

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(наименование института полностью)

Кафедра «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

(наименование кафедры)

08.03.01 «Строительство»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Теплогазоснабжение и вентиляция»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему г. Екатеринбург. Спортивный комплекс. Отопление и вентиляция

Студент

В. В. Трухонин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

О. А. Сизенко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Т. П. Фадеева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И. А. Живоглядова

(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 2017

АННОТАЦИЯ

В представленной выпускной квалификационной работе запроектированы системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха спортивного комплекса, расположенного в городе Екатеринбург.

В разделе ‘Теплотехнический расчёт’ определены теплопотери помещений здания через ограждающие конструкции, для спортзалов и танцевального зала определены тепlopоступления и составлен тепловой баланс.

В разделе ‘Отопление’ выполнены гидравлический расчёт системы отопления и тепловой расчёт отопительных приборов. Так же осуществлён подбор оборудования теплового пункта здания.

В разделе ‘Вентиляция и кондиционирование воздуха’ составлен воздушный баланс для спортзалов и танцевального зала, для остальных помещений определены требуемые воздухообмены по нормируемой кратности. Выполнен аэродинамический расчёт системы вентиляции и подобрано вентиляционное оборудование и оборудование системы кондиционирования.

В разделе ‘Контроль и автоматизация’ рассмотрена автоматизация индивидуального теплового пункта здания и принцип действия этого оборудования.

В разделе ‘Организация монтажных работ’ определён объём монтажных работ. Так же выполнен расчёт трудоёмкости монтажных работ, составляющий 99,08 чел-дн.

В разделе ‘Безопасность и экологичность технического объекта’ выполнена оценка опасных процессов при монтаже систем отопления и приведён перечень мероприятий, при соблюдении которых, осуществляется безопасность жизнедеятельности при монтаже системы отопления в физкультурно-оздоровительном комплексе.

СОДЕРЖАНИЕ		Стр.
ВВЕДЕНИЕ		6
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ		7
1.1	Параметры наружного воздуха	7
1.2	Параметры внутреннего воздуха	8
1.3	Архитектурно-планировочное описание	9
1.4	Источник теплоснабжения	10
2 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ		11
2.1	Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций	11
2.2	Определение теплотерь здания	17
2.3	Определение теплоступление в здание	18
3 ОТОПЛЕНИЕ		22
3.1	Конструирование	22
3.2	Гидравлический расчёт	23
3.3	Тепловой расчёт отопительных приборов	28
3.4	Расчёт и подбор оборудования	30
4 ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА		31
4.1	Определение требуемых воздухообменов	31
4.2	Конструирование и выбор принципиальных решений	34
4.3	Аэродинамический расчёт	35
4.4	Расчёт и подбор оборудования	37
4.5	Кондиционирование	43
5 КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ		46
6 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ		49
6.1	Определение объёмов работ	49
6.2	Определение трудоёмкости работ	50
7 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА		54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ		57
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ		58
ПРИЛОЖЕНИЯ		62

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время для осуществления комфортных микроклиматических условий внутри помещений зданий различного назначения необходимо наличие качественно спроектированных инженерных систем. Поэтому целью работы является проектирование систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха спортивного комплекса.

Задачами работы являются:

- Определение тепловых потерь здания, определение теплопоступлений и составление теплового баланса для некоторых помещений.
- Выполнение гидравлического расчёта системы отопления, выполнение теплового расчёта отопительных приборов, подбор оборудования теплового пункта здания.
- Составление воздушного баланса для некоторых помещений и расчёт требуемых воздухообменов помещений, выполнение расчёта воздухораспределительных устройства и аэродинамического расчёта системы вентиляции, расчёт и подбор вентиляционного оборудования и оборудования системы кондиционирования.
- Рассмотрение автоматизации теплового пункта.
- Определение объёмов монтажных работ и выполнение расчёта трудоёмкости монтажных работ.
- Составление перечня мероприятий, при соблюдении которых, осуществляется безопасность жизнедеятельности при монтаже системы отопления в физкультурно-оздоровительном комплексе.

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1.1 Параметры наружного воздуха

В данном проекте значения параметров наружного воздуха принимаются согласно СП [1] для города Екатеринбург, 56 с.ш.

Значения для холодного периода года:

$t_n = -32 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура наружного воздуха самой холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92.

$z_{от} = 221 \text{ сут}$ – количество дней со среднесуточной температурой наружного воздуха $\leq 8^\circ\text{C}$.

$t_{от.} = -5,4^\circ\text{C}$ – средняя температура периода с температурой наружного воздуха ниже $+8^\circ\text{C}$.

$I_n = -34,6 \text{ кДж/кг}$ – энтальпия наружного воздуха.

$\phi_n = 78 \%$ – показатель среднемесячной относительной влажности наружного воздуха наиболее холодного месяца.

$u_n = 4,1 \text{ м/с}$ – максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь.

Для теплого периода года:

$t = 23 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура наружного воздуха с обеспеченностью 0,95.

$t_{VII} = 18,5 \text{ }^\circ\text{C}$ – среднемесячная температура наружного воздуха за июль.

$A_{тн} = 9,9 \text{ }^\circ\text{C}$ – средняя амплитуда суточных колебаний температуры наружного воздуха в июле.

$I_n = 48,1 \text{ кДж/кг}$ – энтальпия наружного воздуха.

$u = 2,7 \text{ м/с}$ – минимальная, взятая из средних скоростей ветра по румбам за июль.

1.2 Параметры внутреннего воздуха

Параметры внутреннего воздуха помещений определяются согласно ГОСТ [2].

В холодный период года:

$t_{в} = 15$ °С-температура внутреннего воздуха в спортзалах.

$t_{в} = 16$ °С-температура внутреннего воздуха в: подсобных помещениях, моечной посуды, раздевалках, венткамере, санузлах, рекреациях, снарядных, вестибюле, гардеробе, комнатах инвентаря, лестничных клетках.

$t_{в} = 18$ °С – температура внутреннего воздуха в: буфете, помещении охраны, душевых, кабинете администратора, методических кабинетах, преподавательских, аудиториях, помещении для наглядных пособий, кабинете директора, репетиционном зале, танцевальном зале.

В тёплый период года:

$t_{в} = 26$ °С- температура внутреннего воздуха во всех помещениях.

$u_{в} = 0,3$ м/с-подвижность воздуха внутри помещений.

1.3 Архитектурно-планировочное описание

Здание включает в себя два спортивных зала для занятий подвижных видов спорта, а так же административный корпус. Четырёхэтажный корпус располагается по центру здания с ориентацией главного фасада на север. С восточной и западной сторон корпуса располагаются спортзалы. Отметка уровня чистого пола в спортзалах и на первом этаже корпуса одинакова, 0.000. Высота этажа в корпусе составляет 3,6 м. Общая высота здания составляет 14,5 м. Конструкция спортзалов каркасного типа с металлическими колоннами, фермами, раскосами и не несущими стенами типа сэндвич-панели. Полы спортзалов выполнены из железобетонной стяжки. Бесчердачное покрытие из профнастила. В административном корпусе имеется тёплый неотапливаемый подвал с температурой воздуха

+5°C, на отм.-2.000, в котором располагается индивидуальный тепловой пункт. Стены административного корпуса из керамзитобетонных блоков, перекрытие над подвалом и межэтажные перекрытия из многпустотных железобетонных плит. Бесчердачное покрытие из профнастила. Окна главного фасада административного корпуса расположены по всей длине фасада корпуса. В спортзалах имеются эвакуационные выходы. В административном корпусе главный вход состоит из двух тамбуров, служебный вход с одним тамбуром. Слева от каждого входа располагаются лестничные клетки, соответственно с северной и южной стороны корпуса. На первом этаже административного корпуса имеется подшивной потолок, на высоте 2,6 м от пола. На втором, третьем и четвёртом этажах подшивной потолок располагается на высоте 3 м от уровня пола. На каждом этаже административного корпуса имеются санузлы и душевые кабины.

Данные о составе ограждающих конструкций сведены в таблицу 1:

Таблица 1- Состав ограждающих конструкций здания

Наим. констр.	Слой	Толщина δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Теплопроводность, λ , Вт/(м ⁰ С)
Спортзал				
Наружная стена	Профлист	0,002	2600	221
	Минеральная вата	0,12	180	0,048
	Гипсокартон	0,004	1350	0,56
Пол	Гравий керамзитовый	0,1	600	0,19
	Цементно-песчаный раствор	0,1	1800	0,93
	Битумная мастика	0,005	1400	0,27
	Минеральная вата	0,2	180	0,048
	2 слоя рубероида	0,004	600	0,17
	Железобетон (стяжка)	0,2	2500	2,04
Бесчердачное покрытие	Профлист	0,002		221
	Битумный ковёр	0,01	1400	0,27
	2 слоя рубероида	0,004	600	0,17
	Плиты минераловатные	0,22	180	0,048

продолжение таблицы 1:

Наим. констр.	Слой	Толщина δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Теплопро-водность, λ , Вт/(м·°С)
Административный корпус				
Наружная стена	Керамзитобетонные блоки	0,39	1800	0,92
	Плиты минераловатные	0,15	180	0,048
	Гипсокартон	0,005	1350	0,56
Пол	Ж/б многопустотная плита	0,24	2500	2,04
	Битумная мастика	0,005	1400	0,27
	2 слоя рубероида	0,004	600	0,17
	Плиты минераловатные	0,05	180	0,048
	Цементно-песчаный раствор	0,01	1800	0,93
	Керамическая плитка	0,02	1800	0,64
Бесчердачное покрытие	Профнастил	0,002		221
	Битумный ковёр	0,01	1400	0,27
	2 слоя рубероида	0,004	600	0,17
	Плиты минераловатные	0,25	180	0,048
	Гипсокартон	0,005	1350	0,56

1.4 Источник теплоснабжения

Источником теплоснабжения здания является городская ТЭЦ. Параметры теплоносителя $T_1=150$ °С, $P_1=300$ кПа, $T_2=70$ °С, $P_2=250$ кПа.

2 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

2.1 Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций

Методика теплотехнического расчета ограждающих конструкций описана в СП [3,4].

Расчёт приведённого сопротивления теплопередаче для неоднородной конструкции

Расчёт неоднородной конструкции проводится по методике, приведённой в справочнике [5]. В данном проекте неоднородной конструкцией является железобетонная многопустотная плита перекрытия над подвалом ПК 60-12-8. Конструктивные размеры плиты приведены на рисунках 2.1 и 2.2:

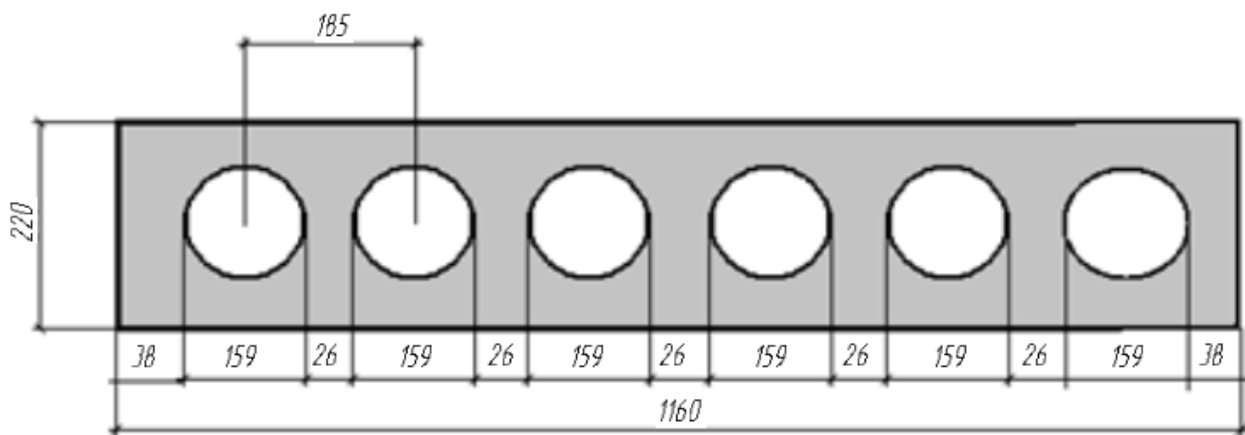


Рисунок 2.1 – Конструктивные размеры железобетонной многопустотной плиты

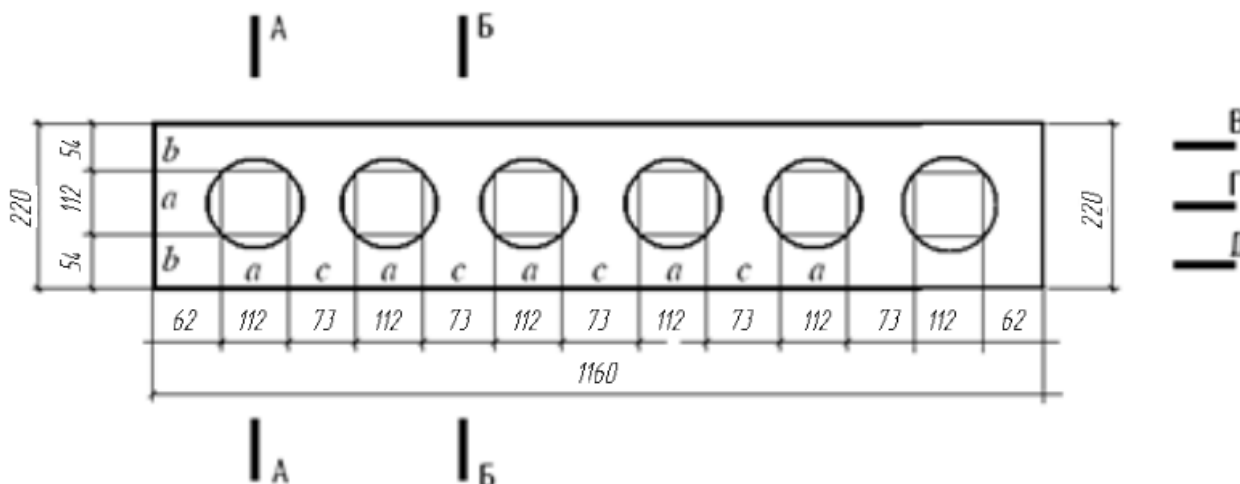


Рисунок 2.2 – Размеры для расчета неоднородной конструкций

$$R_{\text{пр}} = \frac{R_{\parallel} + 2 \cdot R_{\perp}}{3} \quad (2.1)$$

где $R_{\text{пр}}$ – приведенное сопротивление теплопередаче железобетонной многопустотной плиты, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

R_{\parallel} – сопротивление теплопередаче плиты в направлении, параллельном движению теплового потока, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

R_{\perp} – сопротивление теплопередаче плиты в направлении, перпендикулярном движению теплового потока, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$.

Круглое отверстие заменяется равновеликим по площади квадратным со стороной a :

$$a = \sqrt{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} \quad (2.2)$$

где a – сторона равновеликого по площади квадрата, м;

d – диаметр круглого отверстия, м.

Сопротивление теплопередаче плиты R_{\parallel} , $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$, в направлении, параллельном движению теплового потока.

Сопротивление теплопередаче слоев, параллельных тепловому потоку вычисляется для двух характерных сечений – А-А и Б-Б.

$$R_{\text{А-А}} = 2 \cdot \frac{b}{\lambda_{\text{ЖБ}}} + R_{\text{ВП}} \quad (2.3)$$

где $R_{\text{А-А}}$ – сопротивление теплопередаче слоя по сечению А-А, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

b – толщина слоя железобетона, м;

$\lambda_{\text{ЖБ}}$ – коэффициент теплопроводности железобетона, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$, СП [3];

$R_{\text{ВП}}$ – сопротивление теплопередаче замкнутой воздушной прослойки толщиной a , $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$, СП [3].

$$R_{\text{Б-Б}} = \frac{\delta}{\lambda_{\text{ЖБ}}} \quad (2.4)$$

где $R_{\text{Б-Б}}$ – сопротивление теплопередаче слоя по сечению Б-Б, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

δ – толщина плиты, м;

$\lambda_{жб}$ – то же, что и в формуле (2.8).

$$R_{II} = \frac{F_{A-A} + F_{B-B}}{\frac{F_{A-A}}{R_{A-A}} + \frac{F_{B-B}}{R_{B-B}}} = \frac{a \cdot 6 + c \cdot 5 + d \cdot 2}{\frac{a \cdot 6}{R_{A-A}} + \frac{c \cdot 5 + d \cdot 2}{R_{B-B}}} \quad (2.5)$$

где R_{II} -сопротивление теплопередаче плиты в направлении, параллельном движению теплового потока, $(m^2 \cdot ^\circ C)/Вт$;

$F_{A-A} = a \cdot 6$ - площадь слоев в сечении А-А, m^2 ;

$F_{B-B} = c \cdot 5 + d \cdot 2$ - площадь слоев в сечении Б-Б, m^2 .

Сопротивление теплопередаче плиты R_{\perp} , $(m^2 \cdot ^\circ C)/Вт$, в направлении, перпендикулярном движению теплового потока.

Сопротивление теплопередаче слоев, перпендикулярных тепловому потоку вычисляется для трех характерных сечений – В-В, Г-Г и Д-Д.

Сечения В-В и Д-Д аналогичны, поэтому:

$$R_{B-B} = R_{D-D} = \frac{b}{\lambda_{жб}} \quad (2.6)$$

где R_{B-B} и R_{D-D} - сопротивление теплопередаче слоя по сечениям В-В и Д-Д, $(m^2 \cdot ^\circ C)/Вт$;

b – то же, что и в формуле (2.8);

$\lambda_{жб}$ - то же, что и в формуле (2.8).

$$R_{Г-Г} = \frac{F_{Г-Г}^{ВП} + F_{Г-Г}^{ЖБ}}{\frac{F_{Г-Г}^{ВП}}{R_{Г-Г}^{ВП}} + \frac{F_{Г-Г}^{ЖБ}}{R_{Г-Г}^{ЖБ}}} = \frac{a \cdot 6 + c \cdot 5 + d \cdot 2}{\frac{a \cdot 6}{R_{Г-Г}^{ВП}} + \frac{c \cdot 5 + d \cdot 2}{R_{Г-Г}^{ЖБ}}} \quad (2.7)$$

где $R_{Г-Г}$ - сопротивление теплопередаче слоя по сечению Г-Г, $(m^2 \cdot ^\circ C)/Вт$;

$F_{Г-Г}^{ВП} = a \cdot 6$ - площадь воздушной прослойки в сечении Г-Г, m^2 ;

$F_{Г-Г}^{ЖБ} = c \cdot 5 + d \cdot 2$ - площадь слоев железобетона в сечении Г-Г, m^2 ;

$R_{Г-Г}^{ВП}$ - сопротивление теплопередаче замкнутой воздушной прослойки толщиной «а», $(m^2 \cdot ^\circ C)/Вт$, определяется по СП [3];

$R_{Г-Г}^{ЖБ}$ -сопротивление теплопередаче слоя железобетона по сечению Г-Г, $(m^2 \cdot ^\circ C)/Вт$, определяется по формуле (2.13).

$$R_{\Gamma-\Gamma}^{\text{ЖБ}} = \frac{a}{\lambda_{\text{ЖБ}}} \quad (2.8)$$

где a - толщина слоя железобетона, м;

$\lambda_{\text{ЖБ}}$ - то же, что и в формуле (2.8).

$$R_{\perp} = 2 \cdot R_{\text{В-В}} + R_{\Gamma-\Gamma} \quad (2.9)$$

где R_{\perp} - сопротивление теплопередаче плиты в направлении, перпендикулярном движению теплового потока, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

$R_{\text{В-В}}$ - то же, что и в формуле (2.12);

$R_{\Gamma-\Gamma}$ - то же, что и в формуле (2.13).

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче для неоднородной конструкции (железобетонной многопустотной плиты), расположенной в перекрытии над подвалом:

$$a = \sqrt{\frac{3,142 \cdot 0,159^2}{4}} = 0,141 \text{ м}; \quad R_{\text{А-А}} = 0,229 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт};$$

$$R_{\text{Б-Б}} = \frac{0,24}{2,04} = 0,118 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}; \quad R_{\text{II}} = 0,18 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}; \quad R_{\text{В-В}} = 0,024 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт};$$

$$R_{\Gamma-\Gamma}^{\text{ЖБ}} = 0,069 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}; \quad R_{\Gamma-\Gamma} = 0,123 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт};$$

$$R_{\perp} = 0,048 + 0,123 = 0,171 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт};$$

$$R_{\text{IP}} = \frac{0,18 + 2 \cdot 0,171}{3} = 0,174 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$$

Расчёт ГСОП для разных помещений:

$$\text{ГСОП} = (15 - (-5,4)) \cdot 221 = 4508 (^\circ\text{C} \cdot \text{сут})/\text{год}$$

$$\text{ГСОП} = (18 - (-5,4)) \cdot 221 = 5171 (^\circ\text{C} \cdot \text{сут})/\text{год}$$

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций $R_{\text{тр}}$, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$, определяется интерполяцией по СП [3]. Так же учитывается коэффициент неоднородности конструкции:

Для стен: $r = 0,903$, $r_1 = 0,95$, $r_2 = 0,95$.

Для бесчердачного покрытия:

$$r = 0,72, r_1 = 0,8, r_2 = 0,9.$$

Для перекрытия над подвалом:

$$r = 0,8$$

Расчёт нормируемых сопротивлений теплопередачи ограждающих конструкций сведён в таблицу 2:

Таблица 2-Расчёт нормируемых сопротивлений теплопередачи

Ограждающая конструкция	Расчёт
Спортзалы	
Наружная стена	$R_{тр} = 2,553/0,903=2,827 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$
Бесчердачное покрытие	$R_{тр} = 3,403/0,72=4,726 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$
Окно	$R_{тр} = 0,425 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$
Наружная дверь	$R_{тр} = 0,6 \cdot 2,827=1,696 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$
Помещения административного корпуса	
Наружная стена	$R_{тр} = 2,803/0,903=3,104 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$
Бесчердачное покрытие	$R_{тр} = 3,737/0,72=5,19 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$
Перекрытие над подвалом	$R_{тр} = (3,160 \cdot 0,556)/0,8=2,195 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$
Окно	$R_{тр} = 0,467 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$
Наружная дверь	$R_{тр} = 0,6 \cdot 3,104=1,862 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$

Для соблюдения требований СП [3] необходимо выполнение условия, что фактическое сопротивление теплопередачи ограждающих конструкций должно быть больше или равно нормируемому сопротивлению теплопередаче, определённому по СП [3].

Расчёт фактических сопротивлений теплопередачи и коэффициентов теплопередачи ограждающих конструкций:

Наружная стена (корпус):

$$R_{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,39}{0,92} + \frac{0,15}{0,048} + \frac{0,005}{0,56} + \frac{1}{23} = 3,716 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$k = \frac{1}{3,716} = 0,269 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Пол (корпус) :

$$R_{\circ}^{\phi} = \frac{1}{8,7} + 0,174 + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,05}{0,048} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,02}{0,64} + \frac{1}{6} = 2,195 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$$

$$k = \frac{1}{2,195} = 0,456 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Покрытие бесчердачное (корпус):

$$R_{\circ}^{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,002}{221} + \frac{0,25}{0,048} + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,01}{0,27} + \frac{0,005}{0,56} + \frac{1}{23} = 5,437 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$$

$$k = \frac{1}{5,437} = 0,184 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Окна: однокамерный стеклопакет ПВХ из стекла обычного.

Приведенное сопротивление теплопередаче таких окон составляет:

$$R_{\text{ок}}^{\phi} = 0,56 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}, \text{ согласно СП [4].}$$

$$k = \frac{1}{0,56} = 1,786 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Наружная стена (спортзал):

$$R_{\circ}^{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,002}{221} + \frac{0,15}{0,048} + \frac{0,004}{0,56} + \frac{1}{23} = 3,291 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$$

$$k = \frac{1}{3,291} = 0,304 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Покрытие бесчердачное (спортзал):

$$R_{\circ}^{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,002}{221} + \frac{0,22}{0,048} + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,01}{0,27} + \frac{1}{23} = 4,803 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$$

$$k = \frac{1}{4,803} = 0,208 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Поскольку в спортзале имеются окна на высоте 6 м от пола, необходимо выполнить проверку вероятности выпадения конденсата на внутренней поверхности окон. Согласно СП [3], температура внутренней

поверхности вертикального остекления должна быть не ниже $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$.
Температура внутренней поверхности остекления определяется по формуле:

$$\tau_{\text{в}}^{\text{ок}} = t_{\text{в}} - \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{R_{\text{о}}^{\phi} \cdot a_{\text{в}}}, \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (2.10)$$

$$\tau_{\text{в}}^{\text{ок}} = 15 - \frac{15 + 32}{0,56 \cdot 8} = 4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

2.2 Определение теплотерь здания

Теплопотери здания необходимо рассчитывать для дальнейших расчётов систем отопления и вентиляции, компенсирующих эти теплопотери для создания допустимых условий микроклимата внутри помещений. Методика расчёта теплотерь приведена в справочнике [5].

Условное термическое сопротивление теплопередаче для полов, лежащих на грунте в спортзалах, будет равно:

$$R_1^{\text{пол}} = 2,1 + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,2}{0,048} + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,1}{0,93} + \frac{0,1}{0,19} = 6,943 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}, F_1^{\text{п}} = 225 \text{ м}^2;$$

$$R_2^{\text{пол}} = 4,3 + 4,843 = 9,143 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}, F_2^{\text{п}} = 201 \text{ м}^2;$$

$$R_3^{\text{пол}} = 8,6 + 4,843 = 13,443 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}, F_3^{\text{п}} = 185 \text{ м}^2;$$

$$R_4^{\text{пол}} = 14,2 + 4,843 = 19,043 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}, F_4^{\text{п}} = 475 \text{ м}^2.$$

Теплопотери каждой зоны:

$$Q_1^{\text{п}} = \frac{1}{6,943} \cdot 225 \cdot 47 = 1524 \text{ Вт}; \quad Q_2^{\text{п}} = \frac{1}{9,143} \cdot 201 \cdot 47 = 1034 \text{ Вт};$$

$$Q_3^{\text{п}} = \frac{1}{13,443} \cdot 185 \cdot 47 = 647 \text{ Вт}; \quad Q_4^{\text{п}} = \frac{1}{19,043} \cdot 475 \cdot 47 = 1173 \text{ Вт}.$$

Суммарные теплопотери через полы, лежащие на грунте:

$$Q = 1524 + 1034 + 647 + 1173 = 4378 \text{ Вт}$$

Разбивка на зоны пола спортзала показана на рисунке 2.3:



Рисунок 2.3-Полы по зонам для спортзала

Расчёт трансмиссионных теплопотерь через ограждающие конструкции приведён в приложении А.

2.3 Определение тепlopоступлений в здание

Тепlopоступления от людей

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

$$Q_{\text{л}}=q \cdot m, \text{ Вт} \quad (2.11)$$

где q - удельное выделение тепла одним человеком, по [5] Вт/чел;

m - количество человек, одновременно находящихся в помещении, равное 30 человек для спортзала и 20 для танцевального зала.

Тепlopоступления от людей:

Для спортзала в холодный период: $Q_{\text{л}}=148 \cdot 30=4440 \text{ Вт}$.

Для спортзала в тёплый период: $Q_{\text{л}}=83 \cdot 30=2490 \text{ Вт}$.

Для танцевального зала в холодный период: $Q_{\text{л}}=130 \cdot 20=2600 \text{ Вт}$.

Для танцевального зала в тёплый период: $Q_{\text{л}}=83 \cdot 20=1660 \text{ Вт}$.

Тепlopоступления от солнечной радиации

Методика расчёта тепlopоступлений от солнечной радиации через массивные ограждающие конструкции и вертикальное остекление приведена в справочниках [5,6].

Бесчердачное покрытие спортзала состоит из:

Алюминиевый профлист $\delta=0,002$ м, $\lambda=221$ и $s=187$ м²·°C/Вт

Минераловатная плита $\delta=0,22$ м, $\lambda=0,048$ и $s=0,81$ м²·°C/Вт

Слой рубероида $\delta=0,004$ м, $\lambda=0,17$ и $s=3,53$ м²·°C/Вт

Битумный ковёр $\delta=0,01$ м, $\lambda=0,27$ и $s=6,8$ м²·°C/Вт

$R_o=4,803$ м²·°C/Вт

$$R_n = \frac{0,172}{1 + 2 \cdot \sqrt{2,7}} = 0,04 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$D = 4,583 \cdot 0,81 + 0,024 \cdot 3,53 + 0,037 \cdot 6,8 = 4,05$$

$$z = 16 - 0,067 \cdot 56 + 2 + 2,7 \cdot 4,05 = 25 - 24 = 1 \text{ час}$$

$$v = 2^{4,05} \cdot (0,83 + 3,5 \cdot \frac{4,803}{4,05}) \cdot (0,85 + 0,15 \cdot \frac{0,81}{3,53}) \cdot 1 = 72,97^\circ\text{C}$$

$$A_{\text{тв}} = \frac{1}{72,97} \cdot [5 \cdot 9,9 + 0,04 \cdot 0,5 \cdot (817 - 327)] = 0,2 \text{ °C}$$

$$Q_{\text{покр}} = \left[\frac{1}{4,803} \cdot (23 + 0,04 \cdot 0,5 \cdot 327 - 26) + (-1) \cdot 1 \cdot \frac{0,2}{0,11} \right] \cdot 1064 = -1067 \text{ Вт} \quad \text{— так}$$

как значение отрицательное, теплоступления от солнечной радиации через массивные ограждающие конструкции следует не учитывать.

Расчёт теплоступлений от солнечной радиации через вертикальное остекление оконных проёмов приведён в приложении Б.

Поступления тепла от источников искусственного освещения определяются по формуле:

$$Q_{\text{осв}} = E \cdot F \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}}, \text{ Вт} \quad (2.12)$$

где E - освещенность помещения, СП [7], Лк;

F - площадь пола помещения, м²;

$q_{\text{осв}}$ - удельные тепловыделения, [5] Вт/ м²·Лк;

$\eta_{\text{осв}}$ - доля тепла, поступающего в помещение, равная 1.

Теплоступления от источников искусственного освещения:

$$Q_{\text{осв}} = 200 \cdot 1063,8 \cdot 0,071 \cdot 1 = 15106 \text{ Вт} \quad \text{— в спортзале.}$$

$Q_{\text{осв}} = 200 \cdot 113,6 \cdot 0,071 \cdot 1 = 1613 \text{ Вт}$ – в танцевальном зале.

Количество тепла, сообщаемое системой отопления в нерабочее время, $Q_{\text{с.о}}$, Вт, компенсирует теплопотери через ограждающие конструкции, $Q_{\text{ог}}$, и определяется по формуле (2.12):

$$Q_{\text{с.о}} = \frac{\sum Q_{\text{огр}}}{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})} \cdot (12 - t_{\text{н}}), \text{ Вт} \quad (2.13)$$

где $Q_{\text{огр}}$ – потери тепла через ограждающие конструкции;

$t_{\text{в}}$ – температура воздуха внутри помещения, °С;

$t_{\text{н}}$ – наружная температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С.

Теплопоступления от системы отопления:

$$Q_{\text{с.о}}^{116} = \frac{55333}{(15 - (-32))} \cdot (12 - (-32)) = 51800 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{с.о}}^{117} = \frac{55035}{(15 - (-32))} \cdot (12 - (-32)) = 51522 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{с.о}}^{411} = \frac{4183}{(18 - (-32))} \cdot (12 - (-32)) = 3681 \text{ Вт}$$

Тепловой баланс

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

Расчёт избытков теплоты для тёплого периода определяется по формуле:

$$Q_{\text{вент}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{сол}} + Q_{\text{проч}}, \text{ Вт} \quad (2.14)$$

Расчёт избытков теплоты для холодного периода определяется по формуле:

$$Q_{\text{вент}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{проч}} - (Q_{\text{огр}} + Q_{\text{проч}}) + Q_{\text{с.о}}, \text{ Вт} \quad (2.15)$$

где $Q_{\text{проч}} = 5\%$ от общих теплопоступлений или теплопотерь.

Расчёт теплового баланса сведён в таблицу 3:

Таблица 3-Тепловой баланс

Период года	Теплопотери, Вт		Теплопоступления, Вт					$Q_{изб}$
Спортзал 116								
	$Q_{огр}$	$Q_{проч}$	$Q_{л}$	$Q_{осв}$	$Q_{с.о}$	$Q_{сол}$	$Q_{проч}$	
ХП	55333	2766	4440	15106	51800	0	3691	16938
ТП			2490	0	0	33530	1801	37821
Спортзал 117								
ХП	55035	2751	4440	15106	51522	0	3676	16958
ТП			2490	0	0	33530	1801	37821
Танцевальный зал 411								
ХП	4183	209	2600	1613	3681	0	395	3897
ТП			1660	0	0	2852	226	4738

3 ОТОПЛЕНИЕ

3.1 Конструирование

Согласно рекомендациям, приведённым в СП [8] и справочниках [5,9], в качестве отопительных приборов в спортзалах будут использоваться воздушно-отопительные агрегаты, работающие на полной рециркуляции воздуха. Для отопления остальных помещений в административном корпусе следует использовать напольные конвекторы. Трубы системы отопления стальные лёгкие водогазопроводные, согласно ГОСТ [10] максимальное гидравлическое давление в таких трубах не должно превышать 2,4 МПа.

В спортзалах запроектирована двухтрубная система отопления горизонтальная, с тупиковым движением теплоносителя. В административном корпусе - двухтрубная вертикальная система теплоснабжения с нижней разводкой магистралей и попутным движением теплоносителя.

Подключение системы отопления к тепловым сетям осуществляется в ИТП по зависимой схеме, со смешением воды при помощи насоса, установленного на перемычке.

В ИТП на подающей и обратной магистрали расположена запорная арматура, служащая для отключения системы отопления здания. У оснований каждого стояка установлены вентили, в нижнем основании стояков находится сливной кран. Подводки длиной более 0,5 м имеют уклон 0,003 в сторону движения теплоносителя. Уклон магистральных трубопроводов составляет 0,002.

Для исключения задержки воздуха в системе трубопроводов на высших точках магистрали установлены воздушные краны. Каждый конвектор комплектуется воздушным краном заводом-изготовителем.

3.2 Гидравлический расчёт

Целью гидравлического расчёта является определение экономически целесообразных диаметров труб системы, при которых на всех расчётных участках теплопровода расход теплоносителя обеспечивает заданные тепловые нагрузки приборов. Гидравлический расчёт проводится методом удельных потерь давления на трение по методике, приведённой в справочнике [9].

Так как известны располагаемые давления в подающей и обратной магистрали теплопроводов в ИТП, а именно $P_1=300$ кПа, $P_2=250$ кПа, то располагаемое циркуляционное давление в системе отопления будет равно:

$$\Delta p_p = 50 \text{ кПа}$$

При невозможности увязки циркуляционных колец и стояков, для поглощения избыточного давления подбираются автоматические балансировочные клапаны Danfoss ASV-P, ASV-PV по каталогу [11].

Потери давления в клапане-партнёре ASV-M:

$$\Delta P_{asv} = \left(\frac{G}{K_v} \right)^2 \cdot 10^5, \text{ Па} \quad (3.1)$$

где G -расход теплоносителя на участке или стояке, где установлен клапан, $\text{м}^3/\text{ч}$;

K_v -пропускная способность клапана, зависящая от диаметра условного прохода клапана, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Требуемые потери давления в балансировочном клапане:

$$\Delta P_{\text{бк}} = \Delta P_p - \Delta P_{\text{уч}} - \Delta P_{asv}, \text{ Па} \quad (3.2)$$

В зависимости от расхода, требуемого перепада давлений и условного диаметра балансировочного клапана определяется степень его открытия, %, по диаграмме, приведённой в каталоге [11].

Расчёт системы отопления для административного корпуса:

$$R_{\text{cp}} = \frac{0,65 \cdot 50000}{91,07} = 357 \text{ Па/м}$$

Расчёт системы отопления для спортзалов:

$$R_{\text{cp}} = \frac{0,65 \cdot 50000}{160,3} = 203 \text{ Па/м}$$

Результаты расчётов приведены в приложении В.

Расчётная схема системы отопления административного корпуса представлена на рисунке 3.1. На рисунке 3.2 представлена расчётная схема системы отопления спортзалов.

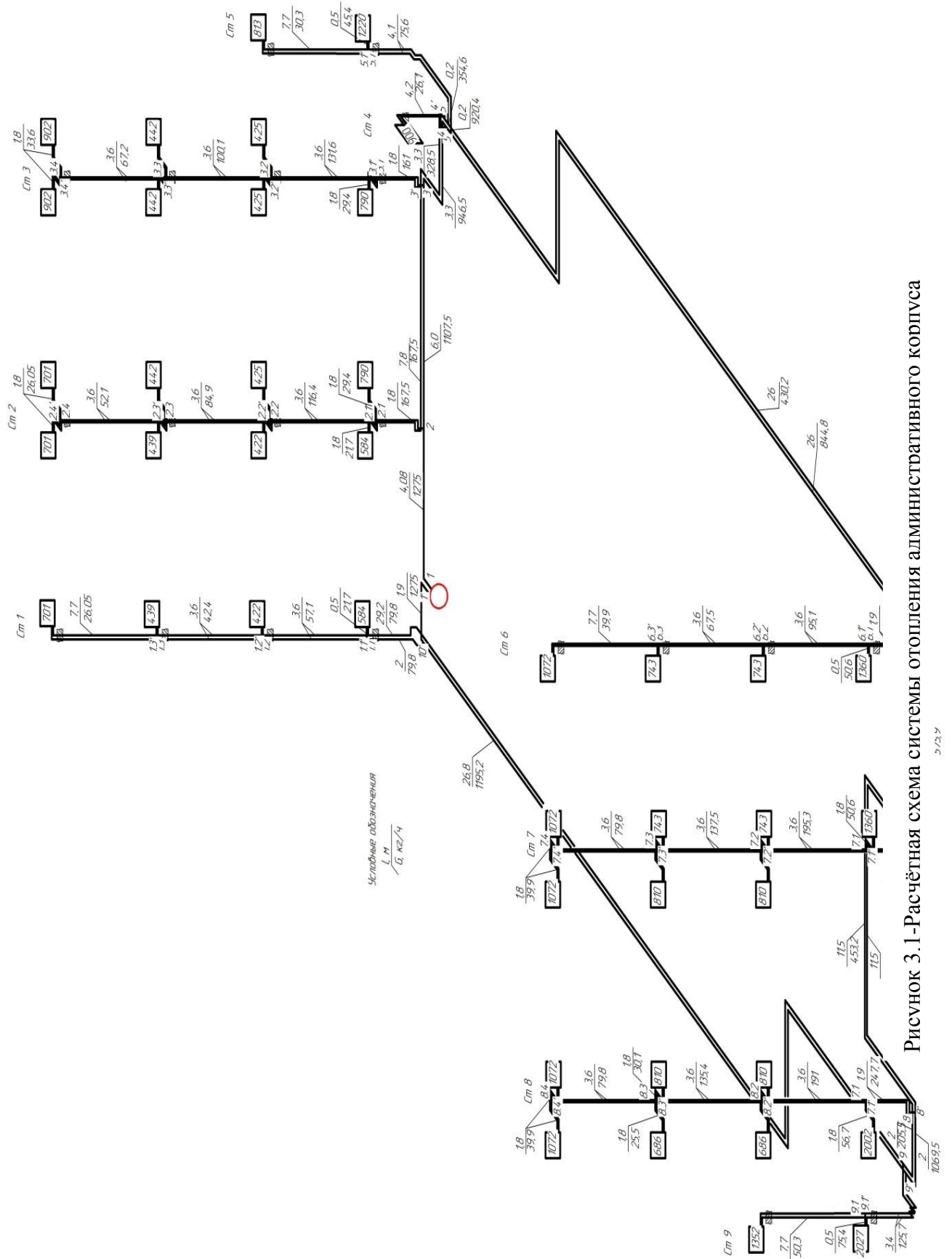


Рисунок 3.1-Расчётная схема системы отопления административного корпуса

3/239

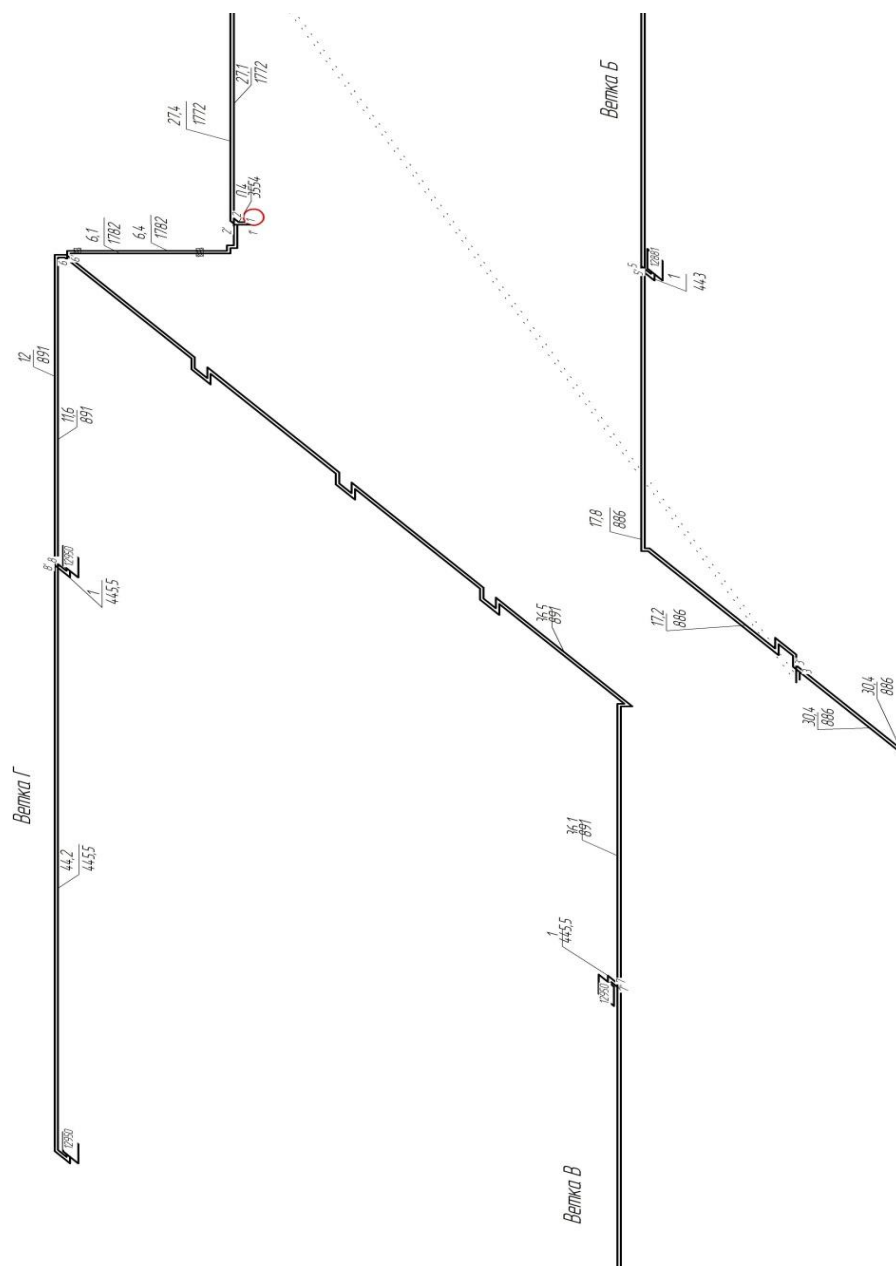


Рисунок 3.2-Расчётная схема системы отопления спортзалов

Пример подбора балансировочного клапана для стояка 3 систем отопления административного корпуса:

$$\Delta P_{\text{асв}} = \left(\frac{0,161}{2,5} \right)^2 \cdot 10^5 = 415 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{\text{ок}} = 7920 - 351 - 415 = 7154 \text{ Па}$$

По каталогу [11] подобран клапан ASV-P, $d_y=20$ мм, степень открытия клапана определяется по диаграмме, рисунок 3.3:

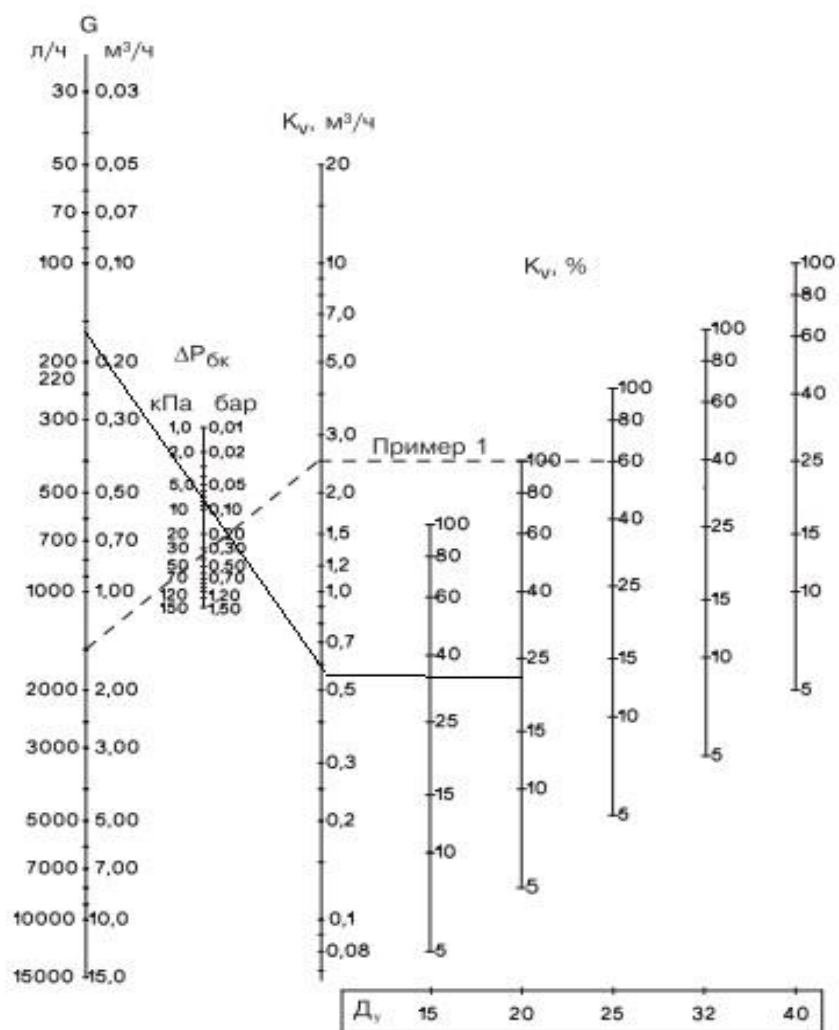


Рисунок 3.3-Диаграмма для подбора клапана ASV-P, ASV-PV

Степень открытия клапана составляет 23 %, согласно диаграмме.

Расчёт клапанов сведен в таблицу 4:

Таблица 4–Расчёт балансировочных клапанов ASV-P, ASV-PV

№ участка или стояка	Клапан	$G_{уч}, м^3/ч$	$d, мм$	$K_v, м^3/ч$	$\Delta P_{асв}, Па$	$\Delta P_{уч}, Па$	$\Delta P_p, Па$	$\Delta P_{ок}, кПа$	$K, \%$
Административный корпус									
Ст6	ASV-P	0,1457	15	1,6	829	13726	14743	0,18	98
Ст1	ASV-PV	0,0798	15	1,6	249	192	23890	23,45	11
Ст3	ASV-P	0,1610	20	2,5	415	351	7920	7,15	23
Ст4	ASV-P	0,0261	15	1,6	27	-4	8544	8,52	6
Ст5	ASV-P	0,0756	15	1,6	223	417	8394	7,75	20
Ст7	ASV-P	0,2459	20	2,5	967	542	3593	2,08	63

Ст8	ASV-P	0,2477	20	2,5	982	476	1867	0,41	100
Ст9	ASV-P	0,1257	15	1,6	617	438	3483	2,43	49
Спортзал									
4-4'	ASV-P	0,443	25	3,6	1410	4144	6664	1,11	96
5'-3'	ASV-P	0,886	25	2,5	11696	25798	38199	0,70	91
5-5'	ASV-P	0,443	25	3,6	1410	4144	6664	1,11	96
7-7'	ASV-P	0,4455	25	3,6	1425	4135	6777	1,22	95
8-8'	ASV-PV	0,4455	15	1,6	7216	4135	23517	12,17	80

3.3 Тепловой расчёт отопительных приборов

Тепловой расчёт приборов заключается в определении необходимого теплового потока от теплоносителя в помещение, для возмещения тепловых потерь и проводится по методике, приведённой в справочнике [9].

Расчёт отопительного прибора для стояка 1, расположенного на 1 этаже:

$$Q_{\text{пр}} = 55 \cdot 6,8 + 73 \cdot 0,5 = 410,5 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{пр}} = 584 - 0,9 \cdot 410,5 = 215 \text{ Вт}$$

$$\Delta t_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (95 + 70) - 16 = 66,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

По каталогу [12] подобран напольный конвектор ВКН.080.140.700, $q_{\text{ном}}=309 \text{ Вт/шт.}$

$$q_{\text{пр}} = 309 \cdot \left(\frac{66,5}{70}\right)^{1+0,25} \cdot \left(\frac{21,7}{360}\right)^{0,1} = 219 \text{ Вт/шт}$$

Тепловой расчёт отопительных приборов приведён в приложении Г.

Подбор и тепловой расчёт воздушно-отопительного агрегата заключается в определении зоны обслуживания одним агрегатом, определении количества агрегатов и отклонений параметров внутреннего воздуха от нормируемых.

Порядок расчёта следующий:

- Назначается длина и ширина обслуживаемой зоны, соответственно l и $b, \text{ м}$;

- По каталогу фирмы Volcano [13] определяется температура подаваемого агрегатом воздуха $t_{г.а}$, скорость воздуха на выходе из агрегата v_0 и избыточная температура подаваемого воздуха Δt_0 .
- Определяется возможность применения наклонной подачи воздуха по величине скорости движения и избыточной температуры воздуха на верхней границе рабочей зоны:

$$v_{p.з} = k_n \cdot v_0 \cdot \sqrt{F_0}, \text{ м/с} \quad (3.3)$$

где k_n – экспериментальный коэффициент, зависящий от высоты помещения, по справочнику [9];

F_0 – площадь воздухораспределительного устройства агрегата, м^2 .

$$\Delta t_{p.з} = 0,26 \cdot \Delta t_0 \cdot \sqrt{F_0} \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.4)$$

$$v_{\text{доп}} > v_{p.з} \quad (3.5)$$

где $v_{\text{доп}}$ – допустимая скорость воздуха рабочей зоны, согласно ГОСТ [2] равная 0,3 м/с.

$$\Delta t_{\text{доп}} > \Delta t_{p.з} \quad (3.6)$$

где $\Delta t_{\text{доп}}$ – допустимый перепад температуры воздуха на верхней границе рабочей зоны согласно ГОСТ [14] равный 6 $^\circ\text{C}$.

Длина обслуживаемой зоны одним агрегатом принимается 12м, а ширина 21,6 м.

$$t_{г.а} = 32,5 \text{ } ^\circ\text{C}, v_0 = 2,322 \text{ м/с}, \Delta t_0 = 28 \text{ } ^\circ\text{C}; F_0 = 0,258 \text{ м}^2$$

$$v_{p.з} = 0,22 \cdot 2,322 \cdot \sqrt{0,258} = 0,26 \text{ м/с}; 0,3 > 0,26 \text{ м/с}$$

$$\Delta t_{p.з} = 0,26 \cdot 28 \cdot \sqrt{0,258} = 3,7 \text{ } ^\circ\text{C}; 6 > 3,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3.4 Расчёт и подбор оборудования

Производительность насоса системы отопления, установленного на переемычке в ИТП, рассчитывается по формуле:

$$G_n = 1,1 \cdot u \cdot \frac{G_{c.o.}}{u + 1}, \text{ т/ч} \quad (3.7)$$

где $G_{c.o.}$ -суммарный расход теплоносителя для отопления спортзалов и административного корпуса, т/ч;

u - коэффициент смешения, определяется по формуле:

$$u = \frac{T_1 - t_r}{t_r - t_o} \quad (3.8)$$

Давление, развиваемое насосом, определяется по формуле :

$$\Delta p_n = \Delta p_p, \text{ Па} \quad (3.9)$$

Расчёт и подбор смесительного насоса для системы отопления:

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

$$G_n = 1,1 \cdot 2,2 \cdot \frac{4,829}{2,2 + 1} = 3,652 \text{ т/ч}$$

$$\Delta p_n = 50000 = 5 \text{ м.вод.ст}$$

По каталогу фирмы Grundfos [15] подобран насос UPS 40-100 F. Характеристики насоса представлены в приложении Д.

Для подающего и обратного теплопровода ИТП подобрано оборудование: задвижка стальная фланцевая 30с41нж D_y50 , P_y16 ; грязевик вертикальный абонентский D_y50 , P_y16 Т34.02.00.000; фильтр сетчатый фланцевый ФСФ-50, D_y50 P_y16 ; манометр ТУ-2502-180-335-84; термометр ТБН-50; расходомер ПРЭМ 50; датчик температуры КТПТР; датчик температуры ESMU; датчик давления МИДА-ДИ; клапан с редукторным электроприводом VB2/AMV.

4 ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА

4.1 Определение требуемых воздухообменов

При наличии выделений теплоты в помещении расчёт требуемого воздухообмена для их поглощения выполняется с использованием диаграммы Рамзина, приложение Е. Методика расчёта требуемых воздухообменов приведена в справочнике [16].

Влаговыведения от людей:

Для спортзала в холодный период года $W = 0,167 \cdot 30 = 5,01$ кг/ч.

Для спортзала в тёплый период года $W = 0,307 \cdot 30 = 9,21$ кг/ч.

Для танцевального зала в холодный период года $W = 0,196 \cdot 20 = 3,92$ кг/ч.

Для танцевального зала в холодный период года $W = 0,307 \cdot 20 = 6,14$ кг/ч.

Расчёты требуемого воздухообмена в спортзалах и танцевальном зале сведены в таблице 5:

Таблица 5–Расчётный воздухообмен в помещениях

Период года	$t_{в},$ °С	W, кг/ч	$Q_{я.изб},$ Вт	$Q_{п},$ кДж/ч	$\epsilon,$ кДж/кг	$V_{пом},$ м ³	q, Вт/м ³	$t_{у},$ °С	$t_{п},$ °С	$L_{п},$ м ³ /ч	$L_{я},$ м ³ /ч	$L_{сан},$ м ³ /ч	$L_{р},$ м ³ /ч
Спортзал 116													
ХП	15	5,01	16938	73637	14698	14042	1,21	15	12	15634	16946	2400	16946
ТП	26	9,21	37821	159612	17330	14042	2,69	28	24	26826	28366		
Спортзал 117													
ХП	15	5,01	16958	73709	14712	14042	1,21	15	12	15636	16966	2400	16966
ТП	26	9,21	37821	159612	17330	14042	2,69	28	24	26826	28366		
Танцевальный зал 411													
ХП	18	3,92	3897	23956	6111	386	10,1	19	14	2196	2338	1600	2338
ТП	26	6,14	4738	32694	5325	386	12,27	27	24	4542	4738		

Для остальных помещений требуемый воздухообмен необходимо определять по кратности:

$$L_k = k \cdot V_{пом}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.1)$$

где k -нормируемая кратность воздухообмена в помещении, ч⁻¹, по [6].

Для равенства приточного и вытяжного воздуха необходимо соблюдение поэтажного воздушного баланса. Результаты расчётов сведены в таблицу 6:

Таблица 6-Требуемые воздухообмены

Наименование помещения	t _в , °С	Объём помещения, V, м ³	Приток		Вытяжка	
			к, ч ⁻¹	L, м ³ /ч	к, ч ⁻¹	L, м ³ /ч
1 этаж						
101 Буфет	18	114,9			5	575
102 Подсобное помещение	16	21,1			2	42
103 Моечная посуды	16	18,4			1,5	28
104 Раздевалка	16	142,1			2	284
105 Венткамера	16	60,2				
106 Санузел М	16	46,6			50 м ³ /ч на унитаз	300
107 Санузел Ж	16	41,1			50 м ³ /ч на унитаз	150
108 Санузел для инвалидов	16	10,4			50 м ³ /ч на унитаз	50
109 Рекреация	16	103,7		1043		
110 Снарядная	16	66,3			1	66
111 Вестибюль	16	364,8	2	730		0
113 Гардероб	16	92,1			2	184
114 Подсобное помещение	16	21,2			2	42
115 Помещение охраны	18	29,9	2	60	3	90
119 Комната уборочного инвентаря	16	10,2			2	20
				1832		1832
2 этаж						
201 Раздевалка женская	16	173,1		0	2	346
202 Душевая	18	18,7		0	25 м ³ /ч на кабину	75
203 Раздевалка мужская	16	230,9		0	2	462
204 Душевая	18	24,8		0	25 м ³ /ч на кабину	100
205 Санузел Ж	16	29,9		0	50 м ³ /ч на унитаз	100
206 Санузел М	16	36,4		0	50 м ³ /ч на унитаз	200
207 Комната уборочного инвентаря	16	10,4		0	2	21
208 Рекреация	16	287		1304		
209 Кабинет администратора	18	57,1	3	171	3	171
210 Метод.кабинет	18	200,6	3	602	3	602
211 Тренерская	18	183	3	549	3	549
				2626		2626

продолжение таблицы 6:

Наименование помещения	t _в , °С	Объём помещения, V, м ³	Приток		Вытяжка	
			k, ч ⁻¹	L, м ³ /ч	k, ч ⁻¹	L, м ³ /ч
3 этаж						
301 Аудитория	18	173,1	3	519	2	346
302 Помещение для наглядных пособий	18	15		0	2	30
303 Аудитория	18	143	3	429	2	286
304 Помещение для наглядных пособий	18	20,1		0	2	40
305 Санузел Ж	16	38,3		0	50 м ³ /ч на унитаз	150
306 Санузел М	16	39,8		0	50 м ³ /ч на унитаз	300
307 Комната уборочного инвентаря	16	10,4		0	2	21
308 Рекреация	16	364,8		225		
309 Кабинет директора	18	57,1	3	171	3	171
310 Метод.кабинет	18	200,6	3	602	3	602
311 Метод.кабинет	18	182,9	3	549	3	549
				2495		2495
4 этаж						
401 Репетиционный зал	18	253,9	3	762	3	762
402 Раздевалка	16	53,7		0	2	107
403 Душевая	18	18,7		0	25 м ³ /ч на кабину	75
404 Раздевалка	16	77,5		0	2	155
405 Душевая	18	24,8		0	25 м ³ /ч на кабину	100
406 Санузел М	16	36,4		0	50 м ³ /ч на унитаз	200
407 Комната уборочного инвентаря	16	10,4		0	2	21
408 Санузел Ж	16	30		0	50 м ³ /ч на унитаз	100
409 Рекреация	16	256,7		758		
410 Кабинет администратора	18	57,1	3	171	3	171
411 Танцевальный зал	18	386,2	По расчёту	2338	По расчёту	2338
				4029		4029

4.2 Конструирование и выбор принципиальных решений

В здании запроектирована механическая приточно-вытяжная вентиляция. Приточных механических систем четыре, механических вытяжных пять и одна естественная вытяжная система. Приточная установка П1 обеспечивает приток воздуха с температурой 12 °С в спортзалы. В приточной установке П2, обеспечивающую подачу воздуха для танцевального зала с температурой 14 °С, происходит предварительный нагрев воздуха для систем П3 и П4, в которых производится догрев воздуха до требуемых параметров в канальных электрокалориферах.

В спортзалах осуществляется горизонтальная подача воздуха, воздухораспределители располагаются на отм. +4.230. В административном корпусе осуществляется вертикальная подача воздуха на отметке расположения подшивного потолка.

Вытяжные установки располагаются на 4 этаже корпуса, а в спортзалах на колоннах на отм.+10.800. Естественная вентиляция обеспечивает вытяжку в комнатах уборочного инвентаря. Шахта вытяжки из кирпича, размеры шахты 140х140 мм.

В административном корпусе из эстетических соображений все воздуховоды вне венткамеры проложены под подшивным потолком. Так как на первых участках магистрали приточной системы большой расход воздуха, для размещения воздуховодов под подшивным потолком целесообразно применять прямоугольные воздуховоды. В местах возможного пересечения воздуховодов необходимо предусматривать установку обводной 'утки' на магистрали меньшего диаметра.

В местах пересечения воздуховодов с межэтажными перекрытиями в административном корпусе, а так же со стенами спортзалов, установлены противопожарные клапаны.

4.3 Аэродинамический расчёт

Аэродинамический расчёт систем механической вентиляции выполняется с целью выбора диаметров воздуховодов, регулирующих устройств и побудителей движения воздуха. Так же необходимо выполнить расчёт и подбор воздухораспределительных устройств. Целью расчёта воздухораспределительных устройств (ВР) является выбор наиболее рационального количества и типа воздухораспределителей, а также расчёт максимальной скорости движения воздуха на основном участке приточной струи и максимального отклонения температуры в приточной струе от нормируемой температуры воздуха в рабочей зоне. Методика аэродинамического расчёта и расчёта воздухораспределительных устройств изложена в справочниках [6,16].

Исходя от конструктивных характеристик помещения и принятой схемы воздухообмена для спортзалов подобраны воздухораспределители РСН 1000x300 фирмы Арктика по каталогу [17] в количестве N=8 штук , $F_0=0,287 \text{ м}^2$, $m=4,5$, $n=3,2$.

$$L_0 = \frac{16966}{8} = 2121 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$v_0 = \frac{2121}{0,287 \cdot 3600} = 2,053 \text{ м/с}$$

$$H = 5,45 \cdot \frac{4,5 \cdot 2,053 \cdot \sqrt[4]{0,229}}{\sqrt{3,2 \cdot 3}} = 11,3$$

$$\frac{11,3}{\sqrt{0,287}} = 21,1$$

$k_n = 1$, так как струя горизонтальная настилаяющаяся.

$$e = \frac{11}{2,7} = 4,1 \Rightarrow k_b = 1 \text{ по справочнику [16]}$$

$$F_n = \frac{622}{8} = 77,75 \text{ м}^2$$

$$\bar{x} = \frac{11}{4,5 \cdot \sqrt{77,75}} = 0,277$$

$$F = \frac{0,287}{77,75} = 0,0037 \text{ м}^2 \Rightarrow k_c = 0,889 \text{ по справочнику [16]}$$

$$v_x = \frac{4,5 \cdot 2,053 \cdot \sqrt{0,287}}{11} \cdot 0,889 \cdot 1 \cdot 1 = 0,506 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{доп}} = 1,8 \cdot 0,3 = 0,54 \text{ м/с}$$

$$\Delta t_x = \frac{3,2 \cdot 3 \cdot \sqrt{0,287}}{11} \cdot \frac{1}{0,889 \cdot 1} = 0,529 \text{ }^\circ\text{C}$$

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

Исходя от конструктивных характеристик помещения и принятой схемы воздухообмена для танцевального зала подобраны воздухораспределители ДПУ-К 250 фирмы Арктос по каталогу [18] в количестве 5 штук, $F_0 = 0,05 \text{ м}^2$, $m = 0,8$, $n = 0,7$.

$$L_0 = \frac{2338}{5} = 467,6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$v_0 = \frac{467,6}{0,05 \cdot 3600} = 2,598 \text{ м/с}$$

$$H = 5,45 \cdot \frac{0,8 \cdot 2,598 \cdot \sqrt[4]{0,05}}{\sqrt{0,7 \cdot 4}} = 3,2$$

$$\frac{3,2}{\sqrt{0,05}} = 14,3$$

$k_n = 0,989$ по справочнику [16]

$$e = \frac{1}{0,95} = 1,053 \Rightarrow k_b = 1 \text{ по справочнику [16]}$$

$$F_n = \frac{113,6}{5} = 22,7 \text{ м}^2$$

$$\bar{x} = \frac{1}{0,8 \cdot \sqrt{22,7}} = 0,233$$

$$F = \frac{0,05}{22,7} = 0,0022 \text{ м}^2 \Rightarrow k_c = 1 \text{ по справочнику [16]}$$

$$v_x = \frac{0,8 \cdot 2,598 \cdot \sqrt{0,05}}{1} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,989 = 0,46 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{доп}} = 1,8 \cdot 0,3 = 0,54 \text{ м/с}$$

$$\Delta t_x = \frac{0,7 \cdot 4 \cdot \sqrt{0,05}}{1} \cdot \frac{1}{1 \cdot 0,989} = 0,633 \text{ }^\circ\text{C}$$

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

Расчётные схемы систем приведены в приложении Ж.

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

4.4 Расчёт и подбор оборудования

Расчёт и подбор воздухозаборных решёток сводится к определению требуемой площади живого сечения решёток и количества решёток.

Скорость воздуха в живом сечении воздухозаборных решёток принимается до 4,5 м/с. Площадь живого сечения воздухозаборных решёток определяется по формуле:

$$F_{\text{тр}} = \frac{L_3}{3600 \cdot v}, \text{ м}^2 \quad (4.2)$$

где L_3 - расход воздуха для приточных систем П1, П2, П3, П4 здания, м³/ч.

$$F_{\text{тр}} = \frac{44895}{3600 \cdot 4} = 3,118 \text{ м}^2$$

Количество воздухозаборных решёток определяется по формуле:

$$n = \frac{F_{\text{тр}}}{f_{\text{реш}}}, \text{ шт} \quad (4.3)$$

Действительная скорость воздуха в живом сечении решетки определяется по формуле:

$$v_d = \frac{L_3}{3600 \cdot f_{\text{реш}} \cdot n}, \text{ м/с} \quad (4.4)$$

Подобрана воздухозаборная алюминиевая решётка РА-100, фирмы «ВентПрофиль» [19], с размерами $L=1500$ мм $H=1820$ мм, $f_{\text{реш}}=1,56$ м².

Количество воздухозаборных решёток:

$$n = \frac{3,118}{1,56} = 2 \text{ шт}$$

$$v_d = \frac{44895}{3600 \cdot 1,56 \cdot 2} = 3,997 \text{ м/с}$$

Потери давления в решётке определяются по графику, используя данные производителя, приведённому на рисунке 4.1:

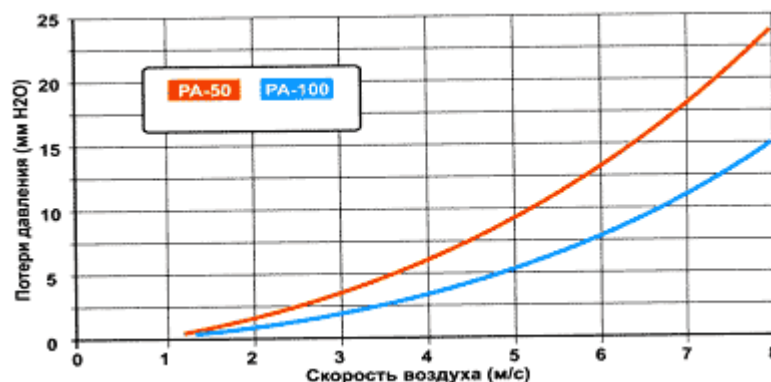


Рисунок 4.1-Зависимость потери давления от скорости в решётке

По графику $\Delta p_{\text{реш}}=2,7$ Па.

Подбор компактных приточных установок осуществляется по программе Вега, [20]. В состав приточной установки входит утеплённый клапан, фильтр панельный класса G3 из стекловолокнистого материала, водяной воздухонагреватель ВНВ, вентилятор и панельный шумоглушитель. Данные по приточным установкам приведены в приложении И.

Так как для систем ПЗ и П4 необходимо приточный воздух подогревать до температуры 17 °С и 15 °С соответственно, а в приточной установке

воздух подогрывается до 13 °С, необходимой для системы П2, то необходимо рассчитать и подобрать калориферы по формуле:

$$Q_k = 0,278 \cdot 1,005 \cdot 1,2 \cdot L_v \cdot (t_k - t_n), \text{Вт} \quad (4.5)$$

Для системы П3:

$$Q_k = 0,278 \cdot 1,005 \cdot 1,2 \cdot 4585 \cdot (17 - 13) = 6149 \text{ Вт}$$

Подобран канальный электрокалорифер фирмы Арктос [21] РВЕС 400/15, с аэродинамическим сопротивлением 78 Па.

Для системы П4:

$$Q_k = 0,278 \cdot 1,005 \cdot 1,2 \cdot 4060 \cdot (15 - 13) = 2723 \text{ Вт}$$

Подобран канальный электрокалорифер фирмы Арктос [21] РВЕС 400/15, с аэродинамическим сопротивлением 50 Па.

Подбор вентилятора производится по заданной производительности и значению полного давления с 10% запасом по сводным графикам аэродинамических характеристик, которые приводятся в каталогах вентиляционного оборудования.

Для системы П3, $L=4585 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta p=632 \text{ Па}$, подобран канальный осевой вентилятор Аскипал FTDA-050-3-10, $N_y=1,5 \text{ кВт}$, $n=2900 \text{ об/мин}$, $\text{КПД}=54\%$ по каталогу [22]. Характеристики вентилятора приведены на рисунке 4.2:

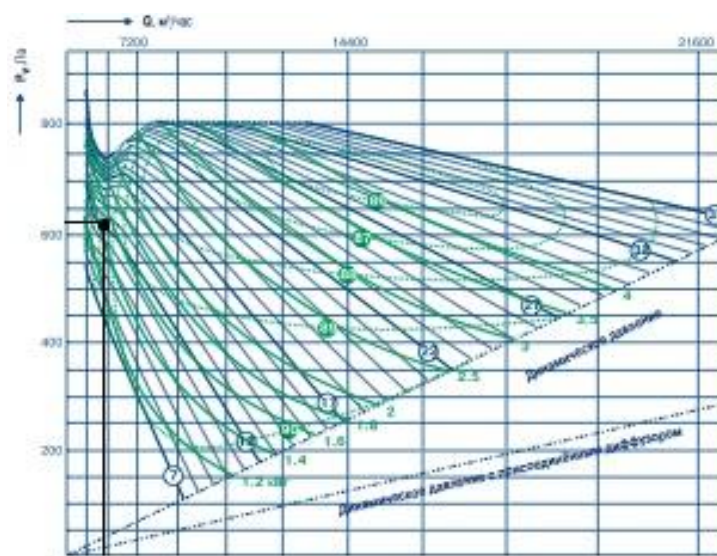


Рисунок 4.2-Аэродинамические характеристики вентилятора FTDA-050-3-10

Для системы П4, $L=4060 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta p=604 \text{ Па}$, подобран канальный осевой вентилятор Аскипал FTDA-050-3-10, $N_y=1,5 \text{ кВт}$, $n=2900 \text{ об/мин}$, $\text{КПД}=53\%$ по каталогу [22]. Характеристики вентилятора приведены на рисунке 4.3:

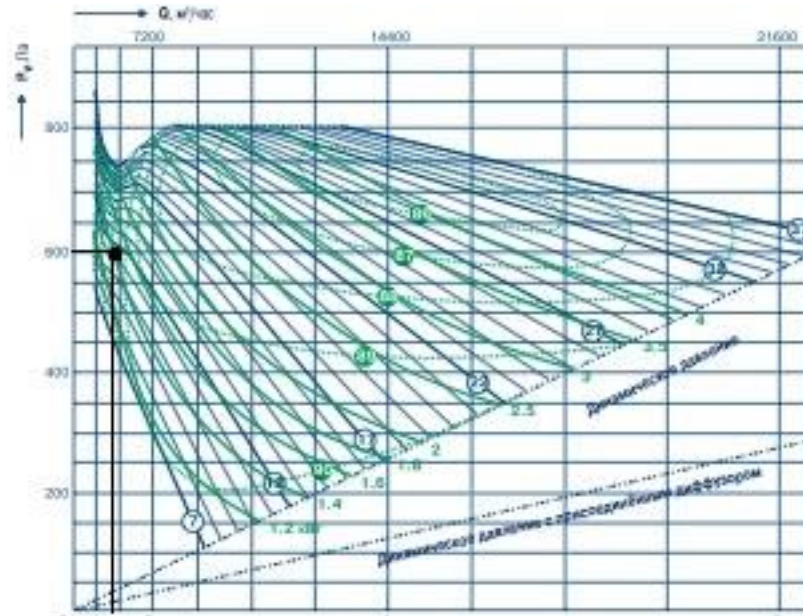
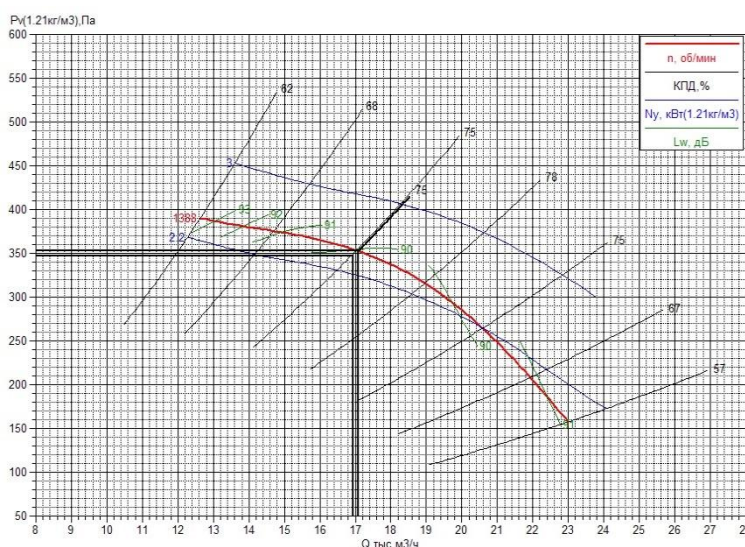


Рисунок 4.3-Аэродинамические характеристики вентилятора FTDA-050-3-10

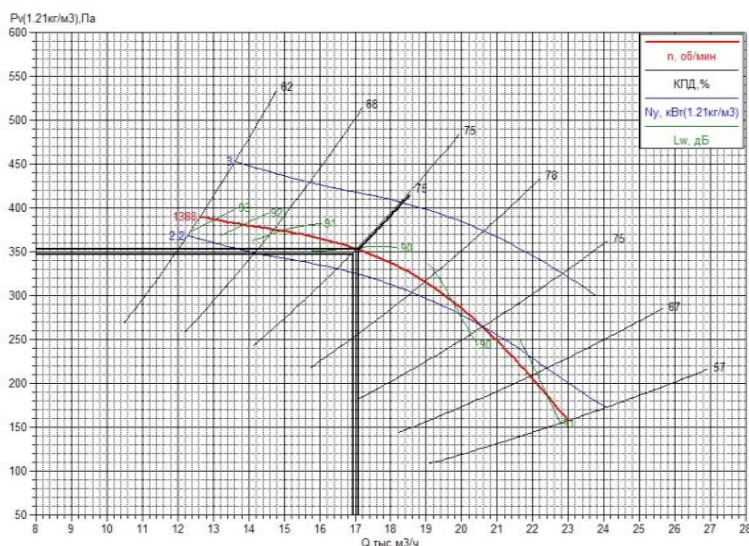
Для системы В1, $L=16946 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta p=347 \text{ Па}$, подобран канальный осевой вентилятор ОСА 300-071 по каталогу Вега [23]. Характеристики вентилятора приведены на рисунке 4.4:



Параметр	Значение
ρ_0 , кг/куб.м	1.21
n_{pk} , мин-1	1388
Q_B , куб.м/ч	17082
P_v , Па	353
P_{vs} , Па	266
N_p , кВт	2.23
N_y^* , кВт	2.43
N_y , кВт	2.2
КПД, %	75
$V_{вых}$, м/с	12.0
$L_{вых}$, дБ	90

Рисунок 4.4-Характеристики вентилятора ОСА 300-071

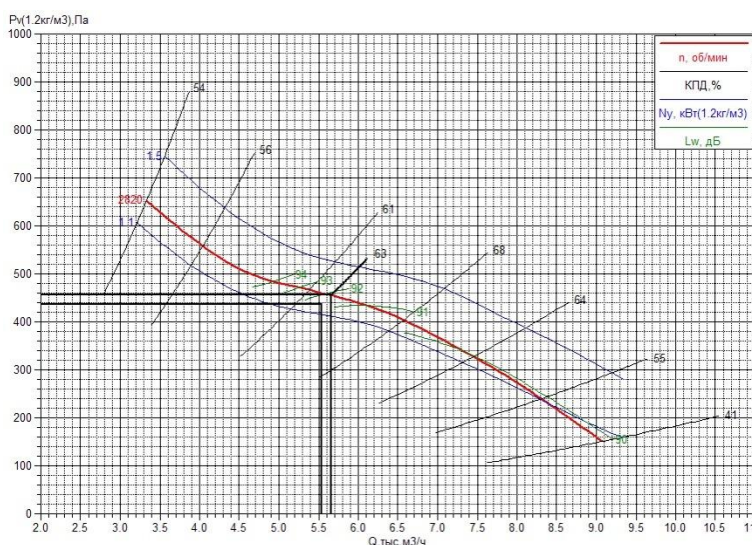
Для системы В2, $L=16966 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta p=348 \text{ Па}$, подобран канальный осевой вентилятор ОСА 300-071 по каталогу Веза [23]. Характеристики вентилятора приведены на рисунке 4.5:



Параметр	Значение
R_o , кг/куб.м	1.21
n_{pk} , мин-1	1388
Q_v , куб.м/ч	17082
P_v , Па	353
P_{vs} , Па	266
N_p , кВт	2.23
N_{y^*} , кВт	2.43
N_y , кВт	2.2
КПД, %	75
$V_{вых}$, м/с	12.0
$L_{вых}$, дБ	90

Рисунок 4.5-Характеристики вентилятора ОСА 300-071

Для системы В3, $L=5535 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta p=436 \text{ Па}$, подобран канальный осевой вентилятор ОСА 300-045 по каталогу Веза [23]. Характеристики вентилятора приведены на рисунке 4.6:



Параметр	Значение
R_o , кг/куб.м	1.2
n_{pk} , мин-1	2820
Q_v , куб.м/ч	5535
P_v , Па	455
P_{vs} , Па	397
N_p , кВт	1.14
N_{y^*} , кВт	1.25
N_y , кВт	1.1
КПД, %	63
$V_{вых}$, м/с	9.9
$L_{вых}$, дБ	92

Рисунок 4.6-Характеристики вентилятора ОСА 300-045

Для системы В4, $L=3455 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta p=429 \text{ Па}$, подобран канальный осевой вентилятор Аскипал FTDA-040-4-15, $N_y=0,7 \text{ кВт}$, $n=2900 \text{ об/мин}$, $\text{КПД}=64\%$ по каталогу [22]. Характеристики вентилятора приведены на рисунке 4.7:

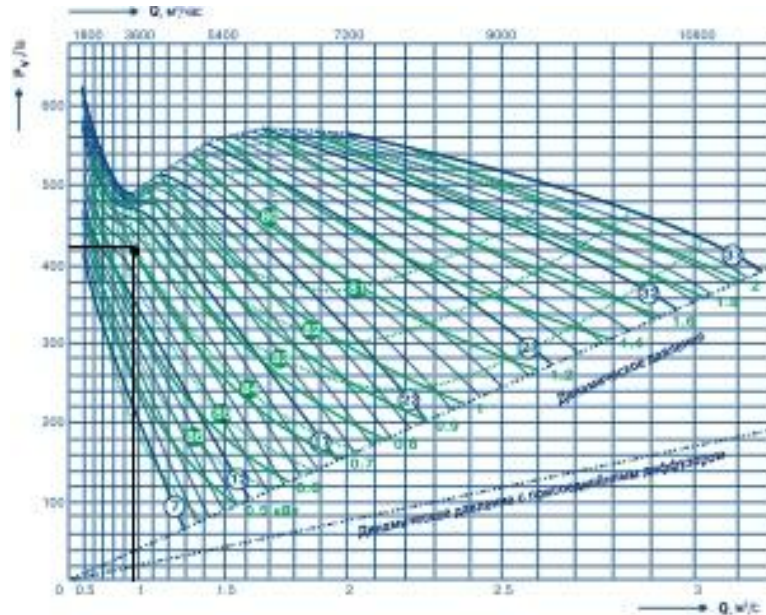


Рисунок 4.7-Аэродинамические характеристики вентилятора FTDA-040-4-15

Для системы В5, $L=1928 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta p=351 \text{ Па}$, подобран канальный осевой вентилятор Аскипал FTDA-035-6-13, $N_y=0,5 \text{ кВт}$, $n=2900 \text{ об/мин}$, $\text{КПД}=58\%$ по каталогу [22]. Характеристики вентилятора приведены на рисунке 4.8:

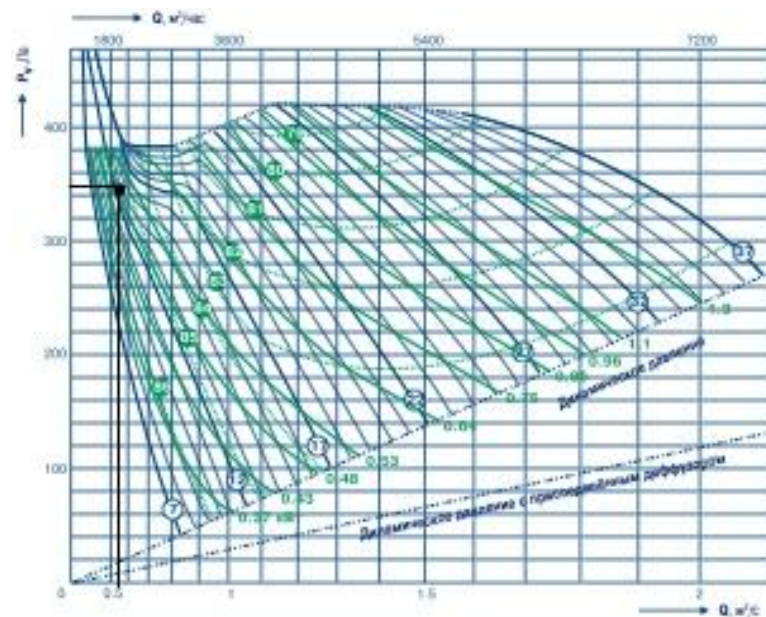


Рисунок 4.8-Аэродинамические характеристики вентилятора FTDA-035-6-13

Для снижения шума работы вентиляторов, согласно СП [24], необходима установка шумоглушителей. Подбор шумоглушителей для систем вентиляции сведён в таблицу 7:

Таблица 7-Подбор шумоглушителей

Система	Тип шумоглушителя	Производитель и модель
ПЗ	пластинчатый	Вентволга 800x250 мм [25]
П4	трубчатый	Арктос CSD 400/600 [26]
В1		Вивавент ГТК 2-17 [27]
В2		Вивавент ГТК 2-17 [27]
В3		Вивавент ГТК 2-12 [27]
В4		Арктос CSD 355/600 [26]
В5		Арктос CSD 315/600 [26]

4.5 Кондиционирование

При составлении воздушного баланса для спортзалов и танцевального зала, было выявлено, что требуемый воздухообмен по расчёту в тёплый период превышает требуемый воздухообмен в холодный период. Так как расчётным принят воздухообмен, рассчитанный для холодного периода, в тёплый период года для этих помещений необходимо компенсировать теплоизбытки с помощью использования кондиционирования. Для спортзалов целесообразно использовать мультисплит-систему, состоящую из двух наружных блоков, чиллеров, и шести внутренних, настенных блоков. Для танцевального зала рационально использовать сплит систему, состоящую из одного наружного блока, установленного на крыше, и одного внутреннего блока кассетного типа. Дренажный трубопровод из полипропиленовых труб диаметром 20 мм необходимо устраивать с минимальным уклоном 0,06 и через гидрозатвор подключать к канализации.

Требуемая холодопроизводительность для помещений рассчитывается по формуле:

$$Q_x = 1,1 \cdot \frac{(L_{\text{ш}} - L_p) \cdot 1,2 \cdot (t_y - t_n)}{3,6}, \text{Вт} \quad (4.6)$$

Требуемая холодопроизводительность для спортзала 116:

$$Q_x = 1,1 \cdot \frac{(28366 - 16946) \cdot 1,2 \cdot (28 - 24)}{3,6} = 16750 \text{ Вт}$$

Подобраны две инверторные мультисплит-системы серии В фирмы McQuay [28] модель наружного блока M5MSY30BR, модель внутренних блоков M5WMY25LR.

Требуемая холодопроизводительность для спортзала 117:

$$Q_x = 1,1 \cdot \frac{(28366 - 16966) \cdot 1,2 \cdot (28 - 24)}{3,6} = 16720 \text{ Вт}$$

Подобраны две инверторные мультисплит-системы серии В фирмы McQuay [28] модель наружного блока M5MSY30BR, модель внутренних блоков M5WMY25LR. Технические характеристики мультисплит-системы приведены на рисунке 4.9:

МОДЕЛИ (R410A)	Наружный блок		M5MSY18BR	M5MSY25BR	M5MSY30BR
	Внутренний блок		на 1 – 2 внутренних блока	на 1 – 3 внутренних блока	на 1 – 3 внутренних блока
Производительность (мин. – макс.)	Охлаждение	кВт	4,0 (1,3 – 4,5)	6,5 (1,0 – 7,7)	7,7 (1,2 – 9,1)
	Нагрев		4,4 (0,8 – 5,1)	7,4 (0,9 – 8,2)	8,4 (0,9 – 9,0)
Потребляемая мощность	Охлаждение	кВт	1,05	1,70	2,11
	Нагрев		1,04	1,75	2,05
Рабочий ток	Охлаждение	А	4,82	7,58	9,31
	Нагрев		4,76	7,72	8,98
EER		кВт/кВт	3,81	3,82	3,62
COP		кВт/кВт	4,23	4,23	4,09
Параметры электропитания		В/Ф/Гц	220 – 240 / 1 / 50		
Наружный блок	Уровень звукового давления	дБ(А)	47	49	
	Габариты	мм	550 x 765 x 285	756 x 855 x 348	
	Вес	кг	34	55	
Тип соединительного патрубка			Конические		
Диаметр трубок	жидк.	мм	2 x 6,35	3 x 6,35	4 x 6,35
	газ		2 x 9,52	1 x 9,52, 2 x 12,7	1 x 9,52, 2 x 12,7
Диапазон рабочих температур	Охлаждение	°C	10 – 46 (DB)	0 – 46 (DB)	0 – 46 (DB)
	Нагрев		-16 – 18 (WB)	-16 – 18 (WB)	-16 – 18 (WB)
Макс. длина магистрали (без дополнительной заправки)		м	30 (15)	60 (30)	60 (30)
Макс. перепад высот		м	15	15	15
Заправка хладагентом		кг	1,2	2,6	2,6

Рисунок 4.9-Технические характеристики мультисплит-системы McQuay для спортзалов

Требуемая холодопроизводительность для танцевального зала:

$$Q_x = 1,1 \cdot \frac{(4738 - 2338) \cdot 1,2 \cdot (27 - 24)}{3,6} = 2640 \text{ Вт}$$

Подобрана сплит-система фирмы McQuay [28] модель наружного блока M5LC010CR, модель внутреннего блока кассетного типа M5CK010CR.

Технические характеристики мультисплит-системы приведены на рисунке 4.10:

МОДЕЛЬ (R410A)	Внутренний блок		M5CK010CR	M5CK015CR	M5CK020CR	M5CK020ER	M5CK025ER	M5CK028ER	M5CK040ER	M5CK050ER
	Наружный блок		M5LC010CR	M5LC015CR	M5LC020CR-A	M5LC020CR-A	M5LC025CR-A	M5LC028CR-A	M5LC040DR-F	M5LC050DR-F
Производительность	Охлаждение	кВт	2,78	3,66	5,13	5,36	6,51	7,91	11,43	12,60
	Нагрев		2,78	3,37	5,13	5,19	6,01	8,21	11,57	13,86
Потребляемая мощность	Охлаждение	кВт	0,90	1,30	1,69	1,74	1,94	2,79	3,84	4,39
	Нагрев		0,83	1,02	1,71	1,49	1,76	2,32	3,61	4,01
Номинальный рабочий ток	Охлаждение	А	4,0	5,9	7,8	7,7	8,7	13,1	6,9	7,6
	Нагрев		3,7	4,6	7,1	6,6	7,9	11,2	6,6	7,2
EER		кВт/кВт	3,09	2,82	3,03	3,08	3,36	2,84	2,98	2,87
COP		кВт/кВт	3,35	3,30	3,00	3,48	3,41	3,53	3,21	3,46
Параметры электропитания		В/Ф/Гц	220 – 240 / 1 / 50						380 – 415 / 3 / 50	
Управление			Беспроводной гульт ДУ (Проводной гульт ДУ опционально)							
Внутренний блок	Производительность вентилятора	м³/ч	698	698	763	1008	1152	1476	1764	2052
	Габариты (с панелью)	мм	250 x 570 x 570 (295 x 640 x 640)			265 x 820 x 820 (340 x 990 x 990)			300 x 820 x 820 (375 x 990 x 990)	
	Вес (блок + панель)	кг	22 + 2	23 + 2		29 + 6			42 + 6	
	Уровень звукового давления (Н/М/Л/SL)	дБ(А)	41/38/35	41/38/34	44/41/37	34/31/28/27	37/34/31/30	41/38/35/32	44/41/38/35	47/44/43/39
	Патрубок конденсата	мм	19,05							
	Воздушный фильтр		Сетчатый моющийся							
Наружный блок	Компрессор		Роторный герметичный			Роторный			Спиральный	
	Габариты	мм	540 x 700 x 250		654 x 855 x 328		756 x 855 x 328		852 x 1030 x 400	
	Вес	кг	31	35	59	59	62	68	100	105
	Уровень звукового давления	дБ(А)	46	49	52	51	52	54	58	60
	Гидравлические соединения		Конические							
	Ø трубопровода	жидк./газ	мм	6,35/9,5		6,35/12,70		6,35/15,90	9,5/15,9	9,5/15,9
Диапазон рабочих температур	Охлаждение	°C	от 19 – 46 (DB)							
	Нагрев		от -9 – 18 (WB)							
Макс. длина магистрали		м	12	12	15	15	15	15	45	45
Макс. перепад высот		м	5	5	8	8	8	8	25	25
Заправка хладагентом		кг	0,71	0,94	1,38	1,75	1,85	2,12	2,42	2,30

Рисунок 4.10-Технические характеристики сплит-системы McQuay для танцевального зала

5 КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

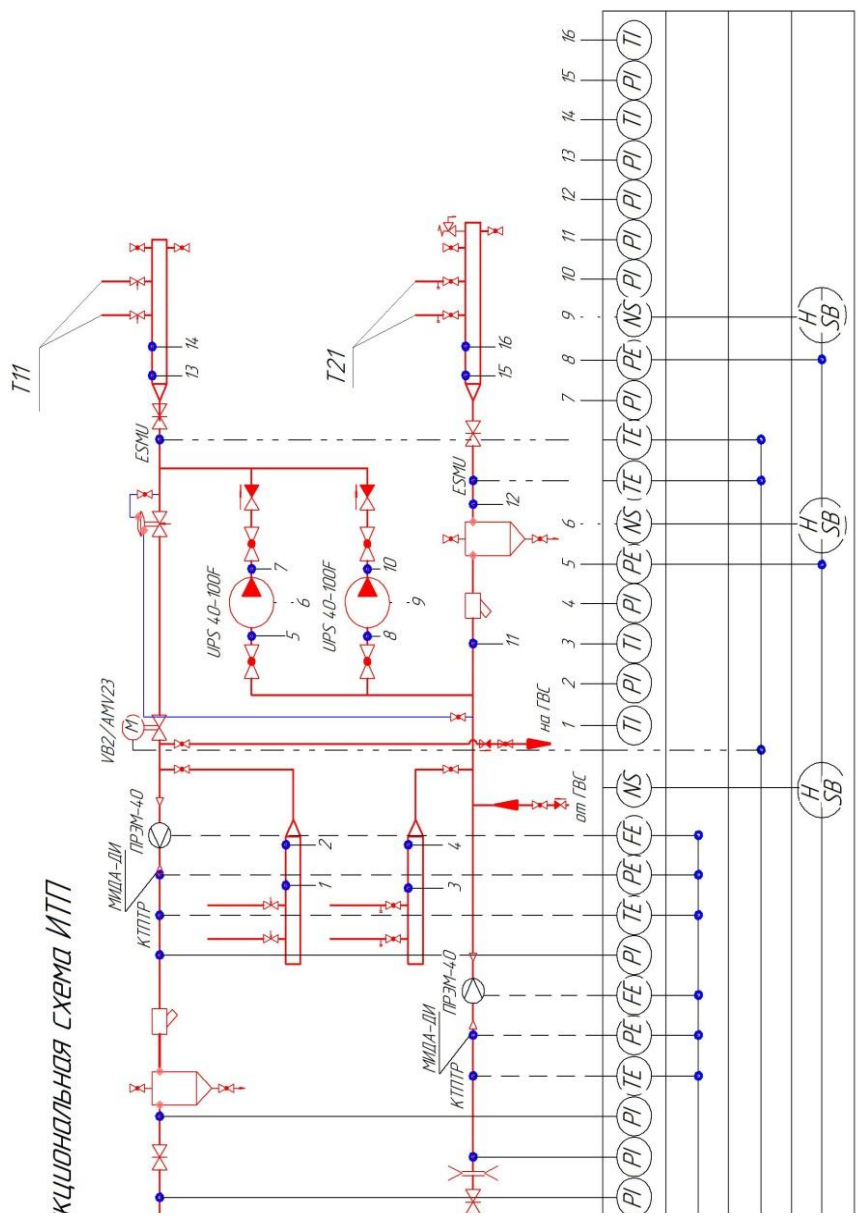
Автоматизация системы отопления позволяет значительно сократить затраты на эксплуатацию здания, обеспечивает надёжную и правильную работу процессов теплоснабжения, а так же поддерживает расчётные параметры теплоносителя, такие как расход, температура и перепад давлений между подающей и обратной магистралью теплоснабжения в индивидуальном тепловом пункте.

Учёт тепловой энергии и хранение архивных данных, таких как вид, масса и объём среды, конфигурация узла учета, наличие тех или иных преобразователей, их параметры и др., осуществляется вычислителем ВТД-В. Вычислитель ВТД-В позволяет распечатывать отчеты на принтере, а также обеспечивает передачу данных в компьютер при помощи различных интерфейсов. Работа ВТД-В осуществляется под управлением процессора на основе алгоритмов, запрограммированных в постоянной памяти. Для учёта тепловой энергии необходимо знать разность температур между подающей и обратной магистралью теплоснабжения, эти данные импульсными сигналами поступают в вычислитель ВТД-В с помощью комплекта разностных термопреобразователей КТПТР. Принцип работы КТПТР основан на зависимости электрического сопротивления металлических элементов от температуры окружающей среды. Вычислитель ВТД-В измеряет сопротивление чувствительного элемента, сопоставляет полученное значение с сопротивлением чувствительного элемента при температуре 0°C и таким образом получает температуру, которую "показывает" термометр. Датчик давления МИДА-ДИ состоит из двух преобразователей. Первичный преобразователь преобразует давление в электрический сигнал, вторичный преобразует электрический сигнал в унифицированный сигнал постоянного тока или напряжения постоянного тока. Принцип работы датчика МИДА-ДИ основан на изменении сопротивления резисторов, соединённых в мостовую схему и расположенных на поверхности чувствительного элемента, в

результате чего изменяется напряжение, поступающее на вторичный преобразователь. Данные о расходе теплоносителя вычислитель ВТД-В получает с помощью датчика расхода ПРЭМ. Преобразователь расхода ПРЭМ состоит из измерительного участка и блока электронного преобразователя. Принцип работы ПРЭМ основан на влиянии ЭДС в постоянно текущем магнитном поле теплоносителя. Значение индуцируемой ЭДС, пропорциональное расходу измеряемой среды, воспринимается электродами и подается на электронный преобразователь. Преобразователь преобразует сигнал ЭДС в сигналы, пропорциональные расходу.

Для регулирования температуры теплоносителя используется регулятор ECL 300. Электронный регулятор температуры настраивается для работы в различных технологических схемах систем теплоснабжения зданий с помощью управляющих карт. Регуляторы имеют тиристорные выходы для управления приводом регулирующего клапана. Температура в подающем трубопроводе задается в соответствии с графиком температур. Заданная температура подачи рассчитывается ECL-регулятором на основе температуры наружного воздуха, датчик ESMT, в соответствии с графиком. Датчики температуры теплоносителя ESMU соединяются с погодным компенсатором ECL с помощью двухпроводной витой пары. Принцип действия датчика аналогичен работе датчика КТПТР, описанной ранее. Клапан VB2 позволяет регулировать температуру теплового потока. Клапан нажимного действия, оснащается редукторным электроприводом AMV, воздействие на который производится импульсными сигналами трёхпозиционного электронного регулятора ECL. Электроприводы AMV обеспечивают длительную и безотказную работу регулирующих клапанов VB2.

На рисунке 5.1 представлена функциональная схема ИТП:



7MT

Условные обозначения

Рисунок 5.1 - Функциональная схема ИТП

штеть

----- система учета

(L) - регулятор температуры (погодный компенсатор)

----- система адтон

6 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

При монтаже трубопроводов, отопительных приборов и арматуры системы отопления необходимо руководствоваться нормативными документами СП [29], СП [30] и типовой технологической картой на монтаж трубопроводов [31], а так же следует использовать рабочие чертежи системы.

6.1 Определение объёмов работ

Объёмные затраты труда при монтаже системы отопления следует определять по рабочим чертежам проекта. Единицы измерения и нормы времени на выполнение монтажных работ необходимо определять согласно ЕНиР [32], ЕНиР [33], ЕНиР [34]. Монтажные работы необходимо проводить в одну захватку. Объём монтажных работ приведён в таблице 8:

Таблица 8- Ведомость объёмов монтажных работ

№	Наименование	Ед.измерения	Кол-во
1	2	3	4
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	100 м	8,43
2	Сверление и пробивка отверстий в стенах и перекрытиях	100 отв	0,6
3	Комплектование и подноска материалов и изделий	1 т	1,74
4	Установка опор и кронштейнов для трубопроводов	шт	432
5	Прокладка магистральных стальных трубопроводов:		
	Ø15	м	126
	Ø20	м	341
	Ø25	м	73
	Ø32	м	60
6	Прокладка стальных трубопроводов стояков и подводок:		
	Ø15	м	203
	Ø20	м	40
7	Установка вентилей:		
	Ø15	шт	12
	Ø20	шт	10
	Ø25	шт	5
	Ø32	шт	5
8	Установка кранов КРД:		
	Ø15	шт	47
	Ø20	шт	3

продолжение таблицы 8:

1	2	3	4
9	Установка сливных кранов:		
	Ø15	шт	12
	Ø20	шт	6
	Ø25	шт	2
	Ø32	шт	2
10	Установка воздушных кранов:		
	Ø15	шт	5
	Ø20	шт	3
11	Установка балансировочных клапанов:		
	Ø15	шт	6
	Ø20	шт	3
	Ø25	шт	4
12	Установка конвекторов	шт	42
13	Установка отопительно-воздушных агрегатов	шт	8
14	Ручная дуговая сварка трубопроводов		
	вертикальная неповоротная	стык	384
	горизонтальная неповоротная	стык	140
15	Испытания трубопроводов и отопительных приборов:		
	Первое рабочее испытание отдельных частей системы	100 м	8,43
	Рабочая проверка системы в целом	100 м	8,43
	Проверка на прогрев отопительных приборов с регулировкой	шт	50
	Окончательная проверка системы при сдаче	100 м	8,43
16	Теплоизоляция трубопроводов	м ²	95,7

6.2 Определение трудоёмкости работ

Трудоёмкость работ определяется по формуле:

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

где $N_{вр}$ - норма времени на единицу объёма работ, чел-час;

V -физический объём работ.

При определении трудоёмкости работ необходимо учитывать затраты труда на работы, выполненные за счет накладных расходов, принимаются 10% от основных, и на подготовительные работы, принимаются 4% от основных. Расчёт трудоёмкости работ сведён в таблицу 9:

Таблица 9-Ведомость трудоёмкости работ

№	Наим. работ	Ед.изм	Обоснование	Норма времени		Трудоёмкость			Всего		Состав бригады
				Чел.-час	Маш.-час	Захватка 1			Чел.-дни	Маш.-смены	
						Объём работ	Чел.-дни	Маш.-смены			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	100 м	Е 9-1-1	1,2	-	8,43	1,27	-	1,27	-	Монт.6 разр-1 ч
2	Сверление и пробивка отверстий в стенах и перекрытиях	100 отв	Е 9-1-46	9,2	-	0,6	0,69	-	0,69	-	3 разр-1 ч
3	Комплектование и подноска материалов и изделий	1 т	Е 9-1-41	3	-	1,74	0,66	-	0,66	-	2 разр-1 ч 4 разр- 1 ч
4	Установка опор и кронштейнов для трубопроводов	шт	Е 9-1-39	0,39	-	432	21,1	-	21,1	-	3 разр-1 ч 5 разр-1 ч
5	Прокладка магистральных стальных трубопроводов:				-			-		-	
	Ø15	м	Е 9-1-2	0,17	-	126	2,68	-	2,68	-	3 разр-1 ч 4 разр-1 ч
	Ø20	м		0,17	-	341	7,25	-	7,25	-	
	Ø25	м		0,17	-	73	1,55	-	1,55	-	
	Ø32	м		0,2	-	60	1,5	-	1,5	-	
6	Прокладка стальных трубопроводов стояков и подводок:				-			-		-	
	Ø15	м	Е 9-1-2	0,23	-	203	5,84	-	5,84	-	3 разр-1 ч 4 разр-1 ч
	Ø20	м		0,23	-	40	1,15	-	1,15	-	
7	Установка вентилей:				-			-		-	
	Ø15	шт	Е 9-1-28	0,91	-	12	1,36	-	1,36	-	4 разр-1 ч
	Ø20	шт		0,91	-	10	1,14	-	1,14	-	
	Ø25	шт		0,91	-	5	0,57	-	0,57	-	
	Ø32	шт		0,91	-	5	0,57	-	0,57	-	

продолжение таблицы 9:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	Установка кранов КРД:				-			-		-	
	Ø15	шт	Е 9-1-18	0,8	-	47	4,7	-	4,7	-	3 разр-1 ч
	Ø20	шт		0,8	-	3	0,3	-	0,3	-	
9	Установка сливных кранов:				-			-		-	
	Ø15	шт	Е 9-1-18	0,43	-	12	0,65	-	0,65	-	3 разр-1 ч
	Ø20	шт		0,43	-	6	0,32	-	0,32	-	
	Ø25	шт		0,43	-	2	0,11	-	0,11	-	
	Ø32	шт		0,43	-	2	0,11	-	0,11	-	
10	Установка воздушных кранов:				-			-		-	
	Ø15	шт	Е 9-1-19	0,86	-	5	0,54	-	0,54	-	5 разр-1 ч 3 разр-1ч
	Ø20	шт		0,86	-	3	0,32	-	0,32	-	
11	Установка балансировочных клапанов:				-			-		-	
	Ø15	шт	Е 9-1-38	2,8	-	6	2,1	-	2,1	-	3 разр-1 ч 4 разр-1 ч 5 разр-1 ч
	Ø20	шт		2,8	-	3	1,05	-	1,05	-	
	Ø25	шт		2,8	-	4	1,4	-	1,4	-	
12	Установка конвекторов	шт	Е 9-1-10	1,05	-	42	5,52	-	5,52	-	4 разр-1 ч
13	Установка отопительно-воздушных агрегатов	шт	Е 9-1-10	1,5	-	8	1,5	-	1,5	-	3 разр-1 ч 4 разр-1 ч 5 разр-1 ч
14	Ручная дуговая сварка трубопроводов				-			-		-	
	вертикальная неповоротная	стык	Е 22-2-1	0,07	-	384	3,36	-	3,36	-	Эл.св 6 разр- 1 ч
	горизонтальная неповоротная	стык		0,08	-	140	1,4	-	1,4	-	

продолжение таблицы 9:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	Испытания трубопроводов и отопительных приборов:				-			-		-	
	Первое рабочее испытание отдельных частей системы	100 м	Е 9-1-8	5,3	-	8,43	5,59	-	5,59	-	3 разр-1 ч 4 разр-1 ч 5 разр-1 ч
	Рабочая проверка системы в целом	100 м	Е 9-1-8	2,8	-	8,43	2,95	-	2,95	-	4 разр-1 ч 5 разр-1 ч 6 разр-1 ч
	Проверка на прогрев отопительных приборов с регулировкой	шт	Е 9-1-8	0,11	-	50	0,69	-	0,69	-	6 разр-1 ч
	Окончательная проверка системы при сдаче	100 м	Е 9-1-8	2,3	-	8,43	2,42	-	2,42	-	5 разр-1 ч 6 разр-1 ч
16	Теплоизоляция трубопроводов	м ²	Е 11-2	0,38	-	95,7	4,55	-	4,55	-	Терм.изол 3 разр-1 ч 4 разр-1 ч
	Итого:								86,91		
	Накладные расходы:								8,69		
	Подготовительные работы:								3,48		
	Всего:								99,08		

7 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Технологическая характеристика объекта

Таблица 10-Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Монтаж системы отопления	Сварка стальных трубопроводов, крепление трубопроводов, монтаж конвекторов и ОВА	Монтажник системы отопления, электросварщик ручной сварки	Ручной сварочный аппарат, роликовый труборез, позиционер, нож, молоток, устройства центровки труб, набор слесарных инструментов для монтажа труб и приборов	Асбест, проволока, электроды, трубопроводы, отопительные приборы, расходные материалы (кронштейны, муфты т.д.)

Идентификация профессиональных рисков

Таблица 11–Идентификация профессиональных рисков.

№п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	Монтаж системы отопления	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Работа с перфоратором, сварка трубопроводов
		Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Сварочные работы
		Повышенный уровень шума на рабочем месте	Работа с перфоратором

продолжение таблицы 11:

№п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
		Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Работа с труборезом
		Монотонность труда	Большой фронт работ при однотипном рабочем режиме

Методы и средства снижения профессиональных рисков

Таблица 12- Методы и средства снижения воздействия вредных и производственных факторов.

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Гигиеническое нормирование содержание аэрозолей в воздухе рабочей зоны	Костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий; перчатки с полимерным покрытием; сапоги резиновые, сварочная маска
2	Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Правильная эксплуатация сварочного аппарата, средства защиты	
3	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Статическая и динамическая балансировка прибора	
4	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Работа в перчатках из плотного материала	
5	Монотонность труда	Ликвидация ручных операций, уменьшение темпа работы, лечебно-профилактические мероприятия	

Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 13–Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Система трубопроводов	Ручной перфоратор, сварочный аппарат	А, В, Е	Пламя, плавка и искры	Осколки, части разрушившихся зданий, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, раскалённые материалы

Данные о разработке средств, методов и мер по обеспечению пожарной безопасности и обеспечению экологической безопасности технологического объекта приведены в приложении К.

Таким образом, на основании ГОСТ [35], [36], ГОСТ [37], и ФЗ [38] выполнена оценка опасных процессов при монтаже систем отопления, осуществлена идентификация профессиональных рисков, факторов и классов пожара и негативных экологических факторов объекта, и приведён перечень мероприятий, при соблюдении которых, осуществляется безопасность жизнедеятельности при монтаже системы отопления в физкультурно-оздоровительном комплексе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам выполненной работы следует сделать выводы:

- В разделе ‘Теплотехнический расчёт’ выполнен расчёт неоднородной ограждающей конструкции, расчёт требуемых сопротивлений теплопередачи ограждающих конструкций, расчёт теплопотерь и теплопоступлений здания, составлен тепловой баланс помещений.
- В разделе ‘Отопление’ выполнен гидравлический расчёт системы отопления, тепловой расчёт отопительных приборов, подобрано оборудование теплового пункта здания.
- В разделе ‘Вентиляция и кондиционирование воздуха’ выполнен расчёт требуемых воздухообменов, составлен воздушный баланс, выполнен расчёт воздухораспределительных устройств и аэродинамический расчёт системы вентиляции. Подобрано оборудование системы вентиляции и кондиционирования воздуха.
- В разделе ‘Контроль и автоматизация’ описаны основные принципы работы автоматизированного оборудования теплового пункта.
- В разделе ‘Организация монтажных работ’ посчитаны объёмы работ при монтаже системы отопления, а так же выполнен расчёт трудоёмкости монтажных работ.
- В разделе ‘Безопасность и экологичность технического объекта’ составлен перечень мероприятий, при соблюдении которых, осуществляется безопасность жизнедеятельности при монтаже системы отопления в спортивном комплексе.

В данной работе все цели и задачи выполнены и достигнуты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 131.13330.2012. - Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095546>
2. ГОСТ 30494-2011. – Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. МНТКС – М.: Госстрой России, 2013. – 15 с.
3. СП 50.13330.2012. - Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М.: Минрегион России, 2012. – 139 с.
4. СП 23-101-2004. – Проектирование тепловой защиты зданий. М.: Госстрой России, 2004. – 141 с.
5. Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий: Проектирование, Справочник/ Г.В. Русланов, М.Я. Розкин и др.-Киев.: Будивельник,1983. – 272 с.
6. Внутренние санитарно – технические устройства. Справочник проектировщика часть 3, книга 1 - «Вентиляция и кондиционирование воздуха» / под ред. Н.Н. Павлова – М.: Стройиздат, 1992. – 316 с.
7. СП 52.13330.2011. – Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. М.: Минрегион России, 2011. – 69 с.
8. СП 60.13330.2012. – Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. М.: Минрегион России, 2012. – 67 с.
9. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.1. Отопление / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканава и др.; Под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера.- М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.
10. ГОСТ 3262-75*. – Трубы стальные водопроводные. МКС – М.: Госстандарт СССР, 1977. – 7 с.

11. Каталог балансировочных клапанов компании “Danfoss” [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://tepcontrol.ru/d/61005/d/danfoss_balansirovka.pdf.
12. Каталог напольных конвекторов компании “Vitron” [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://vitron.ru/konvektor-vodyanoj-napolnyj-vkn-80-140>.
13. Каталог отопительно-воздушных агрегатов компании “Volcano” [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://volcano.ru/VOLCANO_-_каталог_2016.pdf.
14. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-технические требования к воздуху рабочей зоны. МКС – М.: Минздрав СССР, 1988. – 78 с.
15. Каталог циркуляционных насосов компании “Grundfos” [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mir-nasosov.ru/catalog/UPS-91830027-0514.pdf>.
16. Внутренние санитарно–технические устройства. Справочник проектировщика часть 3, книга 2 - «Вентиляция и кондиционирование воздуха» / под ред. Н.Н. Павлова – М.: Стройиздат, 1992. – 246 с.
17. Каталог воздухораспределителей РСН компании “Арктика” [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.arktika.ru/html/rsn_rsr.htm.
18. Каталог воздухораспределителей ДПУ-К компании “Арктика” [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.arktika.ru/html/dpuk.htm.
19. Каталог воздухозаборных решёток компании “Вентпрофиль” [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.ventprofil.ru/reshetka_vozduhozabornaja_aljuminievaja.shtml.
20. Программа для подбора приточных установок компании “Вега” [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.veza.by/programmms>.

21. Каталог электрокалориферов компании “Арктос” [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.arktos.ru/detailitem.phtml?item_id=131.
22. Каталог канальных вентиляторов компании “Аскипал” [Электронный ресурс]. Режим доступа:
23. Каталог вентиляторов компании “Вега” [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.veza.ru/upload/iblock/cba/%D0%BE%D1%81%D0%B0%2003032014+%20web.pdf>.
24. СП 51.13330.2011. – Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003. М.: Минрегион России, 2011. – 41 с.
25. Каталог шумоглушителей компании “Вентволга” [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ventvolga.ru/shumka/pryamtr.html>.
26. Каталог шумоглушителей компании “Арктос” [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.arktos.ru/detailitem.phtml?item_id=198.
27. Каталог шумоглушителей компании “Вивавент” [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.vivavent.ru/katalog/flancy/kruglye-shumoglushiteli>.
28. Каталог кондиционеров компании “McQuay” [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://freonix.ru/download/catalog/mcquay/katalog-konditsionerov-mcquay-2015.pdf>.
29. СП 73.13330.2012. – Внутренние санитарно-технические системы зданий. Актуализированная редакция СНиП 3.05.01-85. М.: Минрегион России, 2012. – 35 с.
30. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. - М.: Госстрой России, 2011 – 21 с.
31. Типовая технологическая карта на монтаж внутреннего трубопровода систем отопления с запорно-регулирующей арматурой и установкой отопительных приборов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293794/4293794404.htm>.

32. ЕНИР 9-1 Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. [Электронный ресурс]. - Введ.-1986.-12.-05. - Режим доступа: https://znaytovar.ru/gost/2/E91_Vyp_1_Santexoborudovanie_z.html.
33. ЕНИР 22 Сварочные работы. [Электронный ресурс]. - Введ.-1986.-12.-05.-Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200001107>.
34. ЕНИР 11-1 Изоляционные работы. [Электронный ресурс]. - Введ.-1986.-12.-05. - Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/data2/1/4294854/4294854127.htm#i76058>.
35. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы – Введ.1976-01-01.– М.: Госкоммитет СССР,1974.-47с.
36. Приказ министерства здравоохранения и социального развития российской федерации от 16 июля 2007 г. № 477- Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам, занятым на строительных, строительно-монтажных и ремонтно-строительных работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением [Электронный ресурс]. - Введ.-2007.-07.-16.-Режим доступа: <http://base.garant.ru/12156639>.
37. ГОСТ 12.1.004-91. Межгосударственный стандарт. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс]. – Введ. – 1992.-07.-01. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-004-91-ssbt>.
38. ФЗ-123 Федеральный закон технический регламент «О требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. -Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902111644>.

Приложение А

Теплопотери через ограждающие конструкции

№ пом.	Наименование помещения	t _в , °С	Обозначение ограждения	Стороны света	Размеры ограждения		Площадь, F, м ²	k, Вт/(м ² ·°С)	(t _в -t _н), °С	Добав. теплопот	Потери тепла, Вт	
					А, м	Б, м					Q _{огр}	ΣQ _{огр}
Первый этаж												
101	Буфет	18	НС	ю	6,4	4,03	17,392	0,269	50	1	234	1194
			О	ю	4,2	2	8,4	1,786	50	1	750	
			ПЛ		33,8	1	33,8	0,456	13		210	
102	Подсобное помещение	16	ПЛ		6,2	1	6,2	0,456	11		31	31
103	Моечная посуды	16	ПЛ		5,4	1	5,4	0,456	11		27	27
104	Раздевалка	16	НС	ю	1,8	4,03	4,254	0,269	48	1	55	521
			О	ю	1,5	2	3	1,786	48	1	257	
			ПЛ		41,8	1	41,8	0,456	11		209	
105	Венткамера	16	НС	ю	3,6	4,03	14,508	0,269	48	1	187	283
			ПЛ		17,7	1	17,7	0,456	11		95	
106	Санузел "М"	16	ПЛ		13,7	1	13,7	0,456	11		73	73
107	Санузел "Ж"	16	ПЛ		12,1	1	12,1	0,456	11		62	62
108	Санузел для инвалидов	16	ПЛ		3,06	1	3,06	0,456	11		16	16
109	Рекреация	16	НС	ю	2	4,03	5,46	0,269	48	1	70	241
			ПЛ		30,5	1	30,5	0,456	11		161	
110	Снарядная	16	ПЛ		19,5	1	19,5	0,456	11		99	99
111	Вестибюль	16	ПЛ		107,3	1	107,3	0,456	11		532	532

продолжение приложения А:

№ пом.	Наименование помещения	t _в , °С	Обозначение ограждения	Стороны света	Размеры ограждения		Площадь, F, м ²	k, Вт/(м ² ·°С)	(t _в -t _н), °С	Добав. теплопот	Потери тепла, Вт	
					А, м	Б, м					Q _{огр}	ΣQ _{огр}
112	Тамбур	16	НС	с	6	4,03	13,6	0,269	48	1,1	259	3038
			НД	с	4,22	2,5	10,6	1,786		2,9	2636	
			ПЛ		12,7	1	12,7	0,456			143	
113	Гардероб	16	НС	с	6	4,03	8,58	0,269	48	1,1	122	1663
			О	с	6	2,6	15,6	1,786	48	1,1	1471	
			ПЛ		27,1	1	27,1	0,456	11		140	
114	Подсобное помещение	16	ПЛ		6,24	1	6,24	0,234	11		35	35
115	Помещение охраны	18	НС	с	2,7	4,03	3,861	0,269	50	1,1	57	774
			О	с	2,7	2,6	7,02	1,786	50	1,1	690	
			ПЛ		8,8	1	8,8	0,456	13		53	
118	Тамбур	16	НС	ю	2,4	4,03	7,07	0,269	48	1	92	533
			НД	ю	1,3	2	2,6	0,848	48	3,9	413	
			ПЛ		2,47	1	2,47	0,456	11		58	
119	Комната уборочного инвентаря	16	ПЛ		3	1	3	0,456	11		16	16
	Лестничная клетка	16	НС	ю	15	3,2	33,6	0,269	48	1	434	1876
			О	ю	1,8	8	14,4	1,786	48	1	1234	
			ПТ		2,8	6,5	18,2	0,184	48		161	
			ПЛ		2,8	6,5	18,2	0,456	11		87	
	Лестничная клетка	16	НС	с	15	3,2	18,88	0,269	48	1,1	268	3222
			О	с	2,8	10,4	29,12	1,786	48	1,1	2746	
			ПТ		2,8	6,5	18,2	0,184	48		161	
			ПЛ		2,8	6,5	18,2	0,456	11		87	

продолжение приложения А:

№ пом.	Наименование помещения	t _в , °С	Обозначение ограждения	Стороны света	Размеры ограждения		Площадь, F, м ²	k, Вт/(м ² ·°С)	(t _в -t _н), °С	Добав. теплопот	Потери тепла, Вт	
					А, м	Б, м					Q _{огр}	ΣQ _{огр}
2 этаж												
201	Раздевалка женская	16	НС	ю	8,6	3,6	18,96	0,269	48	1	245	1274
			О	ю	6	2	12	1,786		1	1029	
203	Раздевалка мужская	16	НС	ю	5,6	3,6	12,16	0,269	48	1	157	843
			О	ю	4	2	8	1,786		1	686	
209	Кабинет администратора	18	НС	с	2,7	3,6	3,22	0,269	50	1,1	48	686
			О	с	2,5	2,6	6,5	1,786		1,1	638	
210	Методкабинет	18	НС	с	6	3,6	6	0,269	50	1,1	89	1621
			О	с	6	2,6	15,6	1,786		1,1	1532	
211	Преподавательская	18	НС	с	5,5	3,6	5,5	0,269	50	1,1	81	1486
			О	с	5,5	2,6	14,3	1,786		1,1	1405	
3 этаж												
301	Кабинет	18	НС	ю	8,6	3,6	18,96	0,269	50	1	255	1327
			О	ю	6	2	12	1,786		1	1072	
303	Кабинет	18	НС	ю	5,6	3,6	12,16	0,269	50	1	164	878
			О	ю	4	2	8	1,786		1	714	
309	Кабинет директора	18	НС	с	2,7	3,6	3,22	0,269	50	1,1	48	686
			О	с	2,5	2,6	6,5	1,786		1,1	638	
310	Методкабинет	18	НС	с	6	3,6	6	0,269	50	1,1	89	1621
			О	с	6	2,6	15,6	1,786		1,1	1532	
311	Методкабинет	18	НС	с	5,5	3,6	5,5	0,269	50	1,1	81	1486
			О	с	5,5	2,6	14,3	1,786		1,1	1405	

продолжение приложения А:

№ пом.	Наименование помещения	t _в , °С	Обозначение ограждения	Стороны света	Размеры ограждения		Площадь, F, м ²	k, Вт/(м ² ·°С)	(t _в -t _н), °С	Добав. теплопот	Потери тепла, Вт	
					А, м	Б, м					Q _{огр}	ΣQ _{огр}
4 этаж												
401	Репетиционный зал	18	НС	ю	11,5	3,78	27,47	0,269	50	1	369	2485
			О	ю	8	2	16	1,786		1	1429	
			ПТ		74,67	1	74,67	0,184			687	
402	Раздевалка	16	НС	ю	2,7	3,78	6,206	0,269	48	1	80	563
			О	ю	2	2	4	1,786		1	343	
			ПТ		15,8	1	15,8	0,184			140	
403	Душевая	18	ПТ		5,5	1	5,5	0,184	50		51	51
404	Раздевалка	16	ПТ		22,8	1	22,8	0,184	48		201	201
405	Душевая	18	ПТ		7,3	1	7,3	0,184	50		67	67
406	Санузел "М"	16	ПТ		10,7	1	10,7	0,184	48		95	95
407	Комната уборочного инвентаря	16	ПТ		3,06	1	3,06	0,184	48		27	27
408	Санузел "Ж"	16	ПТ		8,82	1	8,82	0,184	48		78	78
409	Рекреация	16	ПТ		75,5	1	75,5	0,184	48		667	667
410	Кабинет администратора	18	НС	с	2,7	3,78	3,706	0,269	50	1,1	55	848
			О	с	2,5	2,6	6,5	1,786		1,1	638	
			ПТ		16,8	1	16,8	0,184			155	
411	Танцевальный зал	18	НС	с	11,5	3,78	13,57	0,269	50	1,1	201	4183
			О	с	11,5	2,6	29,9	1,786		1,1	2937	
			ПТ		113,6	1	113,6	0,184			1045	
											Σ	34950

продолжение приложения А:

№ пом.	Наименование помещения	t _в , °С	Обозначение ограждения	Стороны света	Размеры ограждения		Площадь, F, м ²	k, Вт/(м ² ·°С)	(t _в -t _н), °С	Добав. теплопот	Потери тепла, Вт	
					А, м	Б, м					Q _{огр}	∑Q _{огр}
116	Спортзал	15	НС	ю	44	14,6	554,4	0,304	47	1,05	8317	55333
			НС	в	25	14,6	352	0,304		1,15	5783	
			НС	с	44	14,6	554,4	0,304		1,15	9102	
			НД	в	1,5	2	3	0,848		1,15	137	
			О	ю	44	2	88	1,786		1,05	7756	
			О	в	5	2	10	1,786		1,15	965	
			О	с	44	2	88	1,786		1,15	8495	
			ПТ		1063,8	1	1063,8	0,208			10400	
			ПЛ								4378	
117	Спортзал	15	НС	ю	44	14,6	554,4	0,304	47	1,05	8317	55035
			НС	з	25	14,6	352	0,304		1,1	5532	
			НС	с	44	14,6	554,4	0,304		1,15	9102	
			НД	з	1,5	2	3	0,848		1,1	132	
			О	ю	44	2	88	1,786		1,05	7756	
			О	з	5	2	10	1,786		1,1	923	
			О	с	44	2	88	1,786		1,15	8495	
			ПТ		1063,8	1	1063,8	0,208			10400	
			ПЛ								4378	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Теплопоступления от солнечной радиации

Спортзал 116																
Время суток	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
Ориентация	юг															
$Q_{вп}$	0	0	0	22	128	245	347	398	398	347	245	128	22	0	0	0
$Q_{вр}$	12	35	58	74	85	88	91	92	92	91	88	85	74	58	35	12
F	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
k_1	1,4	1,4	1,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1,4	1,4	1,4
k_2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$\beta_{сз}$	1															
$Q_{ср}$	1478	4312	7145	5068	11246	17582	23126	25872	25872	23126	17582	11246	5068	7145	4312	1478
Ориентация	Север															
$Q_{вп}$	88	103	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	103	88
$Q_{вр}$	19	56	66	65	62	58	57	55	55	57	58	62	65	66	56	19
F	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
k_1	0,6	0,6	0,6	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	0,6	0,6	0,6
k_2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$\beta_{сз}$	1															
$Q_{ср}$	5650	8395	4382	8008	7638	7146	7022	6776	6776	7022	7146	7638	8008	4382	8395	5650

продолжение приложения Б:

Время суток	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
Ориентация	Восток															
q _{вп}	227	433	523	547	504	378	193	37	0	0	0	0	0	0	0	0
q _{вр}	27	74	115	122	114	91	76	67	63	58	56	55	48	43	30	13
F	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
k ₁	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
k ₂	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
β _{сз}	1															
Q _{ср}	1524	3042	3828	4014	3708	2814	1614	624	882	812	784	770	672	602	420	182
Q _{сум}	8652	15749,2	15356	17090,8	22592,8	27542	31762,8	33272	33530	30960,8	25512	19654,8	13748,8	12130	13127,2	7310
Спортзал 117																
Ориентация	Запад															
q _{вп}	0	0	0	0	0	0	0	0	37	193	378	504	547	523	433	227
q _{вр}	13	30	43	48	55	56	58	63	67	76	91	114	122	115	74	27
F	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
k ₁	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
k ₂	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
β _{сз}	1															
Q _{ср}	182	420	602	672	770	784	812	882	624	1614	2814	3708	4014	3828	3042	1524
Q _{сум}	7310	13127,2	12130	13748,8	19654,8	25512	30960,8	33530	33272	31762,8	27542	22592,8	17090,8	15356	15749,2	8652

продолжение приложения Б:

Танцевальный зал 411																
Время суток	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
Ориентация	Север															
$q_{вп}$	88	103	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	103	88
$q_{вр}$	19	56	66	65	62	58	57	55	55	57	58	62	65	66	56	19
F	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9
k_1	0,6	0,6	0,6	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	0,6	0,6	0,6
k_2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$\beta_{сз}$	1															
$Q_{ср}$	1920	2852	1489	2721	2595	2428	2386	2302	2302	2386	2428	2595	2721	1489	2852	1920

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Гидравлический расчёт системы отопления

№ участка	G _{уч} , кг/ч	l _{уч} , м	R _{ср} , Па/м	d, мм	R _ф , Па/м	R _ф · l, Па	U, м/с	Σζ	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Примечание
Основное циркуляционное кольцо через нижний прибор стояк 6 P _p = 50000 Па											
1-2	1275	4,08	357	32	54,3	221,54	0,33	3,5	185,0	407	Вентиль-2,5;отвод-1
2-3	1107,5	6		25	170	1020,00	0,51	1	350,0	1370	тр.прох-1
3-4	946,5	3,3		25	124	409,20	0,43	4	361,0	770	тр.прох-1 ; 3 отвода-3
4-5	920,4	0,2		20	426	85,20	0,7	1	239,0	324	тр.прох-1
5-6	844,8	26		20	360	9360,00	0,64	5,5	1100,0	10460	тр.прох-1 ; 3 отвода-4,5
6-6.1	145,7	1,9		15	57	108,30	0,2	19,4	386,0	494	Вентиль-3;2 отвода-3; слив.кр.-4 ; тр.повор-9,4
6.1-6.1'	50,6	0,5		15	6,3	3,15	0,07	14,3	34,5	38	тр.повор-7,3;КРД-4;конв-2,6;возд.-1,5;тр.повор-(-1,1)
6.1'-6'	145,7	1,9		15	57	108,30	0,2	8,2	161,0	269	Вентиль-3;2 отвода-3;слив.кр.-4 ; тр.повор-(-1.8)
6'-7'	575,9	4,9		15	791	3875,90	0,78	1	297,0	4173	тр.прох-1
7'-8'	821,8	11,5		20	343	3944,50	0,62	7	1315,0	5260	тр.прох-1;4 отвода-6
8'-9'	1069,5	2		20	571	1142,00	0,8	2,5	783,0	1925	тр.прох-1,отвод-1,5
9'-10'	1195,2	26,8		20	719	19269,20	0,91	4	1610,0	20879	тр.прох-1;2 отвод-3
10'-1'	1275	1,9	25	221	419,90	0,59	5	851,0	1271	2 отвода-2;вентиль-3	
		90,98								47640	
										Запас 0,04	

продолжение приложения В:

№ участка	G _{уч} , кг/ч	l _{уч} , м	R _{ср} , Па/м	d, мм	R _ф , Па/м	R _ф · l, Па	U, м/с	Σζ	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Примечание
Стояк 6 через верхний прибор P _p = 38+0,4·1695=716 Па											
6.1-6.2	95,1	3,6		15	25	90,00	0,13	1	8,3	98,3	тр.прох-1
6.2-6.3	67,5	3,6		15	13,5	48,60	0,09	1	3,96	52,56	тр.прох-1
6.3-6.3'	39,9	7,7		15	3,6	27,72	0,05	13,1	17,1	44,82	Конв.-2,6;возд-1,5;2 отвод-3;КРД-4;2 тр.прох-2
6.3'-6.2'	67,5	3,6		15	13,5	48,60	0,09	1	3,96	52,56	тр.прох-1
6.2'-6.1'	95,1	3,6		15	25	90,00	0,13	1	8,3	98,3	тр.прох-1
										346,54	
Регулировка КРД 369 Па											
Второстепенное циркуляционное кольцо через нижний прибор стояк 2											
P _p = 13726 Па											
2-2.1	167,5	1,8	250	15	73	131,40	0,23	20,2	520,0	651,40	Вентиль-3;2 отвода-3; слив.кр.-4 ; тр.повор-10,2
2.1-2.1'	29,4	1,8		15	2,6	4,68	0,04	38,6	18,1	22,78	кр.повор-14;КРД-4;конв.-2,6;возд-1,5;4 отвода-6;кр.повор-10,5
2.1'-3'	167,5	7,8		15	73	569,40	0,23	12,5	324,0	893,40	Вентиль-3;3 отвода-4,5;слив.кр.-4;тр.прох-1
3'-4'	328,5	3,3		15	263	867,90	0,44	5,5	527,0	1394,90	тр.прох-1; 3 отвода-4,5
4'-5'	354,6	0,2		15	310	62,00	0,48	1	112,0	174,00	тр.прох-1
5'-6'	430,2	26		15	414	10764,00	0,585	5,5	842,0	11606,00	тр.прох-1; 3 отвода-4,5
		40,9								14742,48	
										Невязка - 0,08	Регулировка клапаном ASV-P 1017 Па стояка 6

продолжение приложения В:

№ участка	$G_{уч}$, кг/ч	$l_{уч}$, м	$R_{ср}$, Па/м	d , мм	$R_{ф}$, Па/м	$R_{ф} \cdot l$, Па	U , м/с	$\sum \zeta$	Z , Па	$R_{ф} \cdot l + Z$, Па	Примечание
Стояк 2 через верхний прибор $P_p=22,78+0,4 \cdot 1695=701$ Па											
2.1-2.2	116,4	3,6		15	37	133,20	0,16	1	12,5	145,7	кр.прох-1
2.2-2.3	84,9	3,6		15	21	75,60	0,12	1	7,04	82,64	кр.прох-1
2.3-2.4	52,1	3,6		15	7	25,20	0,07	1,2	2,5	27,7	кр.прох-1,2
2.4-2.4'	26,05	1,8		15	2,3	4,14	0,04	25,4	16,2	20,34	тр.повор-6,3;КРД-4;конв.-2,6;возд.-1,5;4 отвода-6;тр.повор-5
2.4'-2.3'	52,1	3,6		15	7	25,20	0,07	3,6	8,7	33,9	кр.прох-3,6
2.3'-2.2'	84,9	3,6		15	21	75,60	0,12	2	14	89,6	кр.прох-2
2.2'-2.1'	116,4	3,6		15	37	133,20	0,16	2	25	158,2	кр.прох-2
										558,08	
Регулировка КРД 143 Па											
Участок 2.1-2.1' через левый прибор $P_p=22,78$ Па											
2.1-2.1'	21,7	1,8		15	1,4	2,52	0,03	36,6	20,3	22,82	кр.повор-14;КРД-4;конв.-2,6;возд-1,5;4 отвода-6;кр.повор-16,5
										Невязка 0	
Второстепенное циркуляционное кольцо через нижний прибор стояк 1											
$P_p=33038$ Па											
6-7	699,1	4,9	377	20	253	1239,70	0,54	1	142,0	1381,70	тр.прох-1
7-8	453,2	11,5		15	493	5669,50	0,62	7	1315,0	6984,50	тр.прох-1;4 отвода-6
8-9	205,5	2		15	106	212,00	0,28	2,5	97,0	309,00	тр.прох-1;1 отвод-1,5
9-1.1	79,8	29,2		15	17,5	511,00	0,11	15,5	88,0	599,00	тр.прох-1; 5 отводов – 7,5; вентиль-3;слив.кр-4

продолжение приложения В:

№ участка	G _{уч} , кг/ч	l _{уч} , м	R _{ср} , Па/м	d, мм	R _ф , Па/м	R _ф · l, Па	U, м/с	∑ζ	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Примечание
1.1-1.1'	21,7	0,5		15	1,4	0,70	0,03	18,1	10,1	10,80	тр.повор-14,1;КРД-4;конв.-2,6;возд.-1,5;тр.повор-(-4,1)
1.1'-10'	79,8	2		15	17,5	35,00	0,11	3,5	20,1	55,10	тр.повор-(-8);вентиль-3;3 отвода-4,5; слив.кр.-4
		50,1								9340,1	
									Невязка 0,72		
					Регулировка клапаном ASV-P 23698 Па						
Стояк 1 через верхний прибор P _p =10,8+0,4·1695=689 Па											
1.1-1.2	57,1	3,6		15	8,7	31,32	0,07	1	3,13	34,45	тр.прох-1
1.2-1.3	42,4	3,6		15	3,8	13,68	0,06	1	1,76	15,44	тр.прох-1
1.3-1.3'	26,05	7,7		15	2,3	17,71	0,04	13,1	17,1	34,81	Конв.-2,6;возд-1,5;2 отвод-3;КРД-4;2 тр.прох-2
1.3'-1.2'	42,4	3,6		15	3,8	13,68	0,06	1	1,76	15,44	тр.прох-1
1.2'-1.1'	57,1	3,6		15	8,7	31,32	0,07	1	3,13	34,45	тр.прох-1
										134,59	
					Регулировка КРД 555 Па						

продолжение приложения В:

№ участка	G _{уч} , кг/ч	l _{уч} , м	R _{ср} , Па/м	d, мм	R _ф , Па/м	R _ф · l, Па	U, м/с	Σζ	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Примечание
Второстепенное циркуляционное кольцо через нижний прибор стояк 3 P _p = 7920 Па											
3-3.1	161	1,8		20	15,5	27,90	0,12	29	207,8	235,7	тр.повор-21;вентиль-3;2 отвода-3; слив.кр.-2
3.1-3.1'	29,4	0,5		15	2,6	1,30	0,04	13,5	11,0	12,3	тр.повор-12;КРД-4;конв.-2,6;возд.-1,5;тр.повор-(-6,6)
3.1'-3'	161	1,8		20	15,5	27,90	0,12	10,1	74,8	102,7	Вентиль-3; 2 отвода-3;слив.кр.-2;тр.повор-2,1
										350,7	
									Невязка 0,95		Регулировка клапаном ASV-P
Стояк 3 через верхний прибор P _p =12,3+0,4·1695=690 Па											
3.1-3.2	131,6	3,6		20	11	39,60	0,1	1	4,9	44,5	тр.прох-1
3.2-3.3	100,1	3,6		15	28	100,80	0,14	0,95	9,6	110,4	кр.прох-0,95
3.3-3.4	67,2	3,6		15	13,4	48,24	0,09	1,1	5,9	54,14	кр.прох-1,1
3.4-3.4'	33,6	1,8		15	2,9	5,22	0,05	25,4	31,4	36,62	тр.повор-6,3;КРД-4;конв.-2,6;возд.-1,5;4 отвода-6;тр.повор-5
3.4'-3.3'	67,2	3,6		15	13,4	48,24	0,09	2,6	9,3	57,54	кр.прох-2,6
3.3'-3.2'	100,1	3,6		15	28	100,80	0,14	1,9	19,1	119,9	кр.прох-1,9
3.2'-3.1'	131,6	3,6		20	11	39,60	0,1	1,7	8,6	48,2	кр.прох-1,7
										471,30	
									Регулировка КРД 225 Па		

продолжение приложения В:

№ участка	G _{уч} , кг/ч	l _{уч} , м	R _{ср} , Па/м	d, мм	R _ф , Па/м	R _ф · l, Па	U, м/с	∑ζ	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Примечание
Второстепенное циркуляционное кольцо через стояк 4 P _p = 8544 Па											
4-4'	26,1	4,2		15	2,3	9,66	0,03	-21,9	-13,2	-3,54	тр.повор-13,5;2 вентиля-6;5 отводов-7,5;2 слив.кр.-8;КРД-4;конв.-2.6;возд.-1,5;тр.повор-(-65)
										-3,54	
						Регулировка клапаном ASV-P 8548 Па					
Второстепенное циркуляционное кольцо через нижний прибор стояк 5 P _p = 8394 Па											
5-5.1	75,6	4,1		15	16,5	67,65	0,1	46	227,4	295,05	тр.повор-33;вентиль-3;4 отвода-6; слив.кр.-4
5.1-5.1'	45,4	0,5		15	4,5	2,25	0,06	14,6	26,6	28,85	тр.повор-4,15;КРД-4;конв.-2,6;возд.-1,5;тр.повор-2,3
5.1'-5'	75,6	4,1		15	16,5	67,65	0,1	5,2	25,3	92,95	Вентиль-3; 4 отвода-6;слив.кр.-4;тр.повор-(-7,8)
										416,85	
									Невязка 0,95		Регулировка клапаном ASV-P
Стояк 5 через верхний прибор P _p =28,85+0,4·565=255 Па											
5.1-5.1'	30,3	7,7		15	2,6	20,02	0,04	13,1	11	31,02	Конв.-2,6;возд.-1,5;2 отвода-3;КРД-4; 2 тр.прох-2
										31,02	
						Регулировка КРД 224 Па					

продолжение приложения В:

№ участка	G _{уч} , кг/ч	l _{уч} , м	R _{ср} , Па/м	d, мм	R _ф , Па/м	R _ф · l, Па	U, м/с	∑ζ	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Примечание
Второстепенное циркуляционное кольцо через нижний прибор стояк 7 P _p = 3593 Па											
7-7.1	245,9	1,9		20	34	64,60	0,19	15,3	264,0	328,6	тр.повор-7,3;вентиль-3;2 отвода-3; слив.кр.-2
7.1-7.1'	50,6	1,8		15	6,3	11,34	0,07	19,9	48,0	59,34	тр.повор-9,4;КРД-4;конв-2,6;возд.-1,5;4 отвода-6;тр.повор-(-3,62)
7.1'-7'	245,9	1,9		20	34	64,60	0,19	5,3	89,1	153,7	Вентиль-3;2 отвода-3;слив.кр.-2;тр.повор-(-2,66)
										541,64	
									Невязка 0,85		Регулировка клапаном ASV-P 3051 Па
Стояк 7 через верхний прибор P _p =59,3+0,4·1695=737 Па											
7.1-7.2	195,3	3,6		20	22	79,20	0,15	1	11,7	90,9	тр.прох-1
7.2-7.3	137,5	3,6		20	12	43,20	0,1	1	4,9	48,1	кр.прох-1
7.3-7.4	79,8	3,6		15	18,3	65,88	0,11	1,3	8,7	74,58	кр.прох-1,3
7.4-7.4'	39,9	1,8		15	3,6	6,48	0,06	25,4	42,6	49,08	тр.повор-6,3;КРД-4;конв-2,6;возд.-1,5;4 отвода-6;тр.повор-5
7.4'-7.4'	79,8	3,6		15	18,3	65,88	0,11	3,6	21,4	87,28	кр.прох-3,6
7.3'-7.2'	137,5	3,6		15	50,7	182,52	0,19	2	35,3	217,82	кр.прох-2
7.2'-7.1'	195,3	3,6		20	22	79,20	0,15	1	11,7	90,9	тр.прох-1
										658,66	
											Регулировка КРД 78 Па

продолжение приложения В:

№ участка	$G_{уч}$, кг/ч	$l_{уч}$, м	$R_{ср}$, Па/м	d , мм	$R_{ф}$, Па/м	$R_{ф} \cdot l$, Па	U , м/с	$\sum \zeta$	Z , Па	$R_{ф} \cdot l + Z$, Па	Примечание
Второстепенное циркуляционное кольцо через нижний прибор стояк 8 $P_p = 1867$ Па											
8-8.1	247,7	1,9		20	34,3	65,17	0,19	12,8	229,0	294,17	тр.повор-4,8;вентиль-3;2 отвода-3; слив.кр.-2
8.1-8.1'	56,7	1,8		15	8,7	15,66	0,08	19,9	63,0	78,66	тр.повор-9,4;КРД-4;конв.-2,6;возд-1,5;тр.повор-(-3,62)
8.1'-8'	247,7	1,9		20	34,3	65,17	0,19	2,2	38,3	103,47	Вентиль-3; 2 отвода-3;слив.кр.-2;тр.повор-(-5,8)
										476,3	
									Невязка 0,75		Регулировка клапаном ASV-P 1391 Па
Стояк 8 через верхний прибор $P_p = 78,7 + 0,4 \cdot 1695 = 757$ Па											
8.1-8.2	191	3,6		20	21,5	77,40	0,14	1	9,6	87	тр.прох-1
8.2-8.3	135,4	3,6		20	11,2	40,32	0,1	1	4,9	45,22	кр.прох-1
8.3-8.4	79,8	3,6		15	18,2	65,52	0,1	1,3	4,9	70,42	кр.прох-1,3
8.4-8.4'	39,9	1,8		15	3,6	6,48	0,06	25,4	42,6	49,08	тр.повор-6,3;КРД-4;конв.-2,6;возд.-1,5;4 овтода-6;тр.повор-5
8.4'-8.3'	79,8	3,6		15	18,2	65,52	0,1	3,6	17,1	82,62	кр.прох-3,6
8.3'-8.2'	135,4	3,6		15	49,3	177,48	0,18	2	33,5	210,98	кр.прох-2
8.2'-8.1'	191	3,6		20	21,5	77,40	0,14	1	9,6	87	тр.прох-1
											632,32
											Регулировка КРД 125 Па

продолжение приложения В:

№ участка	$G_{уч}$, кг/ч	$l_{уч}$, м	$R_{ср}$, Па/м	d , мм	$R_{ф}$, Па/м	$R_{ф} \cdot l$, Па	U , м/с	$\sum \zeta$	Z , Па	$R_{ф} \cdot l + Z$, Па	Примечание
Участок 8.3-8.3' через левый прибор $P_p=78,7+0,4 \cdot 1130=531$ Па											
8.3-8.3'	30,1	1,8		15	2,6	4,68	0,04	34,6	27,3	31,98	кр.повор-8,2;КРД-4;конв.-2,6;возд-1,5;4 отвода-6;кр.повор-12,3
										Невязка 0,94	
					Регулировка КРД 499 Па						
Участок 8.3-8.3' через правый прибор $P_p=78,7+0,4 \cdot 1130=531$ Па											
8.3-8.3'	25,5	1,8		15	2,2	3,96	0,035	36,1	21,6	25,56	кр.повор-8,2;КРД-4;конв.-2,6;возд-1,5;4 отвода-6;кр.повор-13,8
					Регулировка КРД 505 Па						
Второстепенное циркуляционное кольцо через нижний прибор стояк 9 $P_p= 3483$ Па											
9-9.1	125,7	3,4		15	42,1	143,14	0,17	17,2	240,0	383,14	тр.повор-4,15;вентиль-3;4 отвода-6; слив.кр.-4
9.1-9.1'	75,4	0,5		15	16,4	8,20	0,1	14,6	72,4	80,6	тр.повор-4,15;КРД-4;конв.-2,6;возд.-1,5;тр.повор-2,3
9.1'-9'	125,7	3,4		15	42,1	143,14	0,17	-12	-169	-25,86	Вентиль-3; 4 отвода-6;слив.кр.-4;тр.повор-(-25)
										437,88	
									Невязка 0,87	Регулировка клапаном ASV-P 3045 Па	
Стояк 9 через верхний прибор $P_p=80,6+0,4 \cdot 565=307$ Па											
9.1-9.1'	50,3	7,7		15	6,3	48,51	0,07	13,1	33,6	82,11	Конв-2,6;возд-1,5;2 отвода-3;КРД-4; 2 тр.прох-2
										82,11	Регулировка КРД 225 Па

продолжение приложения В:

№ участка	$G_{уч}$, кг/ч	$l_{уч}$, м	$R_{ср}$, Па/м	d , мм	$R_{ф}$, Па/м	$R_{ф} \cdot l$, Па	U , м/с	$\sum \zeta$	Z , Па	$R_{ф} \cdot l + Z$, Па	Примечание
Основное циркуляционное кольцо через дальний прибор ветка А $P_p = 50000$ Па											
1-2	3554	0,4	203	32	365	146,00	0,915	3,5	1400,0	1546	Вентиль-2,5;отвод-1
2-3	1772	27,1		32	94	2547,40	0,45	17,9	1782,0	4329	тр.повор-5,4; 8 отводов- 8 ; вентиль-2,5;слив.кр-2
3-4	886	30,4		20	371	11278,40	0,65	24,3	5030,0	16308	тр.повор-6,3; 10 отводов-15;вентиль-3
4-4'	443	44,2		20	96,4	4260,88	0,32	13,5	2403,0	6664	2 тр.прох-2 ; 4 отвода-6;КРД-4;ОВА-1728 Па; возд.-1,5
4'-3'	886	30,4		20	371	11278,40	0,65	19,2	3948,0	15226	тр.повор-1,2; 10 отводов-15;вентиль-3
3'-2'	1772	27,4		32	94	2575,60	0,45	15,5	1435,0	4011	тр.прох-1; 10 отводов- 10 ; вентиль-2,5;слив.кр-2
2'-1'	3554	0,4		32	365	146,00	0,915	2,5	1000,0	1146	Вентиль-2,5
		160,3									49231
										Запас 0,02	
Второстепенное циркуляционное кольцо через ближний прибор ветка А $P_p = 6664$ Па											
4-4'	443	1		15	443	443,00	0,58	11,9	3701,0	4144	тр.повор-2 ; 2 отвода-3;КРД-4;ОВА-1728 Па; тр.повор-1,4;возд-1,5
		1								4144	
										Невязка 0,38	
					Регулировка клапаном ASV-P 2520 Па						

продолжение приложения В:

№ участка	$G_{уч}$, кг/ч	$l_{уч}$, м	$R_{ср}$, Па/м	d , мм	$R_{ф}$, Па/м	$R_{ф} \cdot l$, Па	U , м/с	$\sum \zeta$	Z , Па	$R_{ф} \cdot l + Z$, Па	Примечание
циркуляционное кольцо через дальний прибор ветка Б $P_p = 38199$ Па											
3-5	886	17,8		20	371	6603,80	0,65	18,3	3763,0	10366,8	тр.повор-6,3; 6 отводов-9;вентиль-3
5-5'	443	44,2		20	96,4	4260,88	0,32	13,5	2403,0	6663,88	2 тр.прох-2 ; 4 отвода-6;КРД-4;ОВА-1728 Па;возд.-1,5
5'-3'	886	17,2		20	371	6381,20	0,65	11,5	2386,0	8767,2	тр.прох-1; 5 отводов-7,5;вентиль-3
		79,2								25797,88	
										Невязка 0,32	Регулировка клапаном ASV-P 12401 Па
Второстепенное циркуляционное кольцо через ближний прибор ветка Б $P_p = 6664$ Па											
5-5'	443	1		15	443	443,00	0,58	11,9	3701,0	4144	тр.повор-2 ; 2 отвода-3;КРД-4;ОВА-1728 Па; тр.повор-1,4;возд-1,5
		1								4144	
										Невязка 0,38	
											Регулировка клапаном ASV-P 2520 Па

продолжение приложения В:

№ участка	$G_{уч}$, кг/ч	$l_{уч}$, М	$R_{ср}$, Па/М	d , мм	$R_{ф}$, Па/м	$R_{ф} \cdot l$, Па	U , м/с	$\sum \zeta$	Z , Па	$R_{ф} \cdot l + Z$, Па	Примечание
циркуляционное кольцо через дальний прибор ветка В $P_p = 46539$ Па											
2-6	1782	6,4	361	25	396	2534,40	0,8	15,3	4803,0	7337,4	тр.повор-6,3; 4 отвода-4 ; вентиль-3;слив.кр-2
6-7	891	36,1		20	375	13537,50	0,65	30,3	6279,0	19816,5	тр.повор-6,3; 14 отводов-21;вентиль-3
7-7'	445,5	44,2		20	98	4331,60	0,33	13,5	2444,0	6775,6	2 тр.прох-2 ; 4 отвода-6;КРД-4;ОВА-1728 Па; возд.-1,5
7'-6'	891	36,5		25	105	3832,50	0,4	22	1720,0	5552,5	тр.повор-5; 14 отводов-14;вентиль-3
6'-2'	1782	6,1		25	396	2415,60	0,8	10,4	3176,0	5591,6	тр.повор-1,4; 4 отводов- 4 ; вентиль-3;слив.кр-2
		129,3								45073,6	
										Невязка 0,03	
Второстепенное циркуляционное кольцо через ближний прибор ветка В $P_p = 6777$ Па											
7-7'	445,5	1		15	443	443,00	0,58	11,7	3692,0	4135	тр.повор-2 ; 2 отвода-3;КРД-4;ОВА-1728 Па; тр.повор-1,2;возд-1,5
		1								4135	
										Невязка 0,39	
Регулировка клапаном ASV-P 2642 Па											

продолжение приложения В:

№ участка	$G_{уч}$, кг/ч	$l_{уч}$, м	$R_{ср}$, Па/м	d , мм	$R_{ф}$, Па/м	$R_{ф} \cdot l$, Па	U , м/с	$\sum \zeta$	Z , Па	$R_{ф} \cdot l + Z$, Па	Примечание
циркуляционное кольцо через дальний прибор ветка Г Рр= 32145 Па											
6-8	891	11,6		20	375	4350,00	0,65	12,3	2550,0	6900	тр.повор-6,3; 2 отвода-3;вентиль-3
8-8'	445,5	44,2		15	443	19580,60	0,58	13,5	3936,0	23516,6	2 тр.прох-2 ; 4 отвода-6;КРД-4;ОВА-1728 Па;возд.-1,5
8'-6'	891	12		25	105	1260,00	0,4	10	782,0	2042	тр.повор-5; 2 отвода-2;вентиль-3
		67,8								32458,6	
										Невязка 0	
Второстепенное циркуляционное кольцо через ближний прибор ветка Г Рр= 23517 Па											
8-8'	445,5	1		15	443	443,00	0,58	11,7	3692,0	4135	тр.повор-2 ; 2 отвода-3;КРД-4;ОВА-1728 Па; тр.повор-1,2;возд-1,5
		1								4135	
										Невязка 0,82	
						Регулировка клапаном ASV-P 19382 Па					

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Тепловой расчёт отопительных приборов

Прибор	$Q_{\text{пом}}, \text{Вт}$	$G_{\text{пр}}, \text{кг/ч}$	$t_{\text{вх}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вых}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_{\text{ср}}, ^\circ\text{C}$	$q_{\text{в}}, \text{Вт/м}$	$l_{\text{в}}, \text{м}$	$q_{\text{г}}, \text{Вт/м}$	$l_{\text{г}}, \text{м}$	$q_{\text{пр}}, \text{Вт/шт}$	$Q_{\text{пр}}, \text{Вт}$	$Q_{\text{тр}}, \text{Вт}$	Наим.конвектора
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Стояк 1													
1 этаж	584	21,72	95	70	66,5	55	6,8	73	0,5	218,9	215	410,5	ВКН.080.140.700
2 этаж	422	15,7	95	70	66,5	55	6,8	73	0,5	305,11	53	410,5	ВКН.080.140.1000
3 этаж	439	16,33	95	70	64,5	53	6,8	70	0,5	294,85	83	395,4	ВКН.080.140.1000
4 этаж	701	26,07	95	70	64,5	53	0,3	70	0,5	677,66	655	50,9	ВКН.130.190.1000
Стояк 2													
1 этаж	790	29,38	95	70	66,5	55	6,8	73	1,8	324,86	335	505,4	ВКН.080.140.1000
	584	21,72	95	70	66,5	55	0	73	1,8	492,26	466	131,4	ВКН.130.140.1000
2 этаж	425	15,81	95	70	66,5	55	6,8	73	1,8	305,33	11	460	ВКН.080.140.1000
	422	15,7	95	70	66,5	55	0	73	1,8	305,11	304	131,4	ВКН.080.140.1000
3 этаж	442	16,44	95	70	64,5	53	6,8	70	1,8	295,05	4	486,4	ВКН.080.140.1000
	439	16,33	95	70	64,5	53	0	70	1,8	334,6	326	126	ВКН.080.140.1100
4 этаж	701	26,07	95	70	64,5	53	0,1	70	1,8	677,66	583	131,3	ВКН.130.190.1000
	701	26,07	95	70	64,5	53	0,1	70	1,8	677,66	583	131,3	ВКН.130.190.1000

продолжение приложения Г:

Прибор	Q _{пом} , Вт	G _{пр} , кг/ч	t _{вх} , °C	t _{вых} , °C	Δt _{ср} , °C	q _в , Вт/м	l _в , м	q _г , Вт/м	l _г , м	q _{пр} , Вт/шт	Q _{пр} , Вт	Q _{гр} , Вт	Наим.конвектора
Стояк 3													
1 этаж	790	29,38	95	70	66,5	55	6,8	73	1,8	324,86	335	505,4	ВКН.080.140.1000
2 этаж	425	15,81	95	70	66,5	55	3,4	73	1,8	305,33	138	318,4	ВКН.080.140.1000
	425	15,81	95	70	66,5	55	3,4	73	1,8	264,85	138	318,4	ВКН.080.140.900
3 этаж	442	16,44	95	70	64,5	53	3,4	70	1,8	295,05	166	306,2	ВКН.080.140.1000
	442	16,44	95	70	64,5	53	3,4	70	1,8	255,93	166	306,2	ВКН.080.140.900
4 этаж	902	33,55	95	70	64,5	53	0	70	1,8	885,8	789	126	ВКН.130.240.1000
	902	33,55	95	70	64,5	53	0,3	70	1,8	767,6	774	141,9	ВКН.130.240.900
Стояк 4													
1 этаж	703	26,15	95	70	66,5	55	0,3	73	0,5	704,23	655	53	ВКН.130.190.1000
Стояк 5													
1 этаж	1220	45,38	95	70	66,5	55	6,8	73	0,5	821,91	851	410,5	ВКН.130.240.900
2 этаж	813	30,24	95	70	66,5	55	0,3	73	0,5	789,22	765	53	ВКН.130.240.900
Стояк 6													
1 этаж	1360	50,58	95	70	66,5	55	6,8	73	0,5	1015,1	991	410,5	ВКН.080.240.1600
2 этаж	743	27,63	95	70	64,5	53	6,8	70	0,5	518,2	387	395,4	ВКН.080.140.1500
3 этаж	743	27,63	95	70	64,5	53	6,8	70	0,5	518,2	387	395,4	ВКН.080.140.1500
4 этаж	1072	39,87	95	70	64,5	53	0,3	70	0,5	1025,11	1026	50,9	ВКН.080.240.1700

продолжение приложения Г:

Прибор	Q _{пом} , Вт	G _{пр} , кг/ч	t _{вх} , °C	t _{вых} , °C	Δt _{ср} , °C	q _в , Вт/м	l _в , м	q _г , Вт/м	l _г , м	q _{пр} , Вт/шт	Q _{пр} , Вт	Q _{гр} , Вт	Наим.конвектора
Стояк 7													
1 этаж	1360	50,58	95	70	66,5	55	6,8	73	1,8	1015,1	905	505,4	ВКН.080.240.1600
2 этаж	743	27,63	95	70	64,5	53	0	70	1,8	852,02	630	126	ВКН.080.240.1500
	810	30,13	95	70	64,5	53	6,8	70	1,8	522,69	372	486,4	ВКН.080.140.1500
3 этаж	743	27,63	95	70	64,5	53	0	70	1,8	852,02	630	126	ВКН.080.240.1500
	810	30,13	95	70	64,5	53	6,8	70	1,8	522,69	372	486,4	ВКН.080.140.1500
4 этаж	1072	39,87	95	70	64,5	53	0,1	70	1,8	954,11	954	131,3	ВКН.080.240.1600
	1072	39,87	95	70	64,5	53	0,1	70	1,8	954,11	954	131,3	ВКН.080.240.1600
Стояк 8													
1 этаж	1523	56,65	95	70	64,5	53	6,8	70	1,8	1061,74	1085	486,4	ВКН.080.240.1700
2 этаж	810	30,13	95	70	64,5	53	0	70	1,8	859,41	697	126	ВКН.080.240.1500
	686	25,51	95	70	64,5	53	6,8	70	1,8	514,08	248	486,4	ВКН.080.140.1500
3 этаж	810	30,13	95	70	64,5	53	0	70	1,8	859,41	697	126	ВКН.080.240.1500
	686	25,51	95	70	64,5	53	6,8	70	1,8	514,08	248	486,4	ВКН.080.140.1500
4 этаж	1072	39,87	95	70	64,5	53	0	70	1,8	954,11	959	126	ВКН.080.240.1600
	1072	39,87	95	70	64,5	53	0,3	70	1,8	954,11	944	141,9	ВКН.080.240.1600
Стояк 9													
1 этаж	2027	75,39	95	70	66,5	55	6,8	73	0,5	1663,66	1658	410,5	ВКН.130.240.1500
2 этаж	1352	50,29	95	70	66,5	55	0,3	73	0,5	1597,63	1304	53	ВКН.130.240.1500

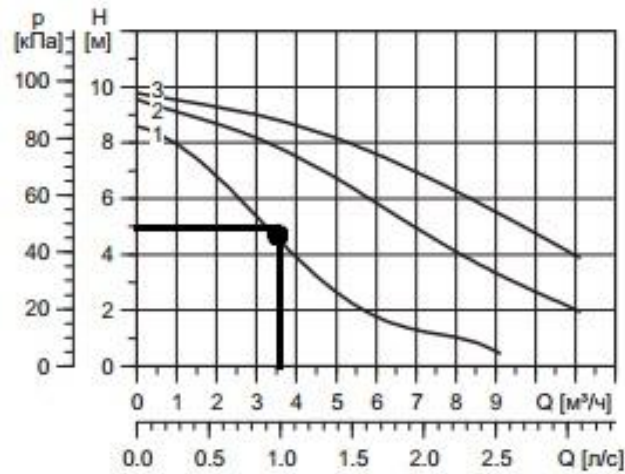
ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Характеристики насоса UPS 40-100 F

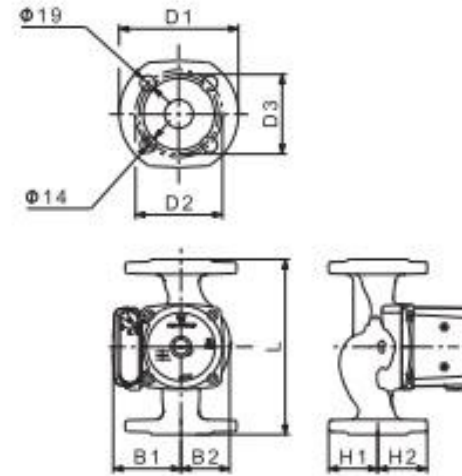
UPS 40-100 F

250

1 x 230 В, 50 Гц



ТМ04 3616 4708



ТМ04 6006 4609

Скорость	P_1 [Вт]	I_n [А]
3	345	1.52
2	340	1.50
1	280	1.30

Присоединения: фланцы DN40 PN 06/10
 Давление в гидросистеме: Макс. 10 бар
 Температура перекачиваемой жидкости: от -25°C до +110°C (TF 110)

Тип насоса	Размеры [мм]									Масса [кг]		Объем поставки [м³]
	L	D1	D2	D3	H1	H2	B1	B2	G	Нетто	Брутто	
UPS 40-100 F	250	150	110	100	62	150	90	68	-	9.6	10.4	0.016

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

i-d диаграммы

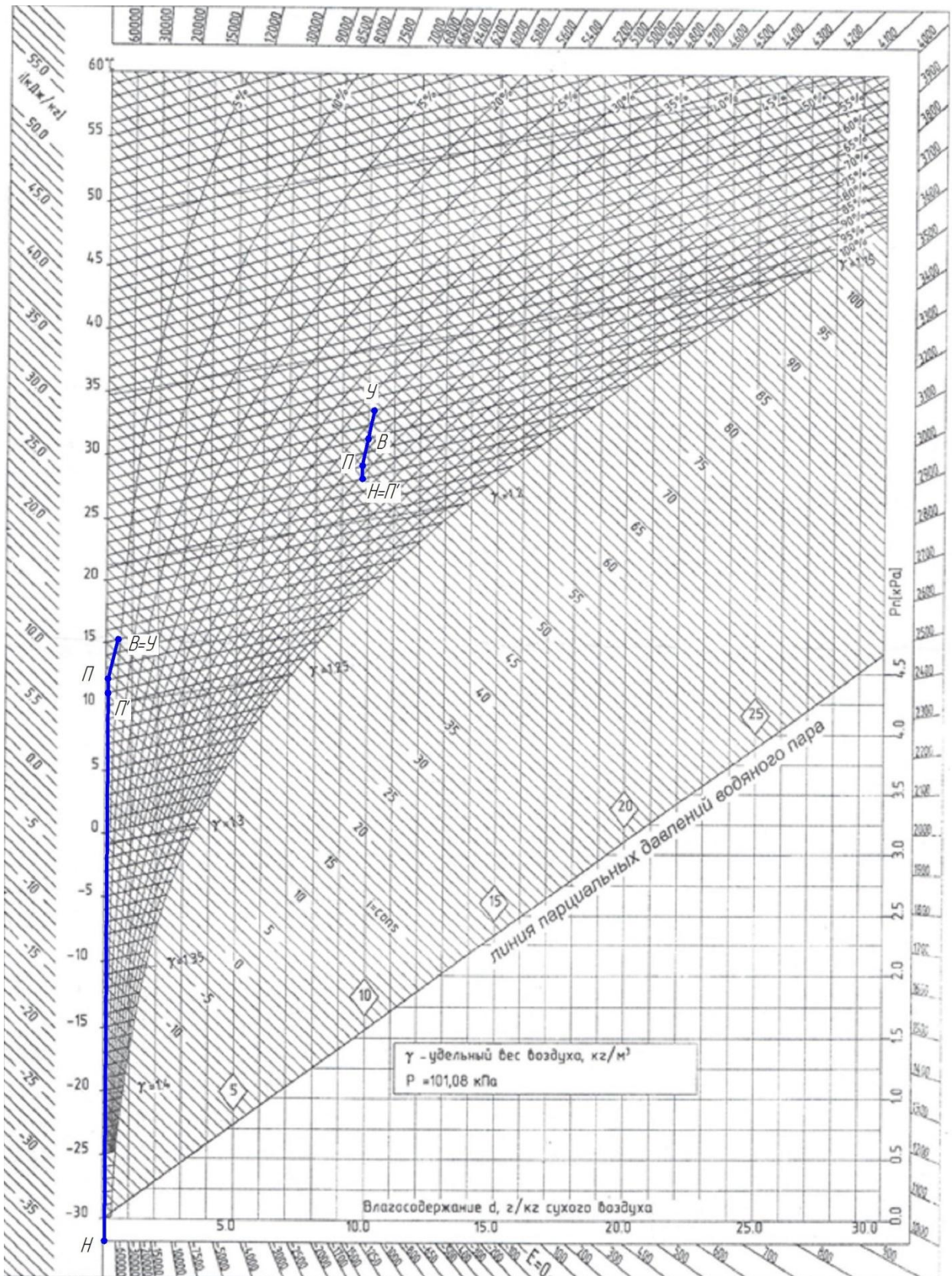


Рисунок Е.1- i-d диаграмма для спортзала 116

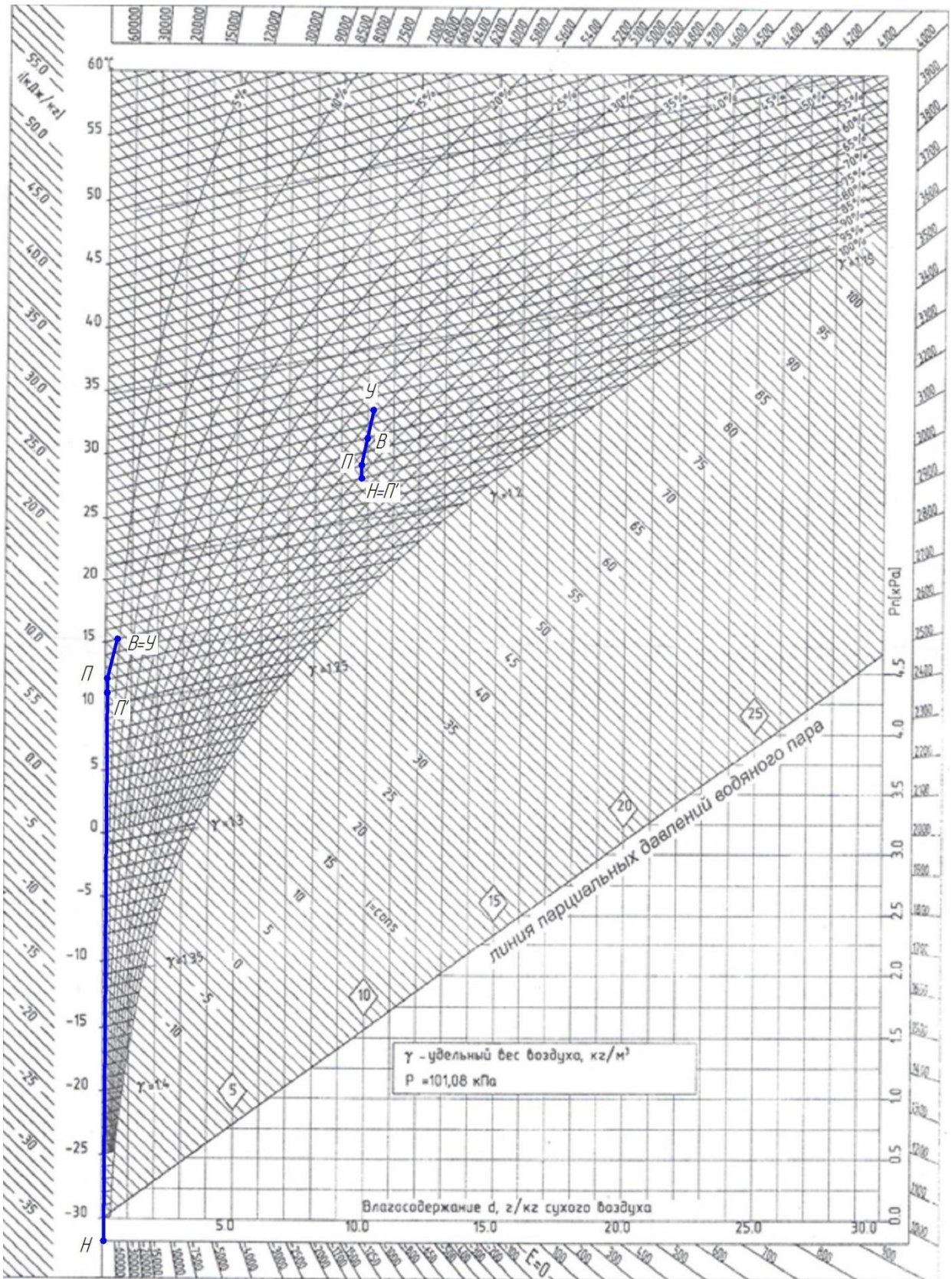


Рисунок Е.2- i-d диаграмма для спортзала 117

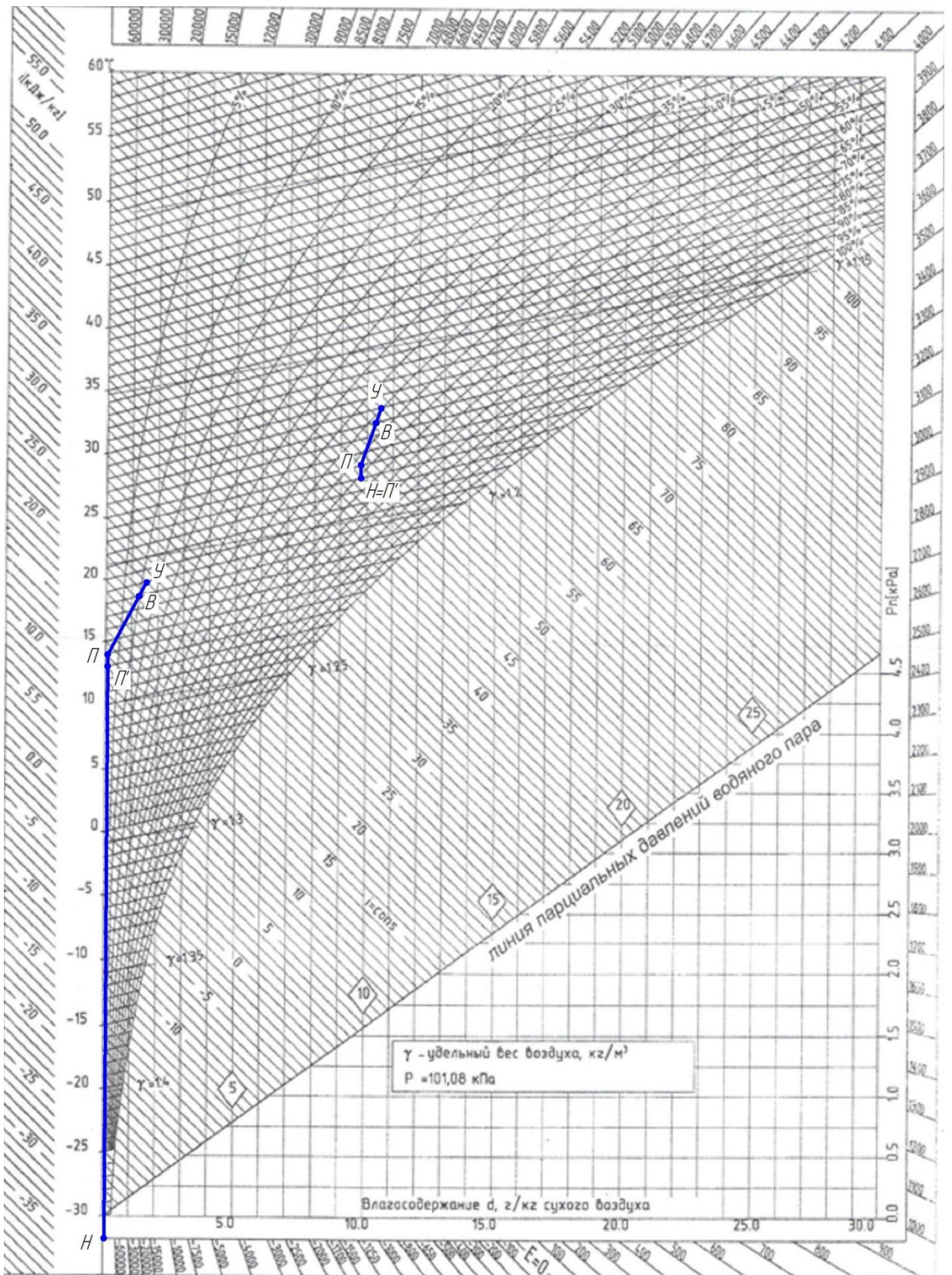


Рисунок Е.3- i-d диаграмма для танцевального зала

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Расчётные схемы систем вентиляции

П1

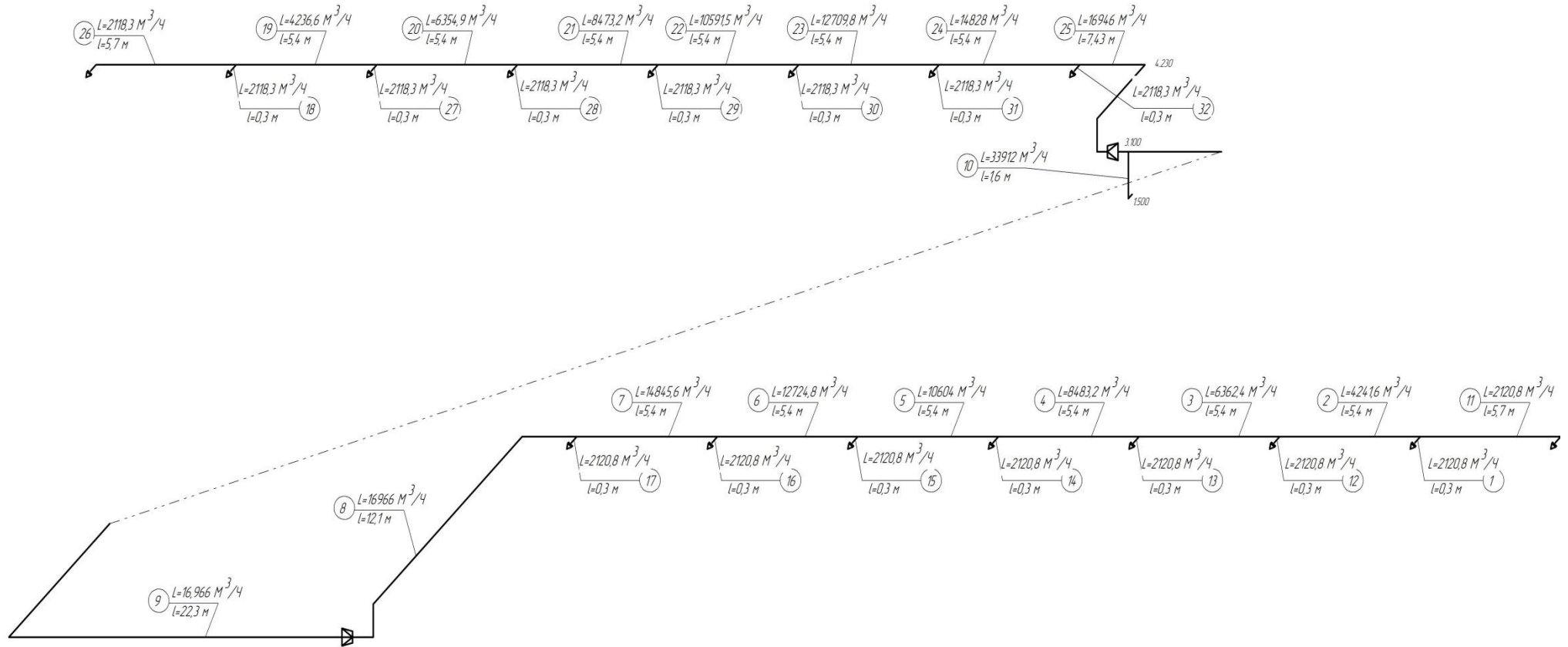


Рисунок Ж.1-Расчётная схема П1

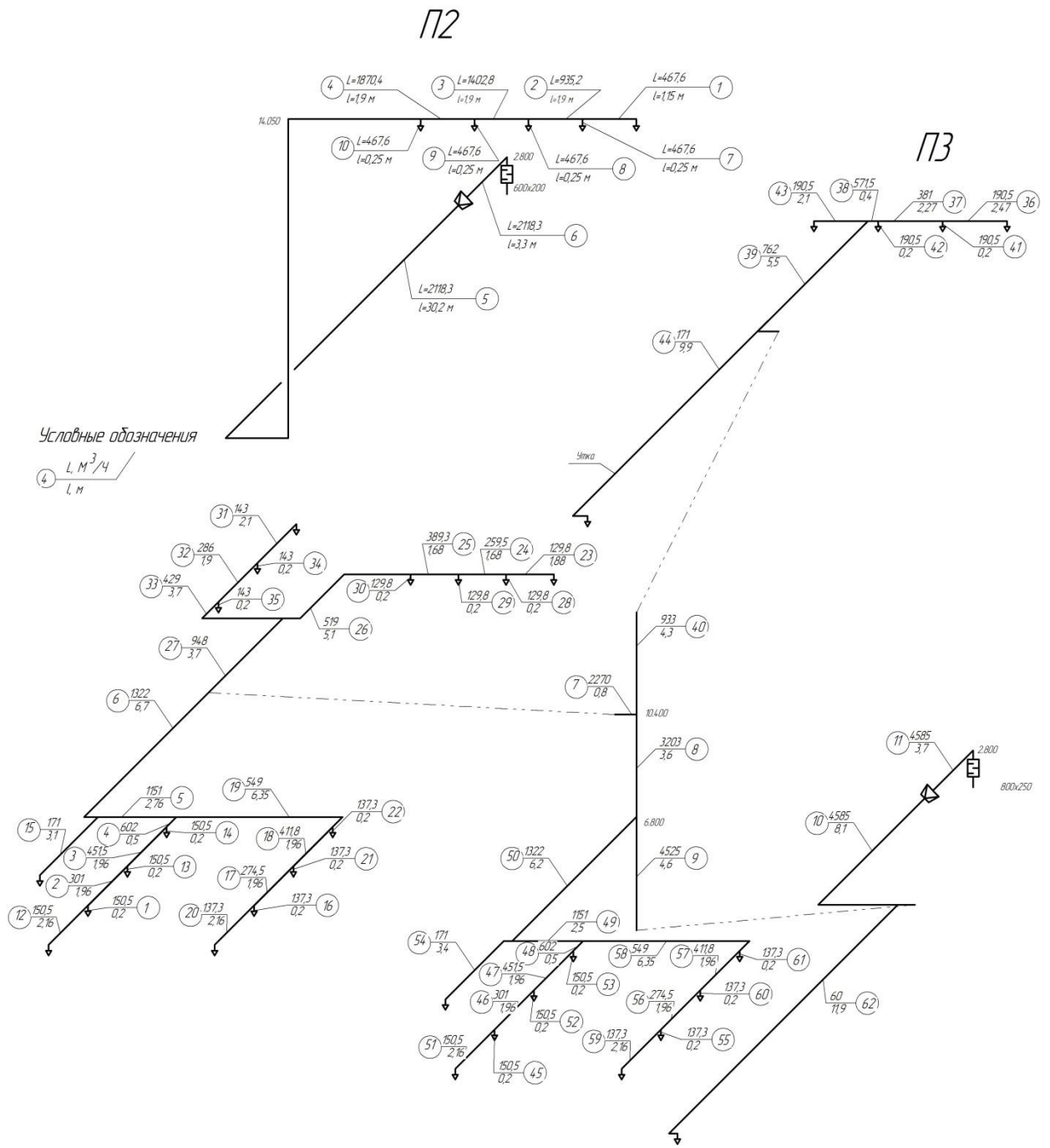


Рисунок Ж.2-Расчётные схемы П2, П3

П4

Условные обозначения

④ $L, M^3/ч$
 l, m

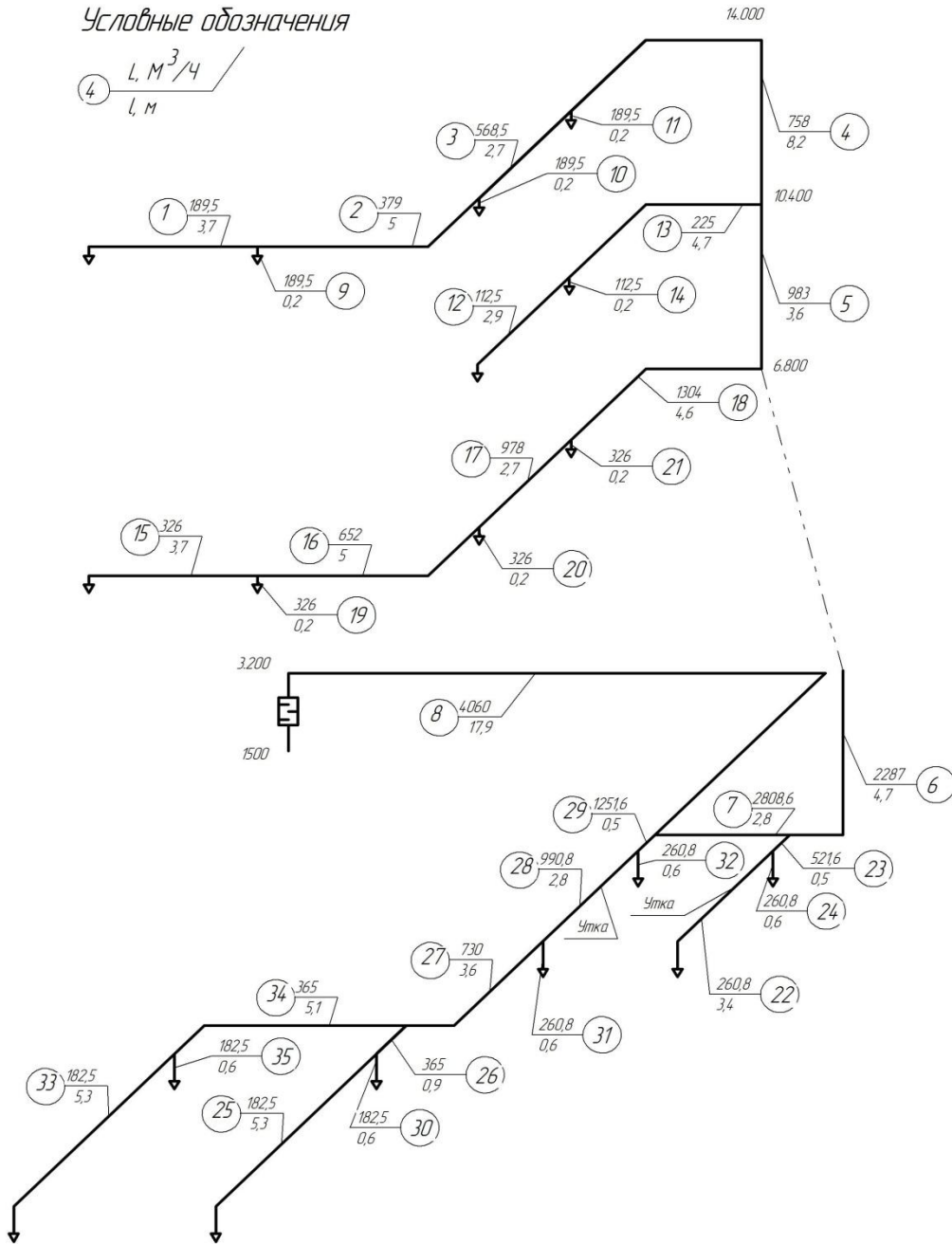


Рисунок Ж.3-Расчётная схема П4

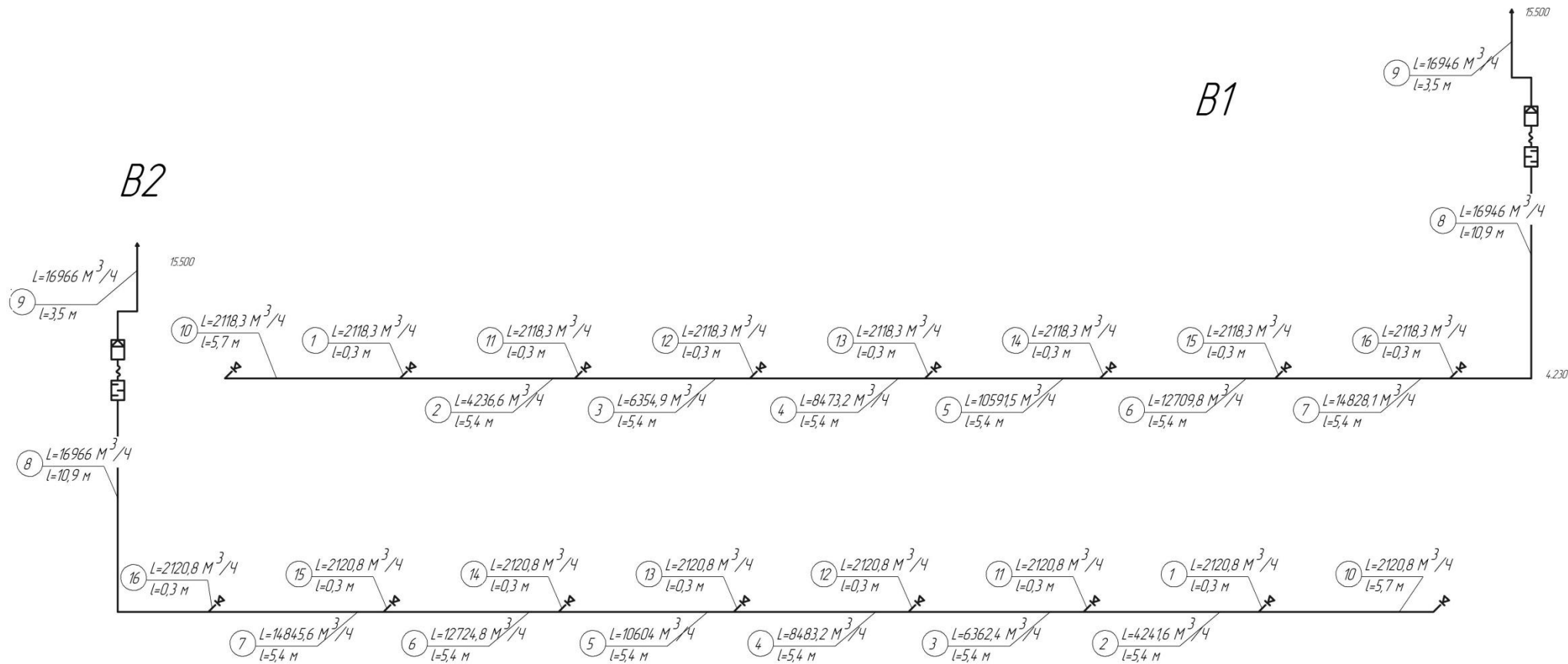


Рисунок Ж.4-Расчётные схемы B1, B2

B3

Условные обозначения

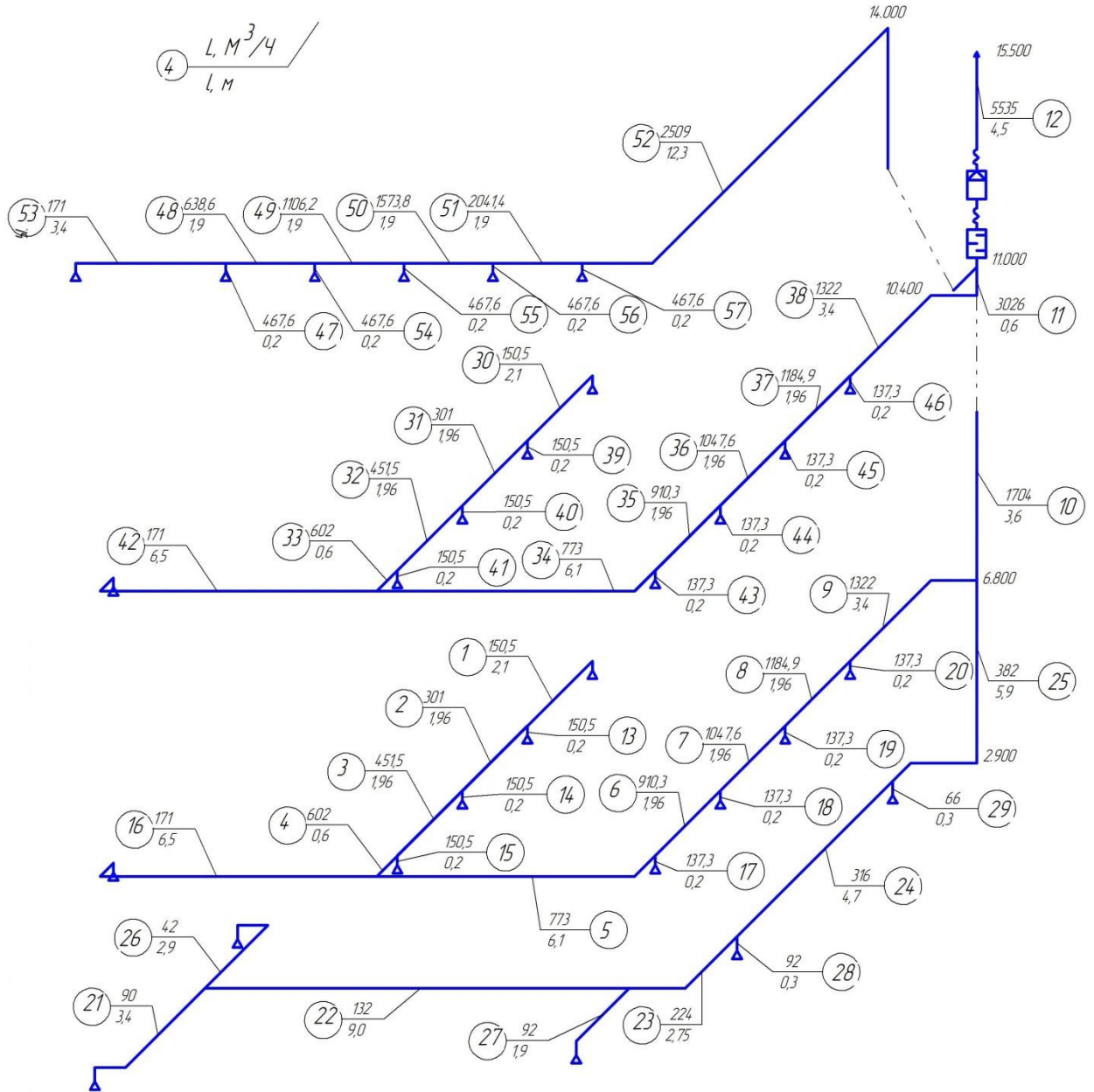


Рисунок Ж.5-Расчётная схема B3

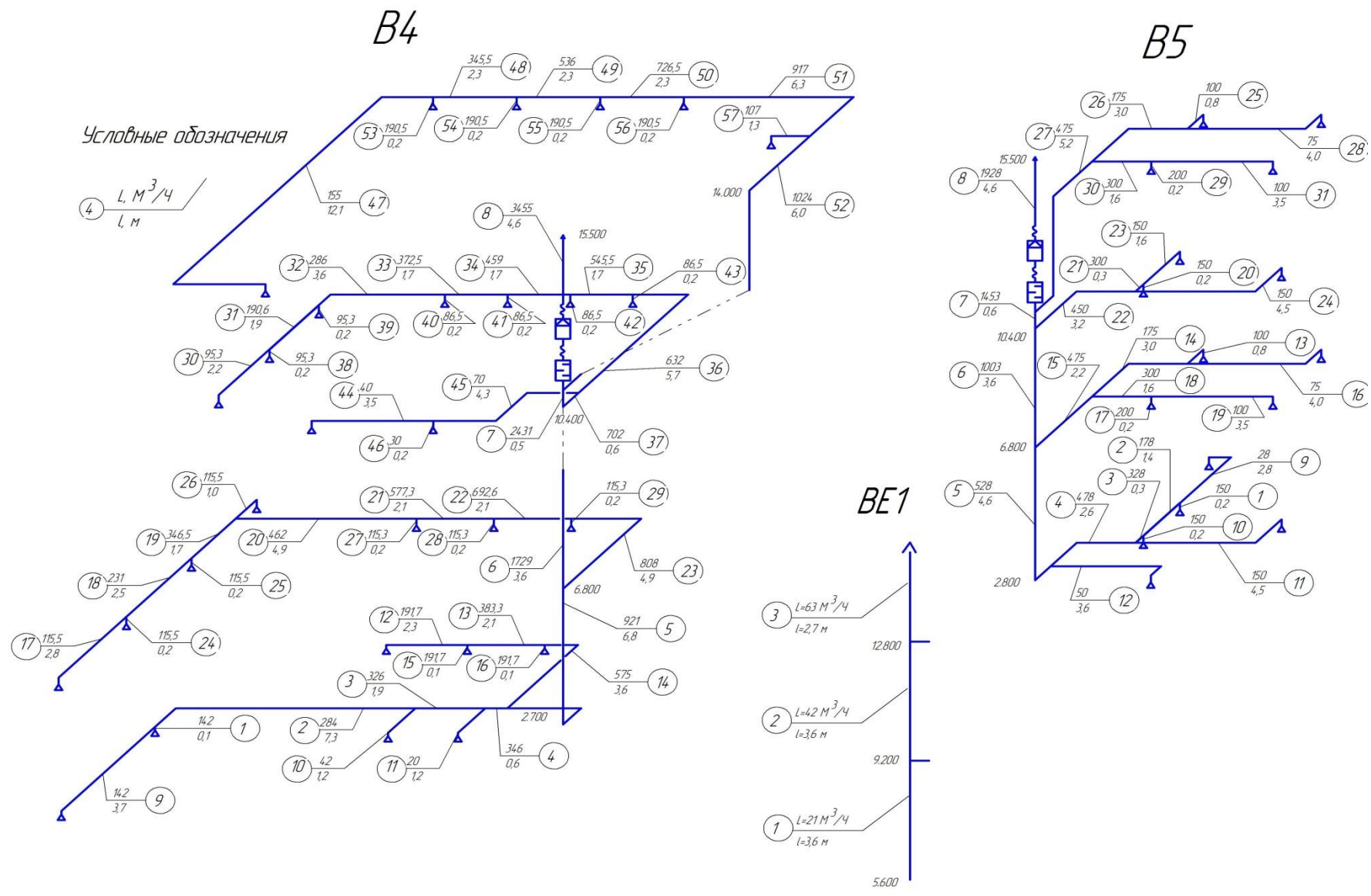


Рисунок Ж.6-Расчётные схемы В4, В5, ВЕ1

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Аэродинамический расчёт систем вентиляции

Аэродинамический расчёт механического притока

№ участка	L, м³/ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м²	U, м/с								
II													
Магистраль													
ВР	2120,8			0,287	2,053			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
1	2121	0,3	630	0,312	1,891	0,065	0,020	1,05	2,2	2,3	2,3	8,1	тр.повор-1,05
2	4241,6	5,4	710	0,396	2,977	0,124	0,67	0,2	5,5	1,1	1,8	9,9	тр.прох-0,2
3	6362,4	5,4	800	0,502	3,518	0,161	0,87	0,15	7,7	1,2	2,0	11,9	тр.прох-0,15
4	8483,2	5,4	800	0,502	4,690	0,272	1,47	0,15	13,6	2,0	3,5	15,4	тр.прох-0,15
5	10604	5,4	800	0,502	5,863	0,387	2,09	0,15	21,3	3,2	5,3	20,7	тр.прох-0,15
6	12724,8	5,4	800	0,502	7,036	0,558	3,01	0,15	30,7	4,6	7,6	28,3	тр.прох-0,15
7	14845,6	5,4	800	0,502	8,208	0,753	4,07	0,15	41,8	6,3	10,3	38,6	тр.прох-0,15
8	16966,4	12,1	800	0,502	9,381	0,912	11,04	1,05	54,6	57,3	68,3	107,0	3 отвода-1,05
9	16966	22,3	800	0,502	9,381	0,912	20,34	3	54,6	163,7	184,0	291,0	2000x500, тр.повор-0,8;2 отвода-2,2
10	33912	1,6	1037	0,844	11,159	1,140	1,82	1,1	77,2	84,9	86,7	377,7	2000x700;отвод-1,1
Ответвления													
ВР	2120,8			0,287	2,053			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
11	2121	5,7	630	0,312	1,891	0,065	0,371	0,75	2,2	1,7	2,0	7,8	тр.прох-0,4;отвод-0,35
												Невязка=(8,1-7,8)/8,1=4%	

продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _л , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па		Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с									
BP	2120,8				0,287	2,053			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
12	2121	0,3	630		0,312	1,891	0,065	0,020	2,3	2,2	5,1	5,1	10,9	тр.повор-2,3
														Невязка=(9,9-10,9)/9,9=10%
BP	2120,8				0,287	2,053			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
13	2121	0,3	710		0,396	1,489	0,038	0,011	5,25	1,4	7,2	7,2	13,0	тр.повор-5,25
														Невязка=(11,9-13)/11,9=-9%
BP	2120,8				0,287	2,053			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
14	2121	0,3	710		0,396	1,489	0,038	0,011	7,5	1,4	10,3	10,3	16,1	тр.повор-7,5
														Невязка=(15,4-16,1)/15,4=-5%
BP	2120,8				0,287	2,053			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
15	2121	0,3	710		0,396	1,489	0,038	0,011	11,3	1,4	15,5	15,5	21,3	тр.повор-11,3
														Невязка=(20,7-21,3)/20,7=-3%
BP	2120,8				0,287	2,053			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
16	2121	0,3	710		0,396	1,489	0,038	0,011	17,8	1,4	24,5	24,5	30,2	тр.повор-17,8
														Невязка=(28,3-30,2)/28,3=-7%
BP	2120,8				0,287	2,053			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
17	2121	0,3	710		0,396	1,489	0,038	0,011	23,5	1,4	32,3	32,3	38,0	тр.повор-23,5
														Невязка=(38,6-38)/38,6=2%

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
ВР	2118,3			0,287	2,050			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
18	2118	0,3	630	0,312	1,889	0,065	0,020	1,05	2,2	2,3	2,3	8,1	тр.повор-1,05
19	4236,6	5,4	710	0,396	2,974	0,124	0,67	0,2	5,5	1,1	1,8	9,9	тр.прох-0,2
20	6354,9	5,4	800	0,502	3,514	0,161	0,87	0,15	7,7	1,1	2,0	11,9	тр.прох-0,15
21	8473,2	5,4	800	0,502	4,685	0,269	1,45	0,15	13,6	2,0	3,5	15,4	тр.прох-0,15
22	10591,5	5,4	800	0,502	5,856	0,384	2,07	0,15	21,3	3,2	5,3	20,6	тр.прох-0,15
23	12709,8	5,4	800	0,502	7,027	0,552	2,98	0,15	30,6	4,6	7,6	28,2	тр.прох-0,15
24	14828,1	5,4	800	0,502	8,198	0,747	4,03	0,15	41,7	6,3	10,3	38,5	тр.прох-0,15
25	16946	7,43	800	0,502	9,369	0,904	6,72	1,85	54,4	100,7	107,4	145,9	тр.повор-0,8;3 отвода-1,05
													Невязка=(291-145,9)/291=50%
													z=(291-145,9)/54,4=2,67
													d _г =593 мм
ВР	2118,3			0,287	2,050			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
26	2118	5,7	630	0,312	1,889	0,065	0,371	0,75	2,2	1,7	2,0	7,8	тр.прох-0,4;отвод-0,35
													Невязка=(8,1-7,8)/8,1=4%
ВР	2118,3			0,287	2,050			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
27	2118	0,3	630	0,312	1,889	0,065	0,020	2,3	2,2	5,1	5,1	10,9	тр.повор-2,3
													Невязка=(9,9-10,9)/9,9=10%

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
BP	2118,3			0,287	2,050			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
28	2118	0,3	710	0,396	1,487	0,038	0,011	5,25	1,4	7,2	7,2	13,0	тр.повор-5,25
												Невязка=(11,9-13)/11,9=-9 %	
BP	2118,3			0,287	2,050			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
29	2118	0,3	710	0,396	1,487	0,038	0,011	7,5	1,4	10,3	10,3	16,0	тр.повор-7,5
												Невязка=(15,4-16)/15,4=-5%	
BP	2118,3			0,287	2,050			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
30	2118	0,3	710	0,396	1,487	0,038	0,011	11,3	1,4	15,5	15,5	21,2	тр.повор-11,3
												Невязка=(20,6-21,3)/20,6=-3%	
BP	2118,3			0,287	2,050			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
31	2118	0,3	710	0,396	1,487	0,038	0,011	17,8	1,4	24,4	24,4	30,2	тр.повор-17,8
												Невязка=(28,3-30,2)/28,3=-7%	
BP	2118,3			0,287	2,050			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
32	2118	0,3	710	0,396	1,487	0,038	0,011	23,5	1,4	32,2	32,2	38,0	тр.повор-23,5
												Невязка=(38,5-38)/38,5=2%	

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
П2													
Магистраль													
ВР	467,6			0,050	2,598			1,4	4,2	5,9	5,9	5,9	
1	468	1,15	200	0,031	4,137	1,060	1,219	0,7	10,6	7,4	8,6	14,5	тр.прох-0,35;отвод-0,35
2	935,2	1,9	280	0,062	4,221	0,754	1,43	0,22	11,0	2,4	3,9	18,4	тр.прох-0,22
3	1402,8	1,9	315	0,078	5,003	0,879	1,67	0,15	15,5	2,3	4,0	22,4	тр.прох-0,15
4	1870,4	1,9	315	0,078	6,670	1,480	2,81	0,15	27,6	4,1	6,9	29,4	тр.прох-0,15
5	2338	30,2	315	0,078	8,338	2,245	67,8	1,05	43,1	45,3	113,1	142,4	3 отвода-1,05
6	2338	3,3	300	0,071	9,192	2,740	9,04	4,2	52,4	220,0	229,1	371,5	600x200;2отвода-2,2;ш.гл-2
Ответвления													
ВР	467,6			0,050	2,598			1,4	4,2	5,9	5,9	5,9	
7	468	0,25	200	0,031	4,137	1,060	0,265	0,7	10,6	7,4	7,7	13,6	тр.повор.-0,7
													Невязка=(14,5-13,6)/14,5=6%
ВР	467,6			0,050	2,598			1,4	4,2	5,9	5,9	5,9	
8	468	0,25	200	0,031	4,137	1,060	0,265	0,96	10,6	10,2	10,4	16,3	тр.повор.-0,96
													Невязка=(18,4-16,3)/18,4=11%
ВР	467,6			0,050	2,598			1,4	4,2	5,9	5,9	5,9	
9	468	0,25	200	0,031	4,137	1,060	0,265	1,8	10,6	19,1	19,4	25,3	тр.повор.-0,7
													Невязка=(22,4-25,3)/22,4=13%

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	∑ζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	∑(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
ВР	467,6			0,050	2,598			1,4	4,2	5,9	5,9	5,9	
10	468	0,25	200	0,031	4,137	1,060	0,265	2,5	10,6	26,5	26,8	32,7	тр.повор.-0,7
												Невязка=(29,4-32,7)/29,4=11%	
ПЗ													
Магистраль (3 этаж)													
ВР	150,5			0,020	2,090			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
1	151	0,2	160	0,020	2,080	0,412	0,082	1,05	2,7	2,8	2,9	6,7	тр.повор-1,05
2	301	1,96	200	0,031	2,663	0,493	0,97	0,2	4,4	,9	1,8	8,5	тр.прох-0,2
3	451,5	1,96	225	0,040	3,156	0,584	1,14	0,15	6,2	,9	2,1	10,6	тр.прох-0,15
4	602	0,5	225	0,040	4,208	0,932	0,47	1,05	11,0	11,5	12,0	22,6	тр.повор-1,05
5	1151	2,76	280	0,062	5,195	1,089	3,01	0,15	16,7	2,5	5,5	28,1	тр.прох-0,15
6	1322	6,7	280	0,062	5,967	1,393	9,33	1,1	22,1	24,3	33,6	61,7	тр.повор-0,75;отвод-0,35
7	2270	0,8	355	0,099	6,374	1,175	0,94	0,65	25,2	16,4	17,3	79,1	тр.повор-0,65
8	3203	3,6	400	0,126	7,084	1,335	4,81	0,2	31,1	6,2	11,0	90,1	тр.прох-0,2
9	4525	4,6	450	0,159	7,907	1,354	6,23	0,45	38,8	17,4	23,7	113,8	тр.прох-0,1;отвод-0,35
10	4585	8,1	450	0,159	8,012	1,373	11,12	0,35	39,8	13,9	25,1	138,8	Отвод-0,35
11	4585	3,7	381	0,114	11,177	2,375	8,79	3,1	77,5	240,1	248,9	387,7	800x250;отвод-1,1;ш.гл-2

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
Ответвления (3 этаж)													
ВР	150,5			0,020	2,090			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
12	151	2,16	160	0,020	2,080	0,412	0,890	0,75	2,7	2,0	2,9	6,7	тр.прох-0,4;отвод-0,35
													Невязка=(6,7-6,7)/6,7=0%
ВР	150,5			0,020	2,090			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
13	151	0,2	160	0,020	2,080	0,412	0,082	1,5	2,7	4,0	4,1	7,9	тр.повор-1,5
													Невязка=(8,5-7,9)/8,5=7%
ВР	150,5			0,020	2,090			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
14	151	0,2	160	0,020	2,080	0,412	0,082	2,9	2,7	7,8	7,9	11,7	тр.повор-2,9
													Невязка=(10,6-11,7)/10,6=-10%
ВР	171			0,020	2,375			1,4	3,5	4,9	4,9	4,9	
15	171	3,1	110	0,009	5,001	3,120	9,672	1,05	15,5	16,3	26,0	30,9	тр.повор-0,7;отвод-0,35
													Невязка=(28,1-30,9)/28,1=-10%
ВР	137,3			0,020	1,907			1,4	2,3	3,2	3,2	3,2	
16	137	0,2	160	0,020	1,898	0,357	0,071	1,05	2,2	2,3	2,4	5,6	тр.повор-1,05
17	274,5	1,96	200	0,031	2,428	0,415	0,81	0,2	3,7	,7	1,5	7,2	тр.прох-0,2
18	411,8	1,96	225	0,040	2,878	0,501	0,98	0,15	5,1	,8	1,8	8,9	тр.прох-0,15
19	549	6,35	225	0,040	3,837	0,834	5,3	0,75	9,1	6,8	12,1	21,1	тр.прох-0,4;отвод-0,35
													Невязка=(22,6-21,1)/22,6=7%

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
ВР	137,3			0,020	1,907			1,4	2,3	3,2	3,2	3,2	
20	137	2,16	160	0,020	1,898	0,357	0,771	0,75	2,2	1,7	2,4	5,6	тр.прох-0,4;отвод-0,35
													Невязка=(5,6-5,6)/5,6=0%
ВР	137,3			0,020	1,907			1,4	2,3	3,2	3,2	3,2	
21	137	0,2	160	0,020	1,898	0,357	0,071	1,5	2,2	3,3	3,4	6,6	тр.повор-1,5
													Невязка=(7,2-6,6)/7,2=10%
ВР	137,3			0,020	1,907			1,4	2,3	3,2	3,2	3,2	
22	137	0,2	160	0,020	1,898	0,357	0,071	2,9	2,2	6,5	6,5	9,7	тр.повор-2,9
													Невязка=(8,9-9,7)/8,9=-9%
ВР	129,8			0,020	1,803			1,4	2,0	2,8	2,8	2,8	
23	130	1,88	125	0,012	2,940	1,020	1,918	0,75	5,4	4,0	5,9	8,7	тр.прох-0,4;отвод-0,35
24	259,5	1,68	160	0,020	3,587	1,070	1,8	0,2	8,0	1,6	3,4	12,1	тр.прох-0,2
25	389,3	1,68	180	0,025	4,252	1,295	2,18	0,2	11,2	2,2	4,4	16,5	тр.прох-0,2
26	519	5,1	200	0,031	4,591	1,298	6,62	1,6	13,1	20,9	27,5	44,1	тр.повор-0,9;2 отвода-0,7
27	948	3,7	250	0,049	5,367	1,324	4,9	0,95	17,9	17,0	21,9	65,9	тр.повор-0,7
													Невязка=(61,7-66)/61,7=-7%
ВР	129,8			0,020	1,803			1,4	2,0	2,8	2,8	2,8	
28	130	0,2	125	0,012	2,940	1,020	0,204	0,9	5,4	4,8	5,0	7,8	тр.повор-0,9
													Невязка=(8,7-7,8)/8,7=10%

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
BP	129,8			0,020	1,803			1,4	2,0	2,8	2,8	2,8	
29	130	0,2	125	0,012	2,940	1,020	0,204	1,4	5,4	7,5	7,7	10,5	тр.повор-1,4
													Невязка=(12,1-10,5)/12,1=13%
BP	129,8			0,020	1,803			1,4	2,0	2,8	2,8	2,8	
30	130	0,2	100	0,008	4,593	3,015	0,603	0,8	13,1	10,5	11,1	14,0	тр.прох-0,4;отвод-0,35
													Невязка=(16,6-14)/16,6=15%
BP	143			0,020	1,986			1,4	2,4	3,4	3,4	3,4	
31	143	2,1	125	0,012	3,238	1,265	2,657	0,75	6,5	4,9	7,5	10,9	тр.прох-0,4;отвод-0,35
32	286	1,9	160	0,020	3,953	1,302	2,47	0,15	9,7	1,5	3,9	14,9	тр.прох-0,15
33	429	3,7	160	0,020	5,930	2,683	9,93	1,05	21,8	22,9	32,8	47,7	тр.повор-0,7;отвод-0,35
													Невязка=(44,1-47,7)/44,1=-8%
BP	143			0,020	1,986			1,4	2,4	3,4	3,4	3,4	
34	143	0,2	125	0,012	3,238	1,265	0,253	0,9	6,5	5,9	6,1	9,5	тр.повор-0,9
													Невязка=(10,9-9,5)/10,9=13%
BP	143			0,020	1,986			1,4	2,4	3,4	3,4	3,4	
35	143	0,2	125	0,012	3,238	1,265	0,253	1,9	6,5	12,4	12,6	16,0	тр.повор-1,9
													Невязка=(14,9-16)/14,9=-7%

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	∑ζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	∑(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
Ответвления (4 этаж)													
BP	190,5			0,030	1,764			1,4	1,9	2,7	2,7	2,7	
36	191	2,47	160	0,020	2,633	0,657	1,623	0,75	4,3	3,2	4,8	7,5	тр.прох-0,4;отвод-0,35
37	381	2,27	200	0,031	3,370	0,775	1,76	0,2	7,0	1,4	3,2	10,7	тр.прох-0,2
38	571,5	0,4	225	0,040	3,995	0,863	0,35	0,6	9,9	5,9	6,3	17,0	тр.повор-0,6
39	762	5,5	225	0,040	5,326	1,445	7,95	0,55	17,6	9,7	17,6	34,6	тр.повор-0,55
40	933	4,3	225	0,040	6,521	2,124	9,13	1,25	26,4	33,0	42,1	76,7	тр.прох-0,9;отвод-0,35
													Невязка=(79,1-76,7)/79,1=3%
BP	190,5			0,030	1,764			1,4	1,9	2,7	2,7	2,7	
41	191	0,2	160	0,020	2,633	0,657	0,131	1,05	4,3	4,5	4,6	7,3	тр.повор- 1,05
													Невязка=(7,5-7,3)/7,5=3%
BP	190,5			0,030	1,764			1,4	1,9	2,7	2,7	2,7	
42	191	0,2	180	0,025	2,081	0,376	0,075	2,55	2,7	6,8	6,9	9,6	тр.повор- 2,55
													Невязка=(10,7-9,6)/10,7=10%
BP	190,5			0,030	1,764			1,4	1,9	2,7	2,7	2,7	
43	191	2,1	160	0,020	2,633	0,657	1,380	2,9	4,3	12,5	13,8	16,5	тр.повор- 2,9
													Невязка=(17-16,5)/17=3%

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
ВР	171			0,030	1,583			1,4	1,6	2,2	2,2	2,2	
44	171	9,9	140	0,015	3,087	1,046	10,355	3,1	5,9	18,3	28,7	30,9	тр.повор-2,4 ; 2 отвода-0,7
													Невязка=(34,6-30,9)/34,6=11%
Ответвления (2 этаж)													
ВР	150,5			0,020	2,090			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
45	151	0,2	160	0,020	2,080	0,412	0,082	1,05	2,7	2,8	2,9	6,7	тр.повор-1,05
46	301	1,96	180	0,025	3,287	0,858	1,68	0,2	6,7	1,3	3,0	9,7	тр.прох-0,2
47	451,5	1,96	200	0,031	3,994	0,999	1,96	0,15	9,9	1,5	3,4	13,2	тр.прох-0,15
48	602	0,5	200	0,031	5,326	1,685	0,84	1,05	17,6	18,5	19,3	32,5	тр.повор-1,05
49	1151	2,5	250	0,049	6,517	1,860	4,65	0,5	26,3	13,2	17,8	50,3	тр.повор-0,55
50	1322	6,2	250	0,049	7,485	2,413	14,96	0,7	34,7	24,3	39,3	89,6	тр.повор-0,75
													Невязка=(90,1-89,6)/90,1=1%
ВР	150,5			0,020	2,090			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
51	151	2,16	160	0,020	2,080	0,412	0,890	0,75	2,7	2,0	2,9	6,7	тр.прох-0,4;отвод-0,35
													Невязка=(6,7-6,7)/6,7=0%
ВР	150,5			0,020	2,090			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
52	151	0,2	160	0,020	2,080	0,412	0,082	2,5	2,7	6,7	6,8	10,6	тр.повор-2,55
													Невязка=(9,7-10,6)/9,7=-9 %

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
BP	150,5			0,020	2,090			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
53	151	0,2	180	0,025	1,644	0,342	0,068	5,3	1,7	8,9	8,9	12,7	тр.повор-5,3
													Невязка=(13,2-12,7)/13,2=4%
BP	171			0,020	2,375			1,4	3,5	4,9	4,9	4,9	
54	171	3,4	125	0,012	3,873	1,784	6,066	3,9	9,3	36,3	42,3	47,2	тр.повор-3,2;2 отвода-0,7
													Невязка=(50,3-47,2)/50,3=6%
BP	137,3			0,020	1,907			1,4	2,3	3,2	3,2	3,2	
55	137	0,2	140	0,015	2,479	0,684	0,137	1,05	3,8	4,0	4,1	7,3	тр.повор-1,05
56	274,5	1,96	160	0,020	3,794	1,170	2,29	0,2	8,9	1,8	4,1	11,4	тр.прох-0,2
57	411,8	1,96	180	0,025	4,497	1,402	2,75	0,2	12,5	2,5	5,3	16,7	тр.прох-0,2
58	549	6,35	200	0,031	4,857	1,334	8,47	0,75	14,6	11,0	19,4	36,1	тр.прох-0,4;отвод-0,35
													Невязка=(22,6-21,1)/22,6=7%
BP	137,3			0,020	1,907			1,4	2,3	3,2	3,2	3,2	
59	137	2,16	140	0,015	2,479	0,684	1,477	0,75	3,8	2,9	4,3	7,5	тр.прох-0,4;отвод-0,35
													Невязка=(7,3-7,5)/7,3=3%
BP	137,3			0,020	1,907			1,4	2,3	3,2	3,2	3,2	
60	137	0,2	140	0,015	2,479	0,684	0,137	2,1	3,8	8,0	8,1	11,3	тр.повор-2,1
													Невязка=(11,4-11,3)/11,4=1%

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
ВР	137,3			0,020	1,907			1,4	2,3	3,2	3,2	3,2	
61	137	0,2	160	0,020	1,898	0,684	0,137	5,3	2,2	11,8	12,0	15,2	тр.повор-5,3
												Невязка=(16,7-15,2)/16,7=9%	
Ответвления (1 этаж)													
ВР	60			0,010	1,667			1,4	1,7	2,4	2,4	2,4	
62	60	11,9	80	0,005	3,317	2,150	25,585	3,2	6,8	21,8	47,4	49,8	тр.повор-2,5;2 отвода-0,7
												Невязка=(113,8-49,8)/113,8=56%	
												$\xi = (113,8-49,8)/6,8=9,5$	
												d _г =47 мм	
П4													
Магистраль (4 этаж)													
ВР	189,5			0,030	1,755			1,4	1,9	2,7	2,7	2,7	
1	190	3,7	160	0,020	2,619	0,654	2,420	0,7	4,3	3,0	5,4	8,1	тр.прох-0,35;отвод-0,35
2	379	5	225	0,040	2,649	0,399	2	0,5	4,4	2,2	4,2	12,2	тр.прох-0,15; отвод-0,35
3	568,5	2,7	225	0,040	3,974	0,863	2,33	0,15	9,8	1,5	3,8	16,0	тр.прох-0,15
4	758	8,2	225	0,040	5,298	1,527	12,52	0,9	17,4	15,7	28,2	44,2	тр.прох-0,2; 2 отвода-0,7
5	983	3,6	250	0,049	5,565	1,398	5,03	0,55	19,2	10,6	15,6	59,8	тр.прох-0,55
6	2287	4,7	355	0,099	6,422	1,215	5,71	0,5	25,6	12,8	18,5	78,3	тр.прох-0,15;отвод-0,35

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	∑ζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	∑(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
7	2808,6	2,8	355	0,099	7,886	1,784	5	0,65	38,6	25,1	30,1	108,4	тр.повор-0,65
8	4060	17,9	400	0,126	8,979	1,941	34,74	2,7	50,0	135,0	169,7	278,1	ш.гл.-2; 2 отвода-0,7
Ответвления (4 этаж)													
ВР	189,5			0,030	1,755			1,4	1,9	2,7	2,7	2,7	
9	190	0,2	140	0,015	3,421	1,226	0,245	0,6	7,3	4,4	4,6	7,3	тр.повор.-0,6
													Невязка=(8,1-7,3)/8,1=10%
ВР	189,5			0,030	1,755			1,4	1,9	2,7	2,7	2,7	
10	190	0,2	140	0,015	3,421	1,226	0,245	1,05	7,3	7,6	7,9	10,5	тр.повор.-1,05
													Невязка=(12,2-10,5)/12,2=14%
ВР	189,5			0,030	1,755			1,4	1,9	2,7	2,7	2,7	
11	190	0,2	140	0,015	3,421	1,226	0,245	1,8	7,3	13,1	13,3	16,0	тр.повор.-1,8
													Невязка=(16-16)/16=0%
Ответвления (3 этаж)													
ВР	112,5			0,020	1,563			1,4	1,5	2,1	2,1	2,1	
12	113	2,9	110	0,009	3,290	1,413	4,098	0,65	6,7	4,4	8,5	10,6	тр.прох-0,3;отвод-0,35
13	225	4,7	125	0,012	5,096	2,702	12,7	1,2	16,1	19,3	32,0	42,6	тр.повор-0,85; отвод-0,35
													Невязка=(44,2-42,6)/44,2=4%

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
ВР	112,5			0,020	1,563			1,4	1,5	2,1	2,1	2,1	
14	113	0,2	110	0,009	3,290	1,413	0,283	1,05	6,7	7,0	7,3	9,4	тр.повор-1,05
													Невязка=(10,6-9,4)/10,6=11%
Ответвления (2 этаж)													
ВР	326			0,050	1,811			1,4	2,0	2,8	2,8	2,8	
15	326	3,7	180	0,025	3,560	0,918	3,397	0,7	7,9	5,5	8,9	11,7	тр.прох-0,35;отвод-0,35
16	652	5	250	0,049	3,691	0,654	3,27	0,5	8,4	4,2	7,5	19,2	тр.прох-0,15; отвод-0,35
17	978	2,7	250	0,049	5,537	1,389	3,75	0,2	19,0	3,8	7,6	26,8	тр.прох-0,2
18	1304	4,6	280	0,062	5,886	1,386	6,38	1,05	21,5	22,6	28,9	55,7	тр.повор-0,7;отвод-0,35
													Невязка=(59,8-55,7)/59,8=7%
ВР	326			0,050	1,811			1,4	2,0	2,8	2,8	2,8	
19	326	0,2	160	0,020	4,506	1,624	0,325	0,6	12,6	7,6	7,9	10,7	тр.повор-0,6
													Невязка=(11,7-10,7)/11,7=9%
ВР	326			0,050	1,811			1,4	2,0	2,8	2,8	2,8	
20	326	0,2	160	0,020	4,506	1,624	0,325	1	12,6	12,6	12,9	15,8	тр.повор-1
													Невязка=(19,2-15,8)/19,2=18%
													ξ =(19,2-15,8)/12,6=0,3
													d _г =146 мм

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
ВР	326			0,050	1,811			1,4	2,0	2,8	2,8	2,8	
21	326	0,2	140	0,015	5,886	3,161	0,632	0,8	21,5	17,2	17,8	20,7	тр.повор-0,8
													Невязка=(26,8-20,7)/26,8=23%
													ξ=(26,8-20,7)/21,5=0,3
													d _г =130 мм
Ответвления (1 этаж)													
ВР	260,8			0,030	2,415			1,4	3,6	5,1	5,1	5,1	
22	261	3,4	125	0,012	5,906	3,569	12,135	0,75	21,6	16,2	28,4	33,4	тр.прох-0,4;отвод-0,35
23	521,6	0,5	160	0,020	7,210	3,723	1,86	0,9	32,2	29,0	30,9	64,3	тр.повор-0,9
													Невязка=(78,3-64,3)/78,3=18%
													ξ=(78,3-64,3)/32,2=0,4
													d _г =144 мм
ВР	260,8			0,030	2,415			1,4	3,6	5,1	5,1	5,1	
24	261	0,6	125	0,012	5,906	3,645	2,187	1,05	21,6	22,7	24,9	30,0	тр.повор-1,05
													Невязка=(33,4-30)/33,4=11%
ВР	182,5			0,030	1,690			1,4	1,8	2,5	2,5	2,5	
25	183	5,3	140	0,015	3,295	1,095	5,804	0,75	6,7	5,0	10,9	13,3	тр.прох-0,4;отвод-0,35
26	365	0,9	160	0,020	5,045	1,982	1,78	1,05	15,8	16,6	18,4	31,7	тр.повор-1,05
27	730	3,6	200	0,031	6,458	2,385	8,59	0,55	25,9	14,2	22,8	54,5	тр.прох-0,2;отвод-0,35
28	990,8	2,8	225	0,040	6,925	2,395	6,71	0,15	29,7	4,5	11,2	65,7	тр.прох-0,15

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
29	1251,6	0,5	225	0,040	8,748	3,636	1,82	0,9	47,5	42,7	44,5	110,2	тр.прох-0,9
													Невязка=(108,4-103,4)/108,4=5%
BP	182,5			0,030	1,690			1,4	1,8	2,5	2,5	2,5	
30	183	0,6	125	0,012	4,133	1,945	1,167	0,9	10,6	9,5	10,7	13,2	тр.повор-0,9
													Невязка=(13,3-13,2)/13,3=1%
BP	260,8			0,030	2,415			1,4	3,6	5,1	5,1	5,1	
31	261	0,6	125	0,012	5,906	3,654	2,192	1	21,6	21,6	23,8	28,9	тр.повор-1
													Невязка=(54,5-28,9)/54,5=47%
													z _г =(54,5-28,9)/21,6=1,2
													d _г =100 мм
BP	260,8			0,030	2,415			1,4	3,6	5,1	5,1	5,1	
32	261	0,6	125	0,012	5,906	3,654	2,192	1,3	21,6	28,1	30,3	35,4	тр.повор-1,3
													Невязка=(65,7-35,4)/65,7=46%
													z _г =(65,7-35,4)/21,6=1,4
													d _г =102 мм
BP	182,5			0,030	1,690			1,4	1,8	2,5	2,5	2,5	
33	183	5,3	140	0,015	3,295	1,095	5,804	0,75	6,7	5,0	10,9	13,3	тр.прох-0,4;отвод-0,35
34	365	5,1	160	0,020	5,045	1,982	10,11	0,75	15,8	11,8	21,9	35,3	тр.прох-0,4; отвод-0,35
													Невязка=(31,7-35,3)/31,7=-11%

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	∑ζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	∑(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
ВР	182,5			0,030	1,690			1,4	1,8	2,5	2,5	2,5	
35	183	0,6	125	0,012	4,133	1,945	1,167	0,9	10,6	9,5	10,7	13,2	тр.повор-0,9
												Невязка=(13,3-13,2)/13,3=1%	

Аэродинамический расчёт механической вытяжки

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	∑ζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	∑(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
В1													
Магистраль													
ВР	2118,3			0,287	2,050			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
1	2118	0,3	500	0,196	2,998	0,200	0,060	1,3	5,6	7,2	7,3	13,0	тр.повор-1,3
2	4236,6	5,4	630	0,312	3,777	0,233	1,26	0,5	8,8	4,4	5,7	18,7	тр.прох-0,5
3	6354,9	5,4	710	0,396	4,461	0,261	1,41	0,45	12,3	5,6	7,0	25,7	тр.прох-0,45
4	8473,2	5,4	800	0,502	4,685	0,269	1,45	0,35	13,6	4,8	6,2	31,9	тр.прох-0,35
5	10591,5	5,4	800	0,502	5,856	0,384	2,07	0,3	21,3	6,4	8,5	40,3	тр.прох-0,3
6	12709,8	5,4	800	0,502	7,027	0,552	2,98	0,3	30,6	9,2	12,2	52,5	тр.прох-0,3
7	14828,1	5,4	800	0,502	8,198	0,747	4,03	0,22	41,7	9,2	13,2	65,7	тр.прох-0,22
8	16946	10,9	800	0,502	9,369	0,904	9,85	2,35	54,4	127,9	137,8	203,5	Отвод-0,35;ш.гл.-2
9	16946	3,5	800	0,502	9,369	0,904	3,16	2	54,4	108,9	112,0	315,5	2 отвода-0,7;зонт-1,3

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
Ответвления													
BP	2118,3			0,287	2,050			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
10	2118	5,7	500	0,196	2,998	0,200	1,140	0,95	5,6	5,3	6,4	12,2	тр.прох-0,6;отвод-0,35
													Невязка=(13,0-12,2)/13,0=7%
BP	2118,3			0,287	2,050			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
11	2118	0,3	450	0,159	3,702	0,334	0,100	1,34	8,5	11,4	11,5	17,2	тр.повор-1,34
													Невязка=(18,7-17,2)/18,7=8%
BP	2118,3			0,287	2,050			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
12	2118	0,3	400	0,126	4,685	0,601	0,180	1,36	13,6	18,5	18,7	24,4	тр.повор-1,36
													Невязка=(25,7-24,4)/25,7=5%
BP	2118,3			0,287	2,050			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
13	2118	0,3	355	0,099	5,948	0,989	0,297	1,39	21,9	30,5	30,8	36,5	тр.повор-1,39
													Невязка=(31,9-36,5)/31,9=-14%
BP	2118,3			0,287	2,050			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
14	2118	0,3	355	0,099	5,948	0,989	0,297	1,4	21,9	30,7	31,0	36,8	тр.повор-1,4
													Невязка=(40,3-36,8)/40,3=9%

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
ВР	2118,3			0,287	2,050			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
15	2118	0,3	315	0,078	7,554	1,881	0,564	1,2	35,4	42,5	43,0	48,8	тр.повор-1,2
													Невязка=(52,5-48,8)/52,5=7%
ВР	2118,3			0,287	2,050			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
16	2118	0,3	315	0,078	7,554	1,881	0,564	1,15	35,4	40,7	41,3	47,0	тр.повор-1,15
													Невязка=(65,7-47,0)/65,7=29%
													ξ=(65,7-47,0)/35,5=0,5
													d _г =278 мм
В2													
Магистраль													
ВР	2120,8			0,287	2,053			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
1	2121	0,3	500	0,196	3,002	0,200	0,060	1,3	5,6	7,3	7,3	13,1	тр.повор-1,3
2	4241,6	5,4	630	0,312	3,782	0,235	1,27	0,5	8,9	4,4	5,7	18,8	тр.прох-0,5
3	6362,4	5,4	710	0,396	4,466	0,264	1,43	0,45	12,4	5,6	7,0	25,8	тр.прох-0,45
4	8483,2	5,4	800	0,502	4,690	0,265	1,43	0,35	13,6	4,8	6,2	32,0	тр.прох-0,35
5	10604	5,4	800	0,502	5,863	0,387	2,09	0,3	21,3	6,4	8,5	40,5	тр.прох-0,3
6	12724,8	5,4	800	0,502	7,036	0,558	3,01	0,3	30,7	9,2	12,2	52,7	тр.прох-0,3
7	14845,6	5,4	800	0,502	8,208	0,753	4,07	0,22	41,8	9,2	13,3	65,9	тр.прох-0,22
8	16966,4	10,9	800	0,502	9,381	0,912	9,94	2,35	54,6	128,2	138,2	204,1	Отвод-0,35;ш.гл.-2
9	16966	3,5	800	0,502	9,381	0,912	3,19	2	54,6	109,1	112,3	316,4	2 отвода-0,7;зонт-1,3

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
Ответвления													
BP	2120,8			0,287	2,053			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
10	2121	5,7	500	0,196	3,002	0,200	1,140	0,95	5,6	5,3	6,4	12,2	тр.прох-0,6;отвод-0,35
													Невязка=(13,1-12,2)/13,1=7%
BP	2120,8			0,287	2,053			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
11	2121	0,3	450	0,159	3,706	0,336	0,101	1,34	8,5	11,4	11,5	17,3	тр.повор-1,34
													Невязка=(18,8-17,3)/18,8=8%
BP	2120,8			0,287	2,053			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
12	2121	0,3	400	0,126	4,690	0,602	0,181	1,36	13,6	18,6	18,7	24,5	тр.повор-1,36
													Невязка=(25,8-24,5)/25,8=5%
BP	2120,8			0,287	2,053			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
13	2121	0,3	355	0,099	5,955	0,992	0,298	1,39	22,0	30,6	30,9	36,6	тр.повор-1,39
													Невязка=(32-36,6)/32=-14%
BP	2120,8			0,287	2,053			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
14	2121	0,3	355	0,099	5,955	0,992	0,298	1,4	22,0	30,8	31,1	36,8	тр.повор-1,4
													Невязка=(40,5-36,8)/40,5=9%

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	∑ζ	P _л , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	∑(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
ВР	2120,8			0,287	2,053			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
15	2121	0,3	315	0,078	7,563	1,885	0,566	1,2	35,5	42,6	43,1	48,9	тр.повор-1,2
													Невязка=(52,7-48,9)/52,7=7%
ВР	2120,8			0,287	2,053			2,2	2,6	5,7	5,7	5,7	
16	2121	0,3	315	0,078	7,563	1,885	0,566	1,15	35,5	40,8	41,4	47,1	тр.повор-1,15
													Невязка=(65,9-47,1)/65,9=29%
													z=(65,9-47,1)/35,5=0,5
													d _г =278 мм
В3													
Магистраль (2 этаж)													
ВР	150,5			0,020	2,090			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
1	151	2,1	140	0,015	2,717	0,825	1,733	0,95	4,6	4,3	6,1	9,9	тр.прох-0,6;отвод-0,35
2	301	1,96	180	0,025	3,287	0,874	1,71	0,5	6,7	3,4	5,1	14,9	тр.прох-0,5
3	451,5	1,96	200	0,031	3,994	0,999	1,96	0,45	9,9	4,5	6,4	21,3	тр.прох-0,45
4	602	0,6	225	0,040	4,208	0,968	0,58	1,3	11,0	14,3	14,9	36,2	тр.прох-1,3
5	773	6,1	250	0,049	4,377	0,853	5,2	0,65	11,9	7,7	12,9	49,1	тр.прох-0,3;отвод-0,35
6	910,3	1,96	250	0,049	5,154	1,204	2,36	0,3	16,5	4,9	7,3	56,4	тр.прох-0,3
7	1047,6	1,96	250	0,049	5,931	1,594	3,12	0,2	21,8	4,4	7,5	63,9	тр.прох-0,2

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
8	1184,9	1,96	250	0,049	6,709	1,894	3,71	0,2	27,9	5,6	9,3	73,2	тр.прох-0,2
9	1322	3,4	250	0,049	7,485	2,420	8,23	1,69	34,7	58,7	66,9	140,1	тр.повор-1,34 ; отвод-0,35
10	1704	3,6	280	0,062	7,691	2,240	8,06	0,5	36,7	18,3	26,4	166,5	тр.прох-0,5
11	3026	0,6	355	0,099	8,496	2,021	1,21	0,65	44,8	29,1	30,3	196,8	тр.прох-0,65
12	5535	4,5	450	0,159	9,672	1,924	8,66	3,3	58,0	191,4	200,1	396,9	ш.гл.-2; зонт-1,3
Ответвления (2 этаж)													
BP	150,5			0,020	2,090			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
13	151	0,2	140	0,015	2,717	0,825	0,165	1,3	4,6	6,0	6,1	9,9	тр.повор-1,3
													Невязка=(9,9-9,9)/9,9=0%
BP	150,5			0,020	2,090			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
14	151	0,2	125	0,012	3,408	1,417	0,283	1,33	7,2	9,6	9,9	13,7	тр.повор-1,33
													Невязка=(14,9-13,7)/14,9=8%
BP	150,5			0,020	2,090			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
15	151	0,2	110	0,009	4,401	2,573	0,515	1,3	12,0	15,6	16,1	19,9	тр.повор-1,3
													Невязка=(21,3-19,9)/21,3=7%
BP	171			0,020	2,375			1,4	3,5	4,9	4,9	4,9	
16	171	6,5	140	0,015	3,087	0,985	6,403	3,5	5,9	20,7	27,1	32,0	тр.прох-2,8; 2 отвода-0,7
													Невязка=(36,2-32)/36,2=12%

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
BP	137,3			0,020	1,907			1,4	2,3	3,2	3,2	3,2	
17	137	0,2	100	0,008	4,858	3,486	0,697	1,2	14,6	17,6	18,3	21,4	тр.повор-1,2
													Невязка=(49,1-21,4)/49,1=55%
													z _г =(49,1-21,4)/14,6=1,9
													d _г =78 мм
BP	137,3			0,020	1,907			1,4	2,3	3,2	3,2	3,2	
18	137	0,2	100	0,008	4,858	3,486	0,697	1,2	14,6	17,6	18,3	21,4	тр.повор-1,2
													Невязка=(56,4-21,4)/56,4=61%
													z _г =(56,4-21,4)/14,6=2,4
													d _г =75 мм
BP	137,3			0,020	1,907			1,4	2,3	3,2	3,2	3,2	
19	137	0,2	100	0,008	4,858	3,486	0,697	1,1	14,6	16,1	16,8	20,0	тр.повор-1,1
													Невязка=(63,9-20)/63,9=69%
													z _г =(63,9-20)/14,6=3
													d _г =73 мм
BP	137,3			0,020	1,907			1,4	2,3	3,2	3,2	3,2	
20	137	0,2	100	0,008	4,858	3,486	0,697	1,1	14,6	16,1	16,8	20,0	тр.повор-1,1
													Невязка=(73,2-20)/73,2=73%
													z _г =(73,2-20)/14,6=3,6
													d _г =71 мм

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
Ответвления (1 этаж)													
ВР	90			0,011	2,273			1,4	3,2	4,5	4,5	4,5	
21	90	3,4	125	0,012	2,038	0,553	1,880	2,11	2,6	5,4	7,3	11,8	тр.повор-1,41;2 отвода-0,7
22	132	9	140	0,015	2,383	0,653	5,88	0,8	3,5	2,8	8,7	20,5	тр.прох-0,8
23	224	2,75	140	0,015	4,044	1,596	4,39	0,9	10,1	9,1	13,5	34,0	тр.прох-0,55; отвод-0,35
24	316	4,7	160	0,020	4,368	1,548	7,28	0,3	11,8	3,5	10,8	44,8	тр.прох-0,3
25	382	5,9	160	0,020	5,280	2,137	12,61	3,9	17,3	67,4	80,0	124,9	тр.прох-3,2;2 отвода-0,7
													Невязка=(140,1-124,9)/140,1=11%
ВР	42			0,007	1,667			1,4	1,7	2,4	2,4	2,4	
26	42	2,9	80	0,005	2,322	1,216	3,526	1,77	3,3	5,9	9,4	11,9	тр.повор-1,07;2 отвода-0,7
													Невязка=(11,8-11,9)/11,8=-1%
ВР	92			0,011	2,323			1,4	3,3	4,7	4,7	4,7	
27	92	1,9	100	0,008	3,255	1,453	2,761	1,74	6,6	11,4	14,2	18,9	тр.повор-1,39;отвод-0,35
													Невязка=(20,5-18,9)/20,5=8%
ВР	92			0,011	2,323			1,4	3,3	4,7	4,7	4,7	
28	92	0,3	80	0,005	5,087	4,684	1,405	1,42	16,0	22,8	24,2	28,9	тр.повор-1,42
													Невязка=(34-28,9)/34=15%

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
ВР	66			0,011	1,667			1,4	1,7	2,4	2,4	2,4	
29	66	0,3	80	0,005	3,649	2,474	0,742	1,42	8,3	11,7	12,5	14,9	тр.повор-1,42
													Невязка=(44,8-14,9)/44,8=67%
													z̄=(44,8-14,9)/8,3=3,6
													d _г =57 мм
Ответвления (3 этаж)													
ВР	150,5			0,020	2,090			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
30	151	2,1	140	0,015	2,717	0,825	1,733	0,95	4,6	4,3	6,1	9,9	тр.прох-0,6;отвод-0,35
31	301	1,96	180	0,025	3,287	0,874	1,71	0,5	6,7	3,4	5,1	14,9	тр.прох-0,5
32	451,5	1,96	200	0,031	3,994	0,999	1,96	0,45	9,9	4,5	6,4	21,3	тр.прох-0,45
33	602	0,6	225	0,040	4,208	0,968	0,58	1,3	11,0	14,3	14,9	36,2	тр.прох-1,3
34	773	6,1	250	0,049	4,377	0,853	5,2	0,65	11,9	7,7	12,9	49,1	тр.прох-0,3;отвод-0,35
35	910,3	1,96	250	0,049	5,154	1,204	2,36	0,3	16,5	4,9	7,3	56,4	тр.прох-0,3
36	1047,6	1,96	250	0,049	5,931	1,594	3,12	0,2	21,8	4,4	7,5	63,9	тр.прох-0,2
37	1184,9	1,96	250	0,049	6,709	1,894	3,71	0,2	27,9	5,6	9,3	73,2	тр.прох-0,2
38	1322	3,4	250	0,049	7,485	2,420	8,23	1,76	34,7	61,1	69,4	142,6	тр.повор-1,41 ; отвод-0,35
													Невязка=(166,5-142,6)/166,5=14%

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	∑ζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	∑(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
Ответвления (3 этаж)													
BP	150,5			0,020	2,090			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
39	151	0,2	140	0,015	2,717	0,825	0,165	1,3	4,6	6,0	6,1	9,9	тр.повор-1,3
													Невязка=(9,9-9,9)/9,9=0%
BP	150,5			0,020	2,090			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
40	151	0,2	125	0,012	3,408	1,417	0,283	1,33	7,2	9,6	9,9	13,7	тр.повор-1,33
													Невязка=(14,9-13,7)/14,9=8%
BP	150,5			0,020	2,090			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
41	151	0,2	110	0,009	4,401	2,573	0,515	1,3	12,0	15,6	16,1	19,9	тр.повор-1,3
													Невязка=(21,3-19,9)/21,3=7%
BP	171			0,020	2,375			1,4	3,5	4,9	4,9	4,9	
42	171	6,5	140	0,015	3,087	0,985	6,403	3,5	5,9	20,7	27,1	32,0	тр.прох-2,8; 2 отвода-0,7
													Невязка=(36,2-32)/36,2=12%
BP	137,3			0,020	1,907			1,4	2,3	3,2	3,2	3,2	
43	137	0,2	100	0,008	4,858	3,486	0,697	1,2	14,6	17,6	18,3	21,4	тр.повор-1,2
													Невязка=(49,1-21,4)/49,1=55%
													ζ =(49,1-21,4)/14,6=1,9
													d _г =78 мм

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	R _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
BP	137,3			0,020	1,907			1,4	2,3	3,2	3,2	3,2	
44	137	0,2	100	0,008	4,858	3,486	0,697	1,2	14,6	17,6	18,3	21,4	тр.повор-1,2
													Невязка=(56,4-21,4)/56,4=61%
													z _г =(56,4-21,4)/14,6=2,4
													d _г =75 мм
BP	137,3			0,020	1,907			1,4	2,3	3,2	3,2	3,2	
45	137	0,2	100	0,008	4,858	3,486	0,697	1,1	14,6	16,1	16,8	20,0	тр.повор-1,1
													Невязка=(63,9-20)/63,9=69%
													z _г =(63,9-20)/14,6=3
													d _г =73 мм
BP	137,3			0,020	1,907			1,4	2,3	3,2	3,2	3,2	
46	137	0,2	100	0,008	4,858	3,486	0,697	1,1	14,6	16,1	16,8	20,0	тр.повор-1,1
													Невязка=(73,2-20)/73,2=73%
													z _г =(73,2-20)/14,6=3,6
													d _г =71 мм
Ответвления (4 этаж)													
BP	467,6			0,050	2,598			1,4	4,2	5,9	5,9	5,9	
47	468	0,2	180	0,025	5,107	1,775	0,355	1,34	16,2	21,7	22,0	27,9	тр.повор-1,34
48	638,6	1,9	200	0,031	5,649	1,864	3,54	0,55	19,8	10,9	14,4	42,3	тр.прох-0,55

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
49	1106,2	1,9	250	0,049	6,263	1,735	3,3	0,5	24,3	12,2	15,5	57,8	тр.прох-0,5
50	1573,8	1,9	280	0,062	7,103	1,902	3,61	0,35	31,3	10,9	14,6	72,3	тр.прох-0,35
51	2041,4	1,9	315	0,078	7,280	1,736	3,3	0,3	32,9	9,9	13,2	85,5	тр.прох-0,3
52	2509	12,3	315	0,078	8,948	1,416	17,42	2,35	49,6	116,6	134,1	219,5	тр.повор-1,3;3 отвода-1,05
													Невязка=(196,8-219,5)/196,8=-12%
BP	171			0,020	2,375			1,4	3,5	4,9	4,9	4,9	
53	171	3,4	125	0,012	3,873	1,784	6,066	1,55	9,3	14,4	20,5	25,4	тр.прох-1,2;отвод-0,35
													Невязка=(27,9-25,4)/27,9=9%
BP	467,6			0,050	2,598			1,4	4,2	5,9	5,9	5,9	
54	468	0,2	160	0,020	6,463	3,126	0,625	1,39	25,9	36,0	36,6	42,5	тр.повор-1,39
													Невязка=(42,3-42,5)/42,3=-1%
BP	467,6			0,050	2,598			1,4	4,2	5,9	5,9	5,9	
55	468	0,2	160	0,020	6,463	3,126	0,625	1,34	25,9	34,7	35,3	41,2	тр.повор-1,34
													Невязка=(57,8-41,2)/57,8=29%
													z = (57,8-41,2)/25,9=0,64
													d _г =139 мм

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	∑ζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	∑(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
BP	467,6			0,050	2,598			1,4	4,2	5,9	5,9	5,9	
56	468	0,2	160	0,020	6,463	3,126	0,625	1,37	25,9	35,5	36,1	42,0	тр.повор-1,37
													Невязка=(72,3-42)/72,3=42%
													ζ=(72,3-42)/25,9=1,2
													d _г =131 мм
BP	467,6			0,050	2,598			1,4	4,2	5,9	5,9	5,9	
57	468	0,2	160	0,020	6,463	3,126	0,625	1,39	25,9	36,0	36,6	42,5	тр.повор-1,39
													Невязка=(85,5-42,5)/85,5=50%
													ζ=(85,5-42,5)/25,9=1,66
													d _г =126 мм
B4													
Магистраль (1 этаж)													
BP	142			0,020	1,972			1,4	2,4	3,4	3,4	3,4	
1	142	0,1	100	0,008	5,025	3,587	0,359	1,36	15,7	21,3	21,6	25,0	тр.повор-1,36
2	284	7,3	140	0,015	5,127	2,375	17,34	0,55	16,3	9,0	26,3	51,3	тр.прох-0,2; отвод-0,35
3	326	1,9	140	0,015	5,886	3,153	5,99	0,2	21,5	4,3	10,3	61,6	тр.прох-0,2
4	346	0,6	140	0,015	6,247	3,421	2,05	0,75	24,2	18,1	20,2	81,8	тр.прох-0,75
5	921	6,8	225	0,040	6,438	2,051	13,95	1,45	25,7	37,3	51,2	133,0	тр.прох-0,75; 2 отвода-0,7
6	1729	3,6	280	0,062	7,804	2,304	8,29	0,5	37,8	18,9	27,2	160,2	тр.прох-0,5

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
7	2431	0,5	315	0,078	8,669	2,394	1,2	0,5	46,6	23,3	24,5	184,7	тр.прох-0,5
8	3455	4,6	355	0,099	9,701	2,689	12,37	3,3	58,3	192,6	204,9	389,6	ш.гл.-2; зонт-1,3
Ответвления (1 этаж)													
BP	142			0,020	1,972			1,4	2,4	3,4	3,4	3,4	
9	142	3,7	110	0,009	4,153	2,236	8,273	1,05	10,7	11,2	19,5	22,9	тр.прох-0,7;отвод-0,35
													Невязка=(25-22,9)/25=8%
BP	42			0,005	2,333			1,4	3,4	4,7	4,7	4,7	
10	42	1,2	80	0,005	2,322	1,372	1,646	1,35	3,3	4,5	6,2	10,9	тр.повор-1,35
													Невязка=(51,3-10,9)/51,3=79%
													ζ=(51,3-10,9)/3,3=12,2
													d _г =46 мм
BP	20			0,005	1,111			1,4	,8	1,1	1,1	1,1	
11	20	1,2	80	0,005	2,206	0,254	0,305	1,35	3,0	4,1	4,4	5,4	тр.повор-1,35
													Невязка=(61,6-5,4)/61,6=92%
													ζ=(61,6-5,4)/3=18
													d _г =41 мм

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
BP	191,7			0,030	1,775			1,4	2,0	2,7	2,7	2,7	
12	192	2,3	125	0,012	4,341	2,046	4,706	0,95	11,7	11,1	15,8	18,5	тр.прох-0,6;отвод-0,35
13	383,3	2,1	160	0,020	5,298	2,134	4,48	0,5	17,4	8,7	13,2	31,7	тр.прох-0,5
14	575	3,6	180	0,025	6,280	2,554	9,19	1,59	24,5	38,9	48,1	79,8	тр.повор-1,24;отвод-0,35
													Невязка=(81,8-79,8)/81,8=2%
BP	191,7			0,030	1,775			1,4	2,0	2,7	2,7	2,7	
15	192	0,1	125	0,012	4,341	2,046	0,205	1,3	11,7	15,2	15,4	18,1	тр.повор-1,3
													Невязка=(18,5-18,1))/18,5=2%
BP	191,7			0,030	1,775			1,4	2,0	2,7	2,7	2,7	
16	192	0,1	110	0,009	5,606	3,682	0,368	1,34	19,5	26,1	26,5	29,2	тр.повор-1,34
													Невязка=(31,7-29,2)/31,7=8%
Ответвления (2 этаж)													
BP	115,5			0,020	1,604			1,4	1,6	2,2	2,2	2,2	
17	116	2,8	125	0,012	2,616	0,854	2,391	0,95	4,2	4,0	6,4	8,7	тр.прох-0,6;отвод-0,35
18	231	2,5	160	0,020	3,193	0,875	2,19	0,5	6,3	3,2	5,3	14,0	тр.прох-0,5
19	346,5	1,7	180	0,025	3,784	1,004	1,71	1,32	8,9	11,7	13,4	27,4	тр.повор-1,32
20	462	4,9	180	0,025	5,046	1,696	8,310	0,35	15,8	5,5	13,8	41,3	тр.прох-0,35

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	∑ζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	∑(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
21	577,3	2,1	200	0,031	5,107	1,516	3,18	0,25	16,2	4,0	7,2	48,5	тр.поход-0,25
22	692,6	2,1	200	0,031	6,127	2,161	4,54	0,25	23,3	5,8	10,4	58,8	тр.поход-0,25
23	808	4,9	200	0,031	7,148	2,924	14,33	1,74	31,7	55,1	69,4	128,3	тр.поворот-1,39;отвод-0,35
													Невязка=(133-128,3)/133=4%
BP	115,5			0,020	1,604			1,4	1,6	2,2	2,2	2,2	
24	116	0,2	125	0,012	2,616	0,854	0,171	1,3	4,2	5,5	5,7	7,9	тр.поворот-1,3
													Невязка=(8,7-7,9)/8,7=10%
BP	115,5			0,020	1,604			1,4	1,6	2,2	2,2	2,2	
25	116	0,2	110	0,009	3,378	1,623	0,325	1,36	7,1	9,6	9,9	12,2	тр.поворот-1,36
													Невязка=(14-12,2)/14=13%
BP	115,5			0,020	1,604			1,4	1,6	2,2	2,2	2,2	
26	116	1	100	0,008	4,087	2,674	2,674	1,77	10,4	18,3	21,0	23,2	тр.поворот-1,42;отвод-0,35
													Невязка=(27,4-23,2)/27,4=15%
BP	115,3			0,020	1,601			1,4	1,6	2,2	2,2	2,2	
27	115	0,2	100	0,008	4,080	2,674	0,535	1,37	10,3	14,1	14,7	16,9	тр.поворот-1,37
													Невязка=(41,3-16,9)/41,3=59%
													z = (41,3-16,9)/10,3=2,4
													d _г =75 мм

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
ВР	115,3			0,020	1,601			1,4	1,6	2,2	2,2	2,2	
28	115	0,2	100	0,008	4,080	2,674	0,535	0,55	10,3	5,7	6,2	8,4	тр.повор-0,55
													Невязка=(48,5-8,4)/48,5=83%
													z̄=(48,5-8,4)/10,3=3,9
													d _г =70 мм
ВР	115,3			0,020	1,601			1,4	1,6	2,2	2,2	2,2	
29	115	0,2	100	0,008	4,080	2,674	0,535	0,5	10,3	5,2	5,7	7,9	тр.повор-0,5
													Невязка=(58,8-7,9)/58,8=87%
													z̄=(58,8-7,9)/10,3=5
													d _г =68 мм
Ответвления (3 этаж)													
ВР	95,3			0,011	2,407			1,4	3,6	5,0	5,0	5,0	
30	95	2,2	100	0,008	3,372	1,385	3,047	0,95	7,1	6,7	9,7	14,8	тр.прох-0,6;отвод-0,35
31	190,6	1,9	140	0,015	3,441	1,214	2,31	0,5	7,3	3,7	6,0	20,7	тр.прох-0,5
32	286	3,6	160	0,020	3,953	1,304	4,69	0,75	9,7	7,3	12,0	32,7	тр.повор-0,4;отвод-0,35
33	373	1,7	180	0,025	4,068	1,175	1,998	0,35	10,3	3,6	5,6	38,3	тр.прох-0,35
34	459	1,7	180	0,025	5,013	1,688	2,87	0,3	15,6	4,7	7,5	45,8	тр.прох-0,3
35	545,5	1,7	180	0,025	5,958	2,345	3,99	0,3	22,0	6,6	10,6	56,4	тр.прох-0,3
36	632	5,7	180	0,025	6,902	3,084	17,58	0,2	29,5	5,9	23,5	79,9	тр.прох-0,2

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	∑ζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	∑(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
37	702	0,6	180	0,025	7,667	3,623	2,17	1,34	36,4	48,8	51,0	107,4	тр.повор-1,34
													Невязка=(160,2-107,4)/160,2=33%
													z =(160,2-107,4)/36,4=1,45
													d _г =144 мм
ВР	95,3			0,011	2,407			1,4	3,6	5,0	5,0	5,0	
38	95	0,2	100	0,008	3,372	1,385	0,277	1,24	7,1	8,7	9,0	14,0	тр.повор-1,24
													Невязка=(14,8-14)/14,8=5%
ВР	95,3			0,011	2,407			1,4	3,6	5,0	5,0	5,0	
39	95	0,2	100	0,008	3,372	1,385	0,277	1,34	7,1	9,4	9,7	14,8	тр.повор-1,34
													Невязка=(20,7-14,8)/20,7=29%
													z =(20,7-14,8)/7,1=0,83
													d _г =85 мм
ВР	86,5			0,011	2,184			1,4	3,0	4,1	4,1	4,1	
40	87	0,2	80	0,005	4,783	3,365	0,673	1,34	14,2	19,0	19,7	23,8	тр.повор-1,34
													Невязка=(32,7-23,8)/32,7=28%
													z =(32,7-23,8)/14,2=0,63
													d _г =63 мм

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	∑ζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	∑(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
BP	86,5			0,011	2,184			1,4	3,0	4,1	4,1	4,1	
41	87	0,2	80	0,005	4,783	3,365	0,673	1,42	14,2	20,1	20,8	25,0	тр.повор-1,42
													Невязка=(38,3-25)/38,3=35%
													z =(38,3-25)/14,2=0,94
													d _г =60 мм
BP	86,5			0,011	2,184			1,4	3,0	4,1	4,1	4,1	
42	87	0,2	80	0,005	4,783	3,365	0,673	1,1	14,2	15,6	16,3	20,4	тр.повор-1,1
													Невязка=(45,8-20,4)/45,8=53%
													z =(45,8-20,4)/14,2=1,8
													d _г =58 мм
BP	86,5			0,011	2,184			1,4	3,0	4,1	4,1	4,1	
43	87	0,2	80	0,005	4,783	3,365	0,673	1	14,2	14,2	14,9	19,0	тр.повор-1
													Невязка=(56,4-19)/56,4=67%
													z =(56,4-19)/14,2=2,6
													d _г =56 мм
BP	40			0,005	2,222			1,4	3,1	4,3	4,3	4,3	
44	40	3,5	80	0,005	2,212	1,285	4,498	1,1	3,0	3,3	7,8	12,1	тр.прох-0,75;отвод-0,35

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
45	70	4,3	80	0,005	3,870	3,123	13,43	1,43	9,3	13,3	26,7	38,8	тр.повор-0,73;2 отвода-0,7
													Невязка=(79,9-38,8)/79,9=52%
													z =(79,9-38,8)/9,3=4,4
													d _г =53 мм
ВР	30			0,005	1,667			1,4	1,7	2,4	2,4	2,4	
46	30	0,2	80	0,005	1,659	1,385	0,277	1,35	1,7	2,3	2,6	5,0	тр.прох-0,6;отвод-0,35
													Невязка=(12,1-5)/12,1=59%
													z =(12,1-5)/1,7=4,2
													d _г =53 мм
Ответвления (4 этаж)													
ВР	155			0,020	2,153			1,4	2,9	4,0	4,0	4,0	
47	155	12,1	125	0,012	3,510	1,420	17,182	1,75	7,6	13,4	30,6	34,6	тр.прох-0,7;3 отвода-1,05
48	345,5	2,3	160	0,020	4,776	1,775	4,08	0,6	14,1	8,5	12,6	47,1	тр.прох-0,6
49	536	2,3	180	0,025	5,854	2,219	5,1	0,45	21,2	9,6	14,7	61,8	тр.прох-0,45
50	727	2,3	200	0,031	6,427	2,389	5,495	0,3	25,6	7,7	13,2	75,0	тр.прох-0,3
51	917	6,3	225	0,040	6,410	2,034	12,81	0,2	25,5	5,1	17,9	92,9	тр.прох-0,2
52	1024	6	225	0,040	7,158	2,526	15,16	2,04	31,8	64,8	80,0	172,8	тр.повор-1,34;2 отвода-0,7
													Невязка=(184,7-172,8)/184,7=6%

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
BP	190,5			0,020	2,646			1,4	4,3	6,1	6,1	6,1	
53	191	0,2	110	0,009	5,571	3,680	0,736	1,36	19,2	26,2	26,9	33,0	тр.повор-1,36
													Невязка=(34,6-33)/34,6=5%
BP	190,5			0,020	2,646			1,4	4,3	6,1	6,1	6,1	
54	191	0,2	100	0,008	6,741	5,876	1,175	1,34	28,2	37,8	38,9	45,0	тр.повор-1,34
													Невязка=(47,1-45)/47,1=5%
BP	190,5			0,020	2,646			1,4	4,3	6,1	6,1	6,1	
55	191	0,2	100	0,008	6,741	5,876	1,175	1,36	28,2	38,3	39,5	45,6	тр.повор-1,36
													Невязка=(61,8-45,6)/61,8=26%
													z = (61,8-45,6)/28,2=0,57
													d _г =87 мм
BP	190,5			0,020	2,646			1,4	4,3	6,1	6,1	6,1	
56	191	0,2	100	0,008	6,741	5,876	1,175	1,39	28,2	39,2	40,3	46,4	тр.повор-1,39
													Невязка=(75-46,4)/75=38%
													z = (75-46,4)/28,2=1
													d _г =83 мм

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	∑ζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	∑(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
ВР	107			0,020	1,486			1,4	1,4	1,9	1,9	1,9	
57	107	1,3	80	0,005	5,916	6,345	8,249	1,77	21,7	38,4	46,7	48,6	тр.повор-1,42;отвод-0,35
												Невязка=(92,9-48,6)/92,9=48%	
													z = (92,9-48,6)/21,7=2,04
													d _г = 57 мм
B5													
Магистраль (1 этаж)													
ВР	150			0,020	2,083			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
1	150	0,2	140	0,015	2,708	0,745	0,149	1,34	4,5	6,1	6,2	10,0	тр.повор-1,34
2	178	1,4	140	0,015	3,214	1,834	2,57	0,9	6,4	5,8	8,3	18,3	тр.прох-0,9
3	328	0,3	140	0,015	5,922	3,161	0,95	1,38	21,7	30,0	31,0	49,3	тр.повор-1,38
4	478	2,6	160	0,020	6,607	3,153	8,2	0,6	27,1	16,2	24,4	73,7	тр.прох-0,25;отвод-0,35
5	528	4,6	180	0,025	5,767	2,163	9,95	1,1	20,6	22,7	32,6	106,4	тр.прох-0,75;отвод-0,35
6	1003	3,6	225	0,040	7,011	2,413	8,69	0,5	30,5	15,2	23,9	130,3	тр.прох-0,5
7	1453	0,6	250	0,049	8,226	2,846	1,71	0,45	42,0	18,9	20,6	150,9	тр.прох-0,45
8	1928	4,6	280	0,062	8,702	2,804	12,9	3,3	46,9	154,9	167,8	318,7	ш.гл.-2; зонт-1,3

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	∑ζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	∑(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
Ответвления (1 этаж)													
ВР	28			0,005	1,556			1,4	1,5	2,1	2,1	2,1	
9	28	2,8	80	0,005	1,548	0,625	1,750	3,3	1,5	4,9	6,7	8,8	тр.прох-2,6;2 отвода-0,7
													Невязка=(10-8,8)/10=12%
ВР	150			0,020	2,083			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
10	150	0,2	110	0,009	4,387	2,526	0,505	1,4	11,9	16,7	17,2	21,0	тр.повор-1,4
													Невязка=(18,3-21)/18,3=-13%
ВР	150			0,020	2,083			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
11	150	4,5	100	0,008	5,308	3,985	17,933	1,9	17,5	33,2	51,1	54,9	тр.прох-1,2;2 отвода-0,7
													Невязка=(49,3-54,9)/49,3=-12%
ВР	50			0,005	2,778			1,4	4,8	6,7	6,7	6,7	
12	50	4,5	80	0,005	2,765	1,653	7,439	1,38	4,7	6,5	14,0	20,7	тр.повор-0,68;2 отвода-0,7
													Невязка=(73,7-20,7)/73,7=72%
													z=(73,7-20,7)/4,7=11,3
													d _г =57 мм

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	Σζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	Σ(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
Ответвления (2 этаж)													
ВР	100			0,011	2,525			1,4	4,0	5,5	5,5	5,5	
13	100	0,8	80	0,005	5,529	5,490	4,392	1,59	19,0	30,1	34,5	40,1	тр.повор-1,24;отвод-0,35
14	175	3	110	0,009	5,118	3,173	9,52	1,15	16,2	18,7	28,2	68,3	тр.прох-0,8;отвод-0,35
15	475	2,2	160	0,020	6,566	3,153	6,94	1,39	26,7	37,2	44,1	112,3	тр.повор-1,39
													Невязка=(106,4-112,3)/106,4=-6%
ВР	75			0,011	1,894			1,4	2,2	3,1	3,1	3,1	
16	75	4	80	0,005	4,147	3,347	13,388	1,74	10,7	18,6	31,9	35,1	тр.прох-1,04;2 отвода-0,7
													Невязка=(40,1-35,1)/40,1=13%
ВР	100			0,011	2,525			1,4	4,0	5,5	5,5	5,5	
17	200	0,2	125	0,012	4,529	2,210	0,442	1,32	12,7	16,8	17,2	22,8	тр.повор-1,32
18	300	1,6	140	0,015	5,416	2,717	4,35	1,25	18,2	22,7	27,1	49,8	тр.повор-1,25
													Невязка=(68,3-49,8)/68,3=27%
													z=(68,3-49,8)/18,2=1
													d _г =120 мм
ВР	100			0,011	2,525			1,4	4,0	5,5	5,5	5,5	
19	100	3,5	100	0,008	3,539	1,380	4,830	1,35	7,8	10,5	15,3	20,8	тр.прох-1;отвод-0,35
													Невязка=(22,8-20,8)/22,8=9%

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	∑ζ	P _л , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	∑(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
Ответвления (3 этаж)													
ВР	150			0,020	2,083			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
20	150	0,2	100	0,008	5,308	3,985	0,797	1,2	17,5	21,0	21,8	25,5	тр.повор-1,2
21	300	0,3	125	0,012	6,794	3,173	0,95	1,27	28,6	36,3	37,3	62,8	тр.повор-1,27
22	450	3,2	140	0,015	8,124	3,153	10,09	1,69	40,9	69,2	79,2	142,1	тр.повор-1,34;отвод-0,35
													Невязка=(130,3-142,1)/130,3=-9%
ВР	150			0,020	2,083			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
23	150	1,6	100	0,008	5,308	3,985	6,376	0,9	17,5	15,7	22,1	25,9	тр.прох-0,55;отвод-0,35
													Невязка=(25,5-25,9)/25,5=0%
ВР	150			0,020	2,083			1,4	2,7	3,8	3,8	3,8	
24	150	4,5	100	0,008	5,308	3,985	17,933	1,8	17,5	31,4	49,4	53,1	тр.прох-1,1;2 отвода-0,7
													Невязка=(62,8-53,1)/62,8=15%
Ответвления (4 этаж)													
ВР	100			0,011	2,525			1,4	4,0	5,5	5,5	5,5	
25	100	0,8	110	0,009	2,924	1,380	1,104	1,73	5,3	9,2	10,3	15,8	тр.повор-1,38;отвод-0,35
26	175	3	110	0,009	5,118	3,173	9,52	1,25	16,2	20,3	29,8	45,6	тр.прох-0,9;отвод-0,35
27	475	5,2	140	0,015	8,576	6,012	31,26	2,06	45,6	93,9	125,2	170,8	тр.повор-1,36;2 отвода-0,7
													Невязка=(150,9-170,8)/150,9=-13%

Продолжение приложения 3:

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	∑ζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	∑(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
ВР	75			0,011	1,894			1,4	2,2	3,1	3,1	3,1	
28	75	4	100	0,008	2,654	1,096	4,384	1,7	4,4	7,4	11,8	14,9	тр.прох-1;2 отвода-0,7
													Невязка=(15,8-14,9)/15,8=6%
ВР	100			0,011	2,525			1,4	4,0	5,5	5,5	5,5	
29	200	0,2	125	0,012	4,529	2,210	0,442	1,32	12,7	16,8	17,2	22,8	тр.повор-1,32
30	300	1,6	140	0,015	5,416	2,717	4,35	1,3	18,2	23,6	28,0	50,8	тр.повор-1,3
													Невязка=(45,6-50,8)/45,6=-11%
ВР	100			0,011	2,525			1,4	4,0	5,5	5,5	5,5	
31	100	3,5	100	0,008	3,539	1,380	4,830	1,35	7,8	10,5	15,3	20,8	тр.прох-1;отвод-0,35
													Невязка=(22,8-20,8)/22,8=9%

Аэродинамический расчёт естественной вытяжки

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	R _ф · l, Па	∑ζ	P _д , Па	Z, Па	R _ф · l + Z, Па	∑(R _ф · l + Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	U, м/с								
ВЕ1													
Магистраль													
1	21	3,6	140	0,020	0,292	0,023	0,099	2,28	0,1	0,1	0,2	0,220	Боковое отв.-2,28
2	42	3,6	140	0,020	0,583	0,085	0,41	2,28	0,2	0,5	0,9	1,106	Боковое отв.-2,28
3	63	2,7	140	0,020	0,875	0,179	0,69	4,97	0,5	2,4	3,1	4,156	Боковое отв.-3,67;зонт-1,3
													Запас=(4,662-4,156)/4,662=10%

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Характеристики приточных установок

Орг. :ООО"Веца";Адрес :111397, Москва, Зеленый пр-т, д20, 6 этаж;тел :+7(495)989-47-20;факс :+7(495)626-99-02 ;e-mail



Кондиционеры центральные каркасно-панельные(КЦКП)

Стандартная установка

Входящий: от 11.05.2017

Приточная установка П1 от 11.05.2017

Исполнение: Стандартная установка, Общепромышленное, УЗ, свободный моноблок

Объект:

Заказчик:

Адрес:

Тел/Факс: /

E-mail:

Для:

Менеджер:

Название:

Типоразмер: КЦКП-25-УЗ

Сторона обслуживания: Справа

Лв, мЗ/ч: 33912

Блоков/моноблоков: 5/2

Выполнил:

Подпись:

Наименование блоков с индексами и характеристиками входящего оборудования

1. Моноблок

dPв=157.6Па; ВxHxL :1900x1700x2290мм; м=1206кг

1.1. Передняя панель с клапаном, Наружный блок

Положение :Клапан верт.; Возд.клапан :ГЕРМИК-П-1435-1707-Н-П-05-00-00-УЗ; ВxH=1707x1435мм; Привод :SM24A-SR; Сторона_обсл. :Справа; dPв=5.2Па; м=70кг

1.2. Фильтр панельный

Индекс :ФВП-I-XX-48-G3; Класс :G3; Материал :стекловолокно; dPв_загрязн.50%=94Па; Сторона_обсл. :Справа; dPв=93.7Па; ВxHxL :1900x1700x250мм; м=105кг

1.3. Воздуонагреватель жидкостный, Узкий

Насос :Установлен; Индекс :ВНВ243.1-163-150-02-2,5-04-2; Прямоток; Fто=98.6кв.м; Qт=488кВт; Kf=6%; Лв=33912куб.м/ч; tвн=-32°C; tвк=11°C; vто=4.6кг/кв.м/с; Gж=5210кг/ч; tжн=150°C; tжк=63°C; w=1м/с; dPж=8.8кПа; Сторона_обсл. :Справа; dPв=57.7Па; ВxHxL :1900x1700x290мм; м=264кг

1.4. Вентилятор, Выхлоп По оси

Индекс :RDH 710 R; Выхлоп :По оси; Выхлоп_ВxH :898x898мм; Pконд=179Па; Pсеть=415Па; Лв=33912куб.м/ч; Rполн=574Па; Vвых=11.68м/с; n_рк=1029мин-1; Эл.двиг :A132M4; Ny=11кВт; n_дв=1440мин-1; Ремень :SPA-2650; Шкив_вент=2-SPA-224мм; Шкив_двиг=2-SPA-160мм; Lцентр=1023мм; Сторона_обсл. :Справа; dPв=1Па; ВxHxL :1900x1700x1850мм; м=767кг

2. Шумоглушитель, 500

Пластины :5 x 200 мм; L_пластин=500мм; Сторона_обсл. :Справа; dPв=21Па; ВxHxL :1900x1700x645мм; м=80кг

Автоматика

К-Ф-ТО-В

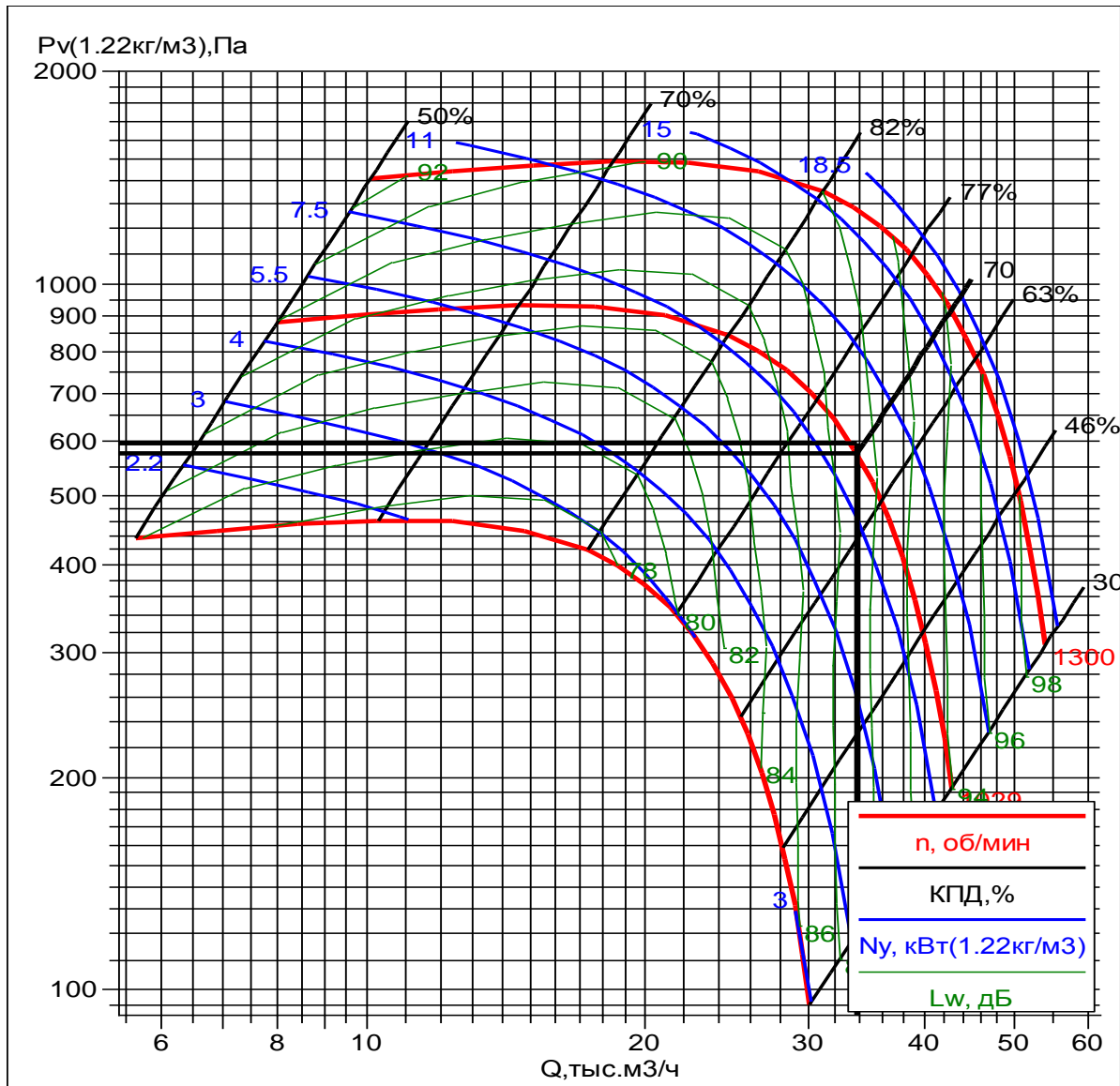
1. Реле перепада давления для контроля запыленности фильтра
2. Канальный датчик температуры приточного воздуха с подсоединительным фланцем
3. Датчик защиты от замораживания теплообменника по воде
4. Датчик защиты от замораживания теплообменника по воздуху
5. 2-х ходовой регулирующий клапан по теплоносителю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

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

		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Сумм, дБА
Приток	На входе	70	79	72	67	61	55	47	43	70
	На выходе	70	79	69	71	56	58	51	46	70

Бланк-заказ П1 от 11.05.2017 Стандартная установка

Установка: (Приток)		Аэродинамическая характеристика	
Индекс :RDH 710 R	Выхлоп :По оси	Lв=33912куб.м/ч	
Rполн=574Па	n рк=1029мин-1	Nр=7.75кВт	
Lsum вх=89.3дБ	Lsum вых=92.3дБ	Эл.двиг :A132M4	
Nу=11кВт	n дв=1440мин-1	2р=4	
220/380В	50Гц	Ремень :SPA-2650	
Шкив вент=2-SPA-224мм	Шкив двиг=2-SPA-160мм		





Приточная установка П2 от 11.05.2017

Исполнение: Стандартная установка, Общепромышленное, УЗ, свободный моноблок

Объект:

Заказчик:

Адрес:

Тел/Факс: /

E-mail:

Для:

Менеджер:

Название:

Типоразмер: КЦКП-8_1-УЗ

Сторона обслуживания: Справа

Лв, м3/ч: 10983

Блоков/моноблоков: 6/1

Выполнил:

Подпись:

Наименование блоков с индексами и характеристиками входящего оборудования

1. Моноблок

dPв=145.5Па; ВxHxL :1600x800x2340мм; m=567кг

1.1. Передняя панель с клапаном, Наружный блок

Положение :Клапан верт.; Возд.клапан :РЕГУЛЯР-0525-1475-Н-П-02-00-00-У3; ВxH=1475x525мм; Привод :NM24A-S; Сторона_обсл. :Справа; dPв=6.7Па; m=25кг

1.2. Фильтр панельный

Индекс :ФВП-I-XX-48-G3; Класс :G3; Материал :стекловолокно; dPв_загрязн.50%=86Па; Сторона_обсл. :Справа; dPв=85.9Па; ВxHxL :1600x800x210мм; m=45кг

1.3. Воздухонагреватель жидкостный, Узкий

Насос :Установлен; Индекс :HNB243.1-133-065-02-2,5-04-2; Прямоток; Fто=34.9кв.м; Qт=166кВт; Kf=2%; Лв=10983куб.м/ч; tвн=-32°C; tвк=13°C; vго=4.2кг/кв.м/с; Gж=1762кг/ч; tжн=150°C; tжк=68.3°C; w=0.8м/с; dPж=6.1кПа; Сторона_обсл. :Справа; dPв=50Па; ВxHxL :1600x800x250мм; m=120кг

1.4. Внутренний блок

Положение :Клапан гориз.; ВxH=1475x325мм

1.5. Внутренний блок

Положение :Клапан гориз.; ВxH=1475x325мм

1.6. Вентилятор, Выхлоп По оси

Индекс :ВСК9-2,8; Выхлоп :По оси; Выхлоп_D :280мм; Pконд=145Па; Pсеть=409Па; Лв=2338куб.м/ч; Rполн=554Па; Vвых=10м/с; n_рк=2835мин-1; Гиб.вставка :280мм; Эл.двиг :A71A2; Ny=0,75кВт; n_дв=2835мин-1;; Сторона_обсл. :Справа; dPв=1Па; ВxHxL :1600x800x1100мм; m=147кг

Автоматика

К-Ф-ТО-К-К-В

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

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

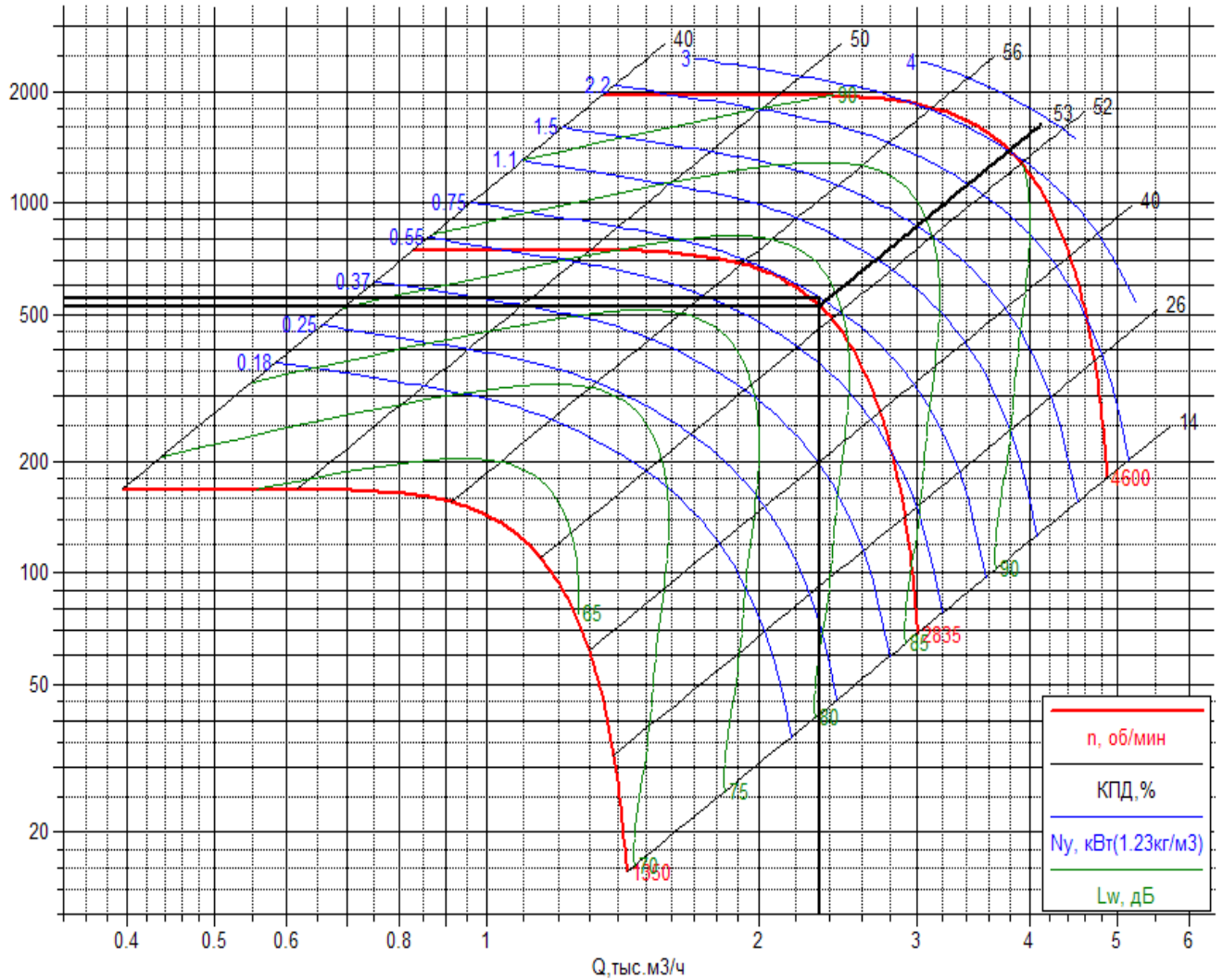
Установка: (Приток)	Аэродинамическая характеристика
----------------------------	--

Индекс :ВСК9-2,8
 Рполн=554Па
 Lsum_вх=93.6дБ
 Ny=0,75кВт
 220/380В

Выхлоп :По оси
 n_рк=2835мин-1
 Lsum_вых=93.4дБ
 n_дв=2835мин-1
 50Гц

Lв=2338куб.м/ч
 Nr=0,61кВт
 Эл.двиг :А71А2
 2р=2

Pv(1.23кг/м3),Па



ПРИЛОЖЕНИЕ К

Разработка средств, методов и мер по обеспечению пожарной безопасности технического объекта и обеспечение экологической безопасности технологического объекта

Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированные)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Огнетушители, вода, песок, ведро, лопата	Огнетушители, щит с средствами пожаротушения	Пожарные гидранты, щит с средствами пожаротушения	Огнетушители, щит с средствами пожаротушения	Респираторы, противогазы, автоподъемники и автолестницы пожарные	Огнетушители, вода, песок, ведро, лопата	Пожарная сигнализация, телефон «112» и «01»

Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
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]

Идентификация негативных экологических факторов объекта

Наименование технического объекта, производственно-технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, производственно-технологического процесса	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
Физкультурно-оздоровительный комплекс	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

Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду

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