

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

Инженерно-строительный институт

Кафедра теплогазоводоснабжения

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**  
(пояснительная записка)

Дисциплина: «Вентиляция»

Наименование темы: «Вентиляция производственного здания»

Код работы КР

*ПЭ 13.03.01.40.05.003 1, 2022*

Руководитель

*код, наименование направления подготовки / специальности, программы, код кафедры,  
регистрационный номер по журналу, год*

*старший преподаватель Монаркин Н.Н.*

Выполнил  
обучающийся

*(уч. степень, звание, должность, Ф.И.О)*

*Афоничев И.С.*

*(Ф.И.О)*

Группа, курс:

*1513 ПЭ-31*

Дата сдачи:

Дата защиты:

Оценка по защите

*(подпись преподавателя)*

Вологда  
2022 г.





## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ НАЗНАЧЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВРЕДНОСТЕЙ В ПОМЕЩЕНИЯХ ЗДАНИЯ И ХАРАКТЕРА ИХ ВЫДЕЛЕНИЯ	8
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИНЯТЫХ В ПРОЕКТЕ СХЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УДАЛЕНИЯ ВОЗДУХА, КОНСТРУКТИВНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ СИСТЕМ ПРИТОЧНОЙ И ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ В ПОМЕЩЕНИЯХ ЗДАНИЯ	9
3 РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВРЕДНЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ В ВОЗДУХ ПОМЕЩЕНИЙ И СОСТАВЛЕНИЕ СВОДНОЙ ВЕДОМОСТИ ВРЕДНЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ В ЗДАНИИ	10
4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ВОЗДУХООБМЕНОВ ОБЩЕОБМЕННОЙ ПРИТОЧНОЙ И ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ДЛЯ РАЗБАВЛЕНИЯ ВРЕДНОСТЕЙ И СОСТАВЛЕНИЕ СВОДНЫХ ВОЗДУШНЫХ БАЛАНСОВ ДЛЯ ТЕПЛОГО И ХОЛОДНОГО ПЕРИОДОВ ГОДА	14
5 ПОДБОР УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПОДАЧИ И УДАЛЕНИЯ ВОЗДУХА ДЛЯ ОСТАЛЬНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ПО РЕКОМЕНДУЕМЫМ СКОРОСТЯМ ВОЗДУХА В ПРОХОДНЫХ СЕЧЕНИЯХ	18
6 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОЗДУХОВОДОВ ОДНОЙ-ДВУХ ЗАПРОЕКТИРОВАННЫХ ПРИТОЧНЫХ И ВЫТЯЖНЫХ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ (СИСТЕМЫ НАЗНАЧАЮТСЯ КОНСУЛЬТАНТОМ ПРОЕКТА). ПОДБОР ДЛЯ ДАННЫХ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ: ПРИТОЧНЫХ КАМЕР, ВЕНТИЛЯТОРОВ, УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОЧИСТКИ УДАЛЯЕМОГО ВОЗДУХА И ВЫБРОСА ЕГО В АТМОСФЕРУ, ВЫТЯЖНЫХ И ПРИТОЧНЫХ УСТРОЙСТВ	25
7 ПОДБОР РАЗМЕРОВ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ВОЗДУХОВОДОВ ПО ДОПУСТИМЫМ СКОРОСТЯМ ДВИЖЕНИЯ И РАСХОДУ ВОЗДУХА ДЛЯ ОСТАЛЬНЫХ ЗАПРОЕКТИРОВАННЫХ ПРИТОЧНЫХ И ВЫТЯЖНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ ЗДАНИЯ. А ТАКЖЕ ПОДБОР ПО ОРИЕНТИРОВОЧНЫМ ЗНАЧЕНИЯМ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ВОЗДУХОВОДАХ ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЭТИХ СИСТЕМ	29
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	31
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	32

## ВВЕДЕНИЕ

Вентиляция (от лат. *Ventilatio* — проветривание) — процесс удаления отработанного воздуха из помещения и замена его наружным.

Вентиляция – это регулируемый с помощью технических средств воздухообмен с целью создания наиболее благоприятных и комфортных условий для человека в жилых, производственных, общественных и других помещениях.

Конструирование и расчет систем вентиляции предусматривает следующие основные положения: конструктивное выполнение систем приточной и вытяжной вентиляции; расчет местных отсосов; расчет местной приточной вентиляции; определение расчетных воздухообменов; аэродинамический расчет воздуховодов и подбор оборудования.

Важным моментом является рассмотрение мероприятий, обеспечивающих условия пожаробезопасной и взрывобезопасной эксплуатации систем вентиляции.

В данном курсовом проекте необходимо разработать вентиляцию производственного здания в городе Ростов.

## 1 КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ НАЗНАЧЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ И ВЫДЕЛЯЮЩИХСЯ ВРЕДНОСТЕЙ В ПОМЕЩЕНИИ ЗДАНИЯ

В данном курсовом проекте для разработки представлены помещения производственного предприятия: термическое отделение и заготовительно-сварочное отделение.

Наиболее распространенными местными отсосами от нагревательных печей в термических, кузнечно-прессовых, термообрубных цехах, сушильных участках формовочного и стержневого отделений литейных цехов, когда в них используется жидкое или газообразное топливо, а продукты сгорания содержат оксид углерода и сернистый ангидрид, являются зонты-козырьки или вытяжные комбинированные зонты с естественной или механической вытяжкой.

Зонты-козырьки проектируют у загрузочных отверстий (окон) нагревательных печей, имеющих отвод продуктов сгорания в дымовой бор. Зонтами-козырьками снабжают также камерные электропечи сопротивления, предназначенные для отпуска после закалки изделий в масле. Зонты в этом случае необходимы для отвода паров и продуктов разложения масла.

Нагревательные печи, не имеющие дымовых боров для отвода продуктов сгорания, снабжают комбинированными зонтами, состоящими из зонтакозырька и зонта. Зонт-козырек устанавливают над загрузочным окном, в зонт – над дымоотводящим отверстием сверху печи.

Печи, работающие на генераторном газе, в котором содержится высокий процент оксида углерода, должны снабжаться комбинированными зонтами.

Зонты над дверками не устраиваются у нагревательных печей с выкатным подом.

Конструктивнее оформление и расчет вытяжных зонтов-козырьков и зонтов, который сводится к определению их размеров и объемов удаляемой смеси продуктов сгорания и воздуха.

Процессы электрической сварки, наплавки и тепловой резки металлов сопровождаются значительным пылеобразованием и выделением в воздух помещения вредных газов – оксидов азота, оксида углерода, фтористого водорода озона и др.

Многообразие методов сварки и тепловой резки привело к большому разнообразию конструкций существующих местных отсосов. В зависимости от условий сварки или резки, обслуживаемого сварочного или технологического оборудования все конструкции отсосов можно условно разделить на пять основных групп:

1) малогабаритные отсосы от сварочных автоматов и полуавтоматов (встроенные в сварочную аппаратуру);

2) местные отсосы, встроенные в столы сварщика (для сварки мелких и средних деталей);

3) местные отсосы, встроенные в сборочно-сварочные стенды, установки и механическое сварочное оборудование (МСО) для сварки крупногабаритных деталей;

4) местные отсосы для стационарных мест сварки изделий средних размеров (поворотные-подъемные) и портативные переносные для нестационарных мест сварки;

5) местные отсосы для тепловой резки металлов.

Местные отсосы первой группы являются наиболее экономичными и перспективными. К ним относятся малогабаритные отсосы, встраиваемые в держатели сварочных полуавтоматов, автоматические головки или сварочные аппараты.

Малый расход удаляемого воздуха (50 - 200 м<sup>3</sup>/ч на одно рабочее место), компактность и легкость отсосов позволяют считать, что в будущем они займут доминирующее положение.

Местные отсосы второй группы – это разнообразные столы сварщика с встроенными отсосами (верхними, нижними, комбинированными), с индивидуальными вытяжными вентиляционными агрегатами или

присоединяемые к общецеховой системе. Они находят широкое применение при сварке и пайке небольших деталей на фиксированных рабочих местах, в поточных линиях при ремонте и других видах сварочных работ.

Местные отсосы третьей группы – это отсосы, встраиваемые в большие сборочно-сварочные кондукторы, установки, стенды или непосредственно в МСО (кантователи, позиционеры, площадки сварщиков и т. д.). Они применяются при сварке крупных узлов наряду с отсосами первой группы и являются весьма перспективными в крупных механизированных сварочных производствах.

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИНЯТЫХ В ПРОЕКТЕ СХЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УДАЛЕНИЯ ВОЗДУХА, КОНСТРУКТИВНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ СИСТЕМ ПРИТОЧНОЙ И ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ В ПОМЕЩЕНИЯХ ЗДАНИЯ

Разработанная в данном курсовом проекте система вентиляции производственного здания, расположенного в городе Ростове, включает в себя системы, обеспечивающие общеобменную вентиляцию (ООВ). Сечения воздуховодов – прямоугольные и круглые, выполненные из оцинкованной стали. Расположение системы вентиляции – в верхней части (под потолком). Система вентиляции является перемешивающей. Приточные и вытяжные устройства находятся в верхней зоне помещения. Приточными и вытяжными устройствами в проекте являются диффузоры и решетки с поворотными жалюзи.

Принимаем в курсовом проекте:

П1, В1 – приточно-вытяжная система вентиляции, обслуживает помещения первого, второго этажа и третьего;

В2 – вытяжная система вентиляции, обслуживает помещения первого этажа;

В3 – вытяжная система вентиляции, обслуживает с/у первого этажа;

В4 – вытяжная система вентиляции, обслуживает помещения второго этажа;

В5 – вытяжная система вентиляции, обслуживает с/у третьего этажа;

### 3 РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВРЕДНЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ В ВОЗДУХ ПОМЕЩЕНИЙ И СОСТАВЛЕНИЕ СВОДНОЙ ВЕДОМОСТИ ВРЕДНЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ В ЗДАНИИ

Вредные газы и пары выделяются в воздух помещения в следующих случаях: при химических реакциях и других процессах в аппаратах; при испарении с открытых поверхностей резервуаров и ванн, заполненных различными растворами, щелочами и пр., а также со смоченной растворами и щелочами поверхности предметов при перемещении их по цеху; через неплотности в кладке пламенных печей; через открытые смотровые и загрузочные щели и окна, неплотности укрытий над оборудованием, устанавливаемым в местах выделения вредностей.

Двуокись углерода  $CO_2$ , выделяемая людьми. Углекислый газ, г/ч, выделяемый взрослыми людьми при выполнении работ различной тяжести:

$$G_{л} = q_{CO_2} * n = 60 * 5 = 300 \text{ г/ч}$$

Газовыделения при испарении вредных веществ с открытой поверхности жидкости:

$$G_{ж} = 0,3 * G' = 0,3 * 7,14 = 2,142 \text{ г/ч}$$

Влаговыделения людей зависят от категории работ и температуры окружающего воздуха в помещении, г/ч:

$$W_{л} = w * n = 203 * 5 = 1015 \text{ г/ч}$$

С открытой водной поверхности. Количество влаги, испарившейся с поверхности некипящей воды (при  $t_w$  до 100 °С), кг/ч:

$$\text{ТПГ: } W_{в}^{\text{некип}}(6) = (a + 0.131 * v_{в.п}) * (P_{пов} - P_{окр.в.п}) * \frac{101,3}{B} * F =$$

$$(0.046 + 0.131 * 0.4) * (47,359 - 2.67) * \frac{101,3}{101,3} * 0.73 = 3.2 \text{ кг/ч}$$

$$\text{ТПГ: } W_{в}^{\text{некип}}(7) = (a + 0.131 * v_{в.п}) * (P_{пов} - P_{окр.в.п}) * \frac{101,3}{B} * F =$$

$$(0.051 + 0.131 * 0.4) * (70,108 - 2.67) * \frac{101,3}{101,3} * 0.73 = 4.84 \text{ кг/ч}$$

$$\text{ТПГ: } P_{окр.в.п} = P_{окр.н.в.п} * \phi = 3,5639 * 0,75 = 2,67 \text{ кПа}$$

$$\text{ХПГ: } P_{окр} = P_{окр.н.в.п} * \phi = 2,3368 * 0,75 = 1,75 \text{ кПа}$$

В.П В.П

$$\text{ХПГ: } W_{\text{В}}^{\text{некип}}(6) = (a + 0.131 * v_{\text{В.п}}) * (P_{\text{В.п}}^{\text{пов}} - P_{\text{В.п}}^{\text{окр}}) * \frac{101,3}{\text{Тот.З}} * F =$$

$$(0.046 + 0.131 * 0.3) * (47.359 - 1,75) * \frac{101,3}{\text{Тот.З}} * 0.73 = 2.78 \text{ кг/ч}$$

$$\text{ХПГ: } W_{\text{В}}^{\text{некип}}(7) = (a + 0.131 * v_{\text{В.п}}) * (P_{\text{В.п}}^{\text{пов}} - P_{\text{В.п}}^{\text{окр}}) * \frac{101,3}{\text{Тот.З}} * F =$$

$$(0.051 + 0.131 * 0.3) * (70.108 - 1,75) * \frac{101,3}{\text{Тот.З}} * 0.73 = 4.44 \text{ кг/ч}$$

Таблица 1

Период года	Наименование помещения	Объем помещения, м <sup>3</sup>	Газо- и пылевыведения, г/ч	Теплоизбытки, Вт	Влаговыведения, кг/ч
	2	3	4		
ПГ	Термическое отделение	330	302,142		9.055
ПГ			302,142	3912	8.235
ПГ			302,142	354	9.055

Расчет производят для трёх периодов года (холодного, переходного, теплого). Подход к решению этой задачи зависит от вида систем вентиляции, а также от способов раздачи воздуха и удаления его из помещения.

Заготовительно-сварочные отделения, плоскошлифовальные, точильные, универсально-заточные, заточные станки оборудуются пылеприёмниками в виде кожухов и воронок. Количество воздуха, удаляемого от пылящих станков, определяется:

а) в случае устройства укрытия в виде кожуха, м<sup>3</sup> /ч:

$$(2,4)L = 1.8 * d_{\text{кр}} * n = 1,8 * 350 * 1 = 630$$

м<sup>3</sup>/ч

$$(3)L = 1,6 * d_{\text{кр}} * n = 1,6 * 500 * 2 \approx 1600 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$(5)L = 2 * d_{\text{кр}} * n = 2 * 200 * 2 \approx 800 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Термическое отделение

От производственных станков различного технологического

назначения устанавливаются односторонние бортовые отсосы при ширине до 700 мм и двухсторонние – при ширине более 700 мм.

Количество воздуха, отсасываемого от ванны, м<sup>3</sup> /ч:

$$\begin{aligned}
 \text{ТПГ: } L(6) &= K_3 \cdot K_T^{0.6} \cdot B \cdot \sqrt{\frac{\psi \cdot (t_{\text{ж}} - t_{\text{в}}) \cdot g \cdot D^3}{3 \cdot T_{\text{в}}}} \cdot l \cdot 3600 = 1 \cdot (1 + \frac{0.6}{8 \cdot 1.2}) \\
 &= 0.5 \cdot \sqrt{\frac{1.5 \cdot 3.14 \cdot (80 - 27) \cdot 9.81 \cdot 0.6^3}{3 \cdot (27 + 273)}} \cdot 1.2 \cdot 3600 = \\
 &= \underline{3345,25 \text{ м}^3/\text{час}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ТПГ: } L(7) &= K_3 \cdot K_T^{0.6} \cdot B \cdot \sqrt{\frac{\psi \cdot (t_{\text{ж}} - t_{\text{в}}) \cdot g \cdot D^3}{3 \cdot T_{\text{в}}}} \cdot l \cdot 3600 = 1 \cdot (1 + \frac{0.6}{8 \cdot 1.2}) \\
 &= 0.5 \cdot \sqrt{\frac{1.5 \cdot 3.14 \cdot (90 - 27) \cdot 9.81 \cdot 0.6^3}{3 \cdot (27 + 273)}} \cdot 1.2 \cdot 3600 = \\
 &= \underline{3647,22 \text{ м}^3/\text{час}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ХПГ: } L(6) &= K_3 \cdot K_T^{0.6} \cdot B \cdot \sqrt{\frac{\psi \cdot (t_{\text{ж}} - t_{\text{в}}) \cdot g \cdot D^3}{3 \cdot T_{\text{в}}}} \cdot l \cdot 3600 = 1 \cdot (1 + \frac{0.6}{8 \cdot 1.2}) \\
 &= 0.5 \cdot \sqrt{\frac{1.5 \cdot 3.14 \cdot (80 - 20) \cdot 9.81 \cdot 0.6^3}{3 \cdot (20 + 273)}} \cdot 1.2 \cdot 3600 = \\
 &= \underline{3601,58 \text{ м}^3/\text{час}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ХПГ: } L(7) &= K_3 \cdot K_T^{0.6} \cdot B \cdot \sqrt{\frac{\psi \cdot (t_{\text{ж}} - t_{\text{в}}) \cdot g \cdot D^3}{3 \cdot T_{\text{в}}}} \cdot l \cdot 3600 = 1 \cdot (1 + \frac{0.6}{8 \cdot 1.2}) \\
 &= 0.5 \cdot \sqrt{\frac{1.5 \cdot 3.14 \cdot (90 - 20) \cdot 9.81 \cdot 0.6^3}{3 \cdot (20 + 273)}} \cdot 1.2 \cdot 3600 = \\
 &= \underline{3890,16 \text{ м}^3/\text{час}}
 \end{aligned}$$

Таблица 2

Позици	Оборудование, установленное в цехе	Тип отсоса	Количество воздуха, м <sup>3</sup> /ч	Суммарный расход воздуха на

я	Наименование	Количество	Выделяющиеся вредности		Отедницы оборудования	Всего	местные отсосы в цехе $\sum L_{M.O}, M^3/ч$
1	2	3	4	5	6	7	8
7	Вертикально-сверлильный станок	1	Пыль	Кожух	630	630	630
14	Вертикально-сверлильный станок	1	Пыль	Кожух	630	630	630
3	Слесарный стол с пневмогидравлическим контролем для сбора и сварки	1	Пыль	Кожух	1600	1600	1600

15	Верстак слесарный	1	Пыль	Кожух	800	800	800
13	Установка для сварки в среде CO2	1	Тепло Газы	Двухборт. отсосы	ТПГ 3345,2 5 ХПГ 3601,58	ТПГ 3345,2 5 ХПГ 3601,58	ТПГ 3345,25 ХПГ 3601,58
5	Машина для точечной сварки	1	Тепло Газы	Двухборт. отсосы	ТПГ 3647,2 2 ХПГ 3890,16	ТПГ 3647,2 2 ХПГ 3890,16	ТП 3647,22 ХПГ 3890,16
						ИТОГО:	ТПГ 9852,4 ХПГ 10351,7

#### 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ВОЗДУХООБМЕНОВ ОБЩЕОБМЕННОЙ ПРИТОЧНОЙ И ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ДЛЯ РАЗБАВЛЕНИЯ ВРЕДНОСТЕЙ И СОСТАВЛЕНИЕ СВОДНЫХ ВОЗДУШНЫХ БАЛАНСОВ ДЛЯ ТЕПЛОГО И ХОЛОДНОГО ПЕРИОДОВ ГОДА

Производительность приточных систем вентиляции, кг/ч, или аэрации в цехах с теплоизбытками и схемой воздухообмена «снизу вверх» при наличии местных отсосов для теплого периода года:

$$G_{\text{тепло пр}} = \frac{m \left( \frac{Q}{1,163} \right)}{0,24 * (t_{\text{рз}} - t_{\text{пр}})} + 1 - m * \sum_{\text{м.о}} \left( \frac{0,45 * \left( \frac{13912}{1,163} \right) + (1 - 0,45) * \left( \frac{353}{273+27} \right)}{0,24 * (27-22,5)} \right) = 11360,38 \text{ кг/ч}$$

При подаче в помещение неподогретого воздуха через верхнюю зону (в теплый период года) температура удаляемого воздуха, °С, определяется по формуле:

$$t_{\text{ух}} = \frac{t_{\text{рз}} * (1-m) * t_{\text{пр}}}{m} = \frac{27 * (1-0,45) * 22,5}{0,45} = 32,5 \text{ °С}$$

$$L_{\text{тепло пр}} = \frac{11360,39}{\frac{273+23,65}{0,24}} = 9509,9 \text{ м}^3/\text{час}$$

Производительность приточных систем вентиляции, кг/ч, или систем аэрации в цехах с теплоизбытками и схемой воздухообмена «снизу вверх» при наличии местных отсосов для переходного и зимнего периода:

$$G_{\text{тепло пр}} = \frac{-\frac{Q}{1,163} + 0,24 * (t_{\text{ух}} - t_{\text{рз}}) * \sum_{\text{м.о}} \left( \frac{Q}{0,24} + 0,24 * (27,3-20) * 10351 * 1,2 \right)}{0,24 * (t_{\text{ух}} - t_{\text{пр}})} = \frac{137,28}{0,24} = 8941,9 \text{ кг/ч}$$

$$L_{\text{тепло пр}} = \frac{8941,9}{\frac{273+10}{0,24}} = 7168,7 \text{ м}^3/\text{час}$$

Температура удаляемого воздуха в холодный и переходный период определяется по формуле:

$$t_{yx} = \frac{t_{p3} - (1-m) * t_{np}}{m} = \frac{20 - (1-0.45) * 14}{0.45} = 27.3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{вх}} + t_{\text{рз}}}{2} = \frac{27.3 + 20}{2} = 23.65 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Удельные теплототери наружных ограждений в холодный и переходный период года, Вт/°C,

$$Q_{\text{уд}} = \frac{Q_{\text{T}}}{(t_{\text{ср}} - t_{\text{в}})} = \frac{1716}{(22.5 - 10)} = 137,28 \text{ Вт/}^\circ\text{C}$$

Производительность приточных систем вентиляции в цехах с газовыделениями определяется по вредности, которая требует наибольший объём вытяжки, м<sup>3</sup>/ч:

$$L_{\text{газ}}^{\text{выт}} = \frac{G_i}{\text{ПДК}_i} = \frac{2060}{0,001} = 2060 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Необходимый объём вытяжки определяется отдельно для каждой газовой вредности, выделяющейся в цехе. За расчетный воздухообмен необходимо принять наибольший. Тогда количество необходимого приточного воздуха, м<sup>3</sup>/ч, для ассимиляции газовых вредностей в цехе будет определяться по формуле:

$$\text{ТПГ: } L_{\text{пр}}^{\text{газ}} = L_{\text{выт}}^{\text{газ}} + \sum_{\text{М.О}} L = 2060 + 9852,4 = 11912,4 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$\text{ХПГ, ППГ: } L_{\text{пр}}^{\text{газ}} = L_{\text{выт}}^{\text{газ}} + \sum_{\text{М.О}} L = 2060 + 10351,7 = 12411,7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

В цехах с влаговыделениями количество приточного воздуха, м<sup>3</sup>/ч, необходимого для ассимиляции выделяющейся влаги при общеобменной вентиляции, определяется по формуле:

$$\text{ХПГ: } L_{\text{пр}}^{\text{влага}} = \frac{m * W * 1000}{d_{\text{рз}} - d_{\text{н}}} = \frac{0.25 * 9.055 * 1000}{(11 - 0.1)} = 207.68$$

$$\text{МПГ: } L_{\text{пр}}^{\text{влага}} = \frac{m * W * 1000}{d_{\text{рз}} - d_{\text{н}}} = \frac{0.25 * 8.235 * 1000}{(11 - 5)} = 335.62$$

$$\text{МПГ: } L_{\text{пр}}^{\text{влага}} = \frac{m * W * 1000}{d_{\text{рз}} - d_{\text{н}}} = \frac{0.25 * 9.055 * 1000}{(17 - 10,5)} = 348.27$$

Расход приточного воздуха, м<sup>3</sup>/ч, в цехах с выделением пыли (от станков) следует принять:

$$L_{\text{пр}}^{\text{тпг}} = \sum L_{\text{M.O}} + L_{\text{yx}} = 9852.4 + 330 = 10182.4 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L^{\text{хпг,тпг}} = \sum L_{\text{M.O}} + L_{\text{yx}} = 10351.7 + 330 = 10681.7 \text{ м}^3/\text{ч}$$



Таблица 3

Помещение	Объем	Период года	Приточная вентиляция					Вытяжная вентиляция						
			Механическая			Естественная $L^E$ , пр м <sup>3</sup> /час	Всего	Температура $t_{пр}$ , °С	Механическая			Естественная $L^E$ м <sup>3</sup> /час выт	Всего	Температура $t_{ух}$ , °С
			Местная $\Sigma L_{м.п.}$ , м <sup>3</sup> /час	Общеобменная $L_{пр}$ , м <sup>3</sup> /час	Местная $\Sigma L_{м.о}$ м <sup>3</sup> /час				Общеобменная $L_{выг}$ , м <sup>3</sup> /час					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Заготовительно-сварочный цех	362	ТПГ	-	11912.4	-	11912.4	15	9852.4	-	2060	11912.4	27,3		
		ХПГ	-	12411.7	-	12411.7	23,8	10351,7	-	2060	12411.7	30,9		
		ППГ	-	12411.7	-	12411.7	15	10351,7	-	2060	12411.7	27,3		

## 5 ПОДБОР УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПОДАЧИ И УДАЛЕНИЯ ВОЗДУХА ДЛЯ ОСТАЛЬНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ПО РЕКОМЕНДУЕМЫМ СКОРОСТЯМ ВОЗДУХА В ПРОХОДНЫХ СЕЧЕНИЯХ

Нагревание воздуха в приточных камерах вентиляционных систем производится в теплообменных аппаратах, называемых калориферами. В качестве греющей среды может использоваться горячая вода, пар, электроэнергия.

Таблица 4 - Характеристики калориферов

Обозначение	$F_{\text{н}}, \text{м}^2$	$f_{\text{в}}, \text{м}^2$	$f_{\text{гр}}, \text{м}^2$	$A$	Размер калорифера
КСк3-5	10,20	0,21	0,0008	11,20	0,42×0,5
КСк3-6	13,26	0,27	0,000846	12,12	0,53×0,5
КСк3-7	16,34	0,33	0,000846	12,97	0,65×0,5
КСк3-8	19,42	0,39	0,000846	13,83	0,78×0,5
КСк3-9	22,50	0,46	0,000846	14,68	0,9×0,5
КСк3-10	28,66	0,58	0,000846	16,39	1,15×0,5
КСк3-11	83,12	1,66	0,00258	34,25	1,7×1,0
КСк3-12	125,27	2,49	0,0030	64,29	1,7×1,5

Расход теплоты, необходимой для нагревания приточного воздуха:

$$Q = 0.28 * L * \rho_{\text{к}} * c * (t_{\text{к}} - t_{\text{н}}) = 0,28 * 13912 * 1,229 * 1,005(14 + 40) = 202368,42 \text{ Вт}$$

Задаемся массовой скоростью  $\nu_{\text{р}} = 7 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  и находим площадь фронтального сечения калориферной установки для прохода воздуха:

$$f_{\text{в}}' = \frac{L * \rho_{\text{к}}}{3600 * \nu_{\text{р}}'} = \frac{13912 * 1,229}{3600 * 7} = 0.53 \text{ м}^2$$

Выбираем к установке калорифер марки КСк3-11.

Находим действительную массовую скорость:

$$\nu_{\text{р}} = \frac{L * \rho_{\text{к}}}{3600 * \Sigma} = \frac{13912 * 1,229}{3600 * 1,66} = 2,23 \text{ кг}/\text{м}^2 \cdot \text{с}$$

Находим расход воды в калориферной установке:

$$G = \frac{Q}{0.28 * c_{\text{ж}} * (t_{\text{г}} - t_{\text{обр}})}$$

$$= 202368,42 \cdot \frac{0,28 * 4,19 * (150-70)}{0} = 2156,2 \text{ кг/ч}$$

Находим скорость воды в трубках калориферов:

$$v_{\text{тр}} = \frac{2156,2 \cdot G_{\text{ж}}}{f_{\text{тр}} \cdot 1000 \cdot 3600} = \frac{0,00258 \cdot 1000 \cdot 3600}{0,00258 \cdot 1000 \cdot 3600} = 0,23 \text{ м/с}$$

По найденным значениям  $v_{\text{р}}$  и  $v_{\text{тр}}$  по прил. 5 находим коэффициент теплопередачи калорифера:

$$k = 33,36 \text{ Вт/м}^2\text{°С}$$

Определяем требуемую поверхность нагрева:

$$F_{\text{тр}} = \frac{1 \cdot 1 \cdot Q}{k \cdot (t_1 - t_2)} = 1,1 \cdot 202368,42$$



$$= 79,44 \text{ м}^2_{\text{ср ср}}$$

Определяем общее число устанавливаемых калориферов и действительную площадь поверхности нагрева:

$$n' = \frac{F_{\text{тгр}}}{F_{\text{н}}} = \frac{79,44}{83,12} = 0,96 = 1 \text{ калорифер}$$

$$F_{\text{д}} = 83,12 * 1 = 83,12 \text{ м}^2$$

Запас площади поверхности нагрева калорифера:

$$\phi = \frac{F_{\text{д}} - F_{\text{тгр}}}{F_{\text{д}}} * 100 = \frac{83,12 - 79,44}{83,12} * 100 = 4,4 \%$$

Динамическое сопротивление калорифера определяем по прил. 5 при  $\nu\rho = 2,23 \text{ кг/м}^2\text{°C}$  :

$$\Delta P_{\text{к}} = 32,43 \text{ Па}$$

Гидравлическое сопротивление калорифера:  $\Delta P_{\text{тр}} = 32,43 * 0,23^2 = 1,72 \text{ кПа}$

Для очистки подаваемого воздуха в количестве  $L = 13532,1 \text{ м}^3 / \text{ч}$  установим семь фильтров. Тогда действительная удельная воздушная нагрузка одного фильтра  $L'$ ,  $\text{м}^3 / (\text{ч} \cdot \text{м}^2)$  составит:

$$L' = \frac{L}{6 * f} = \frac{13912}{6 * 0,22} = 8209,2 \text{ м}^3 / (\text{ч} \cdot \text{м}^2)$$

При  $L = 10836,1 \text{ м}^3 / \text{ч}$  определим начальное сопротивление фильтра:  $H = 80 \text{ Па}$ .

Эффективность фильтров можно принять в среднем равной  $E = 95 \%$  ( $\eta = 0,95$ ).

Расчетная пылеемкость фильтров при увеличении сопротивления до  $150 \text{ Па}$ , т.е. на  $H = 150 - 80 = 70 \text{ Па}$  по сравнению с начальным, составляет:  $G_y =$

2200 г/м<sup>2</sup> . Количество пыли, оседающей на фильтрах ФяВБ за 1 сутки, г/сут, составит:

$$G_{\text{сут}} = c_{\text{cc}} * L * \eta * \tau = 0.001 * 13912 * 0.95 * 16 = 164,7 \text{ г/сут}$$

Продолжительность работы фильтра без регенерации, сут:

$$\tau_{\text{ф}} = \frac{G_{\text{yf}}}{G_{\text{сут}}} = \frac{2200 * 0.22 * 6}{164,7} = 17,6 \text{ суток}$$

Для грубой и средней очистки выбрасываемого в атмосферу воздуха от пыли применяют циклоны. Их преимущество, по сравнению с другими сухими пылеотделителями, состоит в том, что они имеют, как правило, более простую конструкцию, обладают большой пропускной способностью, просты в эксплуатации.

Определяют необходимую площадь сечения циклонов, м<sup>2</sup> :

$$F = \frac{L}{3600v_0} = \frac{3660}{3600 * 4,5} = 0,28 \text{ м}^2$$

Определяют диаметр циклона, м, задаваясь их числом n:

$$D = 1.13 * \sqrt{0.52} = 0.6 \text{ м}$$

Вычисляют действительную скорость, м/с, в циклоне:

$$v'_0 = \frac{1.27L}{3600 * n * D^2} = \frac{1.27 * 3660}{3600 * 0.6^2} = 4,43 \text{ м/с}$$

Определяют гидравлическое сопротивление, Па, циклона:

$$\Delta P = \xi_{\text{ц}} * \rho_{\text{вх}} * v^2 = \xi_{\text{ц}} * \rho_{\text{ц}} * (v')^2 = 76 * \frac{1.128 * 4,43^2}{2} = 841.2 \text{ Па}$$

$$d_{50\wedge} = 548.5 * d_{50} * \sqrt{((D\wedge * \mu\wedge)/(\rho_{\text{п}}\wedge * v_{0\wedge}))} = 548.5 * 5\sqrt{((900 * 19.3 * [10]^{-6}) * 4.5)/(2900 * 3.71))} = 7.4$$

ПРИТОЧНАЯ УСТАНОВКА:

Величина полного давления, Па:

$$P_{\text{в}} = 1,1 * (1082,7 + 32,43 + 70) = 1185,13 \text{ Па}$$

Производительность вентилятора, м<sup>3</sup>/ч:

$$L_B = 1,1 * L = 1.1 * 10836,1 = 11919,7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Принимаем к установке вентилятор ВР280-46В, типоразмером ВА132М6.

Мощность на валу электродвигателя, кВт, определяют по формуле:

$$N = \frac{L_B * P_B}{3600 * 1021 * \eta_B * \eta_n} = \frac{9,7 * 1185,13}{3600 * 1021 * 0,8 * 1} = 4,8 \text{ кВт}$$

Установочную мощность электродвигателя, кВт, находят по формуле:

$$N_y = K_3 * N_э = 1,2 * 4,8 = 5,76 \text{ кВт}$$

ВЕНТИЛЯТОРЫ РАДИАЛЬНЫЕ ВР280-46 (ВЦ 14 - 46) ИСП.1 СРЕДНЕГО ДАВЛЕНИЯ										
Взрывозащищенные из разнородных металлов (В), взрывозащищенные коррозионностойкие из нержавеющей стали (ВК)										
Типоразмер вентилятора	Конструктивное исп.	Двигатель		Частота вращения, об. мин	Параметры в рабочей зоне (для синхронной частоты вращения двигателя)		Масса вентилятора, кг	Виброизолятор		Номер технических условий, ГОСТов
		Типоразмер	Мощность кВт		Производительность, тыс. м³/час	Полное давление, Па		Тип	Кол - во	
ВР280-46 В ВР280-46 ВК № 2	1	АИМЛ63В4	0,37	1500	0,4 - 1,4	250 - 310	34,1	ДО38	4	ТУ 4861-006-118 650 4.5 -99
		АИМЛ80А2	1,5	3000	1,3 - 2,0	1000 - 1220	44,6	ДО38	4	
		АИМЛ80В2	2,2	3000	0,9 - 3,0	1000 - 1300	39,0	ДО38	4	
		АИММ90Л2	3,0	3000	0,9 - 3,0	1000 - 1400	70,6	ДО39	4	
ВР280-46 В ВР280-46 ВК № 2,5	1	АИМЛ71А4	0,55	1500	1,0 - 2,0	415 - 460	35,5	ДО38	4	
		АИММ90Л2	3,0	3000	2,0 - 3,2	1700 - 2000	78,7	ДО39	5	
		АИММ100С2	4,0	3000	2,0 - 4,2	1700 - 2000	77,0	ДО39	5	
ВР280-46 В ВР280-46 ВК № 3,15	1	АИМЛ71В6	0,55	1000	1,4 - 2,9	320 - 370	41,7	ДО38	4	
		АИМЛ80А6	0,75	1000	1,4 - 3,5	320 - 350	51,2	ДО38	5	
		АИМЛ80В4	1,5	1500	2,2 - 3,5	750 - 880	51,2	ДО38	5	
		АИММ90Л4	2,2	1500	2,2 - 5,0	750 - 900	71,2	ДО39	4	
ВР280-46 В ВР280-46 ВК № 4	1	АИММ100Л6	2,2	1000	2,7 - 6,5	520 - 700	110,0	ДО39	5	
		АИММ112М4	3,0	1000	2,7 - 7,3	520 - 660	183,5	ДО41	4	
		АИММ112М4	5,5	1500	4,5 - 7,6	1350 - 1800	132,6	ДО40	4	
		ВА132С4	7,5	1500	4,5 - 10,0	1350 - 1800	162,0	ДО40	5	
ВР280-46 В ВР280-46 ВК № 5	1	ВА132С6	5,5	1000	5,7 - 12,0	900 - 1150	213,0	ДО41	4	
		ВА132М6	7,5	1000	5,7 - 15,0	900 - 1200	226,0	ДО41	5	
		ВА160С4	15,0	1500	8,5 - 15,0	2100 - 2450	245,0	ДО41	5	
		ВА160М4	18,5	1500	8,5 - 19,0	2100 - 2500	245,0	ДО41	5	
ВР280-46 В ВР280-46 ВК № 6,3	1	ВА180С4	22,0	1500	8,5 - 20,1	2100 - 2500	355,0	ДО42	4	
		ВА132М8	5,5	750	7,5 - 14,0	800 - 930	269,0	ДО41	5	
		ВА160С8	7,5	750	7,5 - 17,0	800 - 960	296,0	ДО41	6	
		ВА160М8	11	750	7,5 - 22,0	800 - 950	321,0	ДО41	6	
		ВА160С6	11	1000	10,0 - 14,0	1450 - 1620	295,0	ДО41	6	
		ВА160М6	15	1000	10,0 - 19,0	1450 - 1780	352,0	ДО42	4	
ВА180М6	18,5	1000	10,0 - 23,0	1450 - 1770	405,0	ДО42	5			
ВА200М6	22	1000	10,0 - 28,0	1450 - 1780	455,0	ПО42	5			

ВЫТЯЖНАЯ УСТАНОВКА:

Величина полного давления, Па:

$$P_B = 1,1 * (903,39 + 841,2) = 1744,59 \text{ Па}$$

Производительность вентилятора, м³ /ч:

$$L_B = 1,1 * L = 1,1 * 3660 = 3840 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Принимаем к установке вентилятор ВЦ-35 В № 8-01, типоразмером ВА132М4.

Мощность на валу электродвигателя, кВт, определяют по формуле:

$$N = \frac{L_B * P_B}{3600 * 1021 * \eta_B * \eta_n} = \frac{3840 * 1744,59}{3600 * 1021 * 0,8 * 1} = 2,95 \text{ кВт}$$

Установочную мощность электродвигателя, кВт, находят по формуле:

$$N_y = K_3 * N_3 = 1,2 * 2,95 = 18,64 \text{ кВТ}$$

ВЕНТИЛЯТОРЫ РАДИАЛЬНЫЕ ВЦ 5-35, ВЦ5-45, ВЦ5-50 ИСП.1 СРЕДНЕГО ДАВЛЕНИЯ 

Взрывозащищенные (В) из разнородных металлов

Типоразмер вентилятора	Конструктивное исп.	Двигатель		Частота вращения, об/мин.	Параметры в рабочей зоне (для синхронной частоты вращения двигателя)		Виброизолятор		Масса вентилятора, кг	Номер технических условий, ГОСТов
		Типоразмер	Мощность, кВт		Производительность, тыс. м <sup>3</sup> /час	Полное давление, Па	Тип	Кол-во		
ВЦ5-35 В №3,55	1	АИМЛ71А2	0,75	3000	0,41 - 0,9	1820-1600	ДО39	4	82,5	ТУ 4861-012-11865045-00
		АИМЛ71В2	1,1	3000	0,42-1,65	1820-1200			83,5	
ВЦ5-35 В №4		АИМЛ80В2	2,2	3000	0,85-2,3	2750 - 2000	ДО40	4	113,0	
ВЦ5-35 В № 8		ВА132М4	11,0	1500	4,5-12,2	3000 - 2060	ДО42	6	558,0	
ВЦ 5-35 В № 8-01		ВА132М4	11,0	1500	4,5-12,2	3140-2260	ДО42	6	558,0	
ВЦ5-35 В № 8,5		ВА132М4	11,0	1500	4,0-11,5	3300 - 2400	ДО42	6	558,0	
ВЦ5-45 В № 4,25		АММ10052	4,0	3000	1,2-5,0	2750-1700	ДО41	4	214,2	
ВЦ5-45 В № 8		ВА132М4	11,0	1500	4,0-12,0	2700 - 2300	ДО42	6	559,0	
ВЦ5-45 В №8,5		ВА16054	15,0	1500	5,2-17,0	3200 - 2300	ДО43	5	688,0	
ВЦ5-50 В №8		ВА16054	15,0	1500	7,5-19,5	2700-2100	ДО43	5	731,0	
ВЦ5-50 В №8 - 01	ВА160М4	18,5	1500	8,8-30,0	2700-1350	753,0				
ВЦ5-50 В №9	ВА180М4	30,0	1500	10,0-35,0	3200 - 2200	ДО44	5	1003,0		

**ВЫТЯЖНАЯ УСТАНОВКА:**

Величина полного давления, Па:

$$P_B = 1,1 * 168,39 = 185,23 \text{ Па}$$

Производительность вентилятора, м<sup>3</sup>/ч:

$$L_B = 1,1 * L = 1,1 * 7491,74 = 8240,91 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Принимаем к установке вентилятор ВР85-77 №3,15 типоразмером АДМ80В2

Мощность на валу электродвигателя, кВт, определяют по формуле:

$$N_{\text{в}} = \frac{L_B * P_B}{3600 * 1021 * \eta_B * \eta_n} = \frac{8240,91 * 185,23}{3600 * 1021 * 0,8 * 1} = 0,29 \text{ кВт}$$

Установочную мощность электродвигателя, кВт, находят по формуле:

$$N_y = K_3 * N_{\text{в}} = 1,2 * 0,29 = 0,35 \text{ кВт}$$

ВЕНТИЛЯТОРЫ РАДИАЛЬНЫЕ ВР85-77 ИСП. 1 НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ										
Общего назначения из углеродистой стали										
Типоразмер вентилятора	Конструктивное исполнение	Двигатель		Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Параметры в рабочей зоне (для синхронной частоты вращения двигателя)		Виброизолятор		Номер технических условий, ГОСТов
		Типоразмер	Мощность, кВт			Производительность, тыс. м <sup>3</sup> /час	Полное давление, Па	Тип	Кол-во	
ВР85-77 №2,5	1	АДМ63А4	0,25	1500	19,5	0,24-1,51	187-77	ДО38	4	ГОСТ15976-90
		АДМ63В2	0,55	3000	20,2	0,5-2,3	775-320			
ВР85-77 №3,15		АДМ63А4	0,25	1500	30,8	0,48-2,3	300-120	ДО39	4	
		АДМ80В2	1,5	3000	38,6	1,0-4,9	1300-540			
ВР85-77 №4		АДМ71А6	0,37	1000	40	0,67-3,0	200-120	ДО39	5	
		АДМ71В4	0,75	1500	44,2	1,0-4,8	500-205			
ВР85-77 №5		АДМ80А4	0,75	1000	75,9	1,3-6,7	350-140	ДО40	5	
		АДМ90Л4	2,2	1500	79,9	2,0-9,7	830-340			
ВР85-77 №6,3		АДМ100Л6	2,2	1000	109	2,7-12,7	570-230	ДО40	5	
		А, АИРХМ13254	7,5	1500	140	4,2-19,6	1340-550			

Акустические характеристики измерены со стороны нагнетания на номинальном режиме работы вентилятора

Вентилятор	n, об/мин	Значение Lp, дБ в октавных полосах f, Гц								LpA, дБа
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ВР 85-77 №2,5	1000	58	69	62	60	58	50	41	41	66
	3000	75	76	76	77	76	73	64	64	84
ВР 85-77 №3,15	1500	66	68	76	69	67	65	57	48	73
	3000	79	82	85	92	84	82	82	70	91
ВР 85-77 №4	1000	66	68	76	69	67	65	57	46	73
	1500	75	76	85	76	76	73	66	57	91
ВР 85-77 №5	1000	71	73	82	78	76	73	66	57	82
	1500	80	84	93	84	72	70	62	53	79
ВР 85-77 №6,3	1000	79	82	89	82	83	82	73	64	89
	1500	90	92	100	82	80	74	70	60	85
					93	91	89	82	71	97

Подобрать воздухораспределители в помещении с размерами в плане 12х6 метров, высотой 3.3 м. Расход воздуха на приточную вентиляцию  $L = 600 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Принимаем установки потолочные распределители типа ДПУ-В, которые подают веерные струи.

Определим требуемую площадь выходного сечения воздухораспределения:

$$f_{\text{ор}} = \left( \frac{L_0 \cdot m}{3600 \cdot \chi \cdot V_{\text{хдоп}}} \right)^{1/3} = \left( \frac{75 \cdot 5}{3600 \cdot 0,32 \cdot 2,8} \right)^{1/3} = 0,35, \text{ м}$$

$N=8$  штук

$$L_0 = \frac{600}{8} = 75 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Принимаем размер ячеек 3х3 метра. После разбиения на ячейки надо проверить условия :

$$0,5 < \frac{l}{\chi} > 1,5$$

$1,5/2,8=0,54$  (все верно)

$$x = H_{\text{ном}} - h_{\text{р.з}} + A = 3,3 - 2 + 1,5 = 2,8 \text{ м}$$

Принимаем высоту рабочей зоны 2 метра.

$$V_{\text{доп}} = K_{\text{п}} * V_{\text{н}} = 1,6 * 0,2 = 0,32 \text{ м/с}$$

Принимаем  $K_{\text{п}}$  по допустимым параметрам по легкой категории работ вне зоны прямого воздействия приточной струи воздуха  $K_{\text{п}} = 1,6$

Принимаем ближайшее в большую сторону значения ДПУ-В 200

$$f_{\text{факт}} = 0,018$$

$$V_0 = \frac{L_{x0}}{(3600 * f_{\text{факт}})} = \frac{75}{3600 * 0,018} = 1,16 \text{ м/с}$$

Проверяем комфортные условия:

$$V_x = \frac{(m * V_0 * \sqrt{f_{\text{факт}}})}{x} = 0,28, \text{ м/с}$$

Сравниваем  $V_x$  и  $V_{\text{доп}}$  :  $0,28 < 0,32$

У нас меньше максимума, значит расчет выполнен правильно.

## 6 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОЗДУХОВОДОВ ОДНОЙ– ДВУХ ПРИТОЧНЫХ И ВЫТЯЖНЫХ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ. ПОДБОР ДЛЯ ДАННЫХ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ: ПРИТОЧНЫХ КАМЕР, ВЕНТИЛЯТОРОВ, УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОЧИСТКИ УДАЛЯЕМОГО ВОЗДУХА И ВЫБРОСА ЕГО В АТМОСФЕРУ, ВЫТЯЖНЫХ И ПРИТОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

Аэродинамический расчет воздуховодов начинают с вычерчивания аксонометрической схемы (М 1: 100), проставления номеров участков, их нагрузок  $L$  (м<sup>3</sup>/ч) и длин  $l$  (м). Определяют направление аэродинамического расчета - от наиболее удаленного и нагруженного участка до вентилятора (установки) – это и будет основной магистралью. При сомнениях при определении направления рассчитывают все возможные варианты.

Расчет начинают с удаленного участка: определяют диаметр  $d$  (м) круглого сечения или площадь  $F$  (м<sup>2</sup>) поперечного сечения прямоугольного. Рекомендуемая скорость воздуха до 8 м/с.

Потери давления на участке определяются по формуле:

$$\Delta P_{\text{уч}} = R \cdot l \cdot \beta_{\text{ш}} + Z, \text{ Па},$$

где  $R$  - удельные потери на трение, Па/м, определяются в зависимости от диаметра участка воздуховода и скорости движения воздуха в нем;

$l$  – длина участка, м;

$\beta_{\text{ш}}$  - коэффициент учета шероховатостей воздуховода; определяется в зависимости от материала воздуховода;

$Z$  – потери давления в местных сопротивлениях, Па; определяются по формуле:

$$Z = P_{\text{дин}} \cdot \Sigma \xi, \text{ Па},$$

где  $P_{\text{дин}}$  – динамическое давление воздуха на участке, Па;

$\Sigma \xi$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке;

Динамическое давление воздуха  $P_{\text{дин}}$  находится по формуле:

$$P_{\text{дин}} = \frac{\rho_{\text{в}} \cdot \omega^2}{2}, \text{ Па,}$$

где  $\rho_{\text{в}}$  – плотность воздуха, равная 1,2 кг/м<sup>3</sup>;

$\omega$  – скорость воздуха на участке, м/с.

Аэродинамический расчет приточной системы вентиляции П1 и вытяжной системы вентиляции В1 приведены в таблицах 5 и 6 соответственно.

Таблица 5 - Аэродинамический расчет системы П1

№ участка	Расход, L м <sup>3</sup> /час	Длина воздуховода на участке, L, м	Воздуховоды круглые, диаметр d, мм	Воздуховоды прямоугольные, а x в,		Площадь сечения воздуховода, F, м <sup>2</sup>	Скорость воздуха, v м/с	Удельные потери давления R, Па/м	Поправочный коэффициент	Потери давления на трение R <sub>ln</sub> , Па	Динамическое давление P <sub>д</sub> , Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений Σ ξ	Потери давления в местных сопротивлениях Z, Па	Потери давления на участке R <sub>ln</sub> + Z, Па	Потери давления в сети, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1034.3	1,5	250	-	-	0,049	5.8	1.724	1	2.586	21.6	2.29	49.46	52.046	-
2	2068.6	1,5	355	-	-	0,099	5.8	1.112	1	1.668	21.6	2.24	48.384	50.05	-
3	3102.9	1,5	450	-	-	0,159	5.4	0.828	1	1.243	21.6	2.2	47.52	48.76	-
4	4137.2	1,5	500	-	-	0,196	5.8	0.724	1	1.086	21.6	2.2	47.52	48.61	-
5	5171.5	1,5	560	-	-	0,246	5.8	0.629	1	0.944	21.6	2.2	47.52	48.46	-
6	6205.8	4	630	-	-	0,312	5.5	0.543	1	2.172	21.6	2.37	52.192	54.36	-
7	1034.3	1,5	250	-	-	0,049	5.8	1.724	1	2.586	21.6	2.29	49.46	52.046	-
8	2068.6	1,5	355	-	-	0,099	5.8	1.112	1	1.668	21.6	2.24	48.384	50.05	-
9	3102.9	1,5	450	-	-	0,159	5.4	0.828	1	1.243	21.6	2.2	47.52	48.76	-
10	4137.2	1,5	500	-	-	0,196	5.8	0.724	1	1.086	21.6	2.2	47.52	48.61	-
11	5171.5	1,5	560	-	-	0,246	5.8	0.629	1	0.944	21.6	2.2	47.52	48.46	-
12	6205.8	4	630	-	-	0,312	5.5	0.543	1	2.172	21.6	2.37	52.192	54.36	-
13	12411.6	5.7	630	-	-	0,312	11.05	1.975	1	11.263	86.4	0.17	14.688	25.95	-
														ИТОГО:	328.236



## 7 ПОДБОР РАЗМЕРОВ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ВОЗДУХОВОДОВ ПО ДОПУСТИМЫМ СКОРОСТЯМ ДВИЖЕНИЯ И РАСХОДУ ВОЗДУХА ДЛЯ ОСТАЛЬНЫХ ЗАПРОЕКТИРОВАННЫХ ПРИТОЧНЫХ И ВЫТЯЖНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ ЗДАНИЯ. А ТАКЖЕ ПОДБОР ПО ОРИЕНТИРОВОЧНЫМ ЗНАЧЕНИЯМ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ВОЗДУХОВОДАХ ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЭТИХ СИСТЕМ

Допустимые скорости движения воздуха в сечении приточных устройств 1,5 м/с, в сечении вытяжных 2 м/с.

1. Вычисляем ориентировочную площадь решетки.
2. По каталогу воздухораспределителей АРКТОС подбираем решетку с ближайшим сечением.
3. В конце расчета необходимо определить скорость.

Принимаем к установке воздухораспределители типа Р (решетка щелевая) по таблице 7. Исходя из рекомендуемой скорости воздуха в решетке  $v = 3$  м/с, определяем требуемую площадь живого сечения воздухораспределителей  $F$ , м<sup>2</sup>, по формуле:

$$F = \frac{L}{v_0 \cdot 3600} = \frac{12411,7}{3 \cdot 3600} = 1,15 \text{ м}^2$$

Таблица 7 – Характеристики типовых воздухораспределителей

Характеристика типовых воздухораспределителей [11]

Воздухораспределитель и область применения	Тип, марка	Размеры				$F_0, \text{м}^2$	Рекомендуемые значения	
		$d_0, b_0 \times l_0$	$d_1, b_1$	$h_1$	$l_1$		скорости воздуха $v_0, \text{м/с}$	расхода воздуха $L_0, \text{м}^3/\text{ч}$
Решетка воздухоприточная регулируемая (серия 1.494-8) – для подачи воздуха в помещения жилых, общественных и общественных зданий системами отопления, вентиляции и кондиционирования	PP1 (A1B1)	100×200	150		250	0,016	2–5	115–290
	PP2 (A2B2)	100×400	150		450	0,032		230–580
	PP3 (A3B3)	200×200	250	–	250	0,032		230–580
	PP4 (A4B4)	200×400	250		450	0,064		460–1050
	PP5 (A5B5)	200×600	250		650	0,096		690–1730
Решетка панельная (серия 1.494-10) – для подачи и удаления воздуха из помещений с пониженными требованиями к параметрам воздуха рабочей зоны	P150 (СТД-296)	–	200	–	200	0,014	1–3	50–160
	P200 (СТД-296)	–	252	–	252	0,025		90–280

Принимаем к установке воздухораспределители PP5 с площадью живого сечения  $F_0 = 0,096 \text{ м}^2$ , определим их количество:

$$n_{\text{реш}} = \frac{L}{F_0} = \frac{115}{0,096} = 12 \text{ решеток.}$$

Определяем действительную скорость движения воздуха на выходе из решеток, м/с:

$$v_0 = \frac{L}{n_{\text{реш}} * F_0 * 3600} = \frac{12411,7}{12 * 0,096 * 3600} = 2,992 \text{ м/с}$$

Расход воздуха через одну решетку,  $\text{м}^3/\text{ч}$  :

$$L_0 = \frac{L}{n_{\text{реш}}} = \frac{12411,7}{12} = 1034,3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Скорость воздуха и избыточная температура воздуха при входе струи в рабочую зону:

$$K_x = \frac{m * v_0 * \sqrt{F_0}}{C * v_n} = \frac{4,5 * 2,992 * \sqrt{0,096 * 0,5 * 1 * 1}}{6} = 0,347 \text{ м/с}$$

Коэффициент стеснения  $K_c$  по таблице 5 в зависимости от величин:

$$F = \frac{F_0}{F_p} = \frac{0,064}{1,25 * 5} = 0,01$$

$$x = \frac{6}{4.5 * \sqrt{6,25}} = 0.53$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном курсовом проекте для производственного здания в г. Ростов выполнены все пункты задания.

Были кратко описаны назначения помещений и выделяющиеся вредности в помещениях зданий, а также рассмотрены параметры внутреннего и наружного воздуха.

Произведен расчет требуемого воздухообмена для каждого помещения здания и определены производительности запроектированных систем вентиляции с учетом воздушного баланса.

Рассчитано воздухораспределение для помещения большого объема, т.е. определены типоразмеры и количество воздухораспределителей. Подобраны устройства для подачи и удаления воздуха для остальных помещений по рекомендуемым скоростям воздуха в проходных сечениях.

Был произведен аэродинамический расчет воздуховодов запроектированной вытяжной системы вентиляции В1. Подобраны размеры поперечного сечения воздуховодов по допустимым скоростям движения и расходу воздуха для остальных запроектированных приточных и вытяжных вентиляционных систем здания.

Подобрано вентиляционное оборудование по значениям суммарных потерь давления в воздуховодах и расходу.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гительман Е.Б. Вентиляция производственного здания. Методические указания к курсовому проекту для студентов специальности 270109 (290700) – Вологда: ВоГТУ, 2010.- 47 с.
2. СП 60.13330.2016. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: актуализированная редакция СНиП 41-01-2003: утв. Приказом Минстроя России от 16.12.2016 № 968/пр. – Введ. 17.06.2017. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 120 с.
3. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий / В.П. Титов, Э.В. Сазонов, Ю.С. Краснов, В.И. Новожилов. – М.: Стройиздат, 1985. – 208 с.
4. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.1 / В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1992.- 319 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
5. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.2 / Б.В. Баркалов, Н.Н. Павлов, С.С. Амирджанов и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Стройиздат, 1992. – 416 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
6. Инженерные системы зданий. Отопление и вентиляция производственных помещений / Гримитлин А.М., Дацюк Т.А., Крупкин Г.Я., Стронгин А.С., Шилькрот Е.О. – Санкт-Петербург: АВОК Северо-Запад, 2007. – 399 с.
7. ГОСТ 21.602-2016. Межгосударственный стандарт. Правила выполнения рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования: Система проектной документации для строительства: введен 1 июля 2017 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 ноября 2016 г. N 1802-ст. Взамен ГОСТ 21.602-2003-Москва: Стандартинформ, 2016. – 38 с.
8. Вентиляторы: Каталог продукции / ООО «Завод Вентилятор» Северо-Западного Электромеханического объединения, 2009. – 76с.

9. Смирнова, Л.И. Теплогазоснабжение и вентиляция [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.И. Смирнова. – Волгоград: Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2010. – 126 с.

10. Каменев, П.Н. Вентиляция: учебник для вузов по направлению «Стр-во» / П.Н. Каменев, Е.И. Тертичник. – Москва: АСВ, 2008. – 614, [1] с.

11. Вентиляция промышленных зданий и сооружений [Электронный ресурс]: учебное пособие / сост. А.Г. Кочев. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2011. – 179 с.

12. Теплоснабжение и вентиляция: курсовое и диплом. Проектирование: учебное пособие для вузов по направлению «Стр-во» / под общ. ред. Б.М. Хрусталева. – 3-е изд., испр. И доп. – Москва: АСВ, 2007. – 783 с.

13. Охрана и очистка воздушного бассейна от вентиляционных и технологических выбросов: методические указания к практическим работам: ИСФ: направление 08.03.01 – Строительство: профиль подготовки «Теплогазоснабжение и вентиляция»: направление 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника: профиль подготовки «Промышленная теплоэнергетика» / [сост.: Д.Ф. Карпов, М.В. Павлов, Н.Н. Монаркин]. – Вологда: ВоГУ, 2018. – 31, [1] с.