


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт горного дела и строительства  
Кафедра «Охрана труда и окружающей среды»

Утверждено на заседании кафедры  
«Охрана труда и окружающей среды»  
«\_26\_» \_\_01\_\_ 2021 г., протокол №\_\_6\_\_  
Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ В.М. Панарин

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
по выполнению курсового проекта  
по дисциплине (модулю)**

**«Системы вентиляции»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
**20.03.01 Техносферная безопасность**

с направленностью (профилем)  
**Инженерная защита окружающей среды**

Форма обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 200301-01-21

Тула 2021 год

**Разработчик:**

Рылеева Е.М., доцент, к.т.н., доцент



(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

## **1. Цель и задачи выполнения курсового проекта**

В настоящее время учебными планами предусматривается повышение роли самостоятельной работы студентов. Курсовое проектирование считается одной из форм такой работы.

Цель курсового проектирования – обеспечить закрепление и углубление знаний, полученных студентами при изучении теоретического материала, а также в процессе выполнения практических занятий.

Основой для проектирования служит задание, выданное кафедрой ОТ и ОС. Проект состоит из расчетно – пояснительной записки и графической части.

Разделы записки необходимо размещать в следующем порядке: титульный лист, задание на проектирование, содержание, введение (только при дипломном проектировании), текст записки с расчетами, таблицами, рисунками и выводами, список использованных источников и приложения. Текстовую часть записки рекомендуется снабжать эскизами и графиками.

Графическая часть проекта выполняется на листах ватмана формата  $576 \times 814 \text{ мм}$ . Масштабы чертежей и расположение отдельных изображений на листах приведены в ГОСТ 21602-79[2].

За правильность расчетов и достоверность расчетных данных отвечает студент – автор проекта.

## **2. Исходные данные.**

Началу проектирования должны предшествовать:

- изучение студентом задания на проектирование;
- знакомство с технологическим процессом и спецификой технологического оборудования (приложение 1).

Цель: определить категорию производства в цехе по взрыво – пожароопасности (приложение 2); уточнить схему организации воздухообмена в производственных помещениях объекта проектирования (приложение 3); принять решение о необходимости устройства местной

вытяжной и местной приточной вентиляции, а также аварийной противодымной вентиляции.

Исходные данные для проектирования должны включать:

- местоположение объекта проектирования (указать город и его географическую широту с привязкой к СНиП [3, с.38, приложение 8]);
- расчетные параметры наружного и внутреннего воздуха для трех периодов года [1;3].
- ориентацию промздания по сторонам света;
- среднюю скорость и повторяемость ветра по восьми румбам (за январь и июль месяц) [5];
- параметры теплоносителя;
- число работающих в смене (с разбивкой по основным производственным помещениям или цехам), а также число рабочих смен в течение суток;
- наименование и количество материалов, ввозимых в цех или его производственные помещения (в час, смену или сутки);
- вид и число единиц транспорта;
- стоимость единицы теплоты, одного кВт/ч и одного м<sup>3</sup> воды, необходимой для мокрой очистки воздуха от пыли;
- другие дополнительные данные по указаниям руководителя проектирования.

### **3. Последовательность изложения расчетов в записке.**

1. Краткое описание технологического процесса и характер выделяющихся вредностей.

2. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций. При курсовом проектировании сопротивления теплопередаче принимают по СНиПам или справочной литературе [4;9]. При дипломном проектировании термическое

сопротивление теплопередаче ограждений и толщину стен определяют расчетом.

3. Расчет теплопотерь.
4. Расчет тепlopоступлений
5. Составление теплового баланса.
6. Обоснование системы отопления.
7. Расчет количества вредных выделений, кроме теплоты.
8. Расчет местной вытяжной вентиляции.
9. Расчет естественной и искусственной вентиляции.
10. Расчет аэрации и воздушного душирования рабочих мест.
11. Составление воздушного баланса.
12. Расчет и подбор воздухораспределительных устройств.
13. Расчет и подбор отопительно – вентиляционного оборудования.

В курсовом проекте – для одной из приточных камер.

14. Конструктивные решения элементов и сети воздухопроводов систем вентиляции.
15. Аэродинамический расчет вентустановок. Подбор вентиляторов.
16. Обоснование и расчет воздушно – тепловой завесы.
17. Гидравлический расчет трубопроводов отопления теплоснабжения калориферных установок.
18. Мероприятия по снижению шума установок вентиляции.
19. Расчет аварийной противодымной вентиляции.
20. Противопожарные мероприятия.
21. Мероприятия по охране труда и технике безопасности.
22. Охрана атмосферы от выбросов ЗВВ.
23. Взрывоопасность газов и паров.
24. Автоматизация систем отопления и вентиляции.
25. Повышение экономической эффективности систем отопления и вентиляции.
26. Оформление материалов курсового проекта.
27. Список использованных источников.

#### **4. Рекомендации по расчетам.**

##### **4.1. Описание технологических процессов и вредностей, поступающих в рабочую зону цеха.**

Цель проработки данного вопроса: выявить оборудование, служащее источником выделения вредностей; составить представление о режиме и последовательности работы оборудования основных производственных помещений или цехов; уточнить наименование и характер вредностей, поступающих в процессе производства в рабочую зону и в здание в целом.

Краткое описание технологических процессов и сопутствующих их работе вредностей приведено в следующих источниках:

- а) деревообрабатывающие цеха [9, с.134, §7.8; 10, с.225, §7.7; 11, с.273, §13.1; 15, с.66, §§23-24; 13;14];
- б) арматурный, формовочный и бетоно – смесительные цеха[12, с.53, §§16-22; 16; 17; 18];
- в) гальванический цех [9, с.109, §7.3; 10, с.215, §7.4; II, с.183, §§10.1-10.4; 19];
- г) окрасочный цех [9, с.111, §7.4; 10, с.223, §7.6; II, с.196, §§II.1-II.7];
- д) сварочный и сварочно – сборочный цех [9, с.116, §2.5; 10, с.210, §7.2; II, с.155, §§9.1-9.5; 20, с.87, §§20-26; 21];
- е) кузнечно – прессовый цех [9, с.137, §7.9; II, с.130, §§8.1-8.5 ];
- ж) механический цех [9, с.137, §7.9; II, с.212, §§12.1-12.4; 12, с.186, §§26-28];
- з) шлифовально – полировальный цех [22, с.180, §25; 23];
- и) литейный цех (с обрубно – очистным отделением)[10, с.218, §7.5; II,с.104, §§7.1-7.4; 24];
- к) цех пластмасс [25; 26, с.142; 27; 28].

##### **4.2. Выбор расчетных параметров наружного воздуха**

Выбор расчетных параметров наружного воздуха для холодного и теплого периода года ведется в зависимости от географического положения населенного пункта и назначения вентиляции в соответствии со строительными нормами.

Параметры наружного воздуха принимаются согласно рекомендациям СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» в соответствии с географическим районом расположения объекта. Различают два варианта наружного климата при проектировании вентиляции – параметры А и Б, выбор которых обуславливается следующими положениями.

Согласно п. 5.10 СНиПа [1] параметры А принимают для систем вентиляции и воздушного душирования для теплого периода года;

Параметры Б – для систем отопления, вентиляции и воздушного душирования для холодного периода года, а также для систем кондиционирования для теплого и холодного периодов года.

Параметры наружного воздуха для переходных условий года следует принимать  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  и удельную энтальпию  $26,5\text{ кДж/кг}$ .

При расчете инфильтрации учитывается господствующее направление и скорость ветра.

Климатические данные заданного района строительства в соответствии с рекомендуемыми нормами обеспеченности определяют по СНиП 23-01-99\* «Строительная климатология» или принимаются согласно заданию на курсовой проект по **прил.1**.

По заданию на проектирование допускается принимать более низкие параметры наружного воздуха в холодный период года и более высокие параметры наружного воздуха в теплый период года, п.5.12 СНиПа [1].

#### **4.3. Выбор расчетных параметров внутреннего воздуха**

Так как параметры внутреннего воздуха в зависимости от высоты могут меняться, то нормы обязывают при проектировании вентиляции обеспечить

определенными лишь параметры в рабочей зоне помещения, которые могут быть оптимальными или допустимыми. Согласно строительным нормам и правилам проектируемая вентиляция должна, обеспечить в помещении допустимые параметры при всех состояниях наружного воздуха в пределах; от принятых параметров наружного воздуха для холодного периода до принятых параметров наружного воздуха для теплого периода года.

Параметры микроклимата при вентиляции помещений (кроме помещений, для которых метеорологические условия установлены другими нормативными документами) следует принимать по ГОСТ 30494-96, ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ, СанПиН 2.1.2.1002-00, СанПиН 2.2.4.548-96 и СНиП 41-01-2003 (Отопление, вентиляция и кондиционирование) для обеспечения метеорологических условий и поддержания чистоты воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне помещений:

а) в холодный период года в обслуживаемой или рабочей зоне производственных помещений температуру воздуха – минимальную из допустимых температур при отсутствии избытков явной теплоты в помещениях; экономически целесообразную температуру воздуха в пределах допустимых норм в помещениях с избытками явной теплоты. В производственных помещениях площадью более 50 м<sup>2</sup> на одного работающего следует обеспечивать расчетную температуру воздуха на постоянных рабочих местах и более низкую (но не ниже 10 °С) температуру воздуха не непостоянных рабочих местах.

б) для теплого периода года в помещениях с избытками теплоты - температуру воздуха в пределах допустимых температур, но не более чем на 4 °С для производственных помещений выше расчетной температуры наружного воздуха (по параметрам А) и не более максимально допустимых температур по приложению В (СНиП 41-01-2003).

При выборе допустимых параметров внутреннего воздуха следует иметь в виду, что цехами со значительными теплоизбытками являются: плавильные, литейные, термические, кузнечно-прессовые, а также отделения отжига термообручных цехов.



При выполнении курсового проекта не допускается принимать расчетные параметры внутреннего и наружного воздуха по таблицам, приведенным в справочниках и пособиях, а следует пользоваться только санитарными или строительными нормами.

Значения допустимых норм температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне производственных помещений для теплого и холодного периодов года, приведены в **прил.2**.

#### **4.4. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.**

1 Пользуясь нормативными и справочными источниками, надо выписать расчетные параметры внутреннего воздуха для производственных помещений и наружного воздуха для заданной местности (города привязки объекта проектирования) [1; 3; 5; 29, с.6, §1.2 и с. 9, §1.4].

2 При курсовом проектировании сопротивления теплопередаче  $R$  (стен, окон, пола и потолка) принимают по справочным данным, согласно строительным конструкциям, указанных в задании [4; 9, с.23, табл. 2.9; 7; 8], а при дипломном проектировании коэффициенты теплопередачи ограждающих конструкций здания  $K$  (стен, окон, пола и потолка) определяют расчетом по [4; 7; 8].

#### **4.5. Расчет теплотерь.**

##### 4.5.1 Теплотери через наружные ограждающие конструкции здания.

При выполнении курсового проекта теплотери через наружные ограждающие конструкции здания определяются по укрупненным показателям, Вт [9, с.27, фор.(2.26)] или [7, с.41, фор.(8.19)]:

$$Q = a \cdot q \cdot (t_{ср.в.} - t_n) \cdot V_n;$$

где  $q$  – удельная тепловая характеристика здания,  $\frac{Вт}{м^3 \cdot ^\circ C}$ ,

значение которой принимают по справочным данным (приложение 4), а при отсутствии информации рассчитывать по формуле Н.С. Ермолаева [7, с.41, фор.(8.22)]:

$$q = 1,08 \left\{ \frac{P}{S} [K_{ст.} + d(K_{ок.} - K_{ст.})] + \frac{1}{h} (0,9K_{нт.} - 0,6K_{пл.}) \right\};$$

здесь Р – периметр здания, м;

S – площадь здания, м<sup>2</sup>;

d – коэффициент остекления, равный отношению площади остекления к площади вертикальных наружных ограждений;

K<sub>ст.</sub>, K<sub>ок.</sub> – коэффициенты теплопередачи, соответственно стен и окон,  $\frac{Вт}{м^3 \cdot ^\circ C}$ ,

K<sub>пт.</sub>, K<sub>пл.</sub> – коэффициенты теплопередачи, соответственно потолка и пола,  $\frac{Вт}{м^3 \cdot ^\circ C}$ ,

h – высота здания, м;

t<sub>ср.в.</sub> – средняя температура воздуха внутри помещения, °C;

t<sub>н</sub> – температура наружного воздуха по параметру Б, °C;

V – наружный объем здания, м<sup>3</sup>.

При выполнении дипломного проекта теплотехнический расчет ограждающих конструкций здания выполняется по [4; 7; 8].

#### 4.5.2 Теплотери на нагрев инфильтрующего воздуха.

Расход теплоты на нагревание наружного воздуха, инфильтрующего через ограждающие конструкции помещений, рекомендуется определить по [3, с.51, прил.10].

Примечание. Студентам заочникам (спец. 290700), проживающим вне г.Пензы, в порядке исключения допускается принимать потери теплоты на нагревание инфильтрующегося в помещения воздуха, равные 30% от величины потерь теплоты через наружные ограждающие конструкции здания.

#### 4.5.3 Теплотери на нагрев ввозимых материалов.

Расход теплоты на нагревание материалов, ввозимых в производственные помещения или цех, Вт, определяется по формуле [10, с.70]

$$Q_m = 0,278 \cdot G_m \cdot c_m \cdot (t_{\bar{o}} - t_m) \cdot \beta;$$

где  $G_m$  – количество материалов, поступающих в цех (производственное помещение) в течение одного часа, кг/ч;

$c_m$  – удельная теплоемкость материала, кДж/(кг·°C), величину которой профильного и листового металла принимают равной  $c_{лм} = 0,46$ ; для стальной арматуры  $c_a = 0,481$ ; для пиломатериала  $c_{п} = 0,84$ ; для литейных заготовок из стали или чугуна  $c_3 = 0,73 - 0,75$ ;

$t_m$  – температура материала, °C. Для металла и металлических изделий  $t_m = t_n^B$ , °C; для прочих несыпучих материалов (дерево, пластмасса и др.)  $t_m = t_n^B + 10$ , °C; для сыпучих материалов (песок, гравий и др.)  $t_m = t_n^B + (15-20)$ , °C.

$\beta$  – коэффициент, учитывающий интенсивность поглощения теплоты во времени; его величину находят по графику 2.1 [10, с.32] в зависимости от критерия Фурье  $F_o = \frac{\tau}{c \cdot G \cdot R}$  [10, с.33-34]. Ориентировочное значение  $\beta$  в течение первого часа нахождения материала в цехе допускается принимать в пределах 0,5 – 0,35 [7, с.39, табл.8.3].

#### 4.5.4 Теплотери на нагрев транспорта

Расход теплоты на нагревание автотранспорта рекомендуется определять по [9, с.27, табл.2.15], задаваясь маркой автомашины и значениями  $t_n$  и  $t_6$  °C. Возможны расчеты по формуле  $Q_\tau = q \cdot \beta \cdot \frac{\tau}{60}$ , [10, с.70-72], при этом значение  $\beta$  для первого часа рекомендуется принимать равным 0,5 или по [9, с.26, форм.(2.24)]. Значение  $\tau$  – время, в течение которого автомашины находятся в цехе (или помещении) менее одного часа, мин.

#### 4.5.5 Теплотери на нагревание воздуха, поступающего через наружные ворота, при работающей воздухо – тепловой завесе.

При работе воздухо – тепловой завесы (ВТЗ) практически не представляется возможным полностью перекрыть поступление наружного воздуха через проем ворот внутрь цеха. Поэтому в тепловой баланс цеха

вводится расход теплоты на нагревание воздуха, Вт, поступающего через ВТЗ, количество которого рассчитывается по формуле:

$$Q = 0,278 \cdot c \cdot \frac{G_{в.з.}}{q} \cdot (t_{п.з.} - t_{с.м.}) \cdot \frac{\tau}{60};$$

где  $c$  – удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг·°С), в системе СИ принимается равной единице;

$G_{в.з.}$  – количество воздуха, необходимое для работы ВТЗ, кг/ч, определяют по [9, с.13, форм.(4.1)]:

$$G_{в.з.} = 3600 \cdot q \cdot \mu_{\phi} \cdot F_{\phi} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h (\rho_n - \rho_{\phi}) \cdot \rho_{см.}};$$

здесь  $q$  – принимают в пределах 0,6-0,7;

$\mu_{\phi}$  – коэффициент расхода, зависящий от угла раскрытия ворот, принимают в пределах 0,25-0,30 [9, с.63, табл.4.1];

$F_{\phi}$  – площадь проема ворот, м<sup>2</sup>;

$g$  – ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с<sup>2</sup>;

$h$  – расчетный параметр, определяющий расстояние от середины проема ворот до плоскости нейтральной зоны, м, его величину определяют по [9, с.64, табл.4.2, форм.(4.2), (4.3) и (4.4)];

$\rho_n, \rho_{\phi}$  – плотность соответственно наружного и внутреннего воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{см.}$  – плотность смеси воздуха, кг/м<sup>3</sup>, соответствует температуре смеси наружного и внутреннего воздуха –  $t_{см.}$ , °С;

$t_{п.з.}$  – температура воздуха в рабочей зоне цеха, °С;

$t_{см.}$  – температура смеси воздуха, °С, значение которой принимаю по [3, с.17, §4.70].

$\tau$  – время работы ВТЗ, мин, при открытых воротах, рекомендуется принимать в пределах от 3 до 5 минут, при больших значениях  $\tau$  оговаривается в исходных данных.

4.5.6 Прочие теплопотери принимают в размере 6% от суммы предыдущего по пп.3.1-3.6.

## 5. Расчет тепlopоступлений.

5.1 Тепlopоступления от нагретых поверхностей оборудования, в частности от печей, определяют по [9, с.28, форм.(2.29)]. При этом будем считать, что наружные стенки печи изолированы, поэтому значение  $t_n$  принимаем в пределах 40-75°C. Возможен аналогичный расчет по [10, с.38-39].

5.2 Тепlopоступления от пода печи определяется по [9, с.28, форм.(2.35)]. Значение  $t_{в.п.}$  указывается в задании на курсовое проектирование или его принимают в пределах 900-1200°C.

Примечание. Размеры печи и площадь пода указывается в задании. При отсутствии таких данных площадь пода,  $m^2$ , ориентировочно может быть принята в пределах 0,5-1,5 (аналогично печам в кузнечных цехах).

5.3 Тепlopоступление от закрытого загрузочного отверстия печи вычисляют по [10, с.42].

5.4 Тепlopоступления от зонта над загрузочным отверстием определяется по [10, с.42].

Примечание. Будет считать, что тепlopоступления с продуктами сгорания в цех не поступают. При наличии местной вытяжной вентиляции от печей газы из печи в цех не прорываются.

Результаты расчетов по пунктам 5.1-5.4 рекомендуется проверить, руководствуясь следующим. Количество теплоты, поступающее в цех от печи, приблизительно можно принять в пределах 32-35%, на нагревание металла расходуется 15-18% и удаляется с газами около 50%, считая от общего количества теплоты, выделяемой сгораемым топливом, расход которого указывается в задании. При отсутствии таких сведений его величину принимают из расчета 50-70 кг/ч на 1  $m^2$  пода печи. Источник теплоты – мазут, твердое топливо или газ.

5.5 Поступление теплоты от кузнечных горнов, снабженных дымоотводящими зонтами, рассчитывают по [10, с.45].

5.6 Тепlopоступления от электродвигателей определяют по [9, с.28, форм.(2.28)] или по [10, с.43].

5.7 Теплопоступления от постов сварки принимают по [9, с.29; 10, с.64].

5.8 Теплопоступления от приборов освещения определяются по [31, с.22, форм.(2.8); 9, с.30, форм.(2.54); 10, с.34-36].

5.9 Теплопоступления от остывающего металла определяют по формуле  $Q = 0,278 \cdot G_m \cdot c \cdot (t_n - t_k), Bm$ , [10, с.32] или [9, с.31, форм.(2.56); 31, с.27, форм.(2.2)].

5.10 Теплопоступления от людей в производственных помещениях в том случае, если объем помещения на одного работающего не превышает  $40 \text{ м}^3$  [10, с.33, прим.п.2].

5.11 Теплопоступления от солнечной радиации для северной средней территории России учитывают только в теплый период года, а для южной – дополнительно учитывают и в переходный период года, но с коэффициентом 0,5. Студенты дневного отделения спец. 290700 этот расчет выполняют на ПЭВМ по методическим указаниям [32], а студентам заочного обучения разрешается указанный расчет выполнить вручную.

Согласно [3; 29, кн.1] Теплопоступления за счет солнечной радиации рекомендуется учитывать через световые проемы, покрытие и наружные стены.

5.12 Прочие теплопоступления принимаются в размере 5% от суммы предыдущих по пп.4.1-4.11.

## **6. Тепловой баланс производственных помещений.**

Тепловой баланс производственных помещений оформляется в табличном виде для трех периодов года по [33, с.4, табл.1; 9, с.38-39, табл.2.29].

По итоговым данным теплового баланса, приведенным в графах 16 и 17 [33, с.4, табл.1], делают вывод о необходимости устройства систем отопления и вентиляции по трем периодам года.

## **7. Расчет количества вредных выделений.**

Расчет количества вредных выделений, кроме теплоты, осуществляется с учетом специфики технологических процессов на данном производстве. К ним относят: газы, пары жидкостей, в том числе водяные пары, различного рода аэрозоли и токсичные пыли. Расчет указанных вредных выделений приведен в [10, с.74-84, §§3.1-3.3].

### **8. Расчет местной вытяжной вентиляции.**

Наиболее эффективным средством локализации вредных выделений считают устройство местной вентиляции. С этой целью надо выявить источники газопылевых выделений в цехе, которыми является в основном технологическое оборудование. Локализация таких источников требует устройства различного рода укрытий.

К ним относят: полные укрытия типа вытяжных шкафов; полуоткрытые укрытия типа зонтов или колпаков и полностью открытые укрытия типа бортовых или кольцевых местных отсосов, которые улавливают вредности только за счет силы аэродинамического действия всасывающих на поток газопылевых вредностей.

Расчеты местных вытяжных установок, укомплектованных такими укрытиями (местными отсосами), приведены в [9, с.74-87; 10, с.84-134].

### **9. Расчет естественной и искусственной общеобменной вытяжной вентиляции.**

При локализации источников газопылевых выделений местные отсосы улавливают только часть вредных выделений (порядка 75-80%), остальная часть вредных выделений (порядка 25%) прорывается, минуя укрытия, в рабочую зону цеха. Большая часть из них, плотность которых меньше плотности окружающего воздуха, поступают в верхнюю зону цеха.

Задача общеобменной вентиляции – обеспечить воздухообмен в верхней зоне здания и тем самым снизить концентрацию вредных выделений (газов, паров, летучих аэрозолей) в воздух верхней зоны до нормативных значений ПДК.

Для расчета воздухообмена общеобменной вентиляции вначале определяют температуру воздуха, уходящего (или удаляемого) из верхней зоны цеха,  $t_{ц.}$ . Ее величину рассчитывают по формуле Г.А. Максимова:

$$t_{ц.} = \frac{t_{p.з.} - (1 - m) \cdot t_n}{m} = t_n + \frac{t_{p.з.} - t_n}{m};$$

где  $m$  – опытный коэффициент теплораспределения, учитывающий долю избыточной теплоты, которая воздействует на температуру воздуха в рабочей зоне.

Согласно исследованиям НИИСФ температуру воздуха верхней зоны производственных помещений в отапливаемых зданиях следует принимать с учетом высоты цеха. Если высота производственных помещений цеха не превышает 4-6 м (предельные значения зависят от этажности здания), то температура воздуха в верхней зоне принимают равной температуре воздуха в рабочей зоне. При высоте производственных помещений цеха более 4 м температура воздуха в верхней зоне определяют расчетом, с использованием коэффициента  $m$ . Его значение для некоторых производственных зданий приведены в приложении 5.1.

При отсутствии для проектируемого цеха значения  $m$  температуру воздуха, уходящего (удаляемого) из верхней зоны, определяют по формуле:

$$t_{ц.} = t_{p.з.} + k(n - 4), ^\circ\text{C};$$

где  $k$  – температурный градиент, учитывающий повышение температуры воздуха по высоте помещения (здания) на каждый метр выше уровня верхней отметки наружных ворот или площадок,  $^\circ\text{C}$  на 1 м высоты. Рекомендации по выбору значения  $k$  приведены в приложении 5.2.

Примеры расчета общеобменной вытяжной вентиляции даны в [9, с.87, §6.1; 10, с.148-153; 29, кн.1, с.170-186].

## 10. ОФОРМЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

### 10.1. Оформление расчетно-графической записки

1. Согласно общесоюзному классификатору предприятий код ПГАСИ имеет номер 2069059.



2. Оформление пояснительной записки необходимо выполнять в точном соответствии со стандартом предприятия СТП ПензГАСИ 001-96 [53].

3. Форма, порядок и образец заполнения титульного листа установлены стандартом ПензГАСИ 002-95 и приведены в [53, с.34].

4. Текст пояснительной записки пишут от руки чернилами одного цвета (синими, фиолетовыми или черными) на белой бумаге формата А4 (210x297 мм). Большие таблицы и иллюстрации допускается выполнять на чертежной бумаге, миллиметровке или кальке формата А3 (294x420 мм).

5. На первом листе каждого раздела пояснительной записки приводят рамку по форме 4 (15x130 мм), а на последующих страницах записки - рамку по форме 5 (15x10 мм) [53, с.38]. Каждый лист пояснительной записки оформляется рамкой рабочего поля - слева по часовой стрелке (20x5x5x5 мм) [53, с.37].

6. Образцы заполнения штампов курсового и дипломного проектов приведены в [53, с.29 и 30].

7. Задание на выполнение проекта брошюруется после титульного листа и включается в общую нумерацию страниц. Каждый раздел записки начинается с нового листа.

Объем пояснительной записки не должен превышать 60 страниц рукописного текста.

## 10.2. Оформление графической части

Объем графической части должен составлять 2-3 листа формата А1, при этом два листа регламентируются для курсовых проектов с элементами научных разработок экспериментального или теоретического направлений, а три листа - для обычных учебных проектов.

Чертежи по отоплению и вентиляции зданий и сооружений необходимо выполнять в точном соответствии с требованиями ГОСТ 21602-79 [2].

План-схему объекта проектирования приводят в дипломном проекте, [2, с.2].

Характеристику вентиляционных систем приводят на первом листе в курсовом и дипломном проектах [2, с.3 ].

Основные показатели по расчетам систем ОиВ приводят в дипломном проекте [2, с.4].

Масштабы изображения планов зданий, разрезов, узлов систем ОиВ и их фрагментов приведены в [2, с.5].

Примеры оформления плана с системами ОиВ приведены в [2, чертежи 7 и 8] , а разрезы в [2, чертеж 9].

Примеры начертания схем систем ОиВ приведены в [2, чертежи 10, 11, 12, 13, 16 и 17].

Пример оформления плана и разрезов приточной камеры приведены в [2, чертежи 18 и 19].

На планах и разрезах указывают: основные размеры, отметки, а также привязку установок к осям здания - объекта проектирования [2, с. 13, § 4,3].

#### Содержание графического материала

На листе I (формат А1) показывают:

вверху (слева)- план здания с нанесением установок вентиляции и сети трубопроводов с нагревательными приборами системы отопления (при ее наличии); ниже - разрез плана; вверху (справа) - "розу ветров"; внизу (при технической возможности) - таблицу характеристик вентиляционных установок; внизу (справа над штампом) - экспликацию технологического оборудования.

На листе 2 (формат А1) показывают:

вверху (слева) - план и разрезы приточной камеры / ниже (слева) при необходимости помещают план вытяжной камеры /; справа (над штампом) - спецификацию воздухопроводов и основных элементов приточной установки, включая оборудование приточной камеры; на остальной части листа 2 - аксонометрические схемы расчетных вентиляционных установок, а также схему ВТЗ.

На листе 3 (формат А1) показывают:

элементы камер и ВТЗ; характерные местные отсосы (2-3, не более); виброоснование (с виброизоляторами); шкивы клиноременной передачи (при их расчете); расчетные воздухопровода равномерного всасывания или раздачи воздуха; клапаны разные; чертежи нестандартного оборудования и др.

При оформлении листа 3 рекомендуется использовать следующие каталоги и альбомы:

1. Строительный каталог СК-8, раздел 80. Чертежи типовых конструкций, изделий и узлов зданий и сооружений.- М.: СантехНМИпроект, 199С. В СК-8 вошли: приточные камеры, шахты дымоудаления, решетки воздухоприемные типов Р и РР, воздухораспределители разные, клапаны (огнезадерживающие, обратные, переходные) и др.

2. Строительный каталог СК-8, раздел ВО. Чертежи типовых конструкций, изделий и узлов зданий и сооружений. Части I и 2.-М.: СантехНМИпроект, 1991. В них вошли: циклоны типов ЦН-11, ЦОК, С10Т-М и УЦ; виброизолирующие основания под насосы; шумоглушители; ВТЗ и др.

3. Типовые конструкции и детали. Серия 1.494-2. Унифицированные ВТЗ в промышленных зданиях. Выпуски №№ 10, 11 и 12.- М.: ЦНИИпромзданий, 1990.

4. Типовые детали. Серия ПР-05-43/64. Воздушные и воздушно тепловые завесы. Рабочие чертежи.- М.: ЦНИИпромзданий, 1983 (1965).

5. Типовые детали. Серия 4.904.37. Местные отсосы от ручной электросварки.- М.: ГПИ Сантехпроект, 1903 (1967).

6. Типовой проект. Серия 08-02-138. Рабочие чертежи. Местные отсосы от деревообрабатывающих станков,- М.: Проектпромтвентиляция, 1983 (1966).

7. Типовые детали. Серия 03-02-100. Рабочие чертежи. Местные отсосы от кузнечных горнов.- М.: Гипротис, 1983 (1963).

8. Типовой проект. Серия 08-02-120. Рабочие чертежи. Виброизолирующие основания под вентиляторы. - М.: ГПИ Сантехпроект, 1983 (1961).

Примечания:

1. Размещение чертежей на листах, а также их заполнение может изменяться - по согласованию с руководителем курсового проектирования.

2. При большом объеме расчетов, если текст записки превышает 60 страниц, объем листа 3 допускается сокращать наполовину.

## **Литература**

### **Основная литература**

1. Зеликов В.В. Справочник инженера по отоплению, вентиляции и кондиционированию/ Справочник. – М: Инфра-Инженерия, 2011. – 624 с.: ил. ).- <http://biblio-online.ru/>
2. Ананьев В.А. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика / В. А. Ананьев, Л. Н. Балужева, В. П. Мурашко.— Новая ред. — М.: Евроклимат, 2008.— 504 с. : ил.
3. Беккер, А. Системы вентиляции / А. Беккер ; пер. с нем. Л. Н. Казанцевой ; под ред. Г. В. Резникова .— М. : Техносфера : Евроклимат, 2007 .— 240 с. : ил.
4. Богословский, В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха : учебник для вузов / В.Н.Богословский .— 3-е изд. — СПб. : Авок Северо-Запад, 2006 .— 400с.
5. Изельт, П. Увлажнение воздуха. Системы и применение / П. Изельт, У. Арндт, М. Вильке ; пер. с нем. Л. Н. Казанцевой ; под ред. Г. В. Резникова .— М. : Техносфера : Евроклимат, 2007 .— 216 с. : ил.
6. Каменев, П. Н. Вентиляция : учебник для вузов / П. Н. Каменев, Е. И. Тертичник .— М. : АСВ, 2008 .— 616 с. : ил.

### **Дополнительная литература**

7. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий : учеб. пособие для вузов / В. П. Титов [и др.] .— М. : Стройиздат, 1985 .— 208 с .
8. Полушкин, В.И. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Учеб.пособие. Ч.1. Теоретические основы создания микроклимата в помещении / В.И.Полушкин, О.Н.Русак, С.И.Бурцев и др. — СПб. : Профессия, 2002.— 176с.: ил.
8. Богословский, В.Н. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства : в 2 ч. Ч.2. Вентиляция и кондиционирование воздуха / В. Н. Богословский [и др.] ; под ред. И. Г. Старовойтова .— 3-е изд. — М. : Стройиздат, 1978 .— 509 с.

9. Бурцев, С.И. Монтаж, эксплуатация и сервис систем вентиляции и кондиционирования воздуха : учебное пособие для вузов / Бурцев С.И.[и др.]; под ред. В.Е.Минина .— СПб. : Профессия, 2005 .— 376с. : ил.
10. Хрусталеv, Б.М. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование : учеб. пособие для вузов / Б.М.Хрусталеv [и др.]; под общ. ред. Б.М.Хрусталева .— 3-е изд., испр. и доп. — М. : АСВ, 2007 .— 784с. : ил.