1111	16,7	200x250	0,05	6,17	2,3	8,75	2	22,86	45,72	54,47	68,44	Отвод 90°+Зонт
Ответвление													
3	278	0,8	200x250	0,05	1,54	2,3	1,84	3,29	1,43	4,71	6,55	6,55	Решетка, тр. на прох+Отвод 90°
4	556	4,1	200x250	0,05	3,09	0,53	2,17	0,75	5,72	4,29	6,47	13,02	тр. на отв.
53,14899475													
5	278	0,2	200x250	0,05	1,54	2,3	0,46	1,5	1,43	2,15	2,61	2,61	Решетка, тр. на отв
60,1933532													
Магистраль В4													
1	111	8	100x150	0,015	2,06	0,56	4,48	1,85	2,54	4,69	9,17	9,17	Решетка, отвод 90°, тр. на проход
2	225	12,4	100x150	0,015	4,17	2,11	8,75	1,65	10,42	17,19	25,94	35,11	Отвод 90°+Зонт
Ответвление													
3	114	3,7	100x150	0,015	2,11	0,65	2,41	2,15	2,67	5,75	8,15	8,15	Решетка, тр. на отв.+Отвод 90°
11,07767804													

Магистраль В5													
1	226	2,8	100x150	0,015	4,19	0,56	1,57	1,95	10,51	20,49	22,06	22,06	Решетка, отвод 90°, тр. на проход
3	453	1,8	100x150	0,015	8,39	1,56	2,81	0,2	42,22	8,44	11,25	33,31	тр. на проход
2	576	12,4	100x150	0,015	10,67	2,11	8,75	2,95	68,27	201,39	210,14	243,45	Отвод 90°x2+Зонт
Ответвление													
5	41	2,9	100x150	0,015	0,76	0,11	0,32	1,8	0,35	0,62	0,94	0,94	Решетка, отвод 90°, тр. на проход

6	82	3,5	100x150	0,015	1,52	0,35	1,23	0,75	1,38	1,04	2,26	3,20	Отвод 90°+р. на проход
7	123	1,8	100x150	0,015	2,28	1,1	1,98	0,7	3,11	2,18	4,16	7,36	тр. на отв.
66,62359581													
4	227	0,7	100x150	0,015	4,20	2,11	1,48	1,8	10,60	19,08	20,56	20,56	Решетка, тр. на отв
6,797565499													
8	41	0,7	100x150	0,015	0,76	0,11	0,08	2,2	0,35	0,76	0,84	0,84	Решетка, тр. на отв
11,00753036													
9	41	0,7	100x150	0,015	0,76	0,11	0,08	1,6	0,35	0,55	0,63	0,63	Решетка, тр. на отв
91,4384333													
Магистраль В6													
1	278	5,4	150x150	0,023	3,43	1,1	5,94	1,85	7,07	13,08	19,02	19,02	Решетка, отвод 90°, тр. на проход
2	389	2,9	150x150	0,023	4,80	1,85	5,37	0,8	13,84	11,07	16,44	35,45	тр. на проход
3	500	5	150x150	0,023	6,17	2,9	14,50	0,6	22,86	13,72	28,22	63,67	тр. на проход
4	1055	12,1	200x150	0,03	9,77	4,3	52,03	1,65	57,25	94,47	146,50	210,17	Отвод 90°+Зонт
Ответвление													
5	111	0,7	150x150	0,023	1,37	0,23	0,16	2	1,13	2,25	2,41	2,41	Решетка, тр. на отв
87,30215751													
6	111	0,7	150x150	0,023	1,37	0,23	0,16	2,15	1,13	2,42	2,58	2,58	Решетка, тр. на отв
92,71236633													
7	555	4,7	200x200	0,04	3,85	0,95	4,47	2,9	8,91	25,85	30,31	30,31	Решетка, тр. на отв+Отвод 90°
52,39053785													

Магистраль В7													
1	998	9,5	250x300	0,075	3,70	0,65	6,18	1,9	8,20	15,58	21,75	21,75	Решетка, отвод 90°, тр. на проход
2	1996	2	250x300	0,075	7,39	2,33	4,66	0,3	32,79	9,84	14,50	36,25	тр. на проход
3	2994	9,9	250x300	0,075	11,09	4,4	43,56	1,65	73,78	121,73	165,29	201,54	Отвод 90°+Зонт

Ответвление													
4	998	0,4	250x300	0,075	3,70	0,65	0,26	2,25	8,20	18,44	18,70	18,70	Решетка, тр. на ответвление
14,00368135													
5	998	4,6	250x300	0,075	3,70	0,65	2,99	3,8	8,20	31,15	34,14	34,14	Решетка, отвод 90°, тр. на отв.
5,812010173													
Магистраль В8													
1	75	2	125	0,012	1,70	0,22	0,44	1,9	1,73	3,29	3,73	3,73	Решетка, отвод 90°, тр. на проход
2	150	2,4	125	0,012	3,40	1,42	3,41	1,2	6,92	8,31	11,72	15,45	тр. на проход
3	200	5	125	0,012	4,53	2,15	10,75	1,15	12,31	14,16	24,91	40,35	тр. на проход+отвод 90°
4	312	1,5	125	0,012	7,07	4,79	7,19	1	29,96	29,96	37,14	77,49	тр. на проход
5	425	6,1	125	0,012	9,62	7,58	46,24	1,65	55,58	91,71	137,95	215,44	Отвод 90°+Зонт
Ответвление													
6	75	0,3	125	0,012	1,70	0,22	0,07	2	1,73	3,46	3,53	3,53	Решетка, тр. на отв
5,387813475													
7	50	0,3	125	0,012	1,13	0,16	0,05	2,8	0,77	2,15	2,20	2,20	Решетка, тр. на отв
85,74279893													
8	112	0,3	125	0,012	2,54	0,79	0,24	3,9	3,86	15,05	15,29	15,29	Решетка, тр. на отв
62,10366669													
9	113	0,3	125	0,012	2,56	0,81	0,24	2,7	3,93	10,61	10,85	10,85	Решетка, тр. на отв
85,99546092													
Магистраль В9													
1	998	2	250x300	0,075	3,70	0,65	1,30	2,1	8,20	17,21	18,51	18,51	Решетка, отвод 90°, тр. на проход
2	1996	1,8	250x300	0,075	7,39	2,33	4,19	0,3	32,79	9,84	14,03	32,55	тр. на проход
3	2994	10,1	250x300	0,075	11,09	4,4	44,44	1,65	73,78	121,73	166,17	198,72	Отвод 90°+Зонт
Ответвление													
4	998	0,7	250x300	0,075	3,70	0,65	0,46	2,1	8,20	17,21	17,67	17,67	Решетка, тр. на ответвление

4,563895741													
5	998	2	250x300	0,075	3,70	0,65	1,30	3,8	8,20	31,15	32,45	32,45	Решетка, отвод 90°, тр. на отв.
0,292565054													

Магистраль В10													
1	150	2,4	160	0,020	2,07	0,4	0,96	2,55	2,58	6,58	7,54	7,54	Решетка, отвод 90°, тр. на проход
2	300	2,1	160	0,020	4,15	1,35	2,84	0,45	10,32	4,64	7,48	15,02	тр. на проход
3	450	1,5	160	0,020	6,22	2,7	4,05	0,5	23,21	11,61	15,66	30,67	тр. на проход
4	600	13,1	160	0,020	8,29	4,66	61,05	1,65	41,27	68,09	129,14	159,81	Отвод 90°+Зонт
Ответвление													
5	150	0,8	160	0,020	2,07	0,4	0,32	2,4	2,58	6,19	6,51	6,51	Решетка, тр. на отв.
13,62421018													
6	150	0,8	160	0,020	2,07	0,4	0,32	2,5	2,58	6,45	6,77	6,77	Решетка, тр. на отв.
54,92311137													
7	75	2,4	160	0,020	1,04	0,12	0,29	2,97	0,64	1,92	2,20	2,20	Решетка, отвод 90°, тр. на проход
8	150	1,6	160	0,020	2,07	0,4	0,64	4,4	2,58	11,35	11,99	14,19	тр. на проход
92,8170673													
9	75	0,2	160	0,020	1,04	0,12	0,02	2,9	0,64	1,87	1,89	1,89	Решетка, тр. на отв.
14,03157185													
Магистраль В11													
1	749	9,4	250x300	0,075	2,77	0,65	6,11	1,85	4,62	8,54	14,65	14,65	Решетка, отвод 90°, тр. на проход
2	1747	6,1	250x300	0,075	6,47	1,7	10,37	0,5	25,12	12,56	22,93	37,58	тр. на проход
3	2745	1,3	250x400	0,1	7,63	1,9	2,47	0,45	34,88	15,70	18,17	55,75	тр. на проход
4	3743	9,1	250x400	0,1	10,40	3,5	31,85	1,65	64,86	107,02	138,87	194,62	Отвод 90°+Зонт
Ответвление													
5	998	0,9	250x300	0,075	3,70	0,65	0,59	1,5	8,20	12,30	12,88	12,88	Решетка, тр. на отв.
12,08467103													

6	998	0,7	250x300	0,075	3,70	0,65	0,46	2	8,20	16,40	16,85	16,85	Решетка, тр. на отв
55,16400719													
7	998	3,1	250x300	0,075	3,70	0,65	2,02	2,1	8,20	17,21	19,23	19,23	Решетка, тр. на отв+Отвод 90°
65,50672865													

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Магистраль В12													
1	998	2,7	250x300	0,075	3,70	0,65	1,76	1,9	8,20	15,58	17,33	17,33	Решетка, отвод 90°, тр. на проход
2	1996	8,4	250x300	0,075	7,39	2,33	19,57	0,3	32,79	9,84	29,41	46,74	тр. на проход,отвод 90°
3	2994	13,2	250x300	0,075	11,09	4,4	58,08	1,65	73,78	121,73	179,81	226,55	Отвод 90°+Зонт
Ответвление													
4	998	0,2	250x300	0,075	3,70	0,65	0,13	1,95	8,20	15,99	16,12	16,12	Решетка, тр. на ответвление
7,011516356													
5	998	11,7	250x300	0,075	3,70	0,65	7,61	3,95	8,20	32,38	39,99	39,99	Решетка, отвод 90°, тр. на отв.
14,45047194													
Магистраль В13													
1	150	0,9	125	0,012	3,40	1,32	1,19	1,5	6,92	10,39	11,57	11,57	Решетка, тр. на проход
2	200	1,6	125	0,012	4,53	2,21	3,54	1,15	12,31	14,16	17,69	29,27	тр. на проход
3	350	1,7	125	0,012	7,93	6,11	10,39	1,15	37,70	43,35	53,74	83,00	тр. на проход,отвод 90°
4	400	10,2	125	0,012	9,06	7,58	77,32	2	49,24	98,47	175,79	258,79	Отвод 90°+Зонт
Ответвление													
5	50	4,6	125	0,012	1,13	0,18	0,83	2,1	0,77	1,62	2,44	2,44	Решетка, тр. на отв
78,88707295													
6	150	0,9	125	0,012	3,40	1,32	1,19	2,54	6,92	17,59	18,77	18,77	Решетка, тр. на отв
35,84672116													
7	50	3,1	125	0,012	1,13	0,18	0,56	1,55	0,77	1,19	1,75	1,75	Решетка, тр. на отв

97,8911175													
Магистраль В14													
1	998	12,7	250x300	0,075	3,70	0,65	8,26	2,1	8,20	17,21	25,47	25,47	Решетка, отвод 90°, тр. на проход
2	1996	13,3	250x300	0,075	7,39	2,33	30,99	0,5	32,79	16,40	47,38	72,85	тр. на проход
3	2994	6,1	250x300	0,075	11,09	4,4	26,84	1,65	73,78	121,73	148,57	221,43	Отвод 90°+Зонт
Ответвление													
4	998	0,7	250x300	0,075	3,70	0,65	0,46	2,1	8,20	17,21	17,67	17,67	Решетка, тр. на ответвление
30,62440337													
5	998	2,7	250x300	0,075	3,70	0,65	1,76	3,8	8,20	31,15	32,91	32,91	Решетка, отвод 90°, тр. на отв.
54,83331432													
Магистраль В15													
1	50	1,4	100	0,008	0,77	0,65	0,91	1,8	0,36	0,64	1,55	1,55	Решетка, отвод 90°, тр. на проход
2	100	5,2	100	0,008	1,38	2,33	12,12	1,65	1,14	1,89	14,00	15,55	Отвод 90°+Зонт
Ответвление													
4	50	0,4	100	0,008	0,77	0,65	0,26	3,1	0,36	1,10	1,36	1,36	Решетка, тр. на ответвление
12,09663479													

Магистраль В16													
1	998	5	250x400	0,1	2,77	0,35	1,75	1,95	4,61	8,99	10,74	10,74	Решетка, отвод 90°, тр. на проход
2	1996	3,4	250x400	0,1	5,54	1,05	3,57	1,65	18,44	30,43	34,00	44,75	Отвод 90°, зонт, тр. на проход
Ответвление													
3	998	2,2	250x400	0,1	2,77	0,35	0,77	1,85	4,61	8,53	9,30	9,30	Решетка, отвод 90°, тр. на отв.
13,41605696													

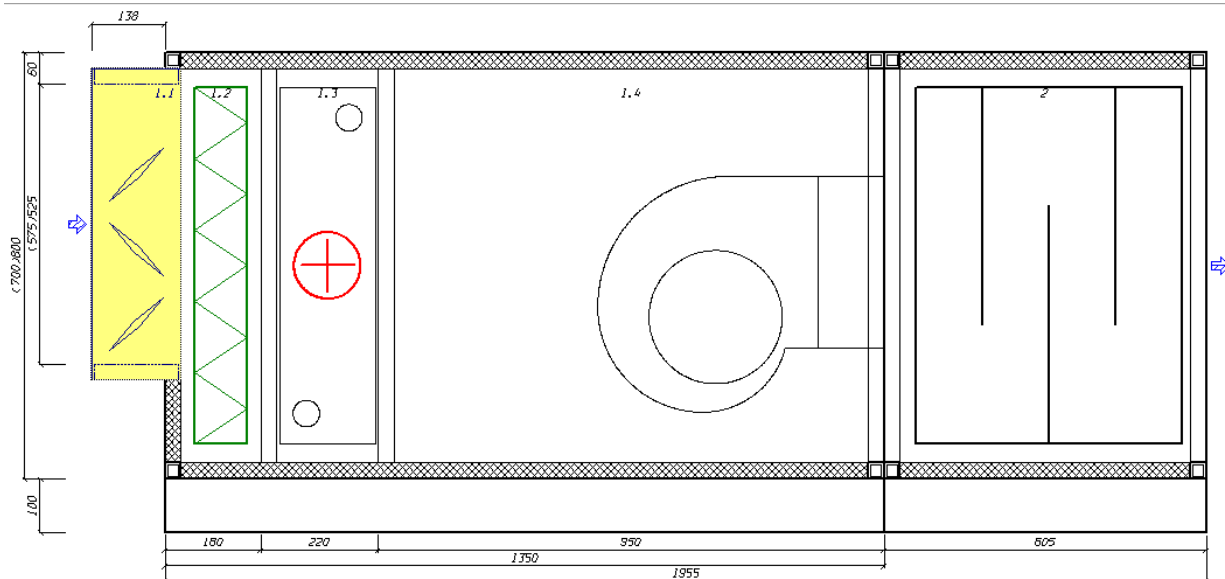
Магистраль В17													
1	1498	3,3	250x500	0,125	3,33	0,32	1,06	1,85	6,65	12,30	13,36	13,36	Решетка, отвод 90°, тр. на проход

2	2996	4,7	250x500	0,125	6,66	1,12	5,26	1,65	26,60	43,88	49,15	62,50	Отвод 90°, зонт
Ответвление													
3	1498	0,9	250x500	0,125	3,33	0,32	0,29	1,85	6,65	12,30	12,59	12,59	Решетка, отвод 90°, тр. на отв.
5,750023836													
Магистраль В18													
1	1498	6,4	250x500	0,125	3,33	0,32	2,05	1,95	6,65	12,97	15,01	15,01	Решетка, отвод 90°, тр. на проход
2	2996	5,1	250x500	0,125	6,66	1,12	5,71	1,65	26,60	43,88	49,59	64,61	Отвод 90°, зонт
Ответвление													
3	1498	0,9	250x500	0,125	3,33	0,32	0,29	1,85	6,65	12,30	12,59	12,59	Решетка, отвод 90°, тр. на отв.
5,115445056													
Магистраль 19													
1	150	0,9	125	0,012	3,40	1,32	1,19	1,5	6,92	10,39	11,57	11,57	Решетка, тр. на проход
2	200	1,6	125	0,012	4,53	2,21	3,54	1,15	12,31	14,16	17,69	29,27	тр. на проход
3	350	1,7	125	0,012	7,93	6,11	10,39	1,15	37,70	43,35	53,74	83,00	тр. на проход, отвод 90°
4	400	10,2	125	0,012	9,06	7,58	77,32	2	49,24	98,47	175,79	258,79	Отвод 90°+Зонт
Ответвление													
5	50	4,6	125	0,012	1,13	0,18	0,83	2,1	0,77	1,62	2,44	2,44	Решетка, тр. на отв
78,88707295													
6	150	0,9	125	0,012	3,40	1,32	1,19	2,54	6,92	17,59	18,77	18,77	Решетка, тр. на отв
35,84672116													
7	50	3,1	125	0,012	1,13	0,18	0,56	1,55	0,77	1,19	1,75	1,75	Решетка, тр. на отв
97,8911175													
Магистраль 20													

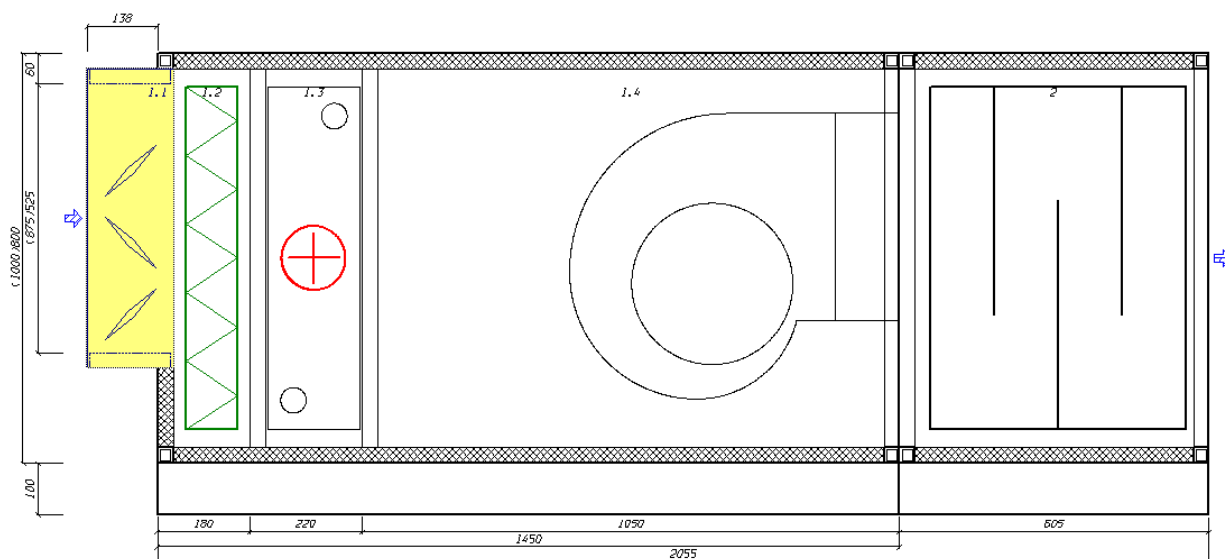
1	998	12,7	250x300	0,075	3,70	0,65	8,26	2,1	8,20	17,21	25,47	25,47	Решетка, отвод 90°, тр. на проход
2	1996	13,3	250x300	0,075	7,39	2,33	30,99	0,5	32,79	16,40	47,38	72,85	тр. на проход
3	2994	6,1	250x300	0,075	11,09	4,4	26,84	1,65	73,78	121,73	148,57	221,43	Отвод 90°+Зонт
Ответвление													
4	998	0,7	250x300	0,075	3,70	0,65	0,46	2,1	8,20	17,21	17,67	17,67	Решетка, тр. на ответвление
30,62440337													
5	998	2,7	250x300	0,075	3,70	0,65	1,76	3,8	8,20	31,15	32,91	32,91	Решетка, отвод 90°, тр. на отв.
54,83331432													
Магистраль 21													
1	50	1,4	100	0,008	0,77	0,65	0,91	1,8	0,36	0,64	1,55	1,55	Решетка, отвод 90°, тр. на проход
2	100	5,2	100	0,008	1,38	2,33	12,12	1,65	1,14	1,89	14,00	15,55	Отвод 90°+Зонт
Ответвление													
4	50	0,4	100	0,008	0,77	0,65	0,26	3,1	0,36	1,10	1,36	1,36	Решетка, тр. на ответвление
12,09663479													

ПРИЛОЖЕНИЕ И

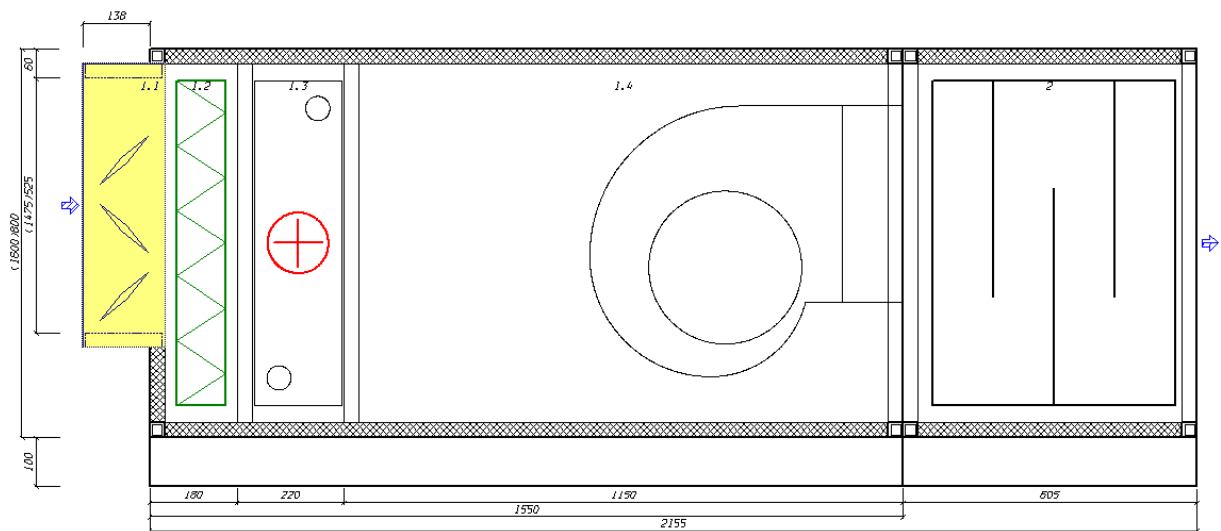
Приточные установки



КЦКП-3,15-У3 (1ЭТ)



КЦКП-5-У3



КЦКП-8_1-У3(2эт)