

Содержание

1. Задание на курсовую работу.....	3 стр.
2. Введение.....	4-5 стр.
3. Выбор расчетных параметров наружного воздуха.....	6 стр.
4. Выбор расчетных параметров внутреннего воздуха.....	7 стр.
5. Определение вредностей, поступающих в расчетное помещение.....	8 стр.
5.1. Определение теплоступлений.....	8-11 стр.
5.2. Определение влагоступлений.....	12 стр.
5.3. Определение газоступлений.....	13 стр.
6. Определение воздухообменов общеобменной вентиляции расчетным способом.....	14-17 стр.
7. Определение воздухообменов в помещениях здания по нормативной кратности.....	18-21 стр.
8. Аэродинамический расчет воздуховодов приточной и вытяжной общеобменной вентиляции.....	22-52 стр.
9. Подбор вентиляционного оборудования	
9.1. Подбор оборудования для приточных систем.....	53-70 стр.
9.2. Подбор оборудования для вытяжных систем.....	71-82 стр.
10. Расчет стоимости приточной (вытяжной) системы.....	83 стр.
11. Заключение.....	84 стр.
12. Список литературы.....	85 стр.

Приложения

1. Задание на курсовую работу

В данной курсовой работе необходимо разработать систему механической приточно-вытяжной вентиляции для администрации муниципального района в городе Кувшиново (Тверская область).

В качестве объекта для определения воздухообмена предложено здание, в котором предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением.

Определим воздухообмен в заданном помещении расчётом, в остальных помещениях – по кратности воздухообмена в соответствии со справочными данными.

Расчетное помещение – Конференц-зал.

2. Введение

Эффективная работа коллектива организации или учреждения во многом зависит от микроклимата помещения, от чистоты воздуха и его температуры. Административные помещения – это места, где создание благоприятного искусственного климата является особенно важным, так как человек находится в них достаточно длительное время. Для каждого административного здания разрабатывается вентиляция с учетом особенностей помещений, их назначения и отличий климатических условий региона.

Приточная система организованной вентиляции состоит из следующих элементов:

- воздухоприемного устройства;
- приточной камеры;
- сети воздуховодов, по которым воздух от вентилятора направляется в отдельные помещения;
- приточных отверстий, через которые воздух поступает в помещения;
- жалюзийных решеток, устанавливаемых при выходе воздуха из приточных отверстий;
- регулирующих устройств.

Вытяжные системы с механическим побуждением состоят из следующих конструктивных элементов:

- вытяжных отверстий, снабженных жалюзийными решетками или сетками;
- воздуховод;
- вытяжной камеры;
- вытяжной шахты, через которую воздух удаляется в атмосферу;
- регулирующих устройств.

Эффективность систем вентиляции, их технико-экономические характеристики зависят не только от правильно принятой схемы воздухообмена и достоверности проведенных расчетов, но и правильно организованных монтажа, наладки и эксплуатации. Возможности наладки, монтажа и эксплуатации систем и оборудования, обеспечивающие вентиляцию помещений, закладываются на стадии проектирования.

Системы вентиляции служат для обеспечения в помещениях наиболее благоприятных для людей температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха в рабочей зоне и минимального содержания вредных примесей, не превышающих допустимых концентраций.

Вентиляция осуществляет организованный воздухообмен, в процессе которого

запыленный, загазованный или сильно нагретый воздух удаляется из помещений и взамен него подается свежий, чистый.

Назначение вентиляции – поддержать в помещении состав и содержание воздуха, удовлетворяющие санитарно-гигиеническим требованиям: создавать и поддерживать параметры воздуха, необходимые для нормального режима технологических процессов и обеспечения долговечности строительных конструкций и производственного обслуживания.

3. Выбор расчетных параметров наружного воздуха

Для систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, воздушного душирования, а также воздушных и воздушно-тепловых завес применяются расчетные параметры наружного воздуха А и Б. Соответствующие им температуры и энтальпии наружного воздуха для теплого и холодного периодов года приведены в СНиП 2.04.05-91* «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

В качестве расчетных для теплового периода следует принимать параметры А, для холодного Б.

Расчетные параметры наружного воздуха в переходный период года для вентиляции принимают: температуру 10 °С и теплосодержание 26.5 кДж/кг.

Таблица 1

Расчетные параметры наружного воздуха

Расчётные периоды года	Параметры воздуха А				Параметры воздуха Б				Барометрическое давление
	Температура	Теплосодержание	Относительная влажность	Влагосодержание	Температура	Теплосодержание	Относительная влажность	Влагосодержание	
	°С	кДж/кг	%	г/кг	°С	кДж/кг	%	г/кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тёплый	21.7	49.4	65	10.8	26.6	52.8	47	10.4	99
Переходный	10	26.5	85	6.6	10	26.5	85	6.6	99
Холодный	-15	-13	75	0.8	-29	-27.6	35	0.1	99

СНиП 2.04.05-91* «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»; столбцы 4,5, 8 и 9 – значениями, найденными по *I-d* диаграмме, в соответствии с указанным в графе 10 барометрическим давлением.

4. Выбор расчетных параметров внутреннего воздуха

Самочувствие человека в помещении определяется следующими параметрами: температурой воздуха, радиационной температурой помещения, или интенсивность излучения, скоростью движения воздуха, относительной влажностью, загрязненностью воздуха вредными выбросами. Влияние этих параметров на самочувствие человека различно. Каждый из перечисленных параметров влияет на теплоотдачу человека в окружающую среду.

При нормировании параметров воздушной среды в помещениях различают определенный диапазон сочетаний параметров, называемые допустимыми параметрами. Диапазон допустимых температур определяется нижним допустимым температурным уровнем, служащим для расчета систем отопления, и верхним, обеспечиваемым средствами вентиляции.

Параметры внутреннего воздуха, соответствующие оптимальным и допустимым уровням, зависят от периода года, от тепловой напряженности помещения и от тяжести выполняемой в помещении работы.

Оптимальные нормы температур, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне помещения общественных зданий принимаем по таблице 1.5[1].

Таблица 2

Расчетные параметры внутреннего воздуха

Примечание: В здании производится легкая работа (сидя, стоя и с незначительными нагрузками). Столбцы 2, 3 заполняют допустимыми и оптимальными значениями параметров (см. табл. 1.1 -1.8 [1]), а столбцы 4 и 5 – значениями, найденными по *I-d* диаграмме.

Расчётные периоды года	Температура	Относительная влажность	Теплосодержание	Влагосодержание	Скорость движения
	°C	%	кДж/кг	г/кг	м/с
1	2	3	4	5	6
Тёплый	25	55	51.5	11.2	0,3
Переходный	20	40	35	5.9	0,2
Холодный	20	40	35	5.9	0,2

5. Определение вредностей, поступающих в расчетное помещение

5.1 Определение теплоступлений

Тепло поступает в общественное помещение от людей в зависимости от тяжести выполняемой ими работы, от источников искусственного освещения, от солнечной радиации через покрытие и световые проемы, от нагретых поверхностей, оборудования или обогреваемого электричеством, от остывающего материала и продукции.

Теплоступление от людей

Теплоступление от человека складывается из отдачи явного и скрытого тепла и зависит от тяжести выполняемой работы, температуры и скорости движения окружающего воздуха, а также от теплозащитных свойств одежды. Принято считать, что женщина выделяет 85% тепловыделений мужчины.

$$Q = n \cdot q,$$

где n – количество людей, чел;

q – тепловыделение от одного человека; Вт/чел.

Количество людей в период максимального заполнения – 70. Принимаем, что 50% людей – мужчины, 50% - женщины. В конференц-зале основное количество людей выполняют легкую работу.

Теплый период

$$q_{я} = 64 \text{ Вт/чел};$$

$$q_{п} = 145 \text{ Вт/чел};$$

$$\text{Явное тепловыделение: } Q_{я}^{ТП} = 35 \cdot 64 + 35 \cdot 64 \cdot 0.85 = 4032 \text{ Вт};$$

$$\text{Полное тепловыделение: } Q_{п}^{ТП} = 35 \cdot 145 + 35 \cdot 145 \cdot 0.85 = 9388.75 \text{ Вт}.$$

Холодный и переходный период

$$q_{я} = 99 \text{ Вт/чел};$$

$$q_{п} = 151 \text{ Вт/чел};$$

$$\text{Явное тепловыделение: } Q_{я}^{ХП и ПП} = 35 \cdot 99 + 35 \cdot 99 \cdot 0.85 = 6410.25 \text{ Вт};$$

$$\text{Полное тепловыделение: } Q_{п}^{ХП и ПП} = 35 \cdot 151 + 35 \cdot 151 \cdot 0.85 = 9777.25 \text{ Вт}.$$

Теплопоступление от искусственного освещения

В помещениях сейчас используются два типа осветительных приборов: лампы накаливания и люминесцентные лампы. Количество тепла, поступившее от освещения, зависит от типа ламп, их мощности и способа их крепления в помещении. Количество теплоты, поступающей в помещение от источников искусственного освещения, следует определять:

$$Q = E \cdot F \cdot \eta_{осв} \cdot q_{осв},$$

где E - освещенность, лк (Для конференц-залов освещенность = 300 лк);

F - площадь пола помещения, м²;

$q_{осв}$ - удельные тепловыделения люминесцентных ламп, $\frac{Вт}{м^2} \cdot лк$

,принимаемые по табл.18[2];

$\eta_{осв}$ - доля теплоты, поступающей в помещение.

Лампы встроены в подвесной неветилируемый потолок, в помещение попадут все 100% выделенного светильником тепла $\eta_{осв}=1$.

Холодный период

$$Q_{осв}^{ХП} = 300 \cdot 0.058 \cdot 130.3 \cdot 1 = 2267.22, Вт$$

Переходный период

$$Q_{осв}^{ПП} = 300 \cdot 0.058 \cdot 130.3 \cdot 1 \cdot 0.5 = 1133.61, Вт$$

Теплопоступление от солнечной радиации

Количества тепла, поступающего в помещение от солнечной радиации складывается из теплопоступлений через остекленные поверхности и ограждающие конструкции.

Количество тепла, поступающего в помещение от солнечной радиации для остекленных поверхностей определяется по формуле:

$$Q_p = F_{ост} \cdot q_{ост} \cdot A_{ост} \cdot n,$$

где n - количество окон;

$F_{ост}$ - площадь поверхности остекления одного окна

$$F_{ост} = (F_{ок} - F_{перп}) = (2.126 - 0.424) = 1.702 м^2;$$

$q_{ост}$ - теплопоступления от солнечной радиации через 1м² поверхности остекления. Зависит от географического положения и ориентации окон.

Географическая широта 56.5° , три окна ориентированы на юг $q_{\text{ост1}} = 398$ Вт/м², а другие три на восток $q_{\text{ост2}} = 76$ Вт/м².

$A_{\text{ост}}$ - коэффициент, зависящий от характера остекления и солнцезащитных устройств. $A_{\text{ост}} = 1.15$ – для двойного остекления.

$$Q_p = 3 \cdot 1.15 \cdot 1.702 \cdot 398 + 3 \cdot 1.15 \cdot 1.702 \cdot 76 = 2783.28 \text{ Вт}$$

Здесь следует учесть средства защиты – в нашем случае жалюзи на окнах. Принимаем поправочный коэффициент 0.8.

$$Q_p^0 = 2783.28 \cdot 0.8 = 2226.62 \text{ Вт}$$

Количества тепла, поступающего в помещение от солнечной радиации, падающей на наружные ограждения (в данном случае – потолок):

$$Q_{cp}^{нов} = 18 \cdot F_{\text{пол}} \cdot k = 18 \cdot 130.3 \cdot 1 = 2345.4 \text{ Вт},$$

где k – коэффициент, который учитывает наличие подшивного вентилируемого потолка.

Теплый период

$$Q_{cp}^{ТП} = 2226.62 + 2345.4 = 4572.02, \text{ Вт}$$

Переходный период

$$Q_{cp}^{ПП} = 2226.62 \cdot 0.5 = 1113.31, \text{ Вт}$$

Теплопоступление от электрооборудования

В расчетном помещении находятся два компьютера (300 Вт), проектор (500 Вт), экран (700 Вт), мониторы 60 шт. (50 Вт), звукоусилитель (110 Вт).

$$q = n_s \cdot \eta_{\text{тр}},$$

где n_s – мощность электроприбора;

$\eta_{\text{тр}}$ – коэффициент трансформации учитывающий преобразование электрической энергии в тепловую.

$$Q_{\text{эл.оборуд}} = 0.95(2 \cdot 300 + 500 + 700 + 60 \cdot 50 + 110) = 4664.5, \text{ Вт}$$

Общее тепlopоступление в холодный период:

Полное тепlopоступление:

$$Q_{II}^{XII} = 9777.25 + 2267.22 + 4664.5 = 16708.97 \text{ Вт}$$

Явное тепlopоступление:

$$Q_{Я}^{XII} = 6410.25 + 2267.22 + 4664.5 = 13341.97 \text{ Вт}$$

Общее тепlopоступление в переходный период:

Полное тепlopоступление:

$$Q_{II}^{III} = 9777.25 + 1133.61 + 1113.31 + 4664.5 = 16688.67 \text{ Вт}$$

Явное тепlopоступление:

$$Q_{Я}^{III} = 6410.25 + 1133.61 + 1113.31 + 4664.5 = 13321.67 \text{ Вт}$$

Общее тепlopоступление в теплый период:

Полное тепlopоступление:

$$Q_{II}^{IV} = 9388.75 + 4572.02 + 4664.5 = 18625.27 \text{ Вт}$$

Явное тепlopоступление:

$$Q_{Я}^{IV} = 4032 + 4572.02 + 4664.5 = 13268.52 \text{ Вт}$$

5.2 Определение влагопоступлений

Основное влагопоступление в общественные помещения происходит в результате испарения с поверхности кожи и дыхания людей W , г/ч. Принято считать что женщина выделяет 85% влаговыделений мужчин.

$$W = n \cdot q,$$

где q – количество влаги, выделяемой одним человеком, зависящее от характера выполняемой им работы (определяется по приложению 3);

n – максимальное количество людей в помещении.

Теплый период

$$M^{ТП} = 115 \cdot 35 + 115 \cdot 35 \cdot 0.85 = 7446.25 \text{ г/ч}$$

Холодный и переходный период

$$M^{ПХП} = 75 \cdot 35 + 75 \cdot 35 \cdot 0.85 = 4856.25 \text{ г/ч}$$

5.3 Определение газопоступлений

В помещениях имеются самые разнообразные источники газа, но в первую очередь сюда следует отнести выделение двуокиси углерода при дыхании человека M_{CO_2} , л/ч. Принято считать, что женщины выделяют 85% двуокиси углерода мужчины. Газовыделение от человека не зависит от времени года.

$$M_{CO_2} = m_{CO_2} \cdot n$$

где – m_{CO_2} объем двуокиси углерода, выдыхаемый одним человеком, зависит от интенсивности его труда – 25л/ч·чел;

n – количество людей, чел.

$$M_{CO_2} = 35 \cdot 25 + 35 \cdot 25 \cdot 0.85 = 1618.75 \frac{\text{л}}{\text{ч}}$$

Таблица вредных выделений в помещении

Суммарные вредные выделения в конференц-зале заносим в расчетную таблицу (таблица 3).

Таблица 3

Наименование помещения	Объем помещения м^3	Расчетный период года	Полное теплоступление, Вт	Явное теплоступление, Вт	Влаговыведения, г/ч	Газовые выделения, л/ч
Конференц-зал	130.30	Теплый	18625.27	13268.52	7446.25	1618.75
		Переходный	16688.67	13321.67	4856.25	1618.75
		Холодный	16708.97	13341.97	4856.25	1618.75

Примечание: принимаем среднюю высоту здания 3 м.

6. *Определение воздухообменов общеобменной вентиляции расчетным способом*

Вычисление углового коэффициента луча процесса в помещении

Направление процесса ассимиляции в помещении тепла и влаги характеризуется тепловлажностным отношением:

$$\varepsilon = \frac{Q_{\text{полн}}}{M_{\text{вл}}} \cdot 3600, \text{кДж/кг}$$

Теплый период года:

$$\varepsilon = \frac{18625.27}{7446.25} \cdot 3600 = 9004.66 \text{кДж/кг}$$

Переходный период года:

$$\varepsilon = \frac{16688.67}{4856.25} \cdot 3600 = 12371.52 \text{кДж/кг}$$

Холодный период года:

$$\varepsilon = \frac{16708.97}{4856.25} \cdot 3600 = 12386.57 \text{кДж/кг}$$

Определение параметров приточного воздуха

Теплый период года:

$$t_{\text{п}} = t_{\text{н}} + 0.5(1) \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$t_{\text{п}} = 21.7 + 1 = 22.7 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Переходный период года:

$$t_{\text{п}} = t_{\text{г}} - \Delta t_{\text{пр}} \text{ } ^\circ\text{C}, \text{ где } \Delta t_{\text{пр}} - \text{зависит от места подачи воздуха в помещении}$$

(принимаем 4-6 $^\circ\text{C}$);

$$t_{\text{п}} = 20 - 6 = 14 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Холодный период года:

$$t_{\text{п}} = t_{\text{г}} - \Delta t_{\text{пр}} \text{ } ^\circ\text{C}, \text{ где } \Delta t_{\text{пр}} - \text{зависит от места подачи воздуха в помещении}$$

(принимаем 4-6 $^\circ\text{C}$)

$$t_{\text{п}} = 20 - 6 = 14 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Определение параметров удаляемого воздуха

$$t_{yx} = t_e + gradt(H - 1.5) \text{ } ^\circ\text{C},$$

где H - высота помещения, м;

1.5 – высота обслуживаемой зоны, м;

$gradt$ – выбираем по таблице, в зависимости от отношения явных

телопоступлений в помещение к его объему $\frac{Q_y}{V}$

для теплого периода года:

$$\frac{Q_y}{V} = \frac{13268.52}{390.9} = 33.94 \text{ Bm/м}^3$$

отсюда принимаем $gradt = 1.1$

для переходного периода года:

$$\frac{Q_y}{V} = \frac{13321.67}{390.9} = 34.08 \text{ Bm/м}^3$$

отсюда принимаем $gradt = 1.1$

для холодного периода года:

$$\frac{Q_y}{V} = \frac{13341.97}{390.9} = 34.13 \text{ Bm/м}^3$$

отсюда принимаем $gradt = 1.1$

Теплый период года:

$$t_{yx} = 25 + 1.1(3 - 1.5) = 26.65 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Переходный период года:

$$t_{yx} = 20 + 1.1(3 - 1.5) = 21.65 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Холодный период года:

$$t_{yx} = 20 + 1.1(3 - 1.5) = 21.65 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Определение воздухообмена по избыткам полной теплоты

Воздухообмен по избыткам теплоты определяется по формуле:

$$G = \frac{Q_n \cdot 3,6}{J_{yx} - J_{np}}$$

Теплый период года:

$$G = \frac{Q_n \cdot 3,6}{J_{yx} - J_{np}} = \frac{18625.27 \cdot 3.6}{56 - 50.5} = 12191.09 \text{ ккДж/ч}$$

Переходный период года:

$$G = \frac{Q_n \cdot 3,6}{J_{yx} - J_{np}} = \frac{16688.67 \cdot 3.6}{41 - 31} = 6007.92 \text{ ккДж/ч}$$

Холодный период года:

$$G = \frac{Q_n \cdot 3,6}{J_{yx} - J_{np}} = \frac{16708.97 \cdot 3.6}{24 - 14} = 6015.2 \text{ ккДж/ч}$$

Определение воздухообмена по избыткам влаги

Воздухообмен по избыткам влаги определяется по формуле:

$$G = \frac{M}{d_{yx} - d_{np}}$$

Теплый период года:

$$G = \frac{M}{d_{yx} - d_{np}} = \frac{7446.25}{11.4 - 10.8} = 12410.42 \text{ ккДж/ч}$$

Переходный период года:

$$G = \frac{M}{d_{yx} - d_{np}} = \frac{4856.25}{7.6 - 6.6} = 4856.25 \text{ ккДж/ч}$$

Холодный период года:

$$G = \frac{M}{d_{yx} - d_{np}} = \frac{4856.25}{1 - 0.1} = 5395.83 \text{ ккДж/ч}$$

Определение воздухообмена по избыткам явной теплоты

$$G_{явн} = \frac{Q_{явн} \cdot 3.6}{c_p \cdot (t_{yx} - t_{np})}$$

Теплый период года:

$$G_{явн} = \frac{Q_{явн} \cdot 3,6}{c_p \cdot (t_{yx} - t_{np})} = \frac{13268.52 \cdot 3.6}{1.005 \cdot (26.65 - 22.7)} = 12032.67 \text{ ккДж/ч}$$

Переходный период года:

$$G_{явн} = \frac{Q_{явн} \cdot 3,6}{c_p \cdot (t_{yx} - t_{np})} = \frac{13321.67 \cdot 3.6}{1.005 \cdot (21.65 - 14)} = 6237.83 \text{ ккДж/ч}$$

Холодный период года:

$$G_{\text{явн}} = \frac{Q_{\text{явн}} \cdot 3,6}{c_p \cdot (t_{\text{yx}} - t_{\text{np}})} = \frac{13341.97 \cdot 3.6}{1.005 \cdot (21.65 - 14)} = 6247.34 \text{ кг/ч}$$

Воздухообмен по диоксиду углерода не учитывается, так как его величина незначительна. За расчётный воздухообмен принимается максимальный по избыткам влаги или тепла в переходный и холодный период, так как возможно естественное проветривание. Расчетный воздухообмен соответствует воздухообмену по санитарным нормам, который равен 4200 кг/ч . Результаты расчетов воздухообмена сводим в таблицу 4

Таблица требуемого воздухообмена и параметров приточного и удаляемого воздуха

Таблица 4

Расчетный период года	Приток						Вытяжка					
	t, °С	J, кДж/кг	d, г/кг	φ, %	G, кг/ч	L, м ³ /ч	t, °С	J, кДж/кг	d, г/кг	φ, %	G, кг/ч	L, м ³ /ч
Теплый	22.7	50.5	10.8	60	6300	5298.57	26.65	56	11.4	48	6300	5370.84
Переходный	14	31	6.6	65	6300	5142.86	21.65	41	7.6	50	6300	5280.9
Холодный	14	14	0.1	2	6300	5142.86	21.65	24	1	6	6300	5280.9

Искомые расходы воздуха: приток – $5298.57 \text{ м}^3/\text{ч}$, вытяжка – $5370.84 \text{ м}^3/\text{ч}$, где L определяется по формуле:

$$L = G / \rho, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где G - расчетный воздухообмен;

$$\rho = 1.2 \cdot \frac{273 + 20}{273 + t} - \text{плотность воздуха при температуре } t.$$

7. Определение воздухообменов в помещениях здания по нормативной кратности

Определение расхода воздуха

Для всех комнат:

$$L=K \cdot V, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где V – объем помещения, м^3 ,

K – кратность воздухообмена – отношение объема воздуха, подаваемого в помещение или удаляемого из него в течение часа, к объему помещения (зависит от назначения помещения), ч^{-1} .

Для туалетов и т.д.:

$$L=L_0 \cdot n, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где L_0 – требуемый расход воздуха на одного человека, койку, санитарно-технический прибор и т.д.,

n – число людей (приборов).

Подбор воздухораспределительных и воздухоудаляющих решеток

Площадь воздухораспределителей, находим по формуле:

$$F = \frac{L}{3600 \cdot v \cdot K_{ж.с.}}, \text{ м}^2,$$

где L – расход воздуха (на приток или вытяжку), $\text{м}^3/\text{ч}$;

v – скорость движения воздуха через решетку (для притока принимается 0.8 м/с, для вытяжки – 1.5 м/с);

$$K_{ж.с.} = \frac{F_{ж.с.}}{F_0}$$

Определение количества решёток

$$n = \frac{F}{F_0},$$

где F_0 – площадь одной решетки (см. по каталогу)

Для воздухоудаления выбираем сотовые решетки компании «Арктос» типа РСН, а для воздухораспределения однорядные решетки АМН

Первый этаж

№ помещения	Помещение	Объём помещения	Нормативная кратность воздухообмена, 1/ч		Расчётный воздухообмен, м ³ /ч	
			Приток	Вытяжка	Приток	Вытяжка
1	2	3	4	5	6	7
101	Вестибюль-коридор	380.7	2	-	761.4	-
102	Бытовая	19.80	2	3	39.6	59.4
103	Кабинет	21.30	3.5	2.8	74.6	59.6
104	Кабинет	82.50	3.5	2.8	288.8	231.0
105	Кабинет	82.50	3.5	2.8	288.8	231.0
106	Кабинет	37.50	3.5	2.8	131.3	105.0
107	Кабинет	24.60	3.5	2.8	86.1	68.9
108	Санузел	10.80	-	100 м ³ /ч на 1 унитаз	-	100
109	Санузел	10.50	-	100 м ³ /ч на 1 унитаз	-	100
110	Кабинет	40.50	3.5	2.8	141.8	113.4
111	Кабинет врача	126.60	2	1.5	253.2	189.9
112	Архив	21.00	-	2	-	42.0
113	Лестничная клетка	28.80	-	-	-	-
114	Склад	21.00	-	1	-	21.0
115	Кабинет	30.00	3.5	2.8	105.0	84.0
116	Кабинет	53.10	3.5	2.8	185.9	148.7
117	Кабинет	38.10	3.5	2.8	133.4	106.7
118	Кабинет	70.80	3.5	2.8	247.8	198.2
119	Кабинет	71.40	3.5	2.8	249.9	199.9
120	Кабинет	33.30	3.5	2.8	116.6	93.2
121	Кабинет	51.60	3.5	2.8	180.6	144.5
122	Кабинет	63.90	3.5	2.8	223.7	178.9
123	Кабинет	81.00	3.5	2.8	283.5	226.8
124	Кабинет	59.70	3.5	2.8	208.9	167.2
125	Буфет	19.80	3	4	59.4	79.2

Дисбаланс первого этажа 1111.8 м³/ч

Приток 4060.3 м³/ч

Вытяжка 2948.5 м³/ч

Устанавливаем в вестибюле-коридоре решетки для вытяжного воздуха

Второй этаж

№ помещения	Помещение	Объём помещения	Нормативная кратность воздухообмена, $\frac{1}{ч}$		Расчётный воздухообмен, $\frac{м^3}{ч}$	
			Приток	Вытяжка	Приток	Вытяжка
1	2	3	4	5	6	7
201	Коридор	34.20	-	-	-	-
202	Коридор	125.40	-	-	-	-
203	Кабинет	24.30	3.5	2.8	85.1	61.1
204	Кабинет	25.20	3.5	2.8	88.2	70.6
205	Кабинет	38.10	3.5	2.8	133.4	106.7
206	Кабинет	86.40	3.5	2.8	302.4	241.9
207	Кабинет	78.00	3.5	2.9	273.0	218.4
208	Конференц-зал	390.90	Определяется расчетным путем		5298.57	5370.84
209	Кабинет	84.00	3.5	2.8	294.0	235.2
210	Кабинет	64.80	3.5	2.8	226.8	181.5
211	Кабинет	51.60	3.5	2.8	180.6	144.5
212	Приемная	68.22	3	2.4	204.7	163.7
213	Кабинет	156.30	3.5	2.8	547.1	437.7
214	Кабинет	30.60	3.5	2.8	107.1	85.7
215	Санузел	21.00	-	100 м ³ /ч на 1 унитаз	-	200
216	Лестничная клетка	27.00	-	-	-	-
217	Лестничная клетка	27.00	-	-	-	-
218	Бытовое помещение	21.00	2	3	42.0	63.0
219	Кабинет	74.40	3.5	2.8	260.4	208.3
220	Кабинет	51.30	3.5	2.8	179.6	143.6
221	Кабинет	72.60	3.5	2.8	254.1	203.3
222	Кабинет директора	36.48	3.7	3	134.9	109.5

Дисбаланс второго этажа: 366.43 м³/ч

Приток 8611.9 м³/ч

Вытяжка 8245.54 м³/ч

Устанавливаем в коридорах решетки для вытяжного воздуха.

Подвал

№ помещения	Помещение	Объём помещения	Нормативная кратность воздухообмена, $\frac{1}{ч}$		Расчётный воздухообмен, $\frac{м^3}{ч}$	
			Приток	Вытяжка	Приток	Вытяжка
1	2	3	4	5	6	7
1	Котельная	31.1	2	3	62	93.3

Дисбаланс подвала: $31.3 \frac{м^3}{ч}$

Приток: $62 \frac{м^3}{ч}$

Вытяжка: $93.3 \frac{м^3}{ч}$

8. Аэродинамический расчет воздуховодов приточной и вытяжной общеобменной вентиляции

Аэродинамический расчет воздуховодов обычно сводится к определению размеров их поперечного сечения, а также потерь давления на отдельных участках и в системе в целом. Это - прямая задача. Возможна и обратная задача - определить расходы воздуха при заданных размерах воздуховодов и известном перепаде давления в системе.

Аэродинамический расчет сети воздуховодов производят в следующей последовательности:

1. Выбираем основное расчетное направление.
2. Производим нумерацию участков основного направления. Расход и длину каждого участка заносим в таблицу аэродинамического расчета.

3. Определяем размеры сечения расчетных участков магистрали:

$$f_p = \frac{L}{3600 \cdot V_{рек}},$$

где L – объемный расход воздуха, м³/ч;

$V_{рек}$ - рекомендуемая теоретическая скорость:

5 – 8 м/с – для горизонтальных воздуховодов,

2 – 5 м/с – для вертикальных каналов;

f_p – площадь проходного сечения, м².

4. По площади проходного сечения выбираем ближайшие стандартные размеры воздуховодов.

5. Определяем фактическую скорость движения воздуха в воздуховоде:

$$V_\phi = \frac{L}{f_p}, \text{ м/с};$$

6. По фактической скорости вычисляют динамическое давление:

$$p_\phi = \frac{\rho \cdot V_\phi^2}{2}, \text{ Па},$$

где ρ - плотность воздуха:

$$\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3;$$

7. Определяем удельную потерю давления на трение по номограмме. Для прямоугольных воздуховодов расчет проводится по эквивалентному диаметру:

$$d_v = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b};$$

8. Определяются потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = \xi \cdot p_a$$

где ξ - сумма коэффициентов местных сопротивлений.

9. Определяются общие потери давления в системе:

$$p = R \cdot \beta_{\phi} \cdot l + Z$$

где β_{ϕ} - коэффициент, учитывающий шероховатость стенок.

10. Определяются потери давления на ответвлениях и производится увязка, которая должна быть не более 15 %. Воздуховоды принимаются из листовой стали толщиной 0,5 и 0,7 мм. Абсолютная шероховатость $K_{ш}$ стенок воздуховодов 0,1 мм.

таблица 6

№участка	Расход воздуха, м ³ /ч	Характеристики участка					Фактическая скорость воздуха, м/с	Число Re	Коэффициент гидравлического трения	Удельные потери на 1 м длины, Па	Коэффициент шероховатости	Потери на трение, Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений	Динамическое давление, Па	Потери на местных сопротивлениях, Па	Потери давления на участке, Па	Потери давления в решетках, Па	Суммарные потери давления на участке, Па	Потери давления в магистралах, Па
		Длина, м	a, мм	b, мм	Эквивалентный диаметр	Расчетная площадь сечения													
Основная магистраль системы В1 (1-3)																			
1	100	2,8	200	200	200	0,04	0,7	8974	3,10	15,5	0,990	42,97	3,75	0,29	1,1	44,07	1,2	45,27	134,63
2	100	1,45	200	200	200	0,04	0,7	8974	3,10	15,5	0,990	22,25	3,75	0,29	1,1	23,35	1,2	24,55	
3	200	6	300	300	300	0,09	0,6	11538	3,28	10,9	0,991	64,81	-	0,22	-	64,81	-	64,81	
Основная магистраль системы В2 (1-5)																			
1	105	2,75	200	200	200	0,04	0,7	8974	3,10	15,5	0,990	42,20	2,67	0,29	0,77	42,97	2	44,97	137,2
2	336	2	300	300	300	0,09	1,1	21153	3,82	12,7	0,985	25,02	0,37	0,73	0,27	25,29	2,5	27,79	
3	404,9	0,55	300	300	300	0,09	1,25	24038	3,94	13,2	0,983	7,14	1,3	0,94	1,22	8,36	-	8,36	
4	708,2	3	300	300	300	0,09	2,18	41921	4,53	15,1	0,970	43,94	1,07	2,85	3,05	46,99	-	50,04	
5	1670,6	3	400	400	400	0,16	2,89	74100	0,82	2,1	0,959	6,04	-	5,01	-	6,04	-	6,04	
Ответвления (6-16)																			
6	113,4	2,25	200	200	200	0,04	0,8	10256	3,18	15,9	0,988	35,35	2,67	0,38	1,02	36,37	1,1	37,47	465
7	303,3	4,8	300	300	300	0,09	1,1	21153	3,82	12,7	0,985	60,05	1,3	0,73	0,95	61	4,5	65,5	
8	68,9	1,55	200	200	200	0,04	0,6	7692	2,96	14,8	0,991	22,73	-6	0,30	-1,8	20,93	0,7	21,63	
9	203,3	3,2	200	200	200	0,04	1,41	18076	3,67	18,3	0,980	57,39	1,95	1,20	2,34	59,73	4,2	63,93	
10	70,6	1,2	200	200	200	0,04	0,6	7692	2,96	14,8	0,991	17,60	1,17	0,30	0,35	17,95	0,8	18,75	
11	273,9	2,2	200	200	200	0,04	1,9	24358	3,95	19,8	0,973	42,38	1,1	2,17	2,39	44,77	-	44,77	
12	576,9	0,6	300	300	300	0,09	1,78	34229	4,3	14,4	0,974	8,72	0,37	1,90	0,70	9,42	0,7	10,12	
13	241,9	2	200	200	200	0,04	1,68	21538	3,83	19,2	0,977	37,52	1,07	1,69	1,81	39,33	1,9	41,23	
14	143,6	2,2	200	200	200	0,04	1	12820	3,36	16,8	0,986	36,44	0,44	0,60	0,26	36,70	2,1	38,8	
15	385,5	1,2	300	300	300	0,09	1,2	23076	3,89	13,0	0,984	15,35	-2,43	0,86	-2,09	13,26	-	13,26	
16	241,6	5,7	200	200	200	0,04	1,68	21538	3,83	19,1	0,978	106,48	0,63	1,69	1,06	107,54	2	109,54	

№ участка	Расход воздуха, м ³ /ч	Характеристики участка					Фактическая скорость воздуха, м/с	Число Re	Коэффициент гидравлического трения	Удельные потери на 1 м длины, Па	Коэффициент шероховатости	Потери на трение, Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений	Динамическое давление, Па	Потери на местных сопротивлениях, Па	Потери давления на участке, Па	Потери давления в решетках, Па	Суммарные потери давления на участке, Па	Потери давления в магистрали, Па
		Длина, м	a, мм	b, мм	Эквивалентный диаметр	Расчетная площадь сечения													
Основная магистраль системы В3 (1-6)																			
1	59,4	7,4	200	100	133	0,02	0,83	7076	2,90	21,82	0,988	159,53	5,07	0,41	2,08	161,61	0,7	162,31	352,52
2	119	3,8	200	200	200	0,04	0,90	11538	3,30	16,40	0,987	61,50	3,6	0,49	1,76	63,26	-	63,26	
3	164	1,8	200	200	200	0,04	1,13	14487	3,40	17,37	0,985	30,78	0,52	0,77	0,40	31,18	-	31,18	
4	947,9	2,25	300	400	343	0,12	2,20	48370	4,67	13,68	0,970	29,86	1,2	2,90	3,48	33,34	11	44,34	
5	947,9	3	300	400	343	0,12	2,20	48370	4,69	13,68	0,970	39,81	1,6	2,90	4,64	44,45	-	44,45	
6	1620,6	3	300	400	343	0,12	3,75	82449	0,83	2,44	0,954	6,98	-	8,44	-	6,98	-	6,98	
Ответвления (7-13)																			
7	208,3	3,45	200	200	200	0,04	1,45	18589	3,69	18,47	0,979	62,38	2,7	1,26	3,41	65,79	4	69,79	312,73
8	464,4	2,25	200	300	240	0,06	2,15	33076	4,27	17,78	0,970	38,80	0,5	2,77	1,39	40,19	12	52,19	
9	183	1,6	200	200	200	0,04	1,27	16281	3,57	17,87	0,983	28,11	1,4	0,97	1,36	29,47	3,5	32,97	
10	63	4,85	200	100	133	0,02	0,88	7502	2,94	14,70	0,987	70,37	3,12	0,46	1,44	71,81	0,5	72,31	
11	228	1,5	200	200	200	0,04	1,58	20256	3,77	18,87	0,978	27,68	0,2	1,50	0,30	27,98	2,2	30,18	
12	59,6	1,3	200	100	133	0,02	0,82	6961	2,89	21,75	0,988	27,94	0,6	0,41	0,25	28,19	0,5	28,69	
13	42	1,3	200	100	133	0,02	0,60	5115	2,67	20,12	0,991	25,92	0,82	0,22	0,18	26,10	0,5	26,60	
Основная магистраль системы В4 (1-5)																			
1	79,2	5,0	200	200	200	0,04	0,60	7692	2,96	14,82	0,991	73,43	4,37	0,22	0,96	74,39	0,95	75,34	159,61
2	635,1	1,5	300	300	300	0,09	1,86	35768	4,35	14,50	0,974	21,18	0,57	2,07	1,18	22,36	4,6	26,96	
3	803,2	3,25	300	400	343	0,12	1,96	43093	4,55	13,29	0,972	41,98	2,67	2,31	6,17	48,15	-	48,15	
4	1445,7	3	400	400	400	0,16	2,50	64100	0,80	2	0,966	5,80	-0,33	3,75	-1,24	4,56	-	4,56	
5	7650,9	3	600	600	600	0,36	5,90	226914	0,99	1,65	0,929	4,60	-	20,8	-	4,60	-	4,60	

№ участка	Расход воздуха, м ³ /ч	Характеристики участка					Фактическая скорость воздуха, м/с	Число Re	Коэффициент гидравлического трения	Удельные потери на 1 м длины, Па	Коэффициент шероховатости	Потери на трение, Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений	Динамическое давление, Па	Потери на местных сопротивлениях, Па	Потери давления на участке, Па	Потери давления в решетках, Па	Суммарные потери давления на участке, Па	Потери давления в магистрале, Па
		Длина, м	a, мм	b, мм	Эквивалентный диаметр	Расчетная площадь сечения													
<i>Ответвления (6-16)</i>																			
6	93,2	1,8	200	200	200	0,04	0,07	8974	3,08	15,40	0,990	27,44	1,72	0,29	0,50	27,94	1,1	29,04	594,19
7	144,5	1	200	200	200	0,04	1	12820	3,37	16,83	0,986	16,59	0,5	0,6	0,30	16,89	2,8	19,69	
8	416,6	5,4	300	300	300	0,09	1,3	24999	3,98	13,26	0,982	70,32	2,67	1,01	2,70	73,02	4,3	77,32	
9	643,4	5,1	300	400	343	0,12	1,5	32980	4,26	12,43	0,979	62,06	-0,43	1,35	-0,58	61,48	1,8	63,28	
10	144,5	2,3	200	200	200	0,04	1,1	14102	3,45	17,24	0,984	39,02	0,62	0,73	0,45	39,47	2,5	41,97	
11	273,2	1,7	200	200	200	0,04	1,9	24358	3,95	19,76	0,974	32,72	1	2,17	2,17	34,89	2,3	37,19	
12	163,6	1,2	200	200	200	0,04	1,2	15384	3,52	17,62	0,984	20,81	2,05	0,86	1,76	22,57	3,1	25,67	
13	599,2	6,5	400	300	343	0,12	1,4	39781	4,19	12,22	0,980	77,84	2,4	1,18	2,83	80,67	3,2	83,87	
14	834,4	5,5	400	300	343	0,12	1,93	42434	4,54	13,24	0,973	70,85	-0,23	2,23	-0,52	70,33	1,8	72,13	
15	5370,8	3	600	600	600	0,36	3,7	142302	0,92	1,53	0,952	4,37	1,3	8,21	10,67	15,04	105	141,04	
16	167,2	1,2	200	200	200	0,04	1,16	14871	3,49	17,47	0,984	20,63	0,2	0,81	0,16	20,79	3,2	23,99	
<i>Основная магистраль системы В5 (1-7)</i>																			
1	198,2	0,9	200	300	240	0,06	0,9	13846	3,43	14,29	0,987	12,7	3,67	0,49	1,79	14,49	4	18,49	193,48
2	305,4	3,6	300	300	300	0,09	1	19230	3,73	12,43	0,986	44,12	3,87	0,6	2,32	46,44	-	46,44	
3	654	2,4	400	300	343	0,12	1,5	37980	4,26	12,42	0,979	29,18	3,4	1,35	4,59	33,77	4	37,77	
4	738	2,1	400	300	343	0,12	1,7	37377	4,4	12,83	0,975	26,27	3,4	1,73	5,88	32,15	-	32,15	
5	759	0,75	400	300	343	0,12	1,76	38696	4,44	12,94	0,976	9,47	1,2	1,86	2,23	11,7	-	11,7	
6	759	3	400	300	343	0,12	1,76	38696	4,44	12,94	0,976	37,89	1,1	1,86	2,05	39,94	-	39,94	
7	1665,6	3	400	300	343	0,12	3,85	84647	0,84	2,45	0,951	6,99	-	8,9	-	6,99	-	6,99	
<i>Ответвления (8-15)</i>																			
8	106,7	0,9	200	100	133	0,02	1,5	12788	3,36	25,26	0,973	22,26	0,8	1,35	1,08	23,34	1,8	25,14	295,2
9	148,7	1,7	200	200	200	0,04	1,1	14102	3,45	17,25	0,985	28,89	0,2	0,73	0,15	30,04	3	33,04	
10	84	1,4	200	100	133	0,02	1,2	10230	3,18	23,91	0,984	32,94	-5,4	0,86	-4,64	28,30	1,2	29,50	

№участка	Расход воздуха, м ³ /ч	Характеристики участка					Фактическая скорость воздуха, м/с	Число Re	Коэффициент гидравлического трения	Удельные потери на 1 м длины, Па	Коэффициент шероховатости	Потери на трение, Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений	Динамическое давление, Па	Потери на местных сопротивлениях, Па	Потери давления на участке, Па	Потери давления в решетках, Па	Суммарные потери давления на участке, Па	Потери давления в магистрали, Па
		Длина, м	a, мм	b, мм	Эквивалентный диаметр	Расчетная площадь сечения													
11	21	1,46	200	100	133	0,02	0,5	4263	2,56	19,25	0,993	27,9	-32,6	0,15	-4,89	32,79	0,8	33,59	
12	437,7	6,75	300	300	300	0,09	1,35	25960	4,1	13,67	0,981	90,52	3,12	1,1	3,43	93,95	3	96,95	
13	906,6	2,9	400	300	343	0,12	2,1	46171	4,64	13,53	0,971	38,1	1,1	2,65	2,92	41,02	4	45,02	
14	285,7	1,2	200	300	240	0,06	1,32	20307	3,78	15,75	0,981	18,5	1,05	1,1	1,16	19,66	1,2	20,86	
15	200	0,5	200	200	240	0,06	0,93	14307	3,46	14,42	0,987	7,1	-	0,52	-	7,1	4	11,1	
Основная магистраль системы В6 (1-2)																			
1	93,3	0,5	200	200	200	0,04	0,65	8333	3,02	15,11	0,990	7,48	1,2	0,25	0,3	1,5	1,1	2,6	84,98
2	93,3	9,0	300	300	300	0,09	0,3	5769	2,76	9,19	0,996	82,38	-	0,05	-	82,38	-	82,38	

№ участка	Расход воздуха, м ³ /ч	Характеристики участка					Фактическая скорость воздуха, м/с	Число Re	Коэффициент гидравлического трения	Удельные потери на 1 м длины, Па	Коэффициент шероховатости	Потери на трение, Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений	Динамическое давление, Па	Потери на местных сопротивлениях, Па	Потери давления на участке, Па	Потери давления в решетках, Па	Суммарные потери давления на участке, Па	Потери давления в магистрали, Па
		Длина, м	a, мм	b, мм	Эквивалентный диаметр	Расчетная площадь сечения													
Основная магистраль системы П1 (1-9)																			
1	133,4	2,2	200	200	200	0,04	0,92	11794	3,30	16,49	0,987	35,81	-	0,50	-	35,81	7,8	43,61	342,76
2	221,6	3,1	200	200	200	0,04	1,54	19743	3,75	18,75	0,979	56,90	1,57	1,42	2,23	59,13	6	65,13	
3	306,7	0,9	200	300	240	0,06	1,62	24922	3,98	16,56	0,978	14,58	1,70	1,57	2,67	17,25	-	17,25	
4	740,6	2,3	300	300	300	0,09	2,28	43844	4,57	15,26	0,970	34,05	-	3,12	-	34,05	16,4	50,45	
5	1000,8	3,7	300	300	300	0,09	3,11	59805	4,95	16,49	0,959	58,51	4,37	5,80	25,35	83,86	9,4	93,26	
6	1303,2	0,5	400	400	400	0,16	2,26	57946	4,91	12,27	0,968	5,94	1,55	3,06	4,75	10,69	-	10,69	
7	1303,2	3	400	400	400	0,16	2,26	57946	4,91	12,27	0,968	35,63	1,47	3,06	4,50	40,13	-	40,13	
8	2457,6	9	400	600	480	0,24	2,84	87381	0,85	1,76	0,963	15,25	1,20	4,84	5,81	21,06	-	21,06	
9	2519,6	0,7	400	600	480	0,24	2,92	89843	0,85	1,76	0,961	1,18	-	5,11	-	-	-	1,18	
Ответвления (10-21)																			
10	85,1	0,7	200	100	133	0,02	1,18	10059	3,17	23,83	0,984	16,41	0,40	0,84	0,34	16,71	5,7	22,41	561,75
11	254,1	1	300	300	300	0,09	0,81	15576	3,53	11,78	0,988	11,64	0,10	0,39	0,04	11,68	11	22,68	
12	300	2,7	300	300	300	0,09	0,93	17884	3,65	12,20	0,987	32,51	4,77	0,52	2,48	80,63	22	102,63	
13	131,3	1,4	200	200	200	0,04	0,92	11794	3,29	16,49	0,987	22,77	-	0,55	-	22,77	12,5	35,27	
14	217,4	4,6	200	200	200	0,04	1,51	19358	3,73	18,66	0,979	84,03	2,98	1,37	4,08	88,11	6,7	94,81	
15	141,8	3,2	300	200	240	0,06	0,66	10153	3,18	13,23	0,990	41,91	11,0	0,26	2,86	44,77	8	52,77	
16	612,4	1,9	300	300	300	0,09	1,89	36345	4,37	14,56	0,973	26,92	1,37	2,14	2,93	29,85	24	53,85	
17	253,8	1	300	300	300	0,09	0,78	14999	3,50	11,67	0,988	11,53	2,20	0,37	0,81	12,34	15	27,34	
18	866,2	3	400	400	400	0,16	1,51	38716	4,44	11,10	0,979	32,60	1,20	1,37	1,64	34,24	-	34,24	
19	288,2	2	200	200	200	0,04	2,01	25768	4,01	20,04	0,972	38,96	2,65	2,43	6,45	45,41	14,1	49,51	
20	1154,4	1,6	400	400	400	0,16	2,00	51280	4,76	11,90	0,972	18,51	1,10	2,40	2,64	21,15	-	21,15	
21	62	2,8	200	200	200	0,04	0,63	8077	3,00	15,00	0,991	41,54	2,90	0,24	0,70	42,24	2,8	45,04	

№участка	Расход воздуха, м ³ /ч	Характеристики участка					Фактическая скорость воздуха, м/с	Число Re	Коэффициент гидравлического трения	Удельные потери на 1 м длины, Па	Коэффициент шероховатости	Потери на трение, Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений	Динамическое давление, Па	Потери на местных сопротивлениях, Па	Потери давления на участке, Па	Потери давления в решетках, Па	Суммарные потери давления на участке, Па	Потери давления в магистрали, Па
		Длина, м	a, мм	b, мм	Эквивалентный диаметр	Расчетная площадь сечения													
Основная магистраль системы П2 (1-6)																			
1	883,1	2,4	450	450	450	0,20	1,23	35480	4,34	9,65	0,984	22,79	-	0,91	-	22,79	17	39,79	290,27
2	1766,2	2,4	450	450	450	0,20	2,45	70670	5,16	11,46	0,966	26,57	-	3,60	-	26,57	17	43,57	
3	2549,3	3	450	450	450	0,20	3,54	102111	0,87	1,93	0,954	5,52	1,82	7,52	13,68	19,20	17	36,20	
4	5298,6	4,8	500	500	500	0,25	5,89	188775	0,96	1,92	0,929	8,56	2,05	20,8	42,64	51,20	-	51,20	
5	5861,6	3	500	500	500	0,25	6,51	207645	0,98	1,96	0,926	5,44	2,50	25,4	63,5	68,94	-	68,94	
6	6518,4	7	500	500	500	0,25	7,24	232042	0,99	1,99	0,917	12,77	1,20	31,5	37,8	50,57	-	50,57	
Ответвления (7-18)																			
7	883,1	2,4	450	450	450	0,20	1,23	35379	4,34	9,64	0,985	22,79	-	0,91	-	22,79	17	39,79	644,35
8	1766,2	2,4	450	450	450	0,20	2,45	70758	0,82	1,82	0,966	4,22	-	3,60	-	4,22	17	21,22	
9	2649,3	1,2	450	450	450	0,20	3,68	106150	0,87	1,94	0,952	2,22	1,30	8,13	10,57	12,79	17	29,79	
10	302,6	2	200	200	200	0,04	2,10	26940	4,05	20,27	0,971	39,36	3,12	2,65	8,27	47,63	14	61,63	
11	260,4	3,2	200	200	200	0,04	1,81	23204	3,91	19,53	0,974	60,87	1,50	1,97	2,96	63,83	12	75,83	
12	563	2,5	300	300	300	0,09	1,74	33415	4,28	14,26	0,975	34,76	1,00	1,82	1,82	36,58	-	36,58	
13	288,8	5	200	200	200	0,04	2,00	25640	4,00	20,0	0,972	97,20	4,07	2,40	9,77	106,9	13	119,9	
14	253,8	2,7	300	300	300	0,09	0,78	15064	3,51	11,68	0,988	31,16	4,60	0,37	1,70	32,86	14	46,86	
15	39,6	1,7	200	100	133	0,02	0,55	4689	0,75	5,64	0,992	9,51	2,97	0,18	0,53	10,04	1,3	11,34	
16	293,4	3,1	200	200	200	0,04	2,04	26121	4,02	20,1	0,972	60,56	1,70	2,50	4,25	64,81	-	64,81	
17	74,6	1,5	200	100	133	0,02	1,04	8833	3,07	23,06	0,986	34,11	1,50	0,65	0,98	35,09	4,5	39,59	
18	368	3,1	200	200	200	0,04	2,56	32762	4,26	21,3	0,965	63,72	8,47	3,93	33,29	97,01	-	97,01	
Основная магистраль системы П3 (1-5)																			
1	180,6	2,2	200	100	133	0,02	2,51	21384	3,83	28,77	0,966	61,14	0,27	3,78	1,02	62,16	14	76,16	381,07
2	407,4	5,7	200	200	200	0,04	2,83	36279	4,37	21,83	0,963	119,83	2,67	4,81	12,8	132,6	30	162,6	

№ участка	Расход воздуха, м ³ /ч	Характеристики участка					Фактическая скорость воздуха, м/с	Число Re	Коэффициент гидравлического трения	Удельные потери на 1 м длины, Па	Коэффициент шероховатости	Потери на трение, Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений	Динамическое давление, Па	Потери на местных сопротивлениях, Па	Потери давления на участке, Па	Потери давления в решетках, Па	Суммарные потери давления на участке, Па	Потери давления в магистральной, Па
		Длина, м	a, мм	b, мм	Эквивалентный диаметр	Расчетная площадь сечения													
3	701,4	4,8	300	300	300	0,09	2,16	12489	3,34	11,13	0,970	51,82	1,20	2,80	3,36	55,18	22	77,18	
4	701,4	3	300	300	300	0,09	2,16	12489	3,34	11,13	0,970	32,39	3,07	2,80	8,60	41,99	-	41,99	
5	2028,1	7	400	400	400	0,16	3,52	90279	0,85	2,13	0,954	14,22	1,20	7,43	8,92	23,14	-	23,14	
<i>Ответвления (б-13)</i>																			
6	59,4	6,5	200	100	133	0,02	0,83	7076	2,90	21,8	0,988	140,0	4,67	0,41	1,91	141,9	2,70	144,61	535,87
7	370,6	2	300	450	360	0,14	0,74	16968	3,61	10,03	0,990	19,86	0,35	0,33	0,12	19,98	13,5	33,48	
8	430	0,9	300	300	300	0,09	1,33	25521	4,00	13,33	0,982	11,78	-	1,06	-	-	-	11,78	
9	208,9	1,7	200	100	133	0,02	2,90	24735	3,97	29,85	0,967	49,07	1,58	5,05	7,98	57,05	16	73,05	
10	638,9	3,9	300	300	300	0,09	1,97	37920	4,41	14,72	0,972	55,80	3,40	2,33	7,92	63,72	-	63,72	
11	180,6	3,2	200	200	200	0,04	1,25	16078	3,56	17,81	0,983	56,02	0,27	0,94	0,25	56,27	12	68,27	
12	404,3	5,7	300	300	300	0,09	1,25	23996	3,94	13,13	0,983	73,57	2,40	0,94	2,26	75,83	32	107,83	
13	687,8	0,7	300	300	300	0,09	2,12	40822	4,50	15,00	0,970	10,19	2,57	2,70	6,94	17,13	22	39,13	
<i>Основная магистраль системы П4 (1-5)</i>																			
1	134,9	5	200	100	133	0,02	1,87	15973	3,56	26,74	0,973	130,1	1,72	2,10	3,61	133,7	12,5	146,21	244,26
2	682	0,5	200	200	200	0,04	4,74	60717	0,80	3,98	0,940	1,87	2,45	13,5	33,08	34,95	-	34,95	
3	886,7	3,5	300	300	300	0,09	2,74	62627	0,81	2,67	0,963	9,00	2,30	4,50	10,35	19,35	-	19,35	
4	993,8	3	300	300	300	0,09	3,07	68984	0,79	2,64	0,960	7,61	1,57	5,65	8,87	16,48	-	16,48	
5	2032,4	9	400	400	400	0,16	3,53	90470	0,85	2,13	0,954	18,29	1,20	7,48	8,98	27,27	-	27,27	
<i>Ответвления (б-18)</i>																			
6	547,1	1,7	200	200	200	0,04	3,80	48707	4,70	23,5	0,952	38,03	1,70	8,66	14,72	52,75	16	68,75	244,26
7	204,7	2	300	300	300	0,09	0,63	12149	3,32	11,07	0,991	21,94	12	0,24	2,88	24,82	9,30	34,12	
8	107,1	0,5	200	100	133	0,02	1,49	12681	3,36	25,25	0,979	12,36	2,2	1,33	2,93	15,29	8,10	23,39	
9	133,4	0,9	200	100	133	0,02	1,85	15795	3,55	26,67	0,973	23,35	2,7	2,05	5,54	28,89	11,8	40,69	
10	247,8	0,5	200	200	200	0,04	1,72	22061	3,86	19,28	0,974	9,39	0,75	1,78	1,34	10,73	9,8	20,53	

№участка	Расход воздуха ,м ³ /ч	Характеристики участка					Фактическая скорость воздуха, м/с	Число Re	Коэффициент гидравлического трения	Удельные потери на 1 м длины, Па	Коэффициент шероховатости	Потери на трение, Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений	Динамическое давление, Па	Потери на местных сопротивлениях, Па	Потери давления на участке, Па	Потери давления в решетках, Па	Суммарные потери давления на участке, Па	Потери давления в магистрале, Па
		Длина, м	a, мм	b, мм	Эквивалентный диаметр	Расчетная площадь сечения													
11	381,2	3,5	200	200	200	0,04	2,65	33937	4,29	21,47	0,965	72,51	1,1	4,21	4,63	77,14	-	77,14	524,97
12	116,6	0,9	200	100	133	0,02	1,62	13806	3,42	25,79	0,978	22,70	2,97	0,97	2,88	25,58	7,1	32,68	
13	249,9	0,5	200	200	200	0,04	1,74	22248	3,86	19,32	0,975	9,42	0,70	1,81	1,27	10,69	9,5	20,19	
14	365,6	0,4	200	200	200	0,04	2,54	32549	4,25	21,25	0,966	8,21	0,60	3,87	2,32	10,53	-	10,53	
15	747,7	3,7	200	300	240	0,06	3,46	53253	4,81	20,03	0,940	69,66	0,27	7,18	1,94	71,60	-	71,60	
16	185,9	1,2	200	200	200	0,04	1,29	16523	3,59	17,94	0,983	21,16	1,65	1,10	1,82	22,98	19	41,98	
17	933,6	3,5	300	300	300	0,09	2,88	55411	4,85	16,18	0,961	54,42	1,37	4,98	6,82	61,24	-	61,24	
18	105	0,5	200	100	133	0,02	1,46	12433	3,34	25,12	0,979	12,30	0,57	1,28	0,73	13,03	9,1	22,13	

Коэффициенты местных сопротивлений

№ участка	Вид местных сопротивлений	Количество	ξ_p	$\Sigma\xi_p$
Вытяжная система В1				
1	Отвод на 90	2	1,2	3,75
	Тройник на ответвление	1	1,1	
	Переход	1	0,27	
	<i>Потери давления в решетке</i>		1,2	
2	Отвод на 90	2	1,2	3,75
	Тройник на ответвление	1	1,1	
	Переход	1	0,27	
	<i>Потери давления в решетке</i>		1,2	
3	-	-	-	-
Вытяжная система В2				
1	Отвод на 90	2	1,2	2,67
	Переход	1	0,27	
	<i>Потери давления в решетке</i>		2	
2	Тройник на проход	1	0,37	0,37
	<i>Потери давления в решетке</i>		2,5	
3	Тройник на ответвление	1	1,3	1,3
4	Крестовина на проход	1	0,8	1,07
	Переход	1	0,27	
5	-	-	-	-
6	Отвод на 90	2	1,2	2,67
	Переход	1	0,27	
	<i>Потери давления в решетке</i>		1,1	
7	Тройник на ответвление	1	1,3	1,3

№ участка	Вид местных сопротивлений	Количество	ξ_p	$\Sigma \xi_p$
	<i>Потери давления в решетке</i>		4,5	
8	Тройник на ответвление	1	-6	-6
	<i>Потери давления в решетке</i>		0,7	
9	Тройник на ответвление	1	0,75	1,95
	Отвод на 90	1	1,2	
	<i>Потери давления в решетке</i>		4,2	
10	Тройник на ответвление	1	0,97	2,17
	Отвод на 90	1	1,2	
	<i>Потери давления в решетке</i>		0,8	
11	Тройник на проход	1	0,83	1,1
	Переход	1	0,27	
12	Крестовина на ответвление	1	0,1	0,37
	Переход	1	0,27	
	<i>Потери давления в решетке</i>		0,7	
13	Тройник на проход	1	1,4	4,07
	Переход	1	0,27	
	Отвод на 90	2	1,2	
	<i>Потери давления в решетке</i>		1,9	
14	Тройник на ответвление	1	0,44	0,44
	<i>Потери давления в решетке</i>		2,1	
15	Крестовина на ответвление	1	-2,7	-2,43
	Переход	1	0,27	
16	Тройник на ответвление	1	0,63	0,63
	<i>Потери давления в решетке</i>		2	
Вытяжная система ВЗ				
1	Отвод на 120	1	1,7	5,07
	Отвод на 90	2	1,2	

№ участка	Вид местных сопротивлений	Количество	ξ_p	$\Sigma \xi_p$
	Тройник на проход	1	0,7	
	Переход	1	0,27	
	<i>Потери давления в решетке</i>		0,7	
2	Отвод на 90	2	1,2	3,6
	Тройник на проход	1	1,2	
3	Тройник на проход	1	0,25	0,52
	Переход	1	0,27	
4	Отвод на 90	1	1,2	1,2
	<i>Потери давления в решетке</i>		11	
5	Крестовина на проход	1	1,6	1,6
6	-	-	-	-
7	Отвод на 90	2	1,2	2,7
	Крестовина на ответвление	1	0,3	
	<i>Потери давления в решетке</i>		4	
8	Крестовина на ответвление	1	0,5	0,5
	<i>Потери давления в решетке</i>		12	
9	Тройник на ответвление	1	0,2	1,4
	Отвод на 90	1	1,2	
	<i>Потери давления в решетке</i>		3,5	
10	Отвод на 90	2	1,2	3,12
	Тройник на проход	1	0,45	
	Переход	1	0,27	
	<i>Потери давления в решетке</i>		0,5	
11	Тройник на ответвление	1	-1	0,2
	Отвод на 90	1	1,2	
	<i>Потери давления в решетке</i>		2,2	
12	Тройник на ответвление	1	-0,8	0,6

№ участка	Вид местных сопротивлений	Количество	ξ_p	$\Sigma\xi_p$
	Отвод на 90	1	1,2	
	<i>Потери давления в решетке</i>		0,5	
13	Тройник на ответвление	1	0,55	0,82
	Отвод на 90	1	0,27	
	<i>Потери давления в решетке</i>		0,5	
Вытяжная система В4				
1	Отвод на 90	2	1,2	4,37
	Отвод на 120	1	1,7	
	Переход	1	0,27	
	<i>Потери давления в решетке</i>		0,95	
2	Тройник на проход	1	0,3	0,57
	Переход	1	0,27	
	<i>Потери давления в решетках</i>		4,6	
3	Отвод на 90	1	1,2	2,67
	Тройник на ответвление	1	1,2	
	Переход	1	0,27	
4	Тройник на проход	1	-0,6	-0,33
	Переход	1	0,27	
5	-	-	-	-
6	Отвод на 90	2	1,2	1,72
	Тройник на проход	1	0,25	
	Переход	1	0,27	
	<i>Потери давления в решетке</i>		1,1	
7	Тройник на ответвление	1	0,5	0,5
	<i>Потери давления в решетке</i>		2,8	
8	Отвод на 90	2	1,2	2,67
	Переход	1	0,27	

№ участка	Вид местных сопротивлений	Количество	ξ_p	$\Sigma\xi_p$
	<i>Потери давления в решетке</i>		4,3	
9	Тройник на ответвление	1	-0,7	-0,43
	Переход	1	0,27	
	<i>Потери давления в решетке</i>		1,8	
10	Тройник на проход	1	0,35	0,62
	Переход	1	0,27	
	<i>Потери давления в решетке</i>		2,5	
11	Тройник на ответвление	1	0,83	1
	Переход	1	0,27	
	<i>Потери давления в решетке</i>		2,3	
12	Тройник на ответвление	1	0,85	2,05
	Отвод на 90	1	1,2	
	<i>Потери давления в решетке</i>		3,1	
13	Отвод на 90	2	1,2	2,4
	<i>Потери давления в решетке</i>		3,2	
14	Отвод на 90	1	1,2	-0,23
	Переход	1	0,27	
	Тройник на ответвление	1	-1,7	
	<i>Потери давления в решетке</i>		1,8	
15	Тройник на ответвление	1	1,3	1,3
	<i>Потери давления в решетках</i>		105	
16	Тройник на ответвление	1	-1	0,2
	Отвод на 90	1	1,2	
	<i>Потери давления в решетке</i>		3,2	
Вытяжная система В5				
1	Тройник на проход	1	3,4	3,67
	Переход	1	0,27	

№ участка	Вид местных сопротивлений	Количество	ξ_p	$\Sigma\xi_p$
	<i>Потери давления в решетке</i>		4	
2	Тройник на проход	1	1,2	3,87
	Переход	1	0,27	
	Отвод на 90	2	1,2	
3	Тройник на проход	1	3,4	3,4
	<i>Потери давления в решетке</i>		4	
4	Тройник на проход	1	3,4	3,4
5	Отвод на 90	1	1,2	1,2
6	Тройник на проход	1	1,1	1,1
7	-	-	-	-
8	Тройник на ответвление	1	0,8	0,8
	<i>Потери давления в решетке</i>		1,8	
9	Тройник на ответвление	1	-1	0,2
	Отвод на 90	1	1,2	
	<i>Потери давления в решетке</i>		3	
10	Тройник на ответвление	1	-6,6	-5,4
	Отвод на 90	1	1,2	
	<i>Потери давления в решетке</i>		1,2	
11	Тройник на ответвление	1	-33,8	-32,6
	Отвод на 90	1	1,3	
	<i>Потери давления в решетке</i>		0,8	
12	Тройник на проход	1	0,45	3,12
	Переход	1	0,27	
	Отвод на 90	2	1,2	
	<i>Потери давления в решетке</i>		3	
13	Тройник на ответвление	1	1,1	1,1

№ участка	Вид местных сопротивлений	Количество	ξ_p	$\Sigma \xi_p$
	<i>Потери давления в решетке</i>		4	
14	Тройник на ответвление	1	-0,15	1,05
	Отвод на 90	1	1,2	
	<i>Потери давления в решетке</i>		1,2	
15	<i>Потери давления в решетке</i>		4	
<i>Вытяжная система В6</i>				
1	Отвод на 90	1	1,2	1,2
	<i>Потери давления в решетке</i>		1,1	
2	-	-	-	-
<i>Приточная система П1</i>				
1	<i>Потери давления в решетках</i>		7,8	
2	Тройник на проход	1	1,3	1,57
	Переход	1	0,27	
	<i>Потери давления в решетке</i>		6	
3	Тройник на ответвление	1	1,7	1,7
4	<i>Потери давления в решетках</i>		16,4	
5	Отвод на 90	1	1,2	4,37
	Переход	1	0,27	
	Тройник на ответвление	1	2,9	
	<i>Потери давления в решетках</i>		9,4	
6	Отвод на 90	1	1,2	1,55
	Тройник на проход	1	0,35	
7	Отвод на 90	1	1,2	1,47
	Переход	1	0,27	
8	Отвод на 90	1	1,2	1,2
	Тройник на проход	1	-	
9	-	-	-	-

№ участка	Вид местных сопротивлений	Количество	ξ_p	$\Sigma \xi_p$
10	Тройник на ответвление	1	0,4	0,4
	<i>Потери давления в решетке</i>		5,7	
11	Тройник на проход	1	0,1	0,1
	<i>Потери давления в решетках</i>		11	
12	Тройник на проход	1	2,1	4,77
	Переход	1	0,27	
	Отвод на 90	2	1,2	
	<i>Потери давления в решетке</i>		22	
13	<i>Потери давления в решетке</i>		12,5	
14	Отвод на 90	2	1,2	2,98
	Тройник на ответвление	1	0,58	
	<i>Потери давления в решетках</i>		6,7	
15	Тройник на ответвление	1	8,6	11
	Отвод на 90	2	1,2	
	<i>Потери давления в решетках</i>		8	
16	Тройник на проход	1	1,1	1,37
	Переход	1	0,27	
	<i>Потери давления в решетках</i>		24	
17	Тройник на ответвление	1	2,2	2,2
	<i>Потери давления в диффузоре</i>		15	
18	Тройник на ответвление	1	-	1,2
	Отвод на 90	1	1,2	
19	Тройник на проход	1	0,25	2,65
	Отвод на 90	2	1,2	
	<i>Потери давления в решетках</i>		14,1	
20	Тройник на ответвление	1	1,1	1,1
21	Тройник на ответвление	1	-	

№ участка	Вид местных сопротивлений	Количество	ξ_p	$\Sigma \xi_p$
	Отвод на 90	1	1,2	2,9
	Отвод на 120	1	1,7	
	<i>Потери давления в решетке</i>		2,8	
<i>Приточная система П2</i>				
1	<i>Потери давления в диффузоре</i>		17	
2	<i>Потери давления в диффузоре</i>		17	
3	Отвод на 90	1	1,2	1,82
	Тройник на проход	1	0,35	
	Переход	1	0,27	
	<i>Потери давления в диффузоре</i>		17	
4	Отвод на 120	1	1,7	2,05
	Тройник на ответвление	1	0,35	
5	Крестовина на проход	1	2,5	2,5
6	Отвод на 90	1	1,2	1,2
7	<i>Потери давления в диффузоре</i>		17	
8	<i>Потери давления в диффузоре</i>		17	
9	Тройник на ответвление	1	1,3	1,3
	<i>Потери давления в диффузоре</i>		17	
10	Тройник на проход	1	0,45	3,12
	Отвод на 90	2	1,2	
	Переход	1	0,27	
	<i>Потери давления в решетках</i>		14	
11	Тройник на ответвление	1	0,3	1,5
	Отвод на 90	1	1,2	
	<i>Потери давления в решетках</i>		12	
12	Тройник на ответвление	1	1	1

№ участка	Вид местных сопротивлений	Количество	ξ_p	$\Sigma\xi_p$
13	Крестовин на ответвление	1	1	4,07
	Отвод на 90	2	1,4	
	Переход	1	0,27	
	<i>Потери давления в решетках</i>		13	
14	Тройник на ответвление	1	4,6	4,6
	<i>Потери давления в диффузоре</i>		14	
15	Тройник на проход	1	0,3	2,97
	Отвод на 90	2	1,2	
	Переход	1	0,27	
	<i>Потери давления в решетке</i>		1,3	
16	Тройник на проход	1	-	1,7
	Отвод на 120	1	1,7	
17	Тройник на ответвление	1	0,3	1,5
	Отвод на 90	1	1,2	
	<i>Потери давления в решетке</i>		4,5	
18	Крестовина на ответвление	1	7	8,47
	Переход	1	0,27	
	Отвод на 90	1	1,2	
<i>Приточная система ПЗ</i>				
1	Переход	1	0,27	0,27
	<i>Потери давления в решетках</i>		14	
	Отвод на 90	2	1,2	
2	Переход	1	0,27	2,67
	<i>Потери давления в решетке</i>		30	
3	Отвод на 90	3	1,2	1,2
	<i>Потери давления в решетках</i>		22	
4	Крестовина на проход	1	2,8	3,07

№ участка	Вид местных сопротивлений	Количество	ξ_p	$\Sigma\xi_p$
	Переход	1	0,27	
5	Отвод на 90	1	1,2	1,2
6	Отвод на 90	2	1,2	4,67
	Отвод на 120	1	1,7	
	Переход	1	0,27	
	Тройник на переход	1	0,3	
	<i>Потери давления в решетке</i>		2,7	
7	Тройник на ответвление	1	0,35	0,35
	<i>Потери давления в диффузоре</i>		13,5	
8	Тройник на проход	1	-	-
9	Тройник на ответвление	1	0,38	1,58
	Отвод на 90	1	1,2	
	<i>Потери давления в решетках</i>		16	
10	Крестовина на ответвление	1	2,2	3,4
	Отвод на 90	1	1,2	
11	Переход	1	0,27	0,27
	<i>Потери давления в решетках</i>		12	
12	Отвод на 90	2	1,2	2,4
	<i>Потери давления в решетках</i>		32	
13	Крестовина на ответвление	1	1,1	2,57
	Переход	1	0,27	
	Отвод на 90	2	1,2	
	<i>Потери давления в решетках</i>		22	
<i>Приточная система П4</i>				
1	Тройник на проход	1	0,25	1,72
	Переход	1	0,27	
	Отвод на 90	1	1,2	

№ участка	Вид местных сопротивлений	Количество	ξ_p	$\Sigma\xi_p$
	<i>Потери давления в решетке</i>		12,5	
2	Тройник на проход	1	2,2	2,47
	Переход	1	0,27	
3	Тройник на ответвление	1	2,3	2,3
4	Крестовина на проход	1	1,3	1,57
	Переход	1	0,27	
5	Отвод на 90	1	1,2	1,2
6	Тройник на ответвление	1	0,5	1,7
	Отвод на 90	1	1,2	
	<i>Потери давления в решетках</i>		16	
7	Тройник на ответвление	1	12	12
	<i>Потери давления в диффузоре</i>		9,3	
8	Тройник на ответвление	1	2,2	2,2
	<i>Потери давления в решетке</i>		8,1	
9	Тройник на ответвление	1	1,5	2,7
	Отвод на 90	2	1,2	
	<i>Потери давления в решетке</i>		11,8	
10	Тройник на проход	1	0,75	0,75
	<i>Потери давления в решетке</i>		9,8	
11	Тройник на ответвление	1	1,1	1,1
12	Тройник на проход	1	1,5	2,97
	Переход	1	0,27	
	Отвод на 90	1	1,2	
	<i>Потери давления в решетке</i>		7,1	
13	Тройник на ответвление	1	0,6	0,7
	<i>Потери давления в решетке</i>		9,5	
14	Тройник на проход	1	0,33	0,6

№ участка	Вид местных сопротивлений	Количество	ξ_p	$\Sigma\xi_p$
	Переход	1	0,27	
15	Переход	1	0,27	0,27
16	Тройник на ответвление	1	0,45	1,65
	Отвод на 90	1	1,2	
	<i>Потери давления в решетке</i>		<i>19</i>	
17	Крестовина на ответвление	1	1,1	1,37
	Переход	1	0,27	
18	Крестовина на ответвление	1	0,3	0,57
	Переход	1	0,27	
	<i>Потери давления в решетке</i>		<i>9,1</i>	

Таблица 8

Расчет количества воздухораспределительных устройств

№ участка	Тип и размеры решетки, мм	Количество, шт
Вытяжная система В1		
1	РСН 100×200	1
2	РСН 100×200	1
3	-	-
Вытяжная система В2		
1	РСН 100×200	1
2	РСН 200×200	1
3	-	-
4	-	-
5	-	-
6	РСН 200×100	1
7	РСН 200×200	1
8	РСН 200×100	1
9	РСН 200×200	1
10	РСН 200×100	1
11	-	-
12	РСН 200×100	1
13	РСН 200×200	1
14	РСН 200×100	1
15	-	-
16	РСН 200×200	1
Вытяжная система В3		
1	РСН 200×100	1
2	-	-
3	-	-
4	РСН 200×200	2
5	-	-

6	-	-
7	РСН 200×200	1
8	РСН 200×200	1
9	РСН 200×200	1
10	РСН 200×100	1
11	РСН 200×100	2
12	РСН 200×100	1
13	РСН 200×100	1
Вытяжная система В4		
1	РСН 200×100	1
2	РСН 200×200	2
3	-	-
4	-	-
5	-	-
6	РСН 200×100	1
7	РСН 200×200	1
8	РСН 200×200	1
9	РСН 200×200	1
10	РСН 200×100	1
11	РСН 200×100	1
12	РСН 200×100	1
13	РСН 200×200	1
14	РСН 200×200	1
15	РСН 400×300	5
16	РСН 200×100	1
Вытяжная система В5		
1	РСН 200×200	1
2	-	-
3	РСН 200×200	1

4	-	-
5	-	-
6	-	-
7	-	-
8	РСН 200×100	1
9	РСН 200×100	1
10	РСН 200×100	1
11	РСН 200×100	1
12	РСН 300×200	1
13	РСН 200×200	1
14	РСН 200×100	1
15	РСН 200×200	1
<i>Вытяжная система В6</i>		
1	РСН 200×100	1
2	-	-
<i>Приточная система П1</i>		
1	АМН 200×100	2
2	АМН 200*100	1
3	-	-
4	АМН 200×100	2
5	АМН 200×100	2
6	-	-
7	-	-
8	-	-
9	-	-
10	АМН 200×100	1
11	АМН 200×100	2
12	АМН 200×200	2
13	АМН 200×100	1

14	АМН 200×100	1
15	АМН 200×100	2
16	АМН 200×100	2
17	4АПН 300×300	1
18	-	-
19	АМН 200×200	2
20	-	-
21	АМН 200×100	1
<i>Приточная система П2</i>		
1	4АПН 450×450	1
2	4 АПН 450×450	1
3	4 АПН 450×450	1
4	-	-
5	-	-
6	-	-
7	4 АПН 450×450	1
8	4 АПН 450×450	1
9	4 АПН 450×450	1
10	АМН 200×200	2
11	АМН 200×100	2
12	-	-
13	АМН 200×200	2
14	4 АПН 300×300	1
15	АМН 200×100	1
16	-	-
17	АМН 200×100	1
18	-	-
<i>Приточная система П3</i>		
1	АМН 200×100	2

2	АМН 200×200	1
3	АМН 200×200	2
4	-	-
5	-	-
6	АМН 200×100	1
7	4 АПН 450×450	1
8	-	-
9	АМН 200×100	2
10	-	-
11	АМН 200×100	2
12	АМН 200×200	1
13	АМН 200×200	2
<i>Приточная система П4</i>		
1	АМН 200×100	1
2	-	-
3	-	-
4	-	-
5	-	-
6	АМН 200×200	2
7	4 АПН 300×300	1
8	АМН 200×100	1
9	АМН 200×100	1
10	АМН 200×200	1
11	-	-
12	АМН 200×100	1
13	АМН 200×200	1
14	-	-
15	-	-
16	АМН 200×200	1

17	-	-
18	AMH 200×100	1

Приточная система П-1:

Невязка первого второго этажа:

$$\frac{((\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 + \Delta p_4 + \Delta p_5 + \Delta p_6) - (\Delta p_{13} + \Delta p_{14} + \Delta p_{16} + \Delta p_{18} + \Delta p_{20}))}{(\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 + \Delta p_4 + \Delta p_5 + \Delta p_6)} = \frac{(280,39 - 239,32)}{280,39} * 100\% = 14,5\% < 15\% .$$

Приточная система П-2:

Невязка первого этажа:

$$\frac{((\Delta p_{14} + \Delta p_{16} + \Delta p_{18}) - \Delta p_{13})}{(\Delta p_{14} + \Delta p_{16} + \Delta p_{18})} = \frac{(208,68 - 119,9)}{208,68} = 42\% > 15\% . \text{ Устанавливаем шибберную заслонку.}$$

Невязка второго этажа:

$$\frac{((\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 + \Delta p_4) - (\Delta p_{10} + \Delta p_{12}))}{(\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 + \Delta p_4)} = \frac{(170,76 - 98,21)}{170,76} = 42\% > 15\% - \text{ Устанавливаем шибберную заслонку.}$$

Невязка правых ветвей первого и второго этажа:

$$\frac{(\Delta p_{13} - (\Delta p_{10} + \Delta p_{12}))}{\Delta p_{13}} = \frac{(119,9 - 98,1)}{119,9} = 18\% > 15\% . \text{ Устанавливаем шибберную заслонку.}$$

Невязка левых ветвей первого и второго этажа:

$$\frac{((\Delta p_{14} + \Delta p_{16} + \Delta p_{18}) - (\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 + \Delta p_4))}{(\Delta p_{14} + \Delta p_{16} + \Delta p_{18})} = \frac{(208,68 - 170,76)}{208,68} = 18\% > 15\% . \text{ Устанавливаем шибберную заслонку.}$$

Приточная система П-3:

Невязка первого этажа:

$$\frac{((\Delta p_6 + \Delta p_8 + \Delta p_{10}) - (\Delta p_{11} + \Delta p_{12} + \Delta p_{13}))}{(\Delta p_6 + \Delta p_8 + \Delta p_{10})} = \frac{(220,11 - 215,23)}{220,11} = 2\% < 15\%$$

Невязка правых ветвей первого и второго этажа:

$$\frac{((\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3) - (\Delta p_{11} + \Delta p_{12} + \Delta p_{13}))}{(\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3)} = \frac{(315,94 - 215,23)}{315,94} = 32\% > 15\% - \text{ Устанавливаем шибберную заслонку.}$$

Приточная система П-4:

Невязка первого и второго этажа:

$$\frac{((\Delta p_{10} + \Delta p_{11} + \Delta p_{15} + \Delta p_{17}) - (\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3))}{(\Delta p_{10} + \Delta p_{11} + \Delta p_{15} + \Delta p_{17})} = \frac{(230,51 - 200,51)}{230,51} = 13\% < 15\%$$

Вытяжная система В-2:

Невязка второго этажа

$$\frac{((\Delta p_9 + \Delta p_{11} + \Delta p_{12}) - (\Delta p_{13} + \Delta p_{15}))}{(\Delta p_9 + \Delta p_{11} + \Delta p_{12})} = \frac{(118,82 - 54,49)}{118,82} * 100\% = 54\% > 15\% . \text{ Устанавливаем шибберную заслонку.}$$

Невязка первого этажа

$$\frac{((\Delta p_6 + \Delta p_7) - (\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3))}{(\Delta p_6 + \Delta p_7)} = \frac{(102,97 - 81,12)}{102,97} * 100\% = 21\% > 15\% . \text{ Устанавливаем шибберную заслонку.}$$

Вытяжная система В-3:

Невязка второго этажа

$$\frac{((\Delta p_{10} + \Delta p_8) - \Delta p_7)}{(\Delta p_{10} + \Delta p_8)} = \frac{(124,5 - 69,79)}{124,5} * 100\% = 44\% > 15\% \text{ устанавливаем шибберную заслонку.}$$

Невязка первого и второго этажа

$$\frac{((\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 + \Delta p_4) - (\Delta p_{10} + \Delta p_8))}{(\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 + \Delta p_4)} = \frac{(301,09 - 124,5)}{301,09} * 100\% = 39\% > 15\% . \text{ Устанавливаем шибберную заслонку.}$$

Вытяжная система В-4:

Невязка второго этажа

$$\frac{((\Delta p_{11} + \Delta p_{13} + \Delta p_{14}) - \Delta p_{15})}{(\Delta p_{11} + \Delta p_{13} + \Delta p_{14})} = \frac{(193,19 - 141,04)}{193,19} * 100\% = 27\% > 15\% \text{ устанавливаем шибберную заслонку.}$$

Невязка первого этажа

$$((\Delta p_6 + \Delta p_8 + \Delta p_9) - (\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3)) / (\Delta p_6 + \Delta p_8 + \Delta p_9) = ((169,64 - 150,45) / 169,64) * 100\% = 11\% < 15\%$$

Невязка правых ветвей первого и второго этажа

$$((\Delta p_{11} + \Delta p_{13} + \Delta p_{14}) - (\Delta p_6 + \Delta p_8 + \Delta p_9)) / (\Delta p_{11} + \Delta p_{13} + \Delta p_{14}) = (193,19 - 169,64) / 193,19 = 12\% < 15\%$$

Невязка левых ветвей первого и второго этажа

$$((\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3) - \Delta p_{15}) / (\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3) = (150,45 - 141,04) / 150,45 = 6\% < 15\%$$

Вытяжная система В-5:

Невязка первого и второго этажа

$$((\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 + \Delta p_4 + \Delta p_5) - (\Delta p_{12} + \Delta p_{13})) / (\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 + \Delta p_4 + \Delta p_5) = ((146,55 - 141,97) / 146,55) * 100\% = 3\% < 15\%$$

9. Подбор вентиляционного оборудования

9.1. Подбор оборудования для приточных систем

Приточная система П-1

Подбор калорифера

1. Расход тепла Q определяется по формуле: (на нагревание воздуха)

$$Q = 0,28 \times L \times \rho \times c \times (t_k - t_n) = 0,28 \times 2519,6 \times 1,005 \times (10 - (-29)) \\ = 27640, \text{ Вт}$$

где C – удельная теплоемкость воздуха, кДж/кг * ч

L – количество нагреваемого воздуха, кг/ч

t_k и t_n – температуры воздуха после и до калорифера, °C

2. Задаваясь массовой скоростью $V_p = 4-6$ кг/с·м², определяем необходимую площадь живого сечения для прохода воздуха:

$$F_{ж} = \frac{L \rho_k}{3600 \cdot V_p} = \frac{2519,6 \times 1,24}{3600 \times 4} = 0,217 \text{ м}^2;$$

К установке принимаем стальной пластинчатый, одноходовой калорифер КСк-3-6 с площадью поверхности нагрева:

Площадь живого сечения по воздуху = 0,27 м².

Плотность живого сечения для прохода теплоносителя = 0,000846 м².

3. Находим действительную массовую скорость:

$$v_p = \frac{L \times \rho}{3600 \times \sum f_{таб}} = \frac{2519,6 \times 1,24}{3600 \times 0,27} = 3,21 \text{ кг}/(\text{м}^2 \times \text{с})$$

4. Определяем массовый расход воды:

$$G_{ж} = \frac{Q}{0,28 \times c_{ж} \times (t_{гор} - t_{обр})} = \frac{27640}{0,28 \times 4,19 \times 25} = 942,38 \text{ кг/ч}$$

5. Определяем скорость воды в трубках калорифера

$$v_{тр} = \frac{G_{ж}}{f_{тр} \times 1000 \times 3600} = \frac{942,38}{0,000846 \times 1000 \times 3600} = 0,3 \text{ м/с}$$

6. По массовой скорости и скорости определяем коэффициент теплопередачи $k=39,77$ Вт/(м²*С)

7. Определяем требуемую площадь поверхности нагрева калориферов:

$$F_{тр} = \frac{1,1 \times Q}{k \times (t_{ср}''' - t_{ср}^B)} = \frac{1,1 \times 27640}{39,77 \times (82,5 + 9,5)} = 8,31 \text{ м}^2$$

Где $t_{ср}''' = \frac{t_{гор} - t_{обр}}{2} = \frac{95 - 70}{2} = 82,5$ °C,

$$t_{ср}^B = \frac{-29 + 10}{2} = -9$$
 °C

8. Определяем общее количество устанавливаемых калориферов:

$$n = \frac{F_{\text{тр}}}{F_{\text{табл}}} = \frac{8,31}{13,26} = 0,613 \cong 1$$

$$F_{\text{д}}=13,26 \text{ м}^2$$

9 Определяем запас поверхности нагрева калориферной установки %

$$\varphi = \frac{F_{\text{д}} - F_{\text{тр}}}{F_{\text{тр}}} \times 100 = \frac{13,26 - 8,31}{8,31} = 59,5\%$$

10 Аэродинамическое сопротивление калорифера

$$\Delta P_{\text{к}}=37,6 \text{ Па}$$

10. Гидродинамическое сопротивление калорифера

$$\Delta P_r = A \times v_{\text{тр}}^2 = 12,12 \times 0,3^2 = 1,09 \text{ кПа}$$

В результате расчета подобран калорифер марки КСК 3-6 в количестве 1 шт. с аэродинамическим сопротивлением $\Delta P_{\text{к}}=37,6$ Па

Характеристика и цена указана в **ПРИЛОЖЕНИЕ 6**

Подбор фильтра

Запыленность воздуха $C_n=0,0005$ г/м³ для жилых районов. Для данного проекта можно применить фильтр грубой очистки ФЯРБ. Номинальная пропускная способность 1 ячейки $L_n=1540$ м³/ч, эффективность очистки $E=82\%$.

Требуемое количество ячеек фильтра

$$n = \frac{L}{L_n} = \frac{2519,6}{1540} = 1,64 \cong 2$$

Общая площадь фильтра.

$$F_{\text{ф}} = 0,22 \times 2 = 0,44 \text{ м}^2$$

Действительная удельная нагрузка фильтра

$$УФ = \frac{L}{F_{\text{ф}}} = \frac{2519,6}{0,44} = 5726,4 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \times \text{ч})$$

Начальное сопротивление фильтра, определяем по **ПРИЛОЖЕНИЮ 7**

$$\Delta P = 28 \text{ Па}$$

Пылеемкость фильтра при увеличении его сопротивления до 128 Па, составит $\text{ПФ}=2620$ г/м², определяемая по **ПРИЛОЖЕНИЮ 7**.

Количество пыли, оседающей на фильтрах за сутки (8 часов работы).

$$G_c = C_n \times L \times E \times \tau = 0,0005 \times 2519,6 \times 0,82 \times 8 = 8,26 \text{ г/сутки}$$

Продолжительность работы без регенерации.

$$m = \frac{\text{ПФ} \times F_{\phi}}{G_c} = \frac{2620 \times 0,44}{8,26} = 140 \text{ суток}$$

В результате расчета подобран фильтр грубой очистки марки ФяРБ: конечное сопротивление 128 Па, время работы без регенерации 140 суток

Подбор шумоглушителя

По расходу наружного воздуха $L=2519,6 \text{ м}^3/\text{ч}$ подбираем пластинчатый шумоглушитель RSA 700x400.

Характеристики шумоглушителя:

Размеры шумоглушителя - 700x400;

Аэродинамическое сопротивление - 10Па;

Шумоглушитель изготавливается из оцинкованной стали с поглощающим материалом из минерального волокна.

В результате расчет подобран пластинчатый шумоглушитель RSA 700x400 с аэродинамическим сопротивлением 10 Па.

Характеристика и цена указана в **ПРИЛОЖЕНИЕ 8**.

Подбор воздушного клапана

Так как площадь живого сечения по воздуху калорифера $0,27\text{м}^2$, подбираем воздушный клапан КВУ 600x1000Б. Аэродинамическое сопротивление - 5 Па

Характеристика и цена указана в **ПРИЛОЖЕНИЕ 9**.

Подбор наружной воздухозаборной решетки

По расходу наружного воздуха $L=2519,6 \text{ м}^3/\text{ч}$, подбираем наружную решетку фирмы Арктос **АРН 500 x 300, $L_A = 45\text{дБ (А)}$** ,

В результате расчета подобрана наружная решетка фирмы Арктос **АРН 500 x 300** с аэродинамическим сопротивлением 154 Па.

Характеристика и цена указана в **ПРИЛОЖЕНИЕ 10**.

Подбор приточного вентилятора

Подбор вентилятора осуществляется по производительности вентилятора и давлению, создаваемому вентилятором.

1. Производительность вентилятора рассчитывается по формуле:

$$L_{\text{вент}} = K_{\text{подс}} \cdot L_{\text{сист}} = 1,1 \times 2519,6 = 2771,6 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $K_{\text{подс}}$ – коэффициент, учитывающий подсос и утечку воздуха из системы = 1,1;

2. Определим давление, создаваемое вентилятором:

$$P_{\text{вент}} = 1,2 \cdot p_n, \text{ Па} = 1,2 \times 1239,11 = 1486,9 \text{ Па}$$

где 1,2 - коэффициент, учитывающий запас давления на неучтенные потери,

p_n - общие потери давления в системе (потери в сети и вентиляционном оборудовании):

$$p_n = p_{\text{кал}} + p_{\text{ф}} + p_{\text{вк}} + p_{\text{ш}} + p_{\text{пр}} + p_{\text{сист}}, \text{ Па},$$

$$p_n = 37,6 + 128 + 10 + 5 + 154 + 342,76 + 561,75 = 1239,11 \text{ Па}$$

3. Мощность, потребляемая на валу электродвигателя, определяется по формуле:

$$N_9 = \frac{L_{\text{вент}} \cdot p_{\text{вент.ф}}}{3600 \cdot \eta_6 \cdot \eta_n} = \frac{2231 \times 1526,4}{3600 \times 1000 \times 0,76 \times 0,95} = 1,3 \text{ кВт},$$

где $p_{\text{вент.ф}}$ - фактическое давление, развиваемое вентилятором;

$\eta_6 = 0,66$ – КПД вентилятора;

$\eta_n = 0,95$ – КПД учитывающие потери в передаче.

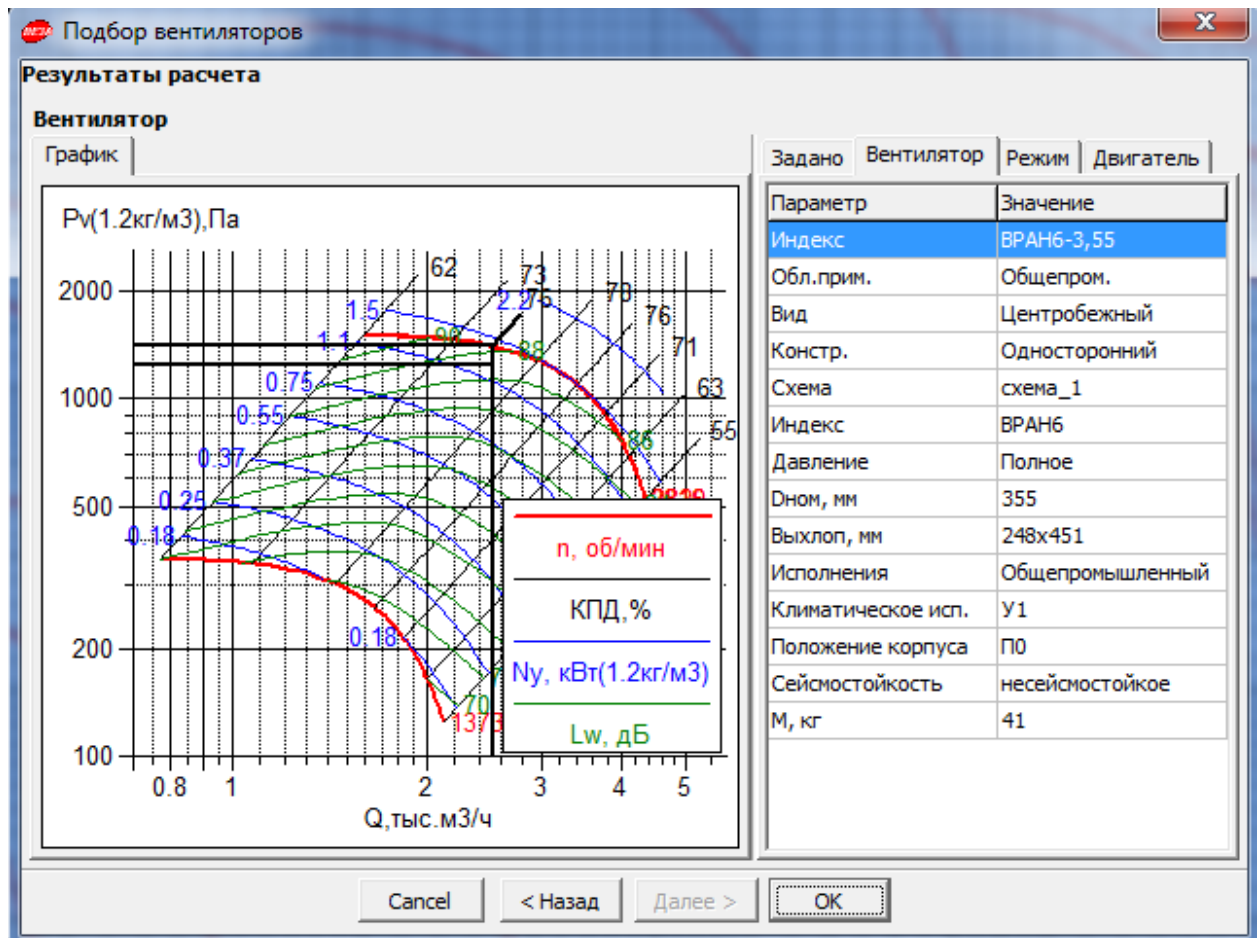
4. Установочная мощность:

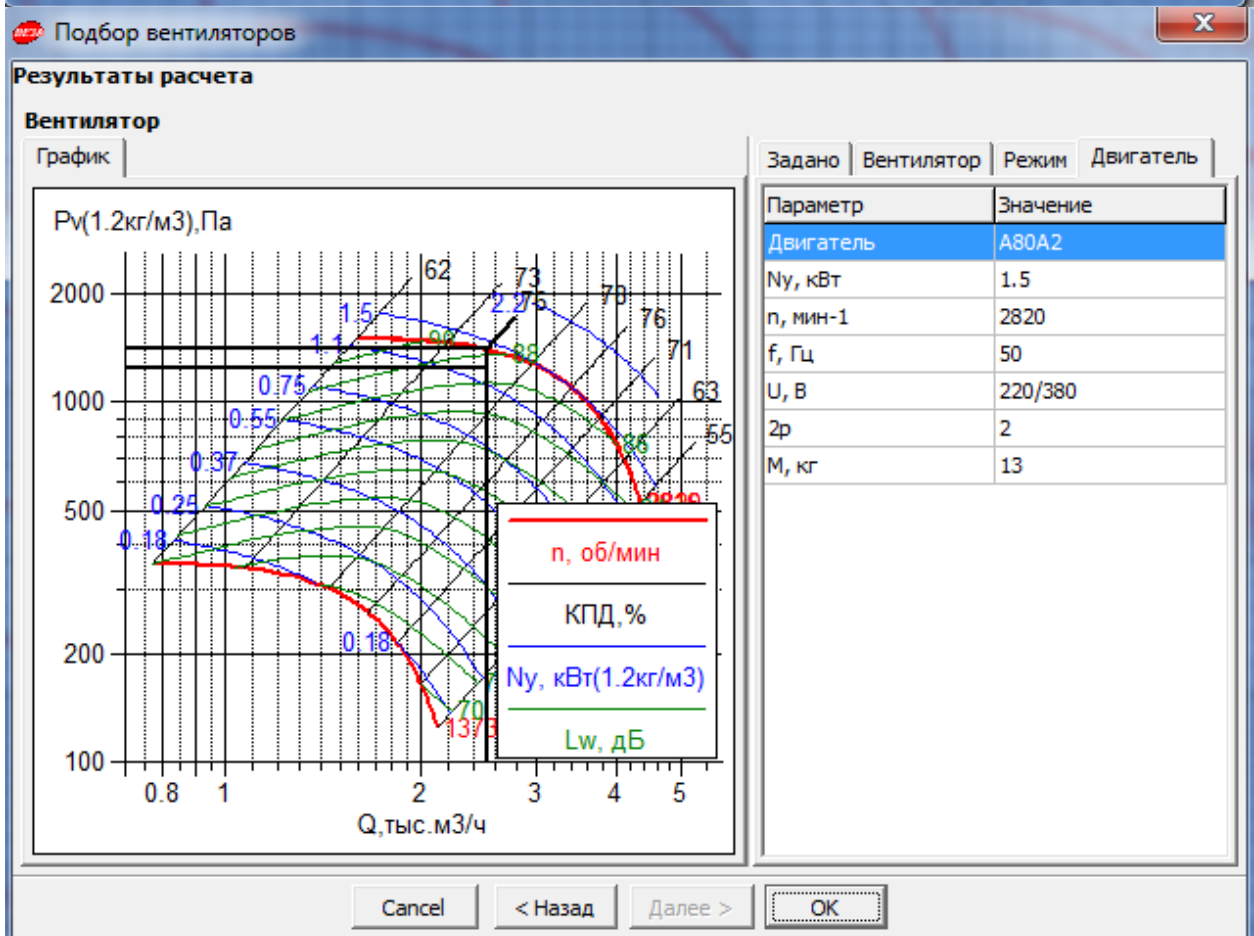
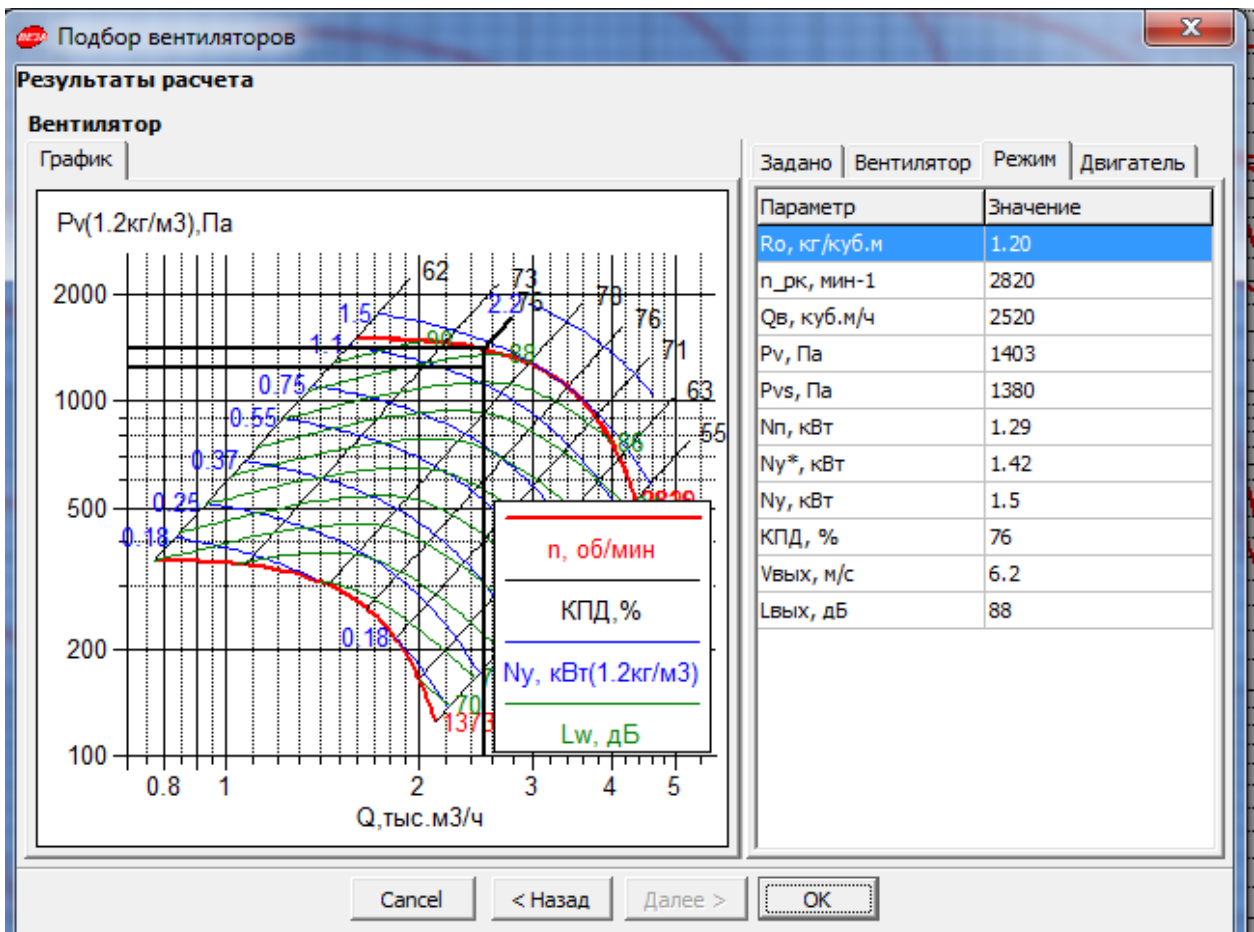
$$N_y = K_3 \times N_9 = 1,3 \times 1,5 = 1,95 \text{ кВт},$$

где K_3 - коэффициент запаса = 1,2;

Подбор осуществляется вентиляционным калькулятором фирмы «Веза».

В результате подобран вентилятор ВРАН6-3,55 с двигателем А80А2.





Приточная система П-2

Подбор калорифера

1. Расход тепла Q определяется по формуле: (на нагревание воздуха)

$$Q = 0,28 \times L \times \rho \times c \times (t_k - t_n) = 0,28 \times 6518,4 \times 1,005 \times (10 - (-29)) = 71507, \text{ Вт}$$

где C – удельная теплоемкость воздуха, кДж/кг * ч

L – количество нагреваемого воздуха, кг/ч

t_k и t_n - температуры воздуха после и до калорифера, °C

2. Задаваясь массовой скоростью $V_\rho = 4-6$ кг/с·м², определяем необходимую площадь живого сечения для прохода воздуха:

$$F_{жс} = \frac{L \rho_k}{3600 \cdot V_\rho} = \frac{6518,4 \times 1,24}{3600 \times 4} = 0,56 \text{ м}^2;$$

К установке принимаем стальной пластинчатый, одноходовой калорифер КСк-3-10 с площадью поверхности нагрева:

Площадь живого сечения по воздуху = 0,58 м².

Плотность живого сечения для прохода теплоносителя = 0,000846 м².

3. Находим действительную массовую скорость:

$$v_\rho = \frac{L \times \rho}{3600 \times \sum f_{в}^{\text{таб}}} = \frac{6518,4 \times 1,24}{3600 \times 0,58} = 3,87 \text{ кг}/(\text{м}^2 \times \text{с})$$

4. Определяем массовый расход воды:

$$G_{ж} = \frac{Q}{0,28 \times c_{ж} \times (t_{гор} - t_{обп})} = \frac{71507}{0,28 \times 4,19 \times 25} = 2438 \text{ кг/ч}$$

5. Определяем скорость воды в трубках калорифера

$$v_{тр} = \frac{G_{ж}}{f_{тр} \times 1000 \times 3600} = \frac{2438}{0,000846 \times 1000 \times 3600} = 0,8 \text{ м/с}$$

6. По массовой скорости и скорости определяем коэффициент теплопередачи $k=50,72$ Вт/(м²*С)

7. Определяем требуемую площадь поверхности нагрева калориферов:

$$F_{тр} = \frac{1,1 \times Q}{k \times (t_{ср}''' - t_{ср}^B)} = \frac{1,1 \times 71507}{50,72 \times (82,5 + 9,5)} = 16,86 \text{ м}^2$$

Где $t_{ср}''' = \frac{t_{гор} - t_{обп}}{2} = \frac{95 - 70}{2} = 82,5 \text{ } ^\circ\text{C}$,

$$t_{ср}^B = \frac{-29 + 10}{2} = -9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

8. Определяем общее количество устанавливаемых калориферов:

$$n = \frac{F_{\text{тр}}}{F_{\text{Н табл}}} = \frac{16,86}{28,66} = 0,59 \cong 1$$

$$F_{\text{д}}=28,66 \text{ м}^2$$

9 Определяем запас поверхности нагрева калориферной установки %

$$\varphi = \frac{F_{\text{д}} - F_{\text{тр}}}{F_{\text{тр}}} \times 100 = \frac{28,66 - 16,86}{16,86} = 70\%$$

10 Аэродинамическое сопротивление калорифера

$$\Delta P_{\text{к}}=74,5 \text{ Па}$$

11. Гидродинамическое сопротивление калорифера

$$\Delta P_r = A \times v_{\text{тр}}^2 = 16,39 \times 0,8^2 = 10,49 \text{ кПа}$$

В результате расчета подобран калорифер марки КСК 3-10 в количестве 1 шт. с аэродинамическим сопротивлением $\Delta P_{\text{к}}=74,5 \text{ Па}$

Характеристика и цена указана в **ПРИЛОЖЕНИЕ 6**

Подбор фильтра

Запыленность воздуха $C_{\text{н}}=0,0005 \text{ г/м}^3$ для жилых районов. Для данного проекта можно применить фильтр грубой очистки ФЯРБ. Номинальная пропускная способность 1 ячейки $L_{\text{н}}=1540 \text{ м}^3/\text{ч}$, эффективность очистки $E=82\%$.

Требуемое количество ячеек фильтра

$$n = \frac{L}{L_{\text{н}}} = \frac{6518,4}{1540} = 4,2 \cong 5$$

Общая площадь фильтра.

$$F_{\text{ф}} = 0,22 \times 5 = 1,1 \text{ м}^2$$

Действительная удельная нагрузка фильтра

$$\Phi = \frac{L}{F_{\text{ф}}} = \frac{6518,4}{1,1} = 5925,8 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \times \text{ч})$$

Начальное сопротивление фильтра, определяем по **ПРИЛОЖЕНИЮ 7**.

$$\Delta P = 29,5 \text{ Па}$$

Пылеемкость фильтра при увеличении его сопротивления до 129,5 Па, составит $\text{ПФ}=2650 \text{ г/м}^2$, определяемая по **ПРИЛОЖЕНИЮ 7**.

Количество пыли, оседающей на фильтрах за сутки (8 часов работы).

$$G_{\text{с}} = C_{\text{н}} \times L \times E \times \tau = 0,0005 \times 6518,4 \times 0,82 \times 8 = 21,38 \frac{\text{г}}{\text{сутки}}$$

Продолжительность работы без регенерации.

$$m = \frac{ПФ \times F_{\phi}}{G_c} = \frac{2650 \times 1,1}{21,38} = 137 \text{ суток}$$

В результате расчета подобран фильтр грубой очистки марки ФяРБ: конечное сопротивление 129,5 Па, время работы без регенерации 137 суток.

Подбор шумоглушителя

По расходу наружного воздуха $L=6518,4 \text{ м}^3/\text{ч}$ подбираем пластинчатый шумоглушитель RSA 1000x500.

Характеристики шумоглушителя:

Размеры шумоглушителя - 1000x500;

Аэродинамическое сопротивление - 25Па;

Шумоглушитель изготавливается из оцинкованной стали с поглощающим материалом из минерального волокна.

В результате расчет подобран пластинчатый шумоглушитель RSA 1000x500 с аэродинамическим сопротивлением 25 Па.

Характеристика и цена указана в **ПРИЛОЖЕНИЕ 8**.

Подбор воздушного клапана

Так как площадь живого сечения по воздуху калорифера $0,58\text{м}^2$, подбираем воздушный клапан КВУ 1600x1000Б. Аэродинамическое сопротивление - 10 Па

Характеристика и цена указана в **ПРИЛОЖЕНИЕ 9**.

Подбор наружной воздухозаборной решетки

По расходу наружного воздуха $L=6518,4 \text{ м}^3/\text{ч}$, подбираем наружную решетку фирмы Арктос **АРН 800 x 500, $L_A = 45\text{дБ (А)}$** ,

В результате расчета подобрана наружная решетка фирмы Арктос **АРН 800 x 500** с аэродинамическим сопротивлением 142 Па.

Подбор приточного вентилятора

Подбор вентилятора осуществляется по производительности вентилятора и давлению, создаваемому вентилятором.

1. Производительность вентилятора рассчитывается по формуле:

$$L_{\text{вент}} = K_{\text{подс}} \cdot L_{\text{сист}} = 1,1 \times 6518,4 = 7170,24 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $K_{\text{подс}}$ – коэффициент, учитывающий подсос и утечку воздуха из системы = 1,1;

2. Определим давление, создаваемое вентилятором:

$$P_{\text{вент}} = 1,2 \cdot p_n, \text{ Па} = 1,2 \times 1315,62 = 1578,74 \text{ Па}$$

где 1,2 - коэффициент, учитывающий запас давления на неучтенные потери,

p_n - общие потери давления в системе (потери в сети и вентиляционном оборудовании):

$$p_n = p_{\text{кал}} + p_{\text{ф}} + p_{\text{вк}} + p_{\text{ш}} + p_{\text{пр}} + p_{\text{сист}}, \text{ Па},$$

$$p_n = 74,5 + 129,5 + 25 + 10 + 142 + 290,27 + 644,35 = 1315,62 \text{ Па}$$

3. Мощность, потребляемая на валу электродвигателя, определяется по формуле:

$$N_3 = \frac{L_{\text{вент}} \cdot P_{\text{вент.ф}}}{3600 \cdot \eta_6 \cdot \eta_n} = \frac{2231 \times 1546,4}{3600 \times 1000 \times 0,67 \times 0,95} = 1,5 \text{ кВт},$$

где $p_{\text{вент.ф}}$ - фактическое давление, развиваемое вентилятором;

$\eta_v = 0,67$ – КПД вентилятора;

$\eta_n = 0,95$ – КПД учитывающие потери в передаче.

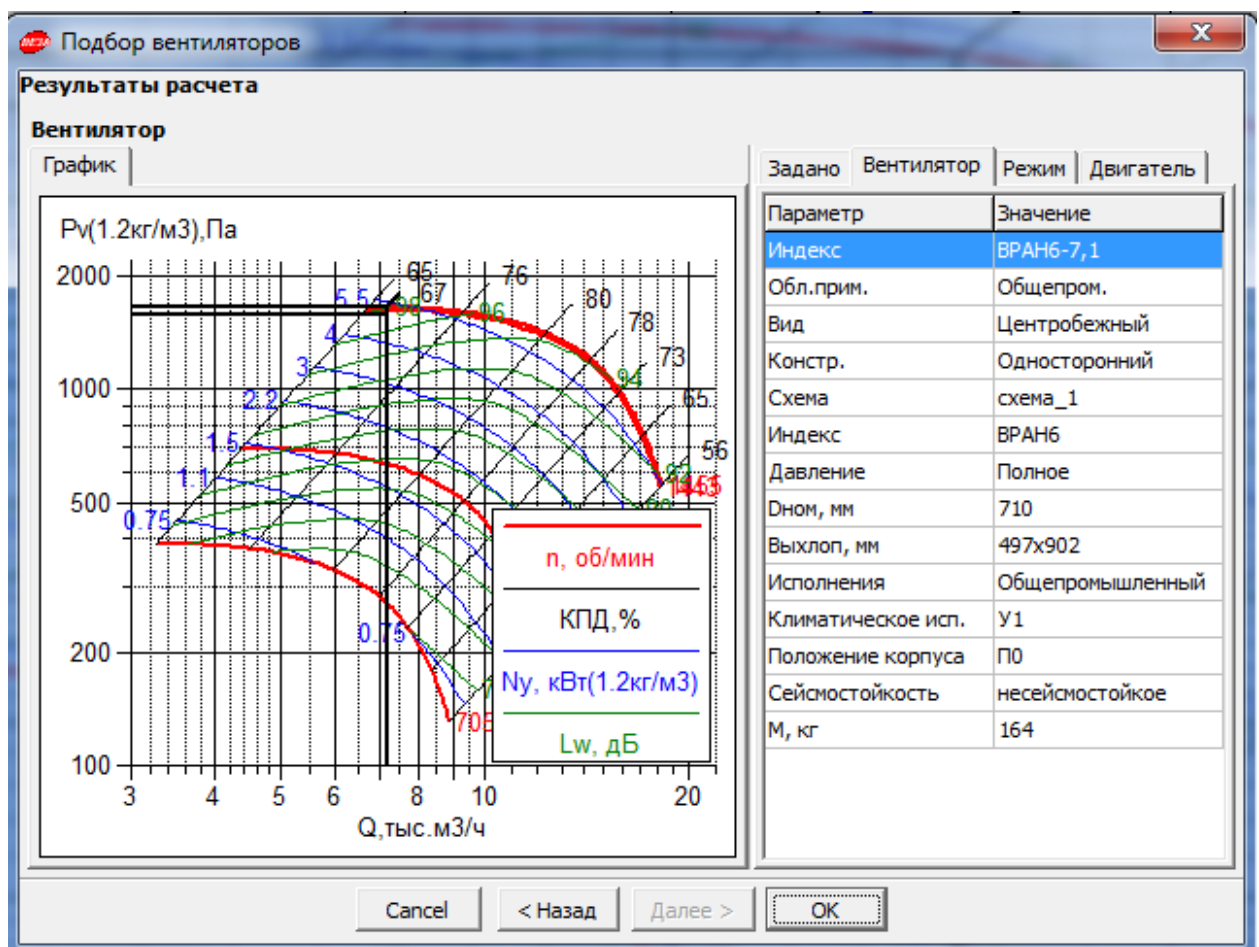
4. Установочная мощность:

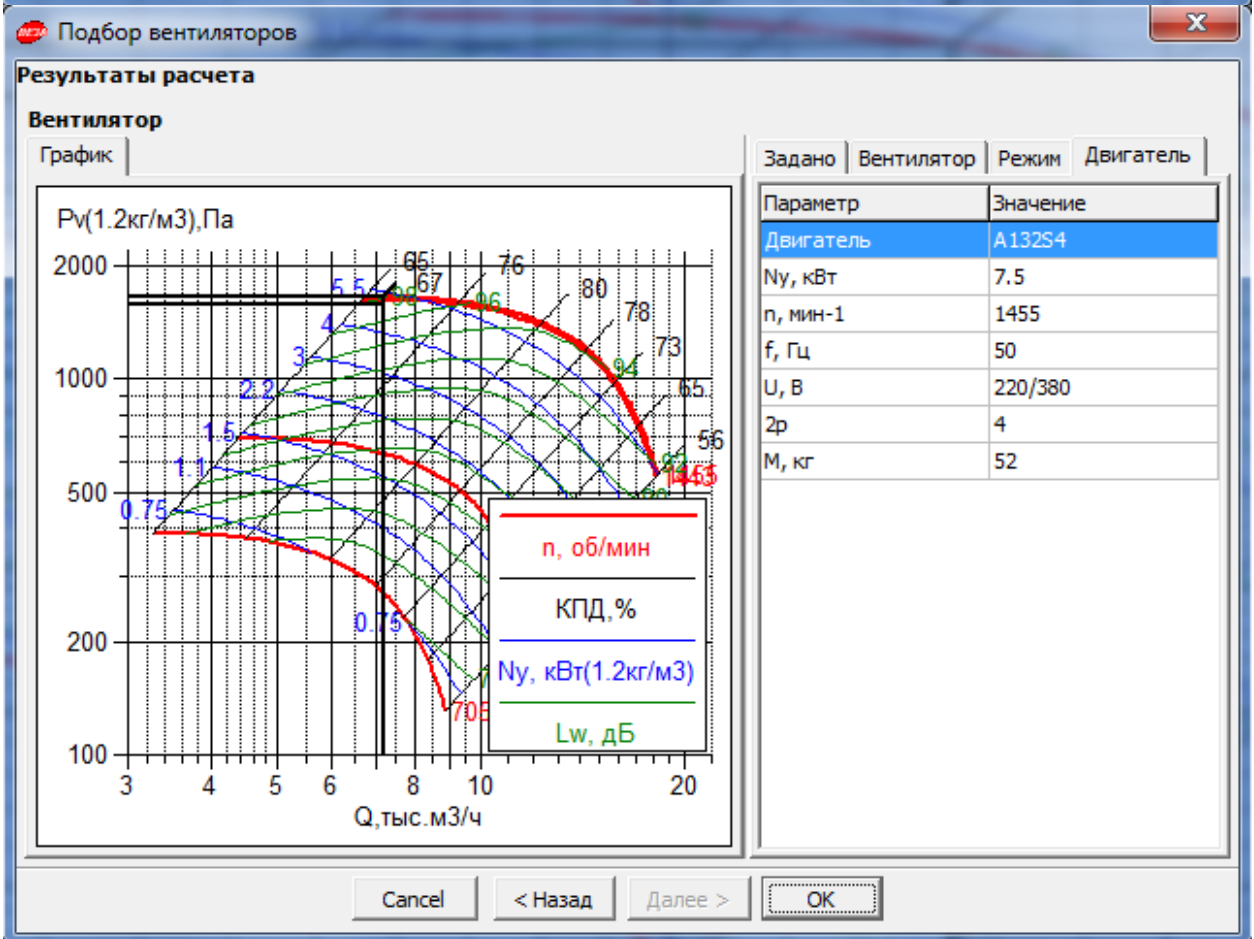
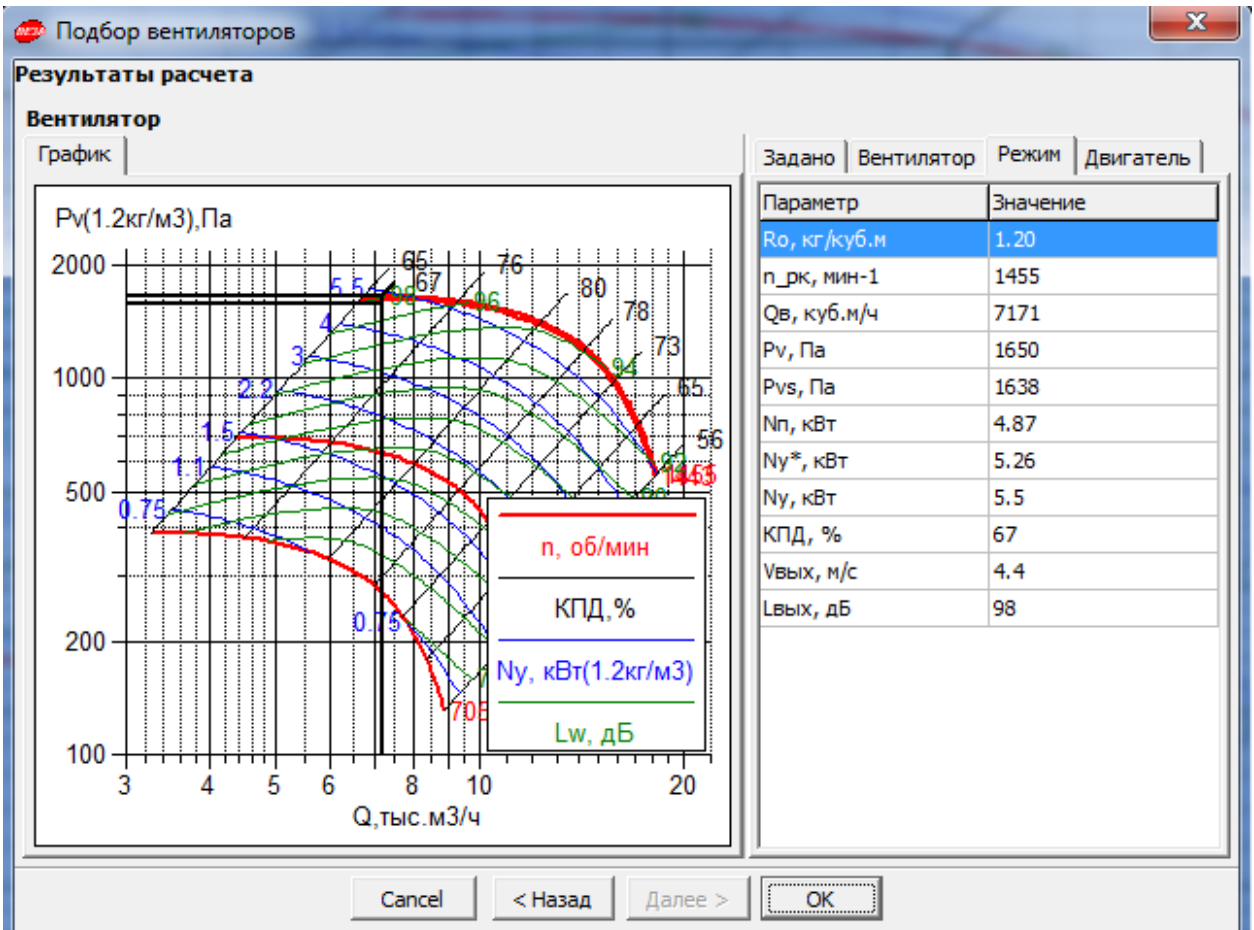
$$N_y = K_z \times N_o = 1,2 \times 1,5 = 1,8 \text{ кВт},$$

где K_z - коэффициент запаса = 1,2;

Подбор осуществляется вентиляционным калькулятором фирмы «Вега».

В результате подобран вентилятор ВРАН6-7,1 с двигателем А132S4.





Приточная система П-3

Подбор калорифера

1. Расход тепла Q определяется по формуле: (на нагревание воздуха)

$$Q = 0,28 \times L \times \rho \times c \times (t_k - t_n) = 0,28 \times 2028,1 \times 1,005 \times (10 - (-29)) \\ = 27640, \text{ Вт}$$

где C – удельная теплоемкость воздуха, кДж/кг * ч

L – количество нагреваемого воздуха, кг/ч

t_k и t_n - температуры воздуха после и до калорифера, °C

2. Задаваясь массовой скоростью $V_\rho = 4-6$ кг/с·м², определяем необходимую площадь живого сечения для прохода воздуха:

$$F_{жс} = \frac{L \rho_k}{3600 \cdot V_\rho} = \frac{2028,1 \times 1,24}{3600 \times 4} = 0,18 \text{ м}^2;$$

К установке принимаем стальной пластинчатый, одноходовой калорифер КСк-3-5 с площадью поверхности нагрева:

Площадь живого сечения по воздуху = 0,21 м².

Плотность живого сечения для прохода теплоносителя = 0,0008 м².

3. Находим действительную массовую скорость:

$$v_\rho = \frac{L \times \rho}{3600 \times \sum f_{\text{таб}}} = \frac{2028,1 \times 1,24}{3600 \times 0,21} = 3,34 \text{ кг}/(\text{м}^2 \times \text{с})$$

4. Определяем массовый расход воды:

$$G_{ж} = \frac{Q}{0,28 \times c_{ж} \times (t_{\text{гор}} - t_{\text{обр}})} = \frac{22249}{0,28 \times 4,19 \times 25} = 758,6 \text{ кг/ч}$$

5. Определяем скорость воды в трубках калорифера

$$v_{\text{тр}} = \frac{G_{ж}}{f_{\text{тр}} \times 1000 \times 3600} = \frac{758,6}{0,0008 \times 1000 \times 3600} = 0,25 \text{ м/с}$$

6. По массовой скорости и скорости определяем коэффициент теплопередачи $k=40,11$ Вт/(м²*С)

7. Определяем требуемую площадь поверхности нагрева калориферов:

$$F_{\text{тр}} = \frac{1,1 \times Q}{k \times (t_{\text{ср}}''' - t_{\text{ср}}^{\text{в}})} = \frac{1,1 \times 22249}{40,11 \times (82,5 + 9,5)} = 6,63 \text{ м}^2$$

Где $t_{\text{ср}}''' = \frac{t_{\text{гор}} - t_{\text{обр}}}{2} = \frac{95 - 70}{2} = 82,5$ °C,

$$t_{\text{ср}}^{\text{в}} = \frac{-29 + 10}{2} = -9$$
 °C

8. Определяем общее количество устанавливаемых калориферов:

$$n = \frac{F_{\text{тр}}}{F_{\text{Н табл}}} = \frac{6,63}{10,2} = 0,65 \cong 1$$

$$F_{\text{д}}=10,2 \text{ м}^2$$

9 Определяем запас поверхности нагрева калориферной установки %

$$\varphi = \frac{F_{\text{д}} - F_{\text{тр}}}{F_{\text{тр}}} \times 100 = \frac{10,2 - 6,63}{6,63} = 54\%$$

10 Аэродинамическое сопротивление калорифера

$$\Delta P_{\text{к}}=51,5 \text{ Па}$$

11. Гидродинамическое сопротивление калорифера

$$\Delta P_{\text{г}} = A \times v_{\text{тр}}^2 = 11,2 \times 0,25^2 = 0,7 \text{ кПа}$$

В результате расчета подобран калорифер марки КСК 3-5 в количестве 1 шт. с аэродинамическим сопротивлением $\Delta P_{\text{к}}=51,5 \text{ Па}$

Характеристика и цена указана в **ПРИЛОЖЕНИЕ 6**

Подбор фильтра

Запыленность воздуха $C_{\text{н}}=0,0005 \text{ г/м}^3$ для жилых районов. Для данного проекта можно применить фильтр грубой очистки ФЯРБ. Номинальная пропускная способность 1 ячейки $L_{\text{н}}=1540 \text{ м}^3/\text{ч}$, эффективность очистки $E=82\%$.

Требуемое количество ячеек фильтра

$$n = \frac{L}{L_{\text{н}}} = \frac{2028,1}{1540} = 1,34 \cong 2$$

Общая площадь фильтра.

$$F_{\text{ф}} = 0,22 \times 2 = 0,44 \text{ м}^2$$

Действительная удельная нагрузка фильтра

$$УФ = \frac{L}{F_{\text{ф}}} = \frac{2028,1}{0,44} = 4609,3 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \times \text{ч})$$

Начальное сопротивление фильтра, определяем по [Копко рис.2.12]

$$\Delta P= 19,5 \text{ Па}$$

Пылеемкость фильтра при увеличении его сопротивления до 119,5 Па, составит $\text{ПФ}=2430 \text{ г/м}^2$, определяемая по **ПРИЛОЖЕНИЮ 7**.

Количество пыли, оседающей на фильтрах за сутки (8 часов работы).

$$G_{\text{с}} = C_{\text{н}} \times L \times E \times \tau = 0,0005 \times 2028,1 \times 0,82 \times 8 = 6,65 \text{ г/сутки}$$

Продолжительность работы без регенерации.

$$m = \frac{\text{ПФ} \times F_{\phi}}{G_c} = \frac{2430 \times 0,44}{6,65} = 161 \text{ суток}$$

В результате расчета подобран фильтр грубой очистки марки ФяРБ: конечное сопротивление 119,5 Па, время работы без регенерации 161 суток.

Подбор шумоглушителя

По расходу наружного воздуха $L=2028,1 \text{ м}^3/\text{ч}$ подбираем пластинчатый шумоглушитель RSA 700x400.

Характеристики шумоглушителя:

Размеры шумоглушителя - 700x400;

Аэродинамическое сопротивление - 7Па;

Шумоглушитель изготавливается из оцинкованной стали с поглощающим материалом из минерального волокна.

В результате расчет подобран пластинчатый шумоглушитель RSA 700x400 с аэродинамическим сопротивлением 7 Па.

Характеристика и цена указана в **ПРИЛОЖЕНИЕ 8**.

Подбор воздушного клапана

Так как площадь живого сечения по воздуху калорифера $0,21\text{м}^2$, подбираем воздушный клапан КВУ 600x1000Б. Аэродинамическое сопротивление - 5 Па

Характеристика и цена указана в **ПРИЛОЖЕНИЕ 9**.

Подбор наружной воздухозаборной решетки

По расходу наружного воздуха $L=2028,1 \text{ м}^3/\text{ч}$, подбираем наружную решетку фирмы Арктос **АРН 500 x 300, $L_A = 45\text{дБ (А)}$** ,

В результате расчета подобрана наружная решетка фирмы Арктос **АРН 500 x 300** с аэродинамическим сопротивлением 154 Па.

Подбор приточного вентилятора

Подбор вентилятора осуществляется по производительности вентилятора и давлению, создаваемому вентилятором.

1. Производительность вентилятора рассчитывается по формуле:

$$L_{\text{вент}} = K_{\text{подс}} \cdot L_{\text{сист}} = 1,1 \times 2028,1 = 2231 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $K_{\text{подс}}$ – коэффициент, учитывающий подсос и утечку воздуха из системы = 1,1;

2. Определим давление, создаваемое вентилятором:

$$P_{\text{вент}} = 1,2 \cdot p_n, \text{ Па} = 1,2 \times 1272 = 1526,4 \text{ Па}$$

где 1,2 - коэффициент, учитывающий запас давления на неучтенные потери,

p_n - общие потери давления в системе (потери в сети и вентиляционном оборудовании):

$$p_n = p_{\text{кал}} + p_{\phi} + p_{\text{вк}} + p_{\text{ш}} + p_{\text{нр}} + p_{\text{сист}} = 51,5 + 119,5 + 7 + 5 + 154 + 381,07 + 535,97 = 1272 \text{ Па}$$

3. Мощность, потребляемая на валу электродвигателя, определяется по формуле:

$$N_{\phi} = \frac{L_{\text{вент}} \cdot P_{\text{вент.ф}}}{3600 \cdot \eta_{\phi} \cdot \eta_n} = \frac{2231 \times 1526,4}{3600 \times 1000 \times 0,66 \times 0,95} = 1,5 \text{ кВт},$$

где $P_{\text{вент.ф}}$ - фактическое давление, развиваемое вентилятором;

$\eta_{\phi} = 0,66$ – КПД вентилятора;

$\eta_n = 0,95$ – КПД учитывающие потери в передаче.

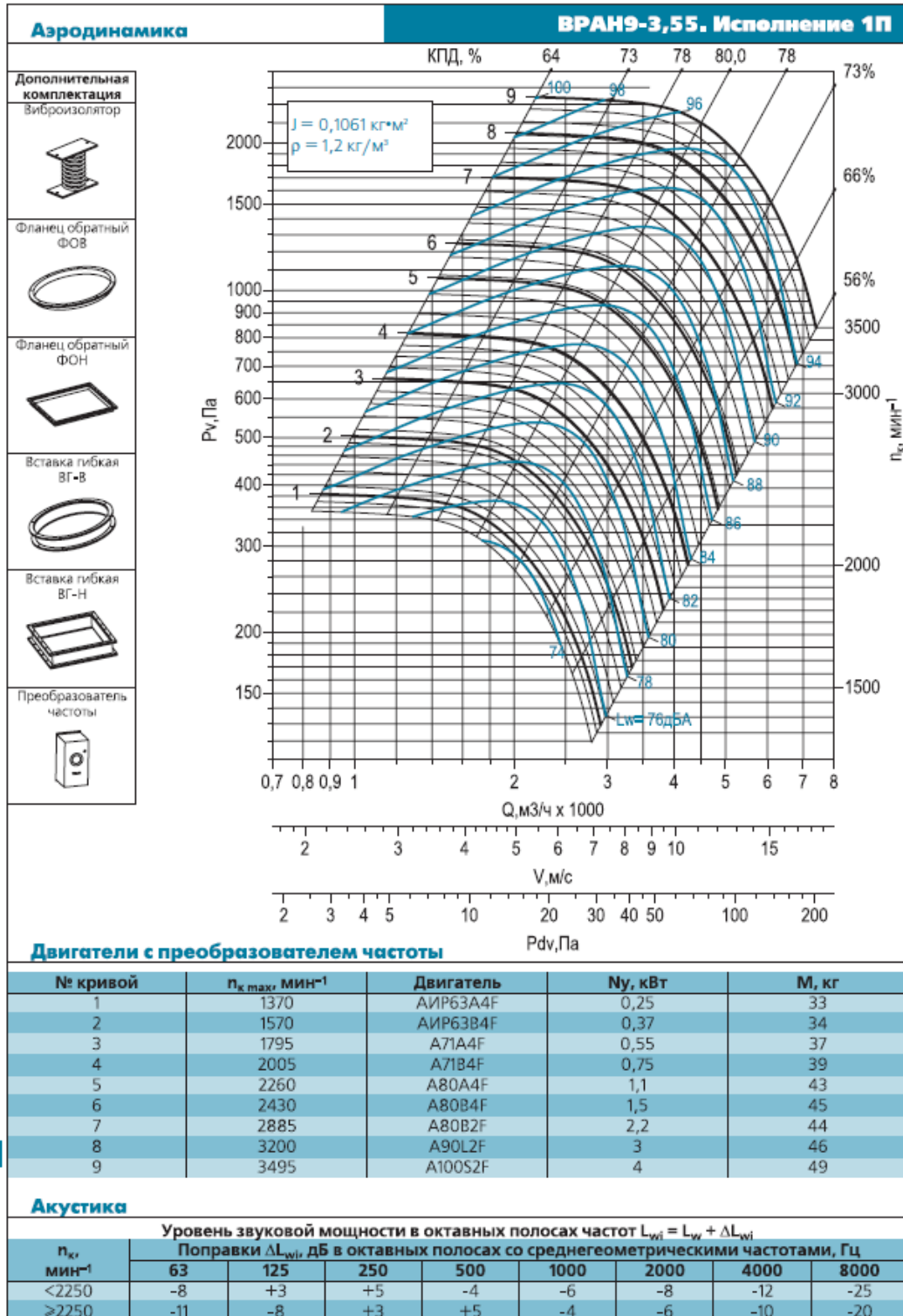
4. Установочная мощность:

$$N_y = K_3 \times N_3 = 1,2 \times 1,5 = 1,8 \text{ кВт},$$

где K_3 - коэффициент запаса = 1,2;

В результате подобран ВРАН9-3,55 с двигателем А80В2F

вентиляторы радиальные



Приточная система П-4

Подбор калорифера

1. Расход тепла Q определяется по формуле: (на нагревание воздуха)

$$Q = 0,28 \times L \times \rho \times c \times (t_k - t_n) = 0,28 \times 2032,4 \times 1,005 \times (10 - (-29)) \\ = 27640, \text{ Вт}$$

где C – удельная теплоемкость воздуха, кДж/кг * ч

L – количество нагреваемого воздуха, кг/ч

t_k и t_n – температуры воздуха после и до калорифера, °C

2. Задаваясь массовой скоростью $V_\rho = 4-6$ кг/с·м², определяем необходимую площадь живого сечения для прохода воздуха:

$$F_{жс} = \frac{L \rho_k}{3600 \cdot V_\rho} = \frac{2032,4 \times 1,24}{3600 \times 4} = 0,18 \text{ м}^2;$$

К установке принимаем стальной пластинчатый, одноходовой калорифер КСк-3-5 с площадью поверхности нагрева:

Площадь живого сечения по воздуху = 0,21 м².

Плотность живого сечения для прохода теплоносителя = 0,0008 м².

3. Находим действительную массовую скорость:

$$v_\rho = \frac{L \times \rho}{3600 \times \sum f_B^{\text{таб}}} = \frac{2032,4 \times 1,24}{3600 \times 0,21} = 3,34 \text{ кг}/(\text{м}^2 \times \text{с})$$

4. Определяем массовый расход воды:

$$G_{ж} = \frac{Q}{0,28 \times c_{ж} \times (t_{\text{гор}} - t_{\text{обр}})} = \frac{22295}{0,28 \times 4,19 \times 25} = 760 \text{ кг/ч}$$

5. Определяем скорость воды в трубках калорифера

$$v_{\text{тр}} = \frac{G_{ж}}{f_{\text{тр}} \times 1000 \times 3600} = \frac{760}{0,0008 \times 1000 \times 3600} = 0,26 \text{ м/с}$$

6. По массовой скорости и скорости определяем коэффициент теплопередачи $k=41,31$ Вт/(м²*С)

7. Определяем требуемую площадь поверхности нагрева калориферов:

$$F_{\text{тр}} = \frac{1,1 \times Q}{k \times (t_{\text{ср}}''' - t_{\text{ср}}^{\text{в}})} = \frac{1,1 \times 22295}{41,31 \times (82,5 + 9,5)} = 6,43 \text{ м}^2$$

Где $t_{\text{ср}}''' = \frac{t_{\text{гор}} - t_{\text{обр}}}{2} = \frac{95 - 70}{2} = 82,5 \text{ } ^\circ\text{C}$,

$$t_{\text{ср}}^{\text{в}} = \frac{-29 + 10}{2} = -9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

8. Определяем общее количество устанавливаемых калориферов:

$$n = \frac{F_{\text{тр}}}{F_{\text{Н}}^{\text{табл}}} = \frac{6,43}{10,2} = 0,63 \cong 1$$

$$F_d = 10,2 \text{ м}^2$$

9 Определяем запас поверхности нагрева калориферной установки %

$$\varphi = \frac{F_d - F_{\text{тр}}}{F_{\text{тр}}} \times 100 = \frac{10,2 - 6,43}{6,43} = 59\%$$

10 Аэродинамическое сопротивление калорифера

$$\Delta P_k = 52,3 \text{ Па}$$

11. Гидродинамическое сопротивление калорифера

$$\Delta P_r = A \times v_{\text{тр}}^2 = 11,22 \times 0,26^2 = 0,76 \text{ кПа}$$

В результате расчета подобран калорифер марки КСК 3-5 в количестве 1 шт. с аэродинамическим сопротивлением $\Delta P_k = 52,3 \text{ Па}$

Характеристика и цена указана в **ПРИЛОЖЕНИЕ 6**

Подбор фильтра

Запыленность воздуха $C_n = 0,0005 \text{ г/м}^3$ для жилых районов. Для данного проекта можно применить фильтр грубой очистки ФяРБ. Номинальная пропускная способность 1 ячейки $L_n = 1540 \text{ м}^3/\text{ч}$, эффективность очистки $E = 82\%$.

Требуемое количество ячеек фильтра

$$n = \frac{L}{L_n} = \frac{2032,4}{1540} = 1,32 \cong 2$$

Общая площадь фильтра.

$$F_\phi = 0,22 \times 2 = 0,44 \text{ м}^2$$

Действительная удельная нагрузка фильтра

$$УФ = \frac{L}{F_\phi} = \frac{2032,4}{0,44} = 4619,1 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \times \text{ч})$$

Начальное сопротивление фильтра, определяем по **ПРИЛОЖЕНИЮ 7**.

$$\Delta P = 19,8 \text{ Па}$$

Пылеемкость фильтра при увеличении его сопротивления до 119,8 Па, составит $P_\phi = 2480 \text{ г/м}^2$, определяемая по **ПРИЛОЖЕНИЮ 7**.

Количество пыли, оседающей на фильтрах за сутки (8 часов работы).

$$G_c = C_n \times L \times E \times \tau = 0,0005 \times 2032,4 \times 0,82 \times 8 = 6,67 \text{ г/сутки}$$

Продолжительность работы без регенерации.

$$m = \frac{ПФ \times F_{\phi}}{G_c} = \frac{2480 \times 0,44}{6,67} = 164 \text{ суток}$$

В результате расчета подобран фильтр грубой очистки марки ФяРБ: конечное сопротивление 119,8 Па, время работы без регенерации 164 суток.

Подбор шумоглушителя

По расходу наружного воздуха $L=2032,4 \text{ м}^3/\text{ч}$ подбираем пластинчатый шумоглушитель RSA 700x400.

Характеристики шумоглушителя:

Размеры шумоглушителя - 700x400;

Аэродинамическое сопротивление – 7,5Па;

Шумоглушитель изготавливается из оцинкованной стали с поглощающим материалом из минерального волокна.

В результате расчет подобран пластинчатый шумоглушитель RSA 700x400 с аэродинамическим сопротивлением 7,5 Па.

Характеристика и цена указана в **ПРИЛОЖЕНИЕ 8**.

Подбор воздушного клапана

Так как площадь живого сечения по воздуху калорифера $0,21\text{м}^2$, подбираем воздушный клапан КВУ 600*1000Б. Аэродинамическое сопротивление - 5 Па

Характеристика и цена указана в **ПРИЛОЖЕНИЕ 9**.

Подбор наружной воздухозаборной решетки

По расходу наружного воздуха $L=2039,4 \text{ м}^3/\text{ч}$, подбираем наружную решетку фирмы Арктос **АРН 500 x 300, $L_A = 45\text{дБ (А)}$** ,

В результате расчета подобрана наружная решетка фирмы Арктос **АРН 500 x 300** с аэродинамическим сопротивлением 154 Па.

Подбор приточного вентилятора

Подбор вентилятора осуществляется по производительности вентилятора и давлению, создаваемому вентилятором.

1. Производительность вентилятора рассчитывается по формуле:

$$L_{\text{вент}} = K_{\text{подс}} \cdot L_{\text{сист}} = 1,1 \cdot 2039,4 = 2244 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $K_{\text{подс}}$ – коэффициент, учитывающий подсос и утечку воздуха из системы = 1,1;

2. Определим давление, создаваемое вентилятором:

$$P_{\text{вент}} = 1,2 \cdot p_n, \text{ Па} = 1,2 \cdot 1108 = 1329,6 \text{ Па}$$

где 1,2 - коэффициент, учитывающий запас давления на неучтенные потери,
 p_n - общие потери давления в системе (потери в сети и вентиляционном оборудовании):

$$p_n = p_{\text{кал}} + p_f + p_{\text{вк}} + p_{\text{ш}} + p_{\text{пр}} + p_{\text{сист}} = 52,3 + 119,8 + 7,5 + 5 + 154 + 244,26 + 524,97 = 1108 \text{ Па}$$

3. Мощность, потребляемая на валу электродвигателя, определяется по формуле:

$$N_y = \frac{L_{\text{вент}} \cdot P_{\text{вент.ф}}}{3600 \cdot \eta_{\text{в}} \cdot \eta_n} = \frac{2244 \times 1329,6}{3600 \times 1000 \times 0,66 \times 0,95} = 1,32 \text{ кВт},$$

где $P_{\text{вент.ф}}$ - фактическое давление, развиваемое вентилятором;

$\eta_{\text{в}} = 0,66$ – КПД вентилятора;

$\eta_n = 0,95$ – КПД учитывающие потери в передаче.

4. Установочная мощность:

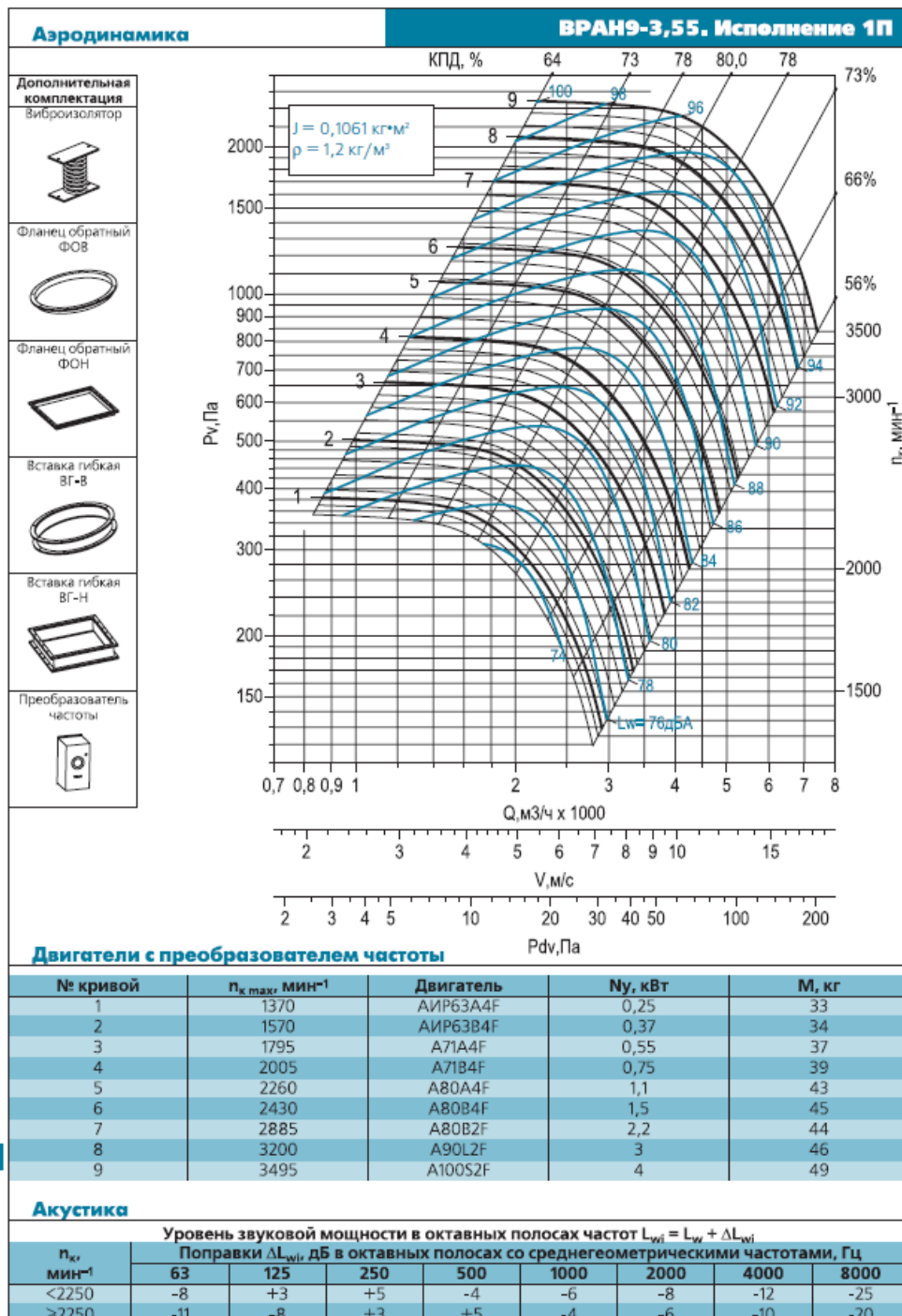
$$N_y = K_3 \times N_y = 1,2 \times 1,32 = 1,58 \text{ кВт},$$

где K_3 - коэффициент запаса = 1,2;

В результате подобран ВРАН9-3,55 с двигателем А80В2F

вентиляторы радиальные

ВЕЗА



1.2 Подбор оборудования для вытяжных систем

Вытяжная система В-1

Определим давление, создаваемое вентилятором:

$$P_{\text{вент}} = 1,2 \cdot p_n, \text{ Па},$$

где 1,2 - коэффициент, учитывающий запас давления на неучтенные потери, p_n - общие потери давления в системе (потери в сети и вентиляционном оборудовании):

$$p_{\text{вент}} = 1,2 \cdot 134,63 = 161,56 \text{ Па}$$

Мощность, потребляемая на валу электродвигателя, определяется по формуле:

$$N_{\text{э}} = \frac{L_{\text{вент}} \cdot P_{\text{вент.ф}}}{3600 \cdot \eta_6 \cdot \eta_n}, \text{ кВт},$$

где $p_{\text{вент.ф}}$ - фактическое давление, развиваемое вентилятором;

$\eta_6 = 0,6$ – КПД вентилятора;

$\eta_n = 0,95$ – КПД учитывающие потери в передачи.

$$N_{\text{э}} = (200 \cdot 161,56) / (3600 \cdot 1000 \cdot 0,6 \cdot 0,95) = 0,02 \text{ кВт}$$

Установочная мощность:

$$N_y = K_3 \cdot N_{\text{э}},$$

$$N_{\text{э}} = 1,2 \cdot 0,02 = 0,03 \text{ кВт},$$

где K_3 - коэффициент запаса = 1,2 кВт.

В результате расчета подобран крышный радиальный вентилятор КРОС6-3,55 (6 загнутых назад лопаток, №3,55)

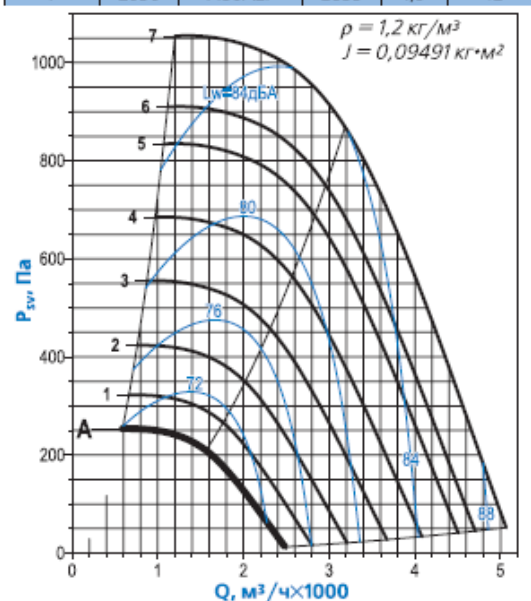
Тип электродвигателя: АИР63А4 с N = 0,25 кВт.

Характеристика и цена вентилятора указана в **ПРИЛОЖЕНИЕ 12.**

Технические характеристики

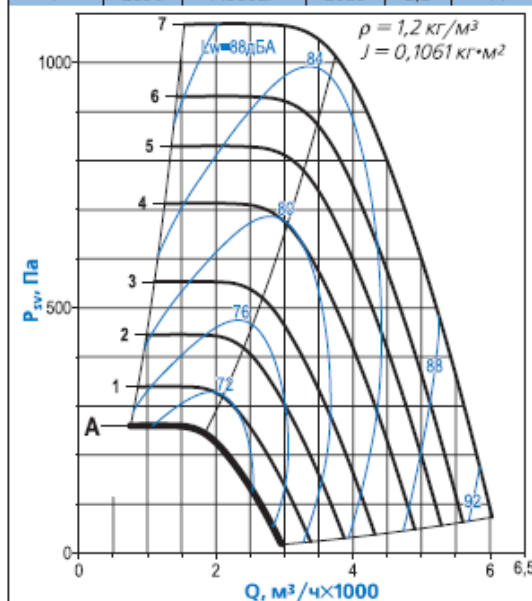
КРОС6-3,55					
Номер кривой	$n_{кр}$, мин ⁻¹	Двигатель	$n_{дв}$, мин ⁻¹	$N_{гр}$, кВт	Масса, кг
A	1320	AIP63A4	1320	0,25	34
С преобразователем частоты					
1	1503	AIP63A4F	1320	0,25	34
2	1722	AIP63B4F	1320	0,37	35
3	1953	A71A4F	1400	0,55	37
4	2148	A71B4F	1400	0,75	39
5	2393	A80A4F	1420	1,1	43
6	2556	A80B4F	1420	1,5	45
7	2690	A80A2F	2835	1,5	42

КРОС9-3,55					
Номер кривой	$n_{кр}$, мин ⁻¹	Двигатель	$n_{дв}$, мин ⁻¹	$N_{гр}$, кВт	Масса, кг
A	1320	AIP63A4	1320	0,25	34
С преобразователем частоты					
1	1524	AIP63B4F	1320	0,37	35
2	1745	A71A4F	1400	0,55	37
3	1931	A71B4F	1400	0,75	39
4	2168	A80A4F	1420	1,1	43
5	2359	A80B4F	1420	1,5	45
6	2502	A90L4F	1390	2,2	46
7	2690	A80B2F	2820	2,2	44



Уровень звуковой мощности в октавных полосах частот $L_{wi} = L_w + \Delta L_{wi}$

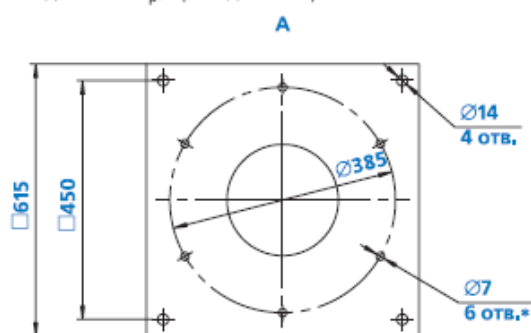
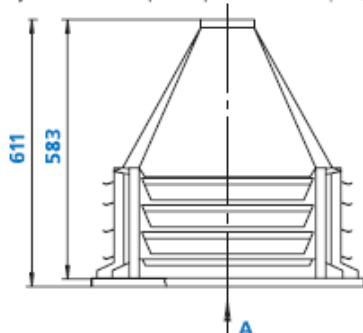
f_i , Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ΔL_{wi} , дБ	+1	+7	+2	0	-7	-12	-12	-21



Уровень звуковой мощности в октавных полосах частот $L_{wi} = L_w + \Delta L_{wi}$

f_i , Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ΔL_{wi} , дБ	-9	-8	-3	-3	-4	-9	-14	-19

■ Акустические параметры вентилятора (уровни звукового давления L_p) приведены в Приложении



Дополнительная комплектация



Примечание:

■ *Отверстия могут использоваться для присоединения клапана или воздуховода

Вытяжная система В-2

Определим давление, создаваемое вентилятором:

$$P_{\text{вент}} = 1,2 \times p_n, \text{ Па,}$$

где 1,2 - коэффициент, учитывающий запас давления на неучтенные потери,
 p_n - общие потери давления в системе (потери в сети и вентиляционном оборудовании):

$$p_{\text{вент}} = 1,2 \times 602,2 = 722,64 \text{ Па}$$

Мощность, потребляемая на валу электродвигателя, определяется по формуле:

$$N_9 = \frac{L_{\text{вент}} \cdot p_{\text{вент.ф}}}{3600 \cdot \eta_6 \cdot \eta_n} = \frac{1670,6 \times 722,64}{3600 \times 1000 \times 0,6 \times 0,95} = 0,59 \text{ кВт,}$$

где $p_{\text{вент.ф}}$ - фактическое давление, развиваемое вентилятором;

$\eta_6 = 0,6$ – КПД вентилятора;

$\eta_n = 0,95$ – КПД учитывающие потери в передачи.

Установочная мощность:

$$N_y = K_3 \times N_9 = 1,2 \times 0,59 = 0,71 \text{ кВт,}$$

где K_3 - коэффициент запаса = 1,2

В результате расчета подобран крышный радиальный вентилятор КРОС6-3,55 (6 загнутых назад лопаток, №3,55)

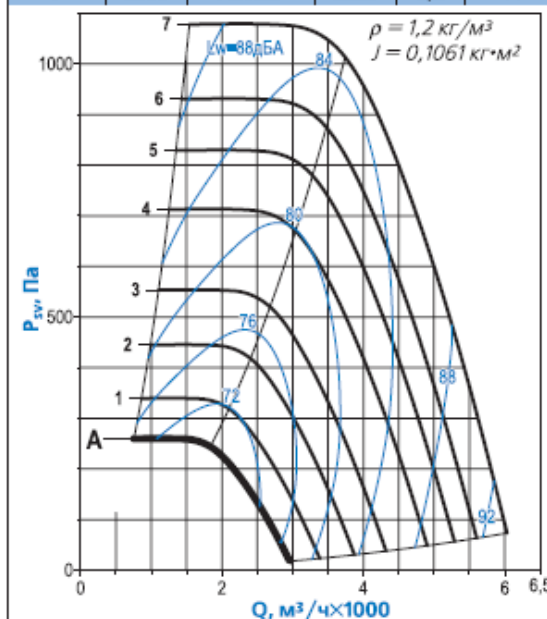
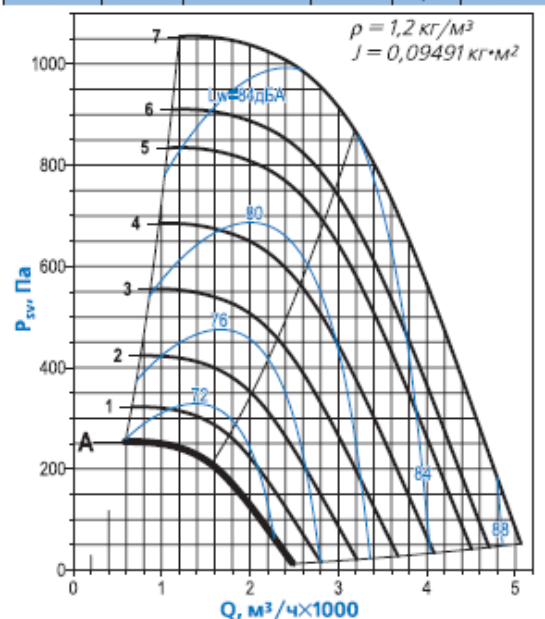
Тип электродвигателя: А71В4F с N =0,75 кВт.

Характеристика и цена вентилятора указана в **ПРИЛОЖЕНИЕ 12**

Технические характеристики

КРОС6-3,55					
Номер кривой	$n_{кр}$, мин ⁻¹	Двигатель	$n_{двр}$, мин ⁻¹	$N_{вр}$, кВт	Масса, кг
A	1320	AIP63A4	1320	0,25	34
С преобразователем частоты					
1	1503	AIP63A4F	1320	0,25	34
2	1722	AIP63B4F	1320	0,37	35
3	1953	A71A4F	1400	0,55	37
4	2148	A71B4F	1400	0,75	39
5	2393	A80A4F	1420	1,1	43
6	2556	A80B4F	1420	1,5	45
7	2690	A80A2F	2835	1,5	42

КРОС9-3,55					
Номер кривой	$n_{кр}$, мин ⁻¹	Двигатель	$n_{двр}$, мин ⁻¹	$N_{вр}$, кВт	Масса, кг
A	1320	AIP63A4	1320	0,25	34
С преобразователем частоты					
1	1524	AIP63B4F	1320	0,37	35
2	1745	A71A4F	1400	0,55	37
3	1931	A71B4F	1400	0,75	39
4	2168	A80A4F	1420	1,1	43
5	2359	A80B4F	1420	1,5	45
6	2502	A90L4F	1390	2,2	46
7	2690	A80B2F	2820	2,2	44



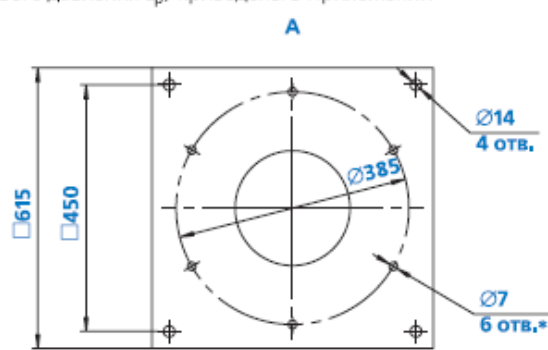
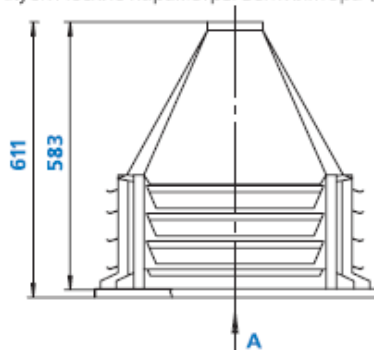
Уровень звуковой мощности в октавных полосах частот $L_{wi} = L_w + \Delta L_{wi}$

f_i , Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ΔL_{wi} , дБ	+1	+7	+2	0	-7	-12	-12	-21

Уровень звуковой мощности в октавных полосах частот $L_{wi} = L_w + \Delta L_{wi}$

f_i , Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ΔL_{wi} , дБ	-9	-8	-3	-3	-4	-9	-14	-19

■ Акустические параметры вентилятора (уровни звукового давления L_p) приведены в Приложении



Дополнительная комплектация



стакан монтажный СТМ



поддон



преобразователь частоты



устройство плавного пуска



шкаф ШСАУ

Примечание:

■ *Отверстия могут использоваться для присоединения клапана или воздуховода

Вытяжная система В-3

Определим давление, создаваемое вентилятором:

$$P_{\text{вент}} = 1,2 \cdot p_n = 1,2 \times 665,25 = 798,3 \text{ Па,}$$

где 1,2 - коэффициент, учитывающий запас давления на неучтенные потери,
 p_n - общие потери давления в системе (потери в сети и вентиляционном оборудовании):

$$p_{\text{вент}} = 1,2 \cdot 665,25 = 798,3 \text{ Па}$$

Мощность, потребляемая на валу электродвигателя, определяется по формуле:

$$N_0 = \frac{L_{\text{вент}} \cdot p_{\text{вент.ф}}}{3600 \cdot \eta_в \cdot \eta_n} = \frac{1620,6 \times 798,3}{3600 \times 1000 \times 0,6 \times 0,95} = 0,63 \text{ кВт,}$$

где $p_{\text{вент.ф}}$ - фактическое давление, развиваемое вентилятором;

$\eta_в = 0,6$ – КПД вентилятора;

$\eta_n = 0,95$ – КПД учитывающие потери в передачи.

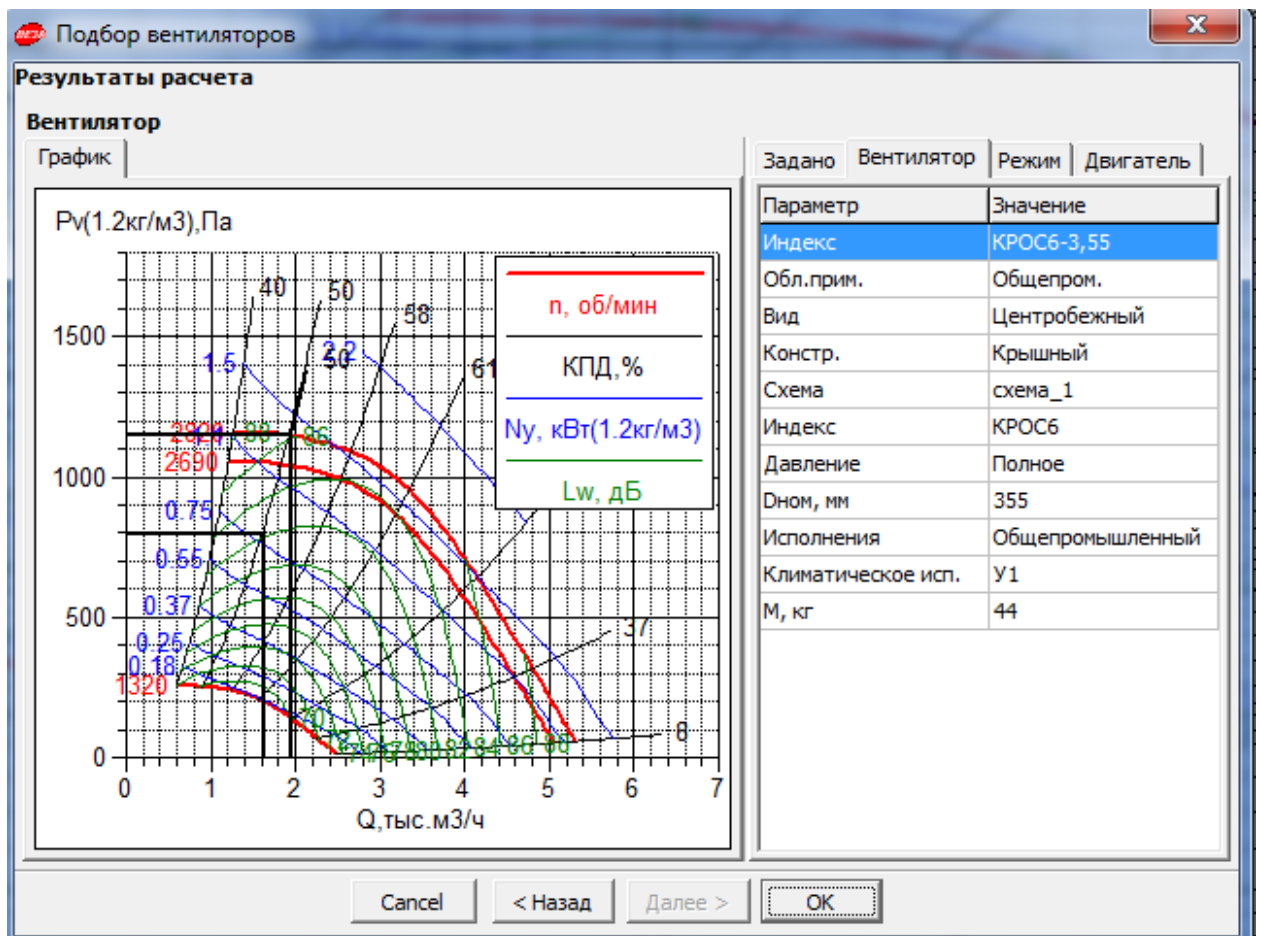
Установочная мощность:

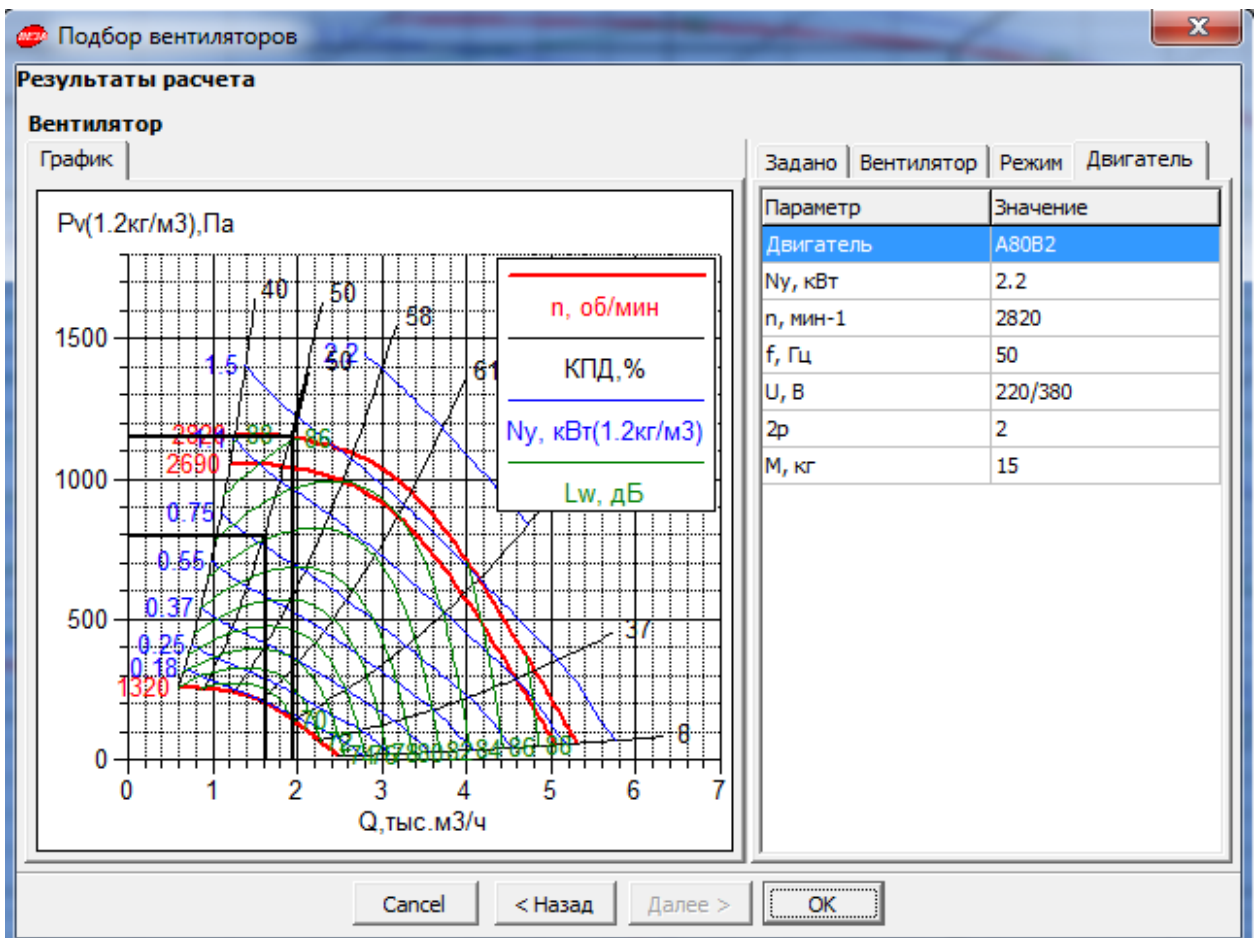
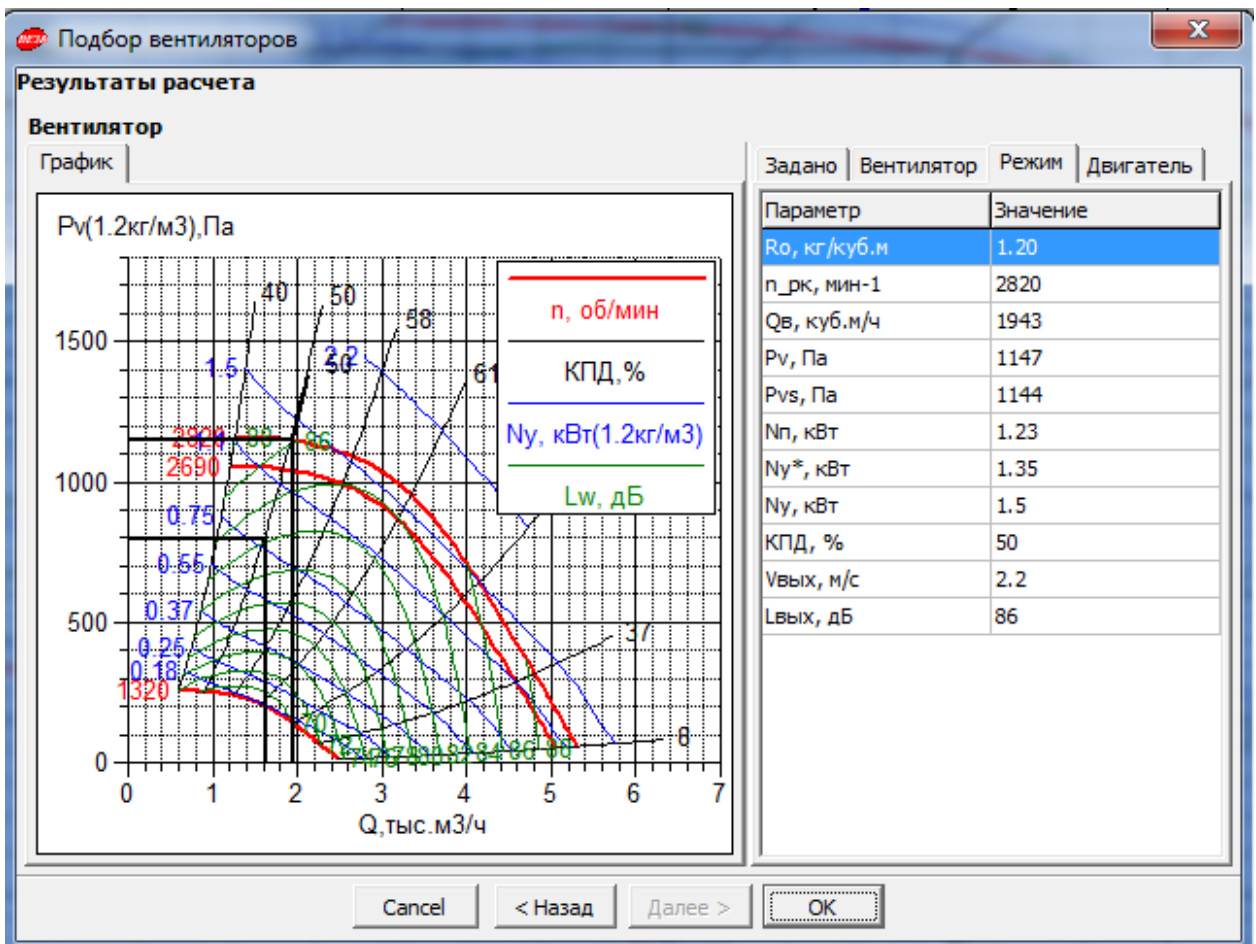
$$N_y = K_3 \times N_0 = 1,2 \times 0,63 = 0,76 \text{ кВт,}$$

где K_3 - коэффициент запаса = 1,2

С помощью вентиляционного калькулятора фирмы «Вега» определяем крышной вентилятор КРОС6-3,55 с двигателем А80В2.

Характеристика и цена вентилятора указана в ПРИЛОЖЕНИЕ 12





Вытяжная система В-4

Определим давление, создаваемое вентилятором:

$$P_{\text{вент}} = 1,2 \cdot p_n = 1,2 \times 753,8 = 904,56 \text{ Па,}$$

где 1,2 - коэффициент, учитывающий запас давления на неучтенные потери,
 p_n - общие потери давления в системе (потери в сети и вентиляционном оборудовании)

Мощность, потребляемая на валу электродвигателя, определяется по формуле:

$$N_3 = \frac{L_{\text{вент}} \cdot p_{\text{вент.ф}}}{3600 \cdot \eta_в \cdot \eta_n} = \frac{7650,9 \times 904,56}{3600 \times 1000 \times 0,5 \times 0,95} = 3,4 \text{ кВт,}$$

где $p_{\text{вент.ф}}$ - фактическое давление, развиваемое вентилятором;

$\eta_в = 0,5$ – КПД вентилятора;

$\eta_n = 0,95$ – КПД учитывающие потери в передачи.

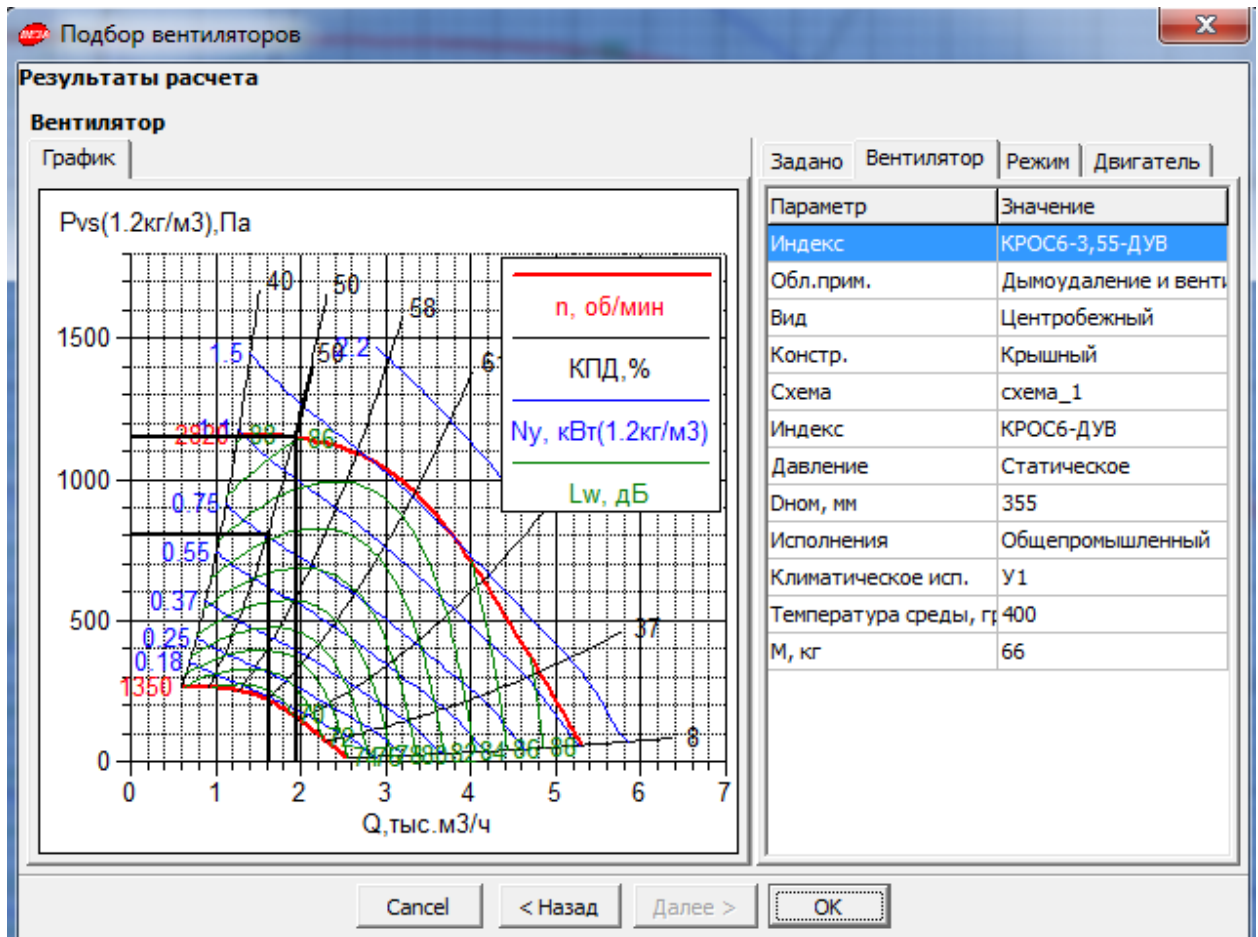
Установочная мощность:

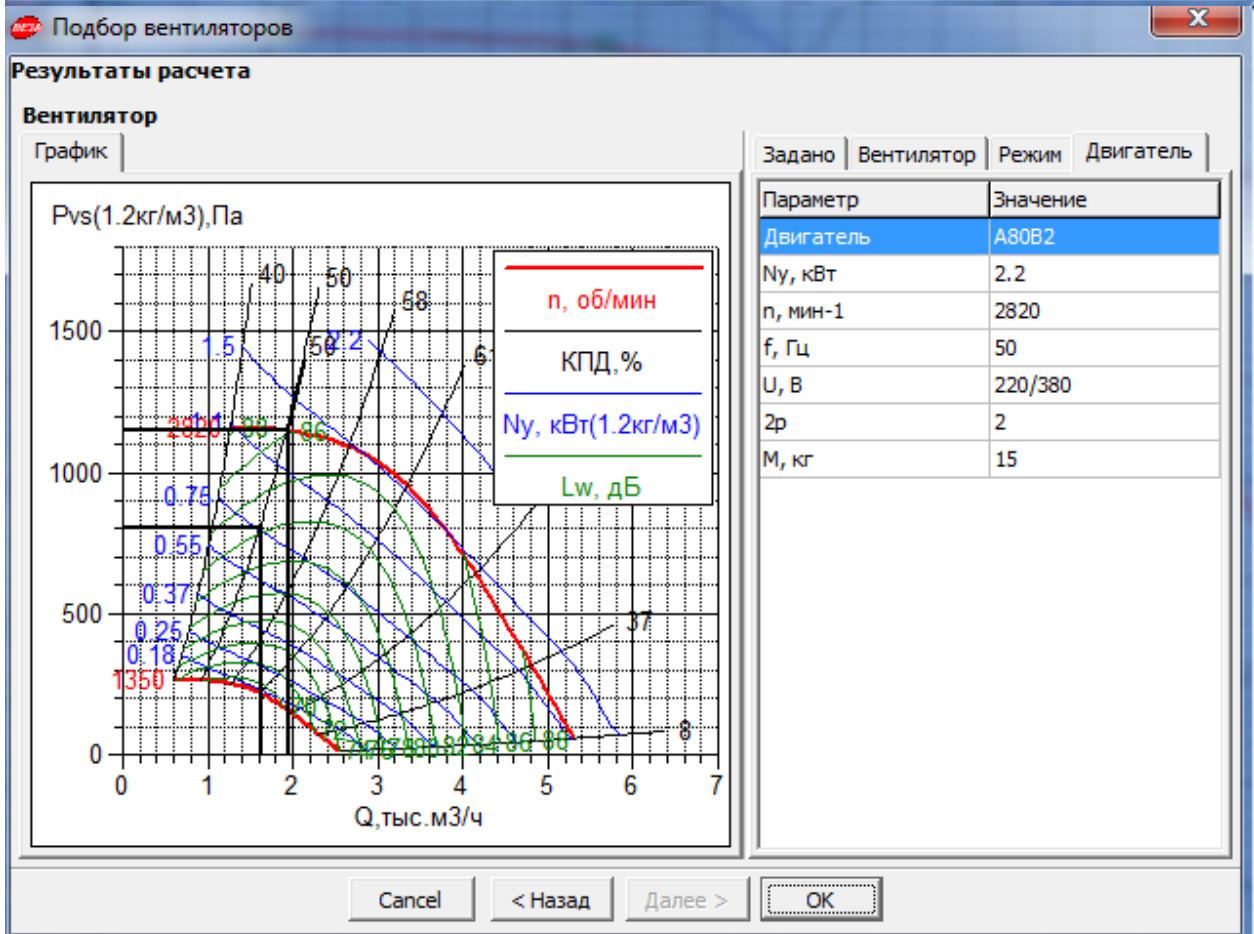
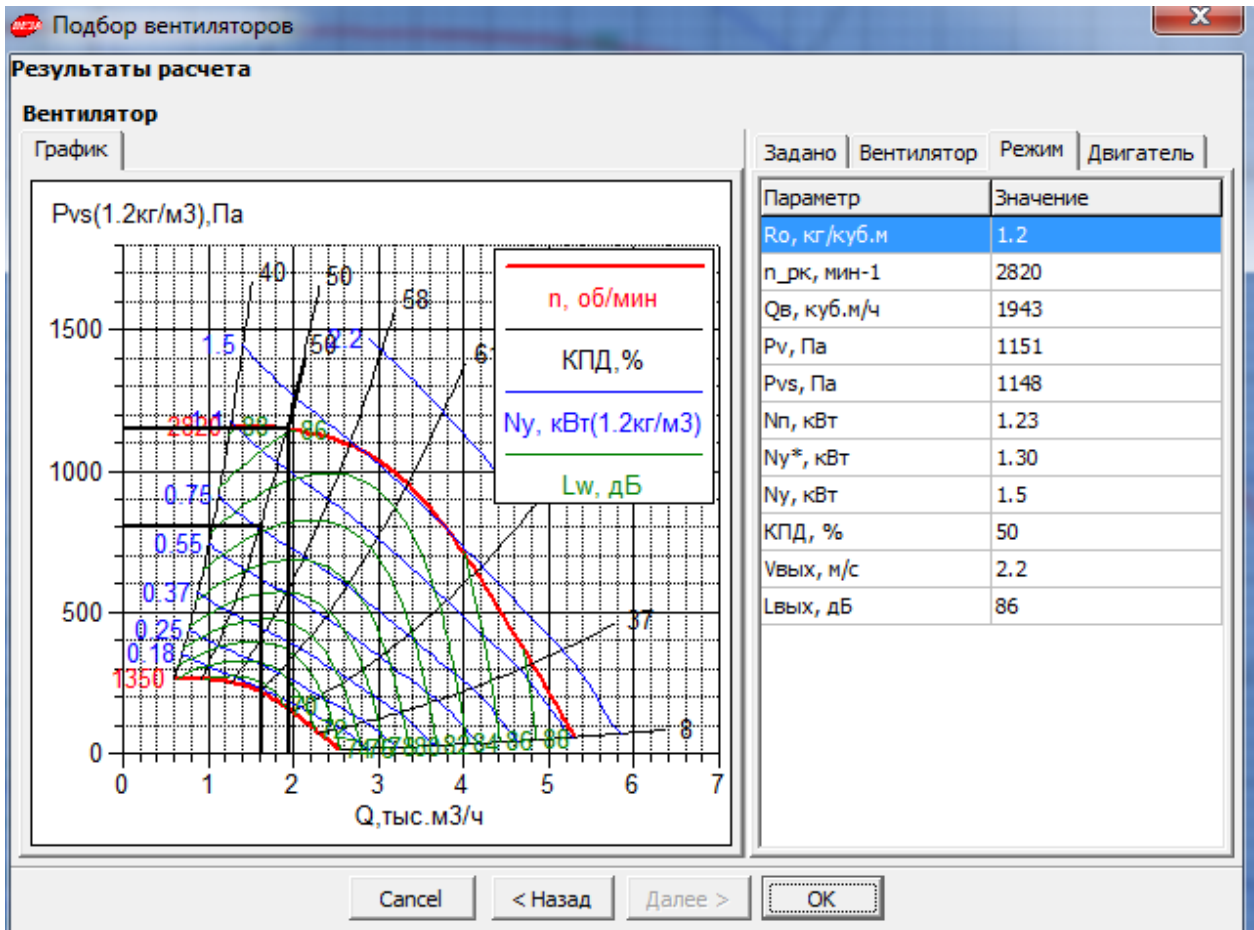
$$N_y = K_3 \times N_3 = 1,2 \times 3,4 = 4,1 \text{ кВт,}$$

где K_3 - коэффициент запаса = 1,2

С помощью вентиляционного калькулятора фирмы «Вега» определяем крышной вентилятор КРОС6-3,55-ДУВ с двигателем А80В2.

Характеристика и цена вентилятора указана в ПРИЛОЖЕНИЕ 12





Вытяжная система В-5

Определим давление, создаваемое вентилятором:

$$P_{\text{вент}} = 1,2 \cdot p_n = 1,2 \times 488,68 = 586,42 \text{ Па,}$$

где 1,2 - коэффициент, учитывающий запас давления на неучтенные потери,
 p_n - общие потери давления в системе (потери в сети и вентиляционном оборудовании):

Мощность, потребляемая на валу электродвигателя, определяется по формуле:

$$N_3 = \frac{L_{\text{вент}} \cdot P_{\text{вент.ф}}}{3600 \cdot \eta_v \cdot \eta_n} = \frac{1665,6 \times 586,42}{3600 \times 1000 \times 0,55 \times 0,95} = 0,52 \text{ кВт,}$$

где $P_{\text{вент.ф}}$ - фактическое давление, развиваемое вентилятором;

$\eta_v = 0,55$ – КПД вентилятора;

$\eta_n = 0,95$ – КПД учитывающие потери в передачи.

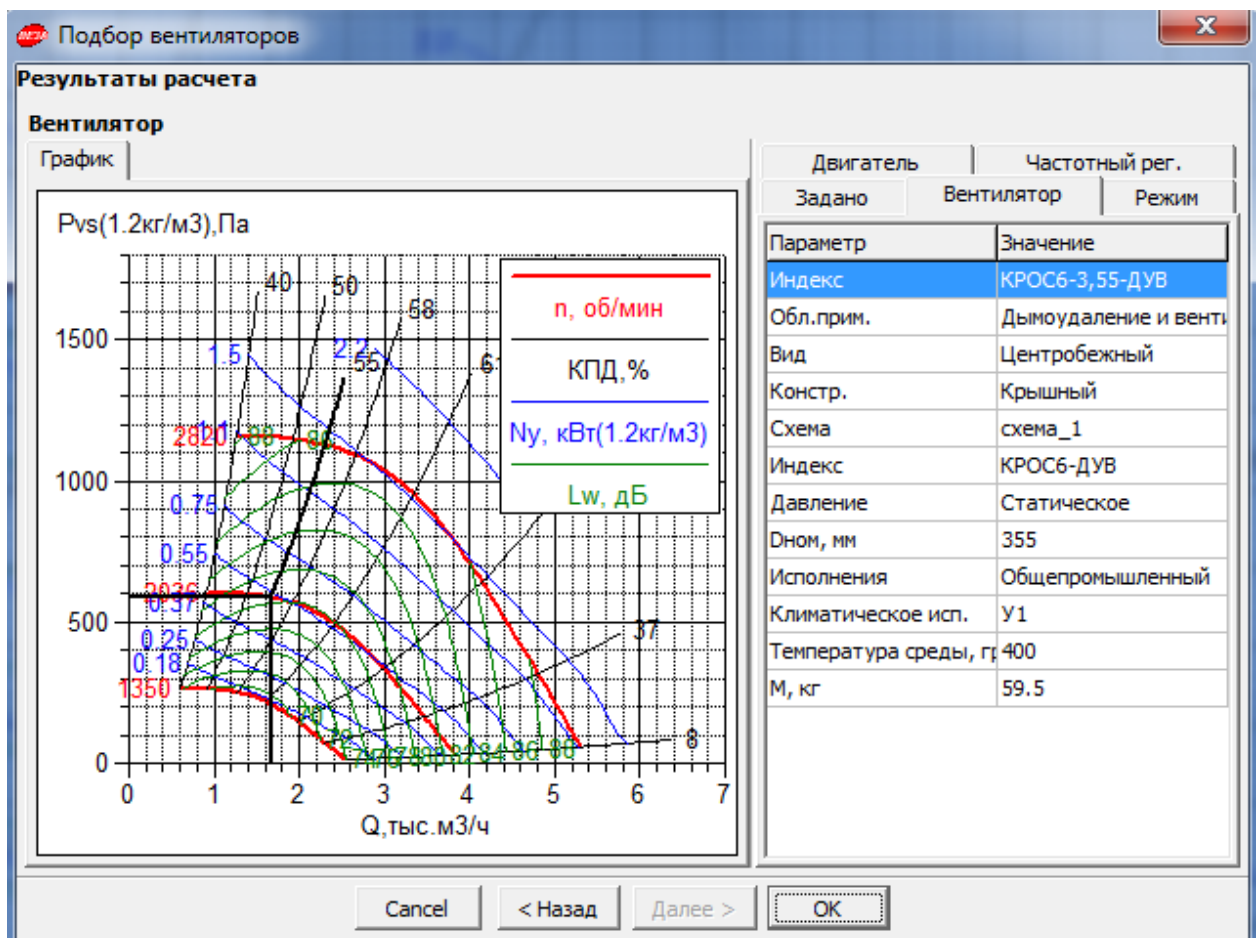
Установочная мощность:

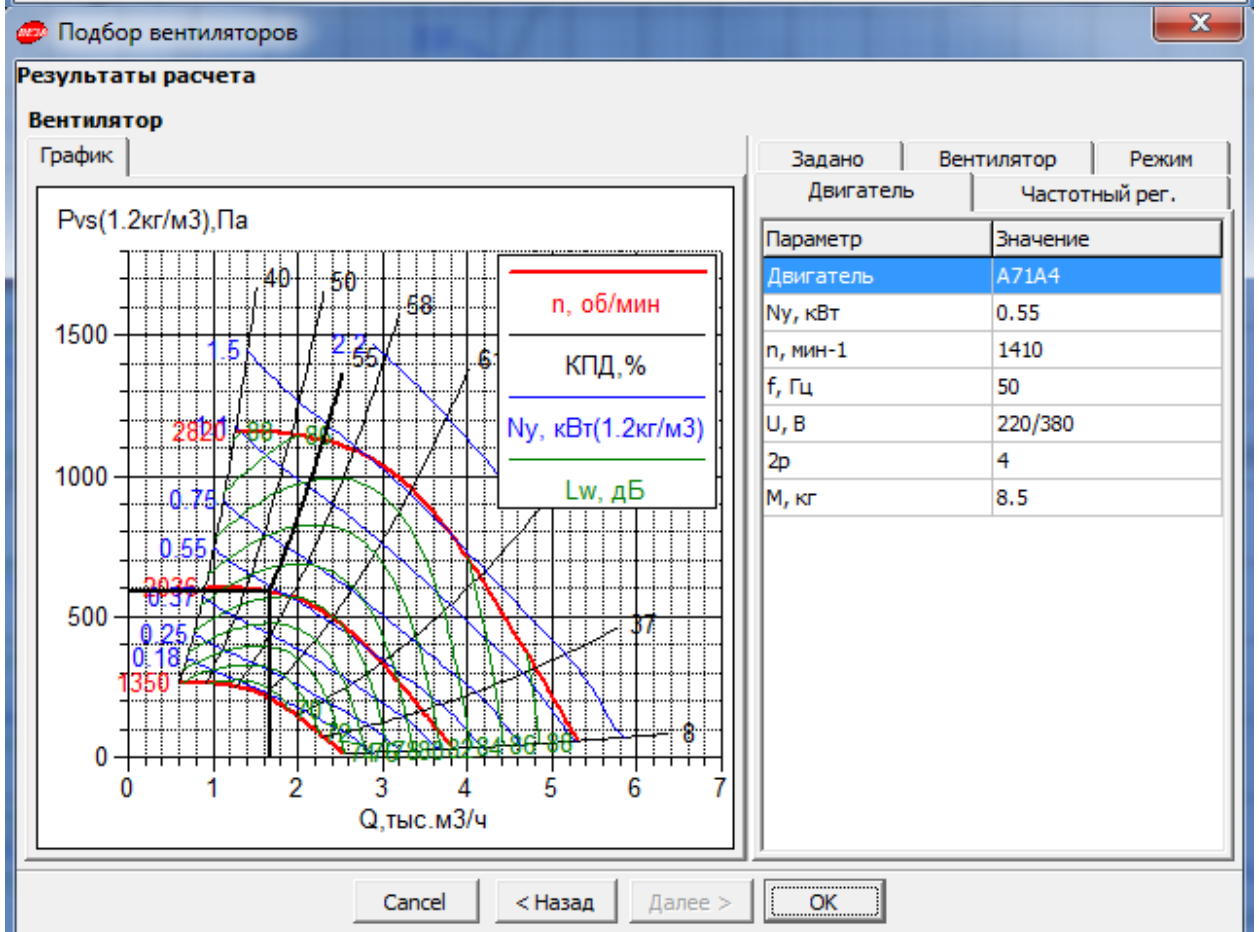
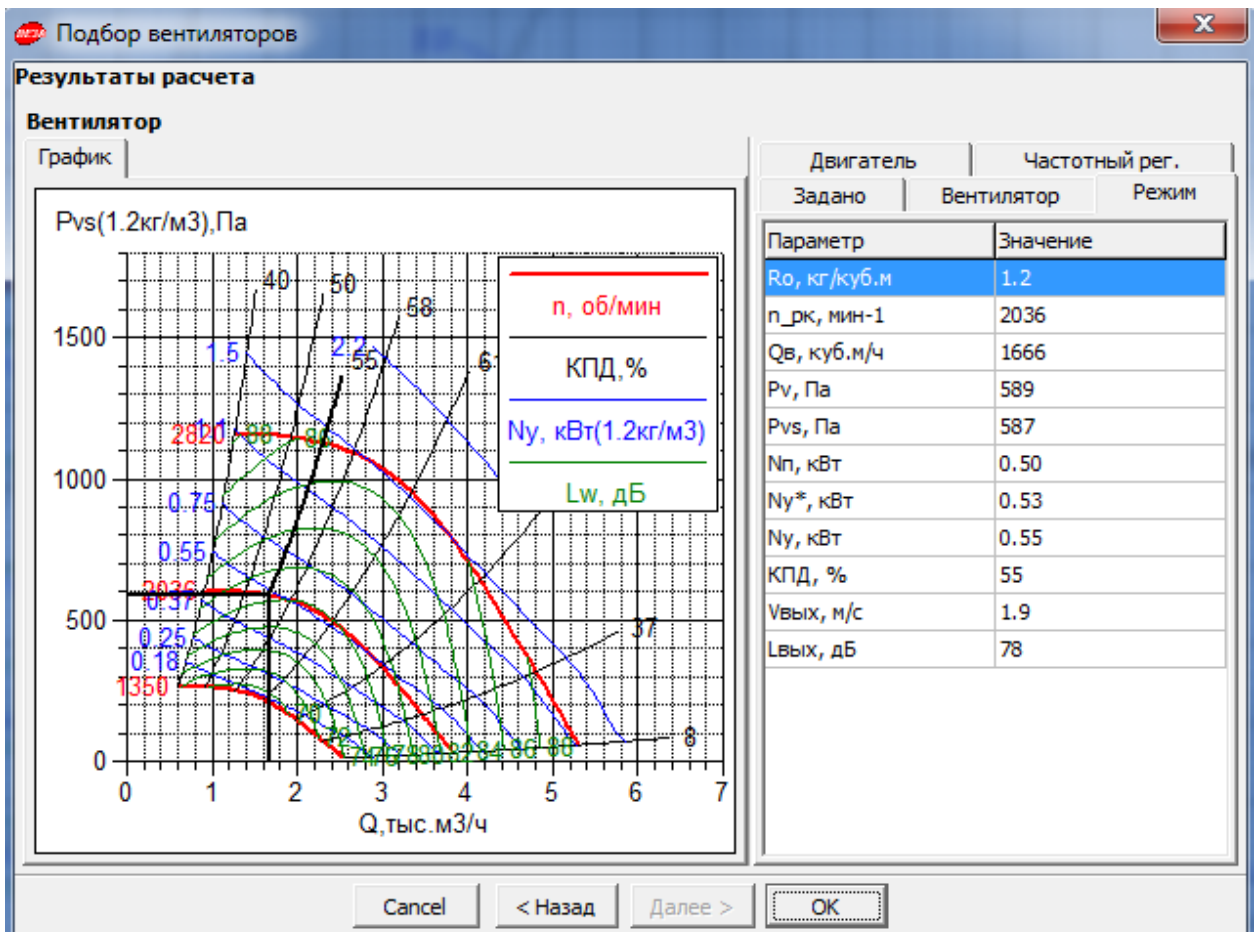
$$N_y = K_3 \times N_3 = 1,2 \times 0,52 = 0,63 \text{ кВт,}$$

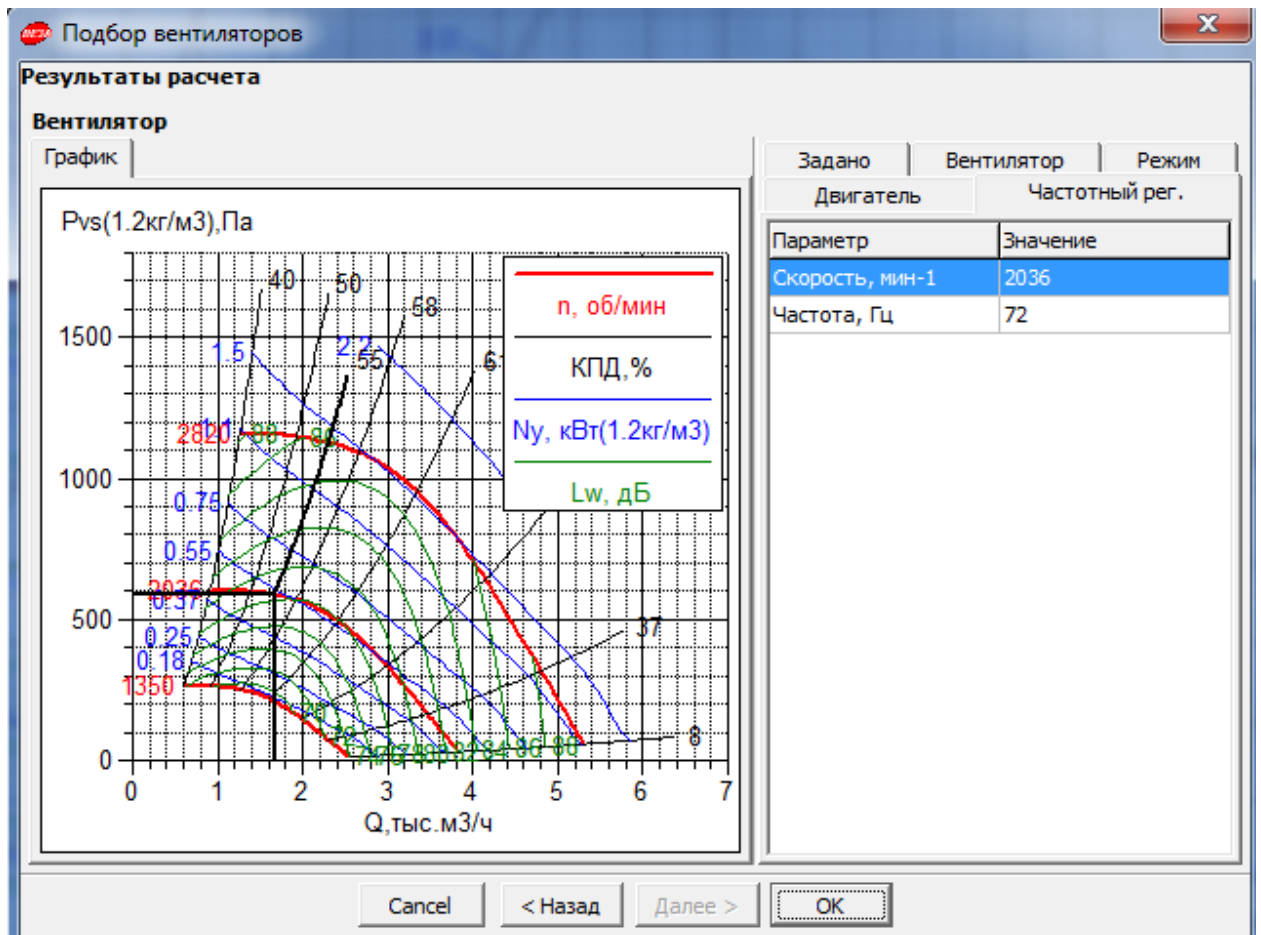
где K_3 - коэффициент запаса = 1,2

С помощью вентиляционного калькулятора фирмы «Вега» определяем крышной вентилятор КРОС6-3,55-ДУВ с двигателем А71А4.

Характеристика и цена вентилятора указана в ПРИЛОЖЕНИЕ 12







Вытяжная система В-6

Определим давление, создаваемое вентилятором:

$$P_{\text{вент}} = 1,2 \cdot p_n = 1,2 \times 84,98 = 101,98 \text{ Па,}$$

где 1,2 - коэффициент, учитывающий запас давления на неучтенные потери,
 p_n - общие потери давления в системе (потери в сети и вентиляционном оборудовании):

Мощность, потребляемая на валу электродвигателя, определяется по формуле:

$$N_y = \frac{L_{\text{вент}} \cdot p_{\text{вент.ф}}}{3600 \cdot \eta_v \cdot \eta_n} = \frac{93,3 \times 101,98}{3600 \times 1000 \times 0,6 \times 0,95} = 0,01 \text{ кВт,}$$

где $p_{\text{вент.ф}}$ - фактическое давление, развиваемое вентилятором;
 $\eta_v = 0,6$ – КПД вентилятора;
 $\eta_n = 0,95$ – КПД учитывающие потери в передачи.

Установочная мощность:

$$N_y = K_z \times N_y = 1,2 \times 0,01 = 0,02 \text{ кВт,}$$

где K_z - коэффициент запаса = 1,2

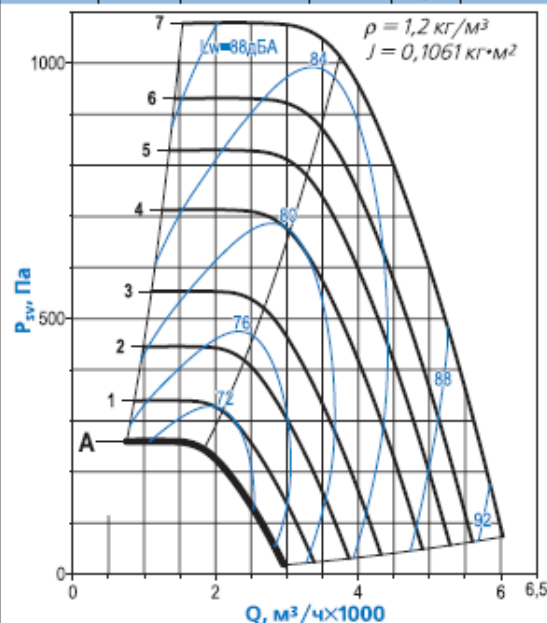
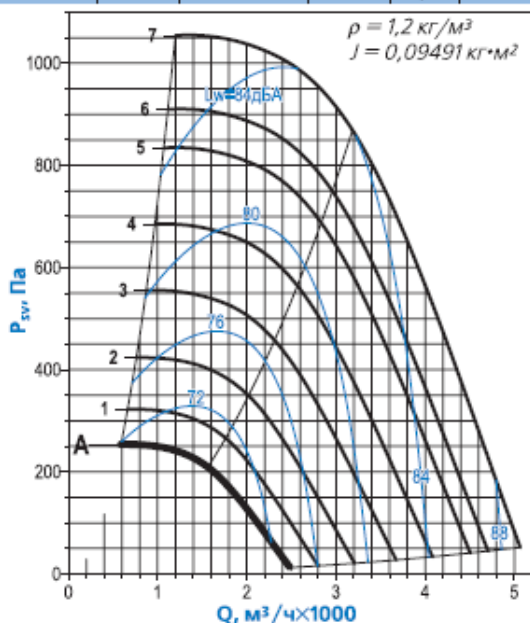
В результате расчета подобран крышный радиальный вентилятор КРОС6-3,55 (6 загнутых назад лопаток, №3,55)

Тип электродвигателя: АИР63А4 с $N = 0,25$ кВт.

Технические характеристики

КРОС6-3,55					
Номер кривой	n_k , мин ⁻¹	Двигатель	$n_{дв}$, мин ⁻¹	$N_{yв}$, кВт	Масса, кг
A	1320	AIR63A4	1320	0,25	34
С преобразователем частоты					
1	1503	AIR63A4F	1320	0,25	34
2	1722	AIR63B4F	1320	0,37	35
3	1953	A71A4F	1400	0,55	37
4	2148	A71B4F	1400	0,75	39
5	2393	A80A4F	1420	1,1	43
6	2556	A80B4F	1420	1,5	45
7	2690	A80A2F	2835	1,5	42

КРОС9-3,55					
Номер кривой	n_k , мин ⁻¹	Двигатель	$n_{дв}$, мин ⁻¹	$N_{yв}$, кВт	Масса, кг
A	1320	AIR63A4	1320	0,25	34
С преобразователем частоты					
1	1524	AIR63B4F	1320	0,37	35
2	1745	A71A4F	1400	0,55	37
3	1931	A71B4F	1400	0,75	39
4	2168	A80A4F	1420	1,1	43
5	2359	A80B4F	1420	1,5	45
6	2502	A90L4F	1390	2,2	46
7	2690	A80B2F	2820	2,2	44



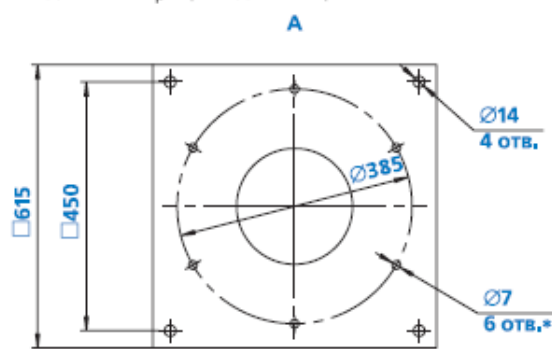
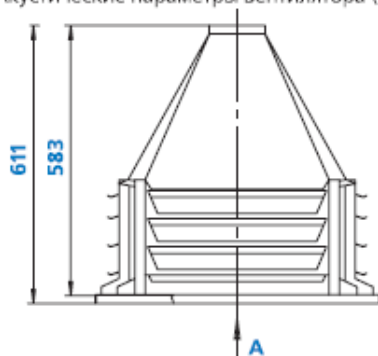
Уровень звуковой мощности в октавных полосах частот $L_{w_i} = L_w + \Delta L_{w_i}$

f_i , Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ΔL_{w_i} , дБ	+1	+7	+2	0	-7	-12	-12	-21

Уровень звуковой мощности в октавных полосах частот $L_{w_i} = L_w + \Delta L_{w_i}$

f_i , Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ΔL_{w_i} , дБ	-9	-8	-3	-3	-4	-9	-14	-19

* Акустические параметры вентилятора (уровни звукового давления L_p) приведены в Приложении



Дополнительная комплектация



стакан монтажный
СТМ



поддон



преобразователь
частоты



устройство
плавного пуска



шкаф
ШСАУ

Примечание:

* Отверстия могут использоваться для присоединения клапана или воздуховода

12. Расчет стоимости приточной системы

№	Наименование	Количество	Стоимость за одну единицу	Сумма в рублях
1	Воздуховод 200×100	20,6 м	256 за 1 пог.метр	5273,6
2	Воздуховод 200×200	49,7 м	284 за 1 пог. метр	14114,8
3	Воздуховод 300×200	7,8 м	355 за 1 пог. метр	2769
4	Воздуховод 300×300	44,4 м	395 за 1 пог. метр	17538
5	Воздуховод 400×400	24,1 м	760 за 1 пог. метр	18316
6	Воздуховод 450×300	2 м	750 за 1 пог. метр	1500
7	Воздуховод 450×450	13,8 м	857 за 1 пог. метр	11836,6
8	Воздуховод 500×500	14,8 м	950 за 1 пог. метр	14060
9	Воздуховод 600×400	9,7 м	803 за 1 пог. метр	7789,1
10	Отвод на 90	32 шт.	250	8000
11	Отвод на 120	3 шт.	270	810
12	Тройники	18 шт.	380	6840
14	Переход	23 шт.	340	7820
15	Крестовины	3 шт.	1305,60	3916,8
16	АМН 200*100	33шт.	326	10758
17	АМН 200*200	19 шт.	418	7942
18	4АПН 300*300	3 шт.	1098	3294
19	4АПН 450*450	7 шт.	1980	13860
20	Калорифер КПСк 3-5	1 шт.	5980	5980
21	Калорифер КПСк 3-6	2 шт.	6140	12280
22	Калорифер КПСк 3-10	1шт.	9600	9600
23	Фильтр грубой очистки ФяРБ	11 шт.	785	8635
24	Шумоглушитель RSA 700*400	3 шт.	8655	25965
25	Шумоглушитель RSA 1000*500	1 шт.	12450	12450
26	Клапан воздушный утепленный КВУ 600*1000	3 шт.	3984	11952
27	Клапан воздушный утепленный КВУ 1600*1000	1 шт.	5845	5845
28	Воздухозаборная решетка АРН 500*300	3 шт.	1340	4020
29	Воздухозаборная решетка АРН 800*500	1 шт.	3935	3935
30	Приточный вентилятор ВРАН6-3,55	1 шт.	10337	10337
31	Приточный вентилятор ВРАН6-7,1	1 шт.	30990	30990
32	Приточный вентилятор ВРАН9-3,55	2 шт.	11495	22990
				Σ=321416,9
Стоимость монтажных работ				64283,4
Стоимость пусконаладочных работ				48212,5
				433912,8

13. Заключение

В ходе выполнения данного курсового проекта я научилась определять воздухообмен в помещениях двумя способами: расчетом и по нормативной кратности воздухообмена, освоила аэродинамический расчет системы вентиляции и подобрала оборудование для моих систем.

Воздуховоды старалась прокладывать по минимальной траектории, чтобы уменьшить сопротивление и затраты материалов на монтаж системы вентиляции.

С помощью увязки потерь давления было достигнуто минимальное использование шиберных заслонок.

Вентиляционное оборудование выбрано в основном российского производства: воздушные фильтры ФЯРБ, калориферы КСк, шумоглушители RSA, воздушные клапаны КВУ.

Также подобрал вентиляционные решетки (для вытяжки РСН и для притока АМН).

В итоге была подсчитана стоимость приточной системы расчетного здания. Она составила 433912,8 рублей.

Эффективность запроектированной системы вентиляции зависит не только от выбранной схемы воздухообмена, подобранных приточных и вытяжных решеток и достоверности расчета, но также и от правильного монтажа системы, ее наладки и эксплуатации. Возможности наладки и монтажа воздуховодов и оборудования закладываются на стадии проектирования системы.

14. Список литературы

1. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий; Учеб. Пособие для вузов/В.П. Титов, Э.В. Сазонов, Ю.С. Краснов, В.И. Новожилов. – М.: Стройиздат, 1985. – 208 с;
2. СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика»;
3. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке/Ю.С. Краснов, А.П. Борисоглебская, А.В. Антипов. – М.: ТЕРМОКУЛ, 2004;
4. СНиП 2.04.05-91* «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
5. ГОСТ 30.494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»;
6. Справочное пособие АВОК 1-2004 «Влажный воздух»;
7. Воздухораспределители компании «Арктос». Указания по расчету и практическому применению. Издание четвертое. 2006;
8. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование. /Под ред. проф. Б.М. Хрусталева – М.: Изд-во АСВ, 2007. – 784 с., 183 ил;
9. Вентиляция: учебно-методический комплекс / М.А. Крылова; Ульянов. гос. техн. ун-т. – Ульяновск: УлГТУ, 2006. – 165 с.
10. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства . ч.2. Вентиляция . Под. ред. И. Г. Старовойта. М: Стройиздат 1982.

Приложения