

**НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ СТРОИТЕЛЕЙ**

---

**Стандарт организации**

**Инженерные сети зданий и сооружений внутренние**

**ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ**

**Испытание и наладка**

**систем вентиляции и кондиционирования воздуха**

**СТО НОСТРОЙ 26**

*Проект, 1 редакция*

---

**Закрытое акционерное общество «ИСЗС-Консалт»**

**Открытое акционерное общество  
«Центр проектной продукции в строительстве»**

**Москва 2010**

## Предисловие

- |   |                                  |  |
|---|----------------------------------|--|
| 1 | РАЗРАБОТАН                       | Закрытым акционерным обществом «ИСЗС-Консалт»                                    |
| 2 | ПРЕДСТАВЛЕН НА<br>УТВЕРЖДЕНИЕ    | Департаментом технического регулирования<br>Национального объединения строителей |
| 3 | УТВЕРЖДЕН И<br>ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ | Решением Совета Национального объединения<br>строителей ____ № _____             |
| 4 | ВВЕДЕН                           | ВПЕРВЫЕ  |

© Закрытое акционерное общество «ИСЗС-Консалт», 2010

© Оформление ОАО «ЦПП», 2010

*Распространение настоящего стандарта осуществляется в соответствии с действующим законодательством и с соблюдением правил, установленных Национальным объединением строителей*

## Содержание

	Введение	
1	Область применения .....	1
2	Нормативные ссылки.....	1
3	Термины и определения .....	2
4	Классификация и содержание работ .....	2
5	Технология выполнения измерений.....	7
6	Наладки элементов систем вентиляции и кондиционирования .....	26
7	Наладка систем противодымной вентиляции .....	40
8	Наладка центральных систем кондиционирования .....	41
9	Требования к качеству работ .....	52
10	Отчетная техническая документация.....	53
11	Требования к трудовым и материально-техническим ресурсам.....	53
12	Техника безопасности и охрана труда.....	54
13	Приложения .....	55
14	Библиография .....	64

## **Введение**

Настоящий стандарт разработан в целях реализации «Приоритетных направлений деятельности и задач Национального объединения строителей на 2010-2011 годы», утвержденных на Всероссийском съезде саморегулируемых организаций, основанных на членстве лиц, осуществляющих строительство, реконструкцию, капитальный ремонт объектов капитального строительства (протокол от 15.04.2010 № 2).

Настоящий стандарт направлен на реализацию в Национальном объединении строителей «Градостроительного кодекса Российской Федерации» [1], Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [2], Федерального закона от 30 декабря 2009 г. №384-ФЗ «О безопасности зданий и сооружений» [3], Федерального закона от 01.12.2007 №315-ФЗ «О саморегулируемых организациях» [4] и иных законодательных и нормативных актов, действующих в области градостроительной деятельности.

В разработке стандарта принимали участие авторы:

Боломатов В. Н., (ООО «Институт Проектпромвентиляция»), к.т.н.  
Бусахин А.В. (ООО «Третье Монтажное Управление «Промвентиляция»), к.э.н.  
Кузин Д.Л., (НО «АПИК»), к.т.н. Овчинников П. А., Осадчий Г. К. (ООО «МАКСХОЛ технолоджиз»), Ярмош А. И., (ООО «Спецстройэкология»),  
Токарев Ф.В. (НП «ИСЗС-Монтаж»).

**СТАНДАРТ НАЦИОНАЛЬНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ СТРОИТЕЛЕЙ**

---

**Внутренние инженерные сети зданий и сооружений****ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ****Испытания и наладка систем вентиляции и****кондиционирования воздуха**

---

Дата введения \_\_\_\_\_

**1 . ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

1.1 Настоящий стандарт устанавливает общие правила проведения работ по наладке (испытанию, регулировке, диагностике и тестированию) систем вентиляции и кондиционирования в действующих, реконструируемых и строящихся зданиях и сооружениях различного назначения.

1.2 Положения стандарта применяются членами Национального объединения строителей (НОСТРОЙ), саморегулируемыми организациями (СРО), могут быть рекомендованы службам и специалистам по эксплуатации инженерных систем, независимо от формы их организации (юридические и физические лица).

1.3 К проведению работ допускаются специальные организации, имеющие разрешение на данный вид деятельности (документ СРО) или специалисты соответствующего технического уровня и, имеющие сертификат соответствующего образца.

**2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.**

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

Технический регламент о безопасности зданий и сооружений  
N 384-ФЗ от 13.01.10.

Технический регламент о пожарной безопасности N 123-ФЗ от 22.07.08.

ГОСТ 22270-76 Термины и определения. Оборудование для кондиционирования воздуха, вентиляции и отопления.

ГОСТ 12.3.018-79 Методы аэродинамических испытаний.

ГОСТ 12.4.0218-75 Системы вентиляционные. Общие требования.

ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ Р 533000-2009 Противодымная защита зданий и сооружений методы приемно-сдаточных и периодических испытаний.

СНиП 3.05.01-85 Внутренние санитарно-технические системы.

### **3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.**

3.1. В настоящем стандарте применены термины в соответствии с Гражданским кодексом, со статьей 2 Федерального закона, ГОСТ Р 1.4, ГОСТ Р 1.12, СТО НОСТРОЙ 1.0, а также следующие термины с соответствующими определениями.

3.2. **Вентиляция** – организованный воздухообмен, обеспечивающий поддержание требуемых санитарно-гигиенических или технологических параметров в помещениях или замкнутых пространствах, с комплексом технических средств (далее - система вентиляции) .

3.3. **Воздухообмен** – удаление и подача воздуха, осуществляемая действием естественной или механической вентиляции.

3.4. **Кондиционирование воздуха** – комплекс инженерного оборудования (далее - система кондиционирования воздуха краткая форма-СКВ) для создания искусственного и автоматически поддерживаемого микроклимата в помещениях или замкнутых пространствах при изменении внутренних условий и наружных климатических параметров.

3.5. **Микроклимат** – состояние воздушной среды в помещениях или замкнутых пространствах, характеризующееся следующими параметрами: температура, влажность, скорость движения воздуха, давление, газовый и пылевой состав, уровень наличия микроорганизмов, спектр акустических и магнитных волн.

3.6. **Вредные вещества** – вещества, загрязняющие микроклимат помещений, на которые установлена норма предельно допустимой концентрации

3.7. **Наладка** – испытание, настройка, регулировка, диагностика, тестирование работоспособности систем на соответствие параметрам проектной документации или технологических требований на этапе ввода систем в эксплуатацию или в процессе их эксплуатации.

#### **4. КЛАССИФИКАЦИЯ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ.**

Стандарт устанавливает следующую классификацию проведения наладки систем вентиляции и кондиционирования.


**4.1. Пуско-наладочные работы** – работы, выполняемые после завершения строительно-монтажных работ, в период подготовки и передачи систем в эксплуатацию и состоят из индивидуальных испытаний и комплексного опробывания.

**4.1.1 Индивидуальные испытания** - наладка (испытание и регулирование) каждой системы или автономного устройства на заданные проектом расходы воздуха, а также проверку параметров работы оборудования, на данные приведенных в проектной документации.

Индивидуальные испытания проводятся в подготовленных к приемке зданиях или законченных монтажом системам при наличии актов завершения строительно-монтажных работ и опробовании электрооборудования а также при наличии :

- комплекта исполнительных чертежей проекта и технической документации на установленное оборудование и вентиляционные устройства;
- акта проверки трубопроводов систем тепло-холодоснабжения, водоснабжения и водоотведения на плотность гидравлическим или манометрическим методом;
- протокола испытаний участков воздуховодов на герметичность, если воздуховоды скрыты строительными конструкциями;
- акты испытания на холостом ходу вентиляционного оборудования, имеющего электропривод .

Работы по наладке систем вентиляции и кондиционирования должны включать:


- проверку соответствие фактического исполнения систем вентиляции и кондиционирования воздуха проектной документации ;
- испытание вентиляторов при работе их в сети (определение соответствия фактических характеристик паспортным данным: подачи и давления воздуха, частоты вращения и т. д.);
- испытание и регулировку систем с целью достижения проектных показателей по расходу воздуха в воздуховодах, местных отсосах, по воздухообмену в помещениях и определение в системах подсосов или потерь воздуха. **Допустимая величина не плотностей (подсосов) в воздуховодах и других элементах систем не должна превышать значений приведенных в проектной документации или СНиП 3.05.01-85,** 
- испытание действия вытяжных устройств естественной вентиляции,
- проверку работы камер орошения, положения уровня воды в поддонах, равномерность распыла воды в форсунках и эффективность работы насосов,
- проверку равномерности прогрева (охлаждения) теплообменных аппаратов, отсутствия выноса влаги через каплеуловители камер орошения или воздухоохладителей,
- аэродинамические испытания устройств для очистки воздуха.

**4.1.2. Комплексное опробование** – проверка работоспособности при одновременной работе всех систем вентиляции и кондиционирования здания в автоматическом режиме регулирования и обеспечении оборудования тепло - холодоносителем, водоснабжением и другими инженерными устройствами. Комплексное опробование проводится после завершения индивидуальных испытаний и должны включать:

- опробование одновременно работающих систем здания,
- проверку работоспособности вентиляционных устройств при проектном режиме работы оборудования с определением характеристик и соответствия их проектным значениям;



- проверка работоспособности систем вентиляции и кондиционирования воздуха с сетями тепло- холодоснабжения, водоснабжения и водоотведения при проектных режимах работы,
- опробование устройств функционирования оборудования, защиты. блокировки, сигнализации и управления,
- измерение уровней звукового давления в расчетных точках помещений при работающих инженерных системах .

Регламент проведения комплексного опробования инженерных систем здания и порядок устранения выявленных дефектов монтажа должен соответствовать требованиям СНиП 3.01.04-87 

**4.2. Испытание и наладка систем вентиляции и кондиционирования на санитарно-гигиенический эффект и (или) технологические условия воздушной среды.** Наладка должна выполняться при обеспечении ассимиляции расчетного количества тепла, влаги или выделяющихся вредных веществ в холодный, переходный или теплый периоды года.

Работы выполняются по утвержденной Программе и должны включать:

- аэродинамические испытания вентиляционных сетей;
- обследование санитарно-гигиенического состояния воздушной среды рабочей зоны помещения: определение температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха, интенсивности теплового облучения, содержания в воздухе вредных веществ;
- испытание и наладка работы местных отсосов и вентилируемых укрытий;
- наладка местных вытяжных установок;
- проверку эффективности и наладка устройств для очистки воздуха вытяжных систем;
- определение количества тепла, влаги, газов, выделяемых в процессе производства и необходимых воздухообменов для их ассимиляции;
- наладку общеобменных приточных и вытяжных систем и

аэрационных устройств;

- испытание и регулировка регулирующих клапанов на тепло-холодоносителе;


- определение характера распределения температуры, влажности и скорости движения воздуха, содержание вредных веществ в рабочей зоне и рабочем месте, а также регулирование метеорологических условий микроклимата.

- комплексную проверку эффективности работы систем вентиляции и кондиционирования с устройствами автоматики и регулирования путем повторных изменений параметров воздуха и отбора проб на содержание вредных веществ. Эти измерения и отборы проб следует проводить в тех же точках и местах, где они проводились в начале работ.

Точность поддержания параметров микроклимата помещений должна быть:

- по температуре  $\pm 2^\circ$  ,
- по относительной влажности  $\pm 14\%$ ,
- по скорости движения воздуха  $\pm 0,1$  м/с.

Примечание: Для систем кондиционирования допускается обеспечить другую точность поддержания параметров, если это предусматривается технологией производства или требованиями технического задания.

**4.3. Мониторинг, диагностика, тестирование и контроль эксплуатируемых систем проводятся периодически для проверки работы инженерного оборудования или для определения недостатков в работе. Сроки проверки работы устанавливаются государственными органами или технологией производства.** 

**4.4. Испытания при сборе исходных данных для проектирования реконструируемых систем.**

Сбор исходных данных выполняется, если средствами наладки не представляется возможным обеспечить создание или поддержание требуемых параметров воздуха, а также при изменении технологического режима в

помещении.

При сборе исходных данных для проектирования реконструируемых систем следует выполнить следующие работы:

- определяют тип и количество технологического оборудования, выделяющего в воздух помещений производственные вредности;
- определяют технологическое оборудование, которое нуждается в локализации выделяющих вредных веществ путем устройства укрытий и местных отсосов, определяют количество вредных веществ и оптимальные объемы удаляемого воздуха;
- определяют количество выделяющихся от оборудования производственных вредных веществ, формирующих санитарно-гигиеническое состояние воздушной среды помещения, выявляют закономерность их распределения в объеме помещений;
- определяют конструкцию строительных ограждений пола, стен, покрытия световых проемов и фонарей. Определяют площади пола, потолка, верхнего и бокового остекления, открытых технологических проемов и отверстий, технологических ворот и дверей;
- составляют теплотехнические характеристики строительных ограждений здания для расчета теплотерь наружными ограждениями и теплопоступлением от солнечной радиации (инсоляции);
- выявляют потребности в устройстве очистки вентиляционных выбросов и защиты окружающей среды ;
- выявляют целесообразность и возможность применения энергосберегающих решений, а том числе, устройства установок утилизации тепла и холода;
- разрабатывают оптимальные схемы технологической обработки воздуха.

Примечание: методика наладки систем вентиляции и кондиционирования воздуха изложена в «Инструкции по испытанию и наладке вентиляционных устройств» (изд-во ЦБТИ, Москва, 1960), а также в «Руководстве по испытанию и наладке вентиляционных устройств» различных ведомств, разработанных и утвержденных в установленном

порядке.

## **5. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ.**

Используемые при измерениях приборы должны иметь действующие свидетельства об их поверке и включены в перечень «Государственный реестр средств измерений» Гостандарта РФ.

Измерения должны обеспечивать необходимую точность, достоверность результатов производимых расчетов и выполнять требования к используемым приборам, условиям и правилам их применения.

### **5.1. ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ГАЗОВ (ВОЗДУХА) И ЖИДКОСТЕЙ**

5.1.1. Температуры газов (воздуха) и жидкостей от минус 40°C до плюс 60°C измеряют термометрами с ценой деления не более 0,5°C, электронными термометрами с точностью измерения того же класса. При инструментальных измерениях для составления балансов по теплоте и влаге – не более 0,2°C. При температурах выше плюс 60°C допускается применение термометров с ценой деления 1°C. Температуры воздуха при испытаниях систем воздухораспределения измеряют термометрами с ценой деления не более 0,2°C.

5.1.2. Для измерений температуры воздуха в рабочей зоне помещения термометры устанавливают на высоте 1,5 м от пола, вдали от наружных ограждений и оборудования, излучающего теплоту или холод, вне зоны действия солнечных лучей.

5.1.3. Температуру воздуха в воздуховодах следует измерять термометрами, вводимыми внутрь воздуховода через специальные отверстия или лючки, которые следует уплотнять для исключения перетеканий воздуха, которые могут повлиять на результаты измерений.

5.1.4. Измерение температуры движущейся среды (воздуха) проводят на прямых участках воздуховода. При скоростях движения воздуха до 40 м/с (несжимаемая среда) в практических условиях точность измерения температуры воздуха не ниже 0,5°

5.1.5. Температуру поверхности (не теплоизолированной), для определения температуры среды, измеряют термометрами или пирометрами классом не ниже 1,0.

## 5. 2. ИЗМЕРЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

5.2.1. Относительную влажность воздуха следует измерять непосредственно гигрометрами различной конструкции или косвенным путем по показаниям «сухого» и «мокрого» термометров психрометра класса не ниже 1,0.

5.2.2. Относительную влажность воздуха при измерении температур простыми термометрами (типа Августа) определяют по таблицам и номограммам, в зависимости от скорости движения воздуха в зоне измерения или электронными психрометрами с точностью измерения того же класса.

5.2.3. Относительную влажность воздуха, при измерении температур аспирационным психрометром, определяют по графику, прикладываемому к паспорту психрометра.

5.2.4. Определение относительной влажности воздуха в воздуховодах производят по показаниям «сухого» и «мокрого» термометров, вводимых в воздуховод, с учетом скорости воздушного потока.

5.2.5. При отрицательных значениях температуры наружного воздуха, относительную влажность воздуха определяют по показаниям «сухих» термометров и психрометрическим таблицам.

## 5. 3. ИЗМЕРЕНИЕ ДАВЛЕНИЙ ГАЗОВ (ВОЗДУХА) И ЖИДКОСТЕЙ.

5.3.1. Атмосферное давление воздуха следует измерять барометрами классом не ниже 1,0. Данные о барометрическом давлении в конкретном месте на момент испытаний допускаются запросить у региональной гидрометеослужбы.

5.3.2. Измерение давлений в воздуховодах должны выполняться по методике ГОСТ 12. 3.018-79 и требований настоящего стандарта.

5.3.3. Полное  $p_o$ , статическое  $p$  и динамическое  $p_{dv}$  (скоростной напор) давления в выбранном сечении воздуховода измеряют с помощью комбинированного приемника размеры приемной части которого должны соответствовать ГОСТ 12.3.018-79.

Полное давление следует измерять отдельным приемником полного давления. Статическое давление измеряют с помощью специального дренажного отверстия в стенке воздуховода в выбранном сечении, допускается также производить измерения с помощью отдельного приемника статического давления.

5.3.4. Измерителем является дифференциальный манометр класса не ниже 1.0. Дифференциальный манометр может быть жидкостным (микроманометр, U-образный манометр) или электронным. Выбор типа манометра определяется условиями проведения испытаний и требуемой точностью измерений.

5.3.5. Манометр должен соединяться с приемниками давления герметичными пневмотрассами. Для этого могут использоваться резиновые, полихлорвиниловые или силиконовые шланги.

5.3.6. Для измерений давлений и скоростей движения воздуха в воздуховодах (каналах) должны быть выбраны прямые участки с расположением измерительных сечений на расстояниях вниз по потоку не менее шести гидравлических диаметров от места возмущения потока (отводы, шиберы, диафрагмы и т.п.) и не менее двух гидравлических диаметров перед ним.

При отсутствии прямолинейных участков необходимой длины, допускается располагать измерительное сечение в месте, делящем выбранный для измерений участок воздуховода в отношении 3:1 в направлении движения воздуха.

5.3.7. Для устранения влияния пульсаций измеряемого давления, в трубках пневмотрасс манометра следует использовать компенсирующие

вставки (демпферы), вставляемые в разрыв каждого шланга, соединяющего приемник давления с манометром .

5.3.8. Статическое давление в заданном сечении канала  $p$  , Па, определяют по следующим формулам:

при измерениях полных  $p_{oi}$  и динамических  $p_{di}$  давлений

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n (p_{oi} - p_{di})}{n}; \quad (1)$$

Где :  $n$  – кол-во точек измерения

при измерениях статических  $p_i$  давлений

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n}. \quad (2)$$

5.3. 9. Полное давление  $p_o$  в заданном сечении канала рассчитывают по формулам:

при измерениях полных  $p_{oi}$  давлений

$$p_o = \frac{\sum_{i=1}^n p_{oi}}{n}; \quad (3)$$

при измерениях статических давлений  $p_i$  и скоростных напоров  $p_{di}$

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n (p_i + p_{di})}{n}. \quad (4)$$

5.3.10. Давление  $p$ , кПа, жидкости (воды) в трубопроводах измеряют с помощью манометров классом не ниже 0.5 , а перепад давления  $\Delta p$ , кПа, - с помощью дифференциальных манометров.

#### 5. 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ И РАСХОДОВ ВОЗДУХА.

5.4.1. Скорость воздушных потоков, при испытаниях систем воздухораспределения или при оценке санитарно-гигиенического состояния воздушной среды в помещении, измеряют механическими или электронными анемометрами .

5.4.2. Скорость воздуха в воздуховодах, каналах, проемах и т.п. определяют по динамическому давлению в измерительном сечении канала или с помощью анемометров (крыльчатых, чашечных, термоанемометров). Выбор измерительного инструмента определяется требуемым диапазоном измеряемых скоростей характерными размерами измерительного зонда, запыленностью и агрессивностью среды и другими конкретными условиями измерений.

5.4.3. Среднюю скорость движения воздуха  $V_m$  по динамическому давлению в измерительном сечении определяют с помощью формулы

$$V_m = \left( \frac{2}{\rho} * p_d \right)^{0,5}. \quad (5)$$

Где:  $\rho$  - плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>, при температуре  $t^{\circ}\text{C}$  в измерительном сечении, определяется с использованием уравнения состояния воздуха по формуле

$$\rho = \rho_n * \frac{p_a * R_n * (273,3 + t_n)}{p_{ан} * R * (273,3 + t)} = \frac{\rho_n}{K_R} * \frac{p_a * (273,3 + t_n)}{p_{ан} * (273,3 + t)} = \frac{\rho_n}{\Delta}. \quad (6)$$

Где :  $\rho_n = 1,205$  кг/м<sup>3</sup>,  $t = 20^{\circ}\text{C}$ ,  $p_{ан} = 101,3$  кПа – нормальные атмосферные условия для воздуха (плотность, температура, давление);

$K_R = R/R_n$  – отношение газовой постоянной при условиях температуры и относительной влажности эксперимента к газовой постоянной сухого воздуха при температуре  $20^{\circ}\text{C}$ . Для определения  $K_R$  в диапазонах температур  $0...50^{\circ}\text{C}$  и относительных влажностей  $0...100\%$  можно воспользоваться аппроксимирующей формулой

$$K_R = (0,0000003t^3 - 0,000002t^2 + 0,0002t + 0,0033)\varphi + 1. \quad (7)$$

Где:  $t$ , град.С – температура измерений;

$\varphi$ , -относительная влажность в долях единицы. Используя данные для воздуха при нормальных атмосферных условиях, можно записать выражение для  $\Delta$  в виде

$$\Delta = \frac{K_R * (273,3 + t)}{p_a * 2,892}. \quad (8)$$



5.4.4. Анемометры следует применять для измерения скоростей воздуха в тех случаях, когда измерение динамических давлений комбинированными приемниками давления представляется невозможным (в проемах внешних ограждений, отверстиях, открытых концах вентиляционных воздуховодов и т.п.).

5.4.5. Рукоятка измерительного зонда анемометра должна быть достаточно тонкой и длинной, чтобы не вносить дополнительного влияния на течение воздуха в измерительном сечении.

5.4.6. В каждой точке измерения скорость следует определять два раза, причем разность между результатами измерений должна быть не более  $\pm 5\%$ , в противном случае производят дополнительные измерения.

5.4.7. Измерения скорости воздушного потока в открытых отверстиях производят в плоскости выхода воздуха (для воздухораспределительных устройств), а при входе в отверстие – внутри канала (для воздухоприемных устройств).

5.4.8. В отверстиях площадью до  $1\text{ м}^2$  скорость воздуха измеряется медленным равномерным движением анемометра по всему сечению отверстия.

5.4.9. При большем размере отверстия, его сечение разбивают на несколько равных площадок и измерения производят в центре каждой из них. Для последующих расчетов в этом случае в качестве средней скорости принимают среднее арифметическое из значений измеренных скоростей.

5.4.10. В тех случаях, когда в одной части проема движение воздуха имеет одно направление, а в другой – противоположное, необходимо до производства измерений определить с помощью анемометра нейтральную линию в проеме, где скорость воздуха равна нулю. После этого следует отдельно измерить скорости воздуха по обе стороны от нейтральной линии.

5.4.11. В отверстиях, закрытых решетками, измерения скорости производят анемометром, снабженным насадком (сделанным из листовой стали, жести и т.п.), который в процессе измерений плотно примыкает к решетке. Насадок

должен имеет длину, обеспечивающую сглаживание профилей скорости за решеткой. Если решетка имеет наклон для придания определенного направления движения воздуха, то насадок также надо выполнять с наклоном, соответствующим наклону створок решетки. Анемометр ориентируется в направлении максимальных значений скорости потока.

5.4.12. Расход воздуха  $L$ , м<sup>3</sup>/с, в открытых проемах воздухораздающих и воздухоприемных устройств следует определять по формуле


$$L = V_m * F, \quad (9)$$


где :  $F$  – площадь открытых проемов воздухоприемных и воздухораздающих устройств с постоянным направлением движения воздуха, м<sup>2</sup>.

5.4.13. Расход воздуха  $L$ , м<sup>3</sup>/с в отверстиях, закрытых решетками, следует определять по формуле

$$L = V_m * f_{ж}, \quad (10)$$

где :  $f_{ж}$  – живое сечение решетки, м<sup>2</sup>.

Если изготовитель приводит в каталоге тарировочные характеристики для воздухораспределителя (в виде зависимости потерь полного или статического давления от производительности), то расход воздуха через воздухораспределитель определяется по измерениям полного или статического давления на решетке. 

5.4.14. Измерение подачи радиального вентилятора, имеющего рабочее колесо с загнутыми назад лопатками, может осуществляться путем измерения статического давления (разрежения) в заданных точках канала с минимальным сечением, предварительно оттарированного входного коллектора вентилятора, 

## 5.5. ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА, ИНТЕНСИВНОСТИ ТЕПЛООВОГО ОБЛУЧЕНИЯ И СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ.

5.5.1 Для измерения плотности теплового потока через ограждающие конструкции следует применять специальные приборы, в т.ч. НТП-7, НТП-11.

5.5.2. При измерении теплового потока через ограждающие конструкции с термическим сопротивлением менее  $0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  значение плотности теплового потока  $q'$ ,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ , вычисляют по формуле:

$$q' = q \cdot \frac{(t_n - \tau_{\theta})}{(t_n - \tau_{\theta}')} \quad (11)$$

Где:  $t_n$  – температура наружного воздуха на расстоянии 0,1 м от стены,  $\text{°C}$ ;  
 $\tau_{\theta}$ ,  $\tau_{\theta}'$  – температуры поверхности соответственно на участке измерения вблизи преобразователя прибора ( на расстоянии 0,1 м от преобразователя) и под преобразователем,  $\text{°C}$ .

5.5.3. Интенсивность теплового облучения до  $50 \cdot 10^6 \text{ Вт}/\text{м}^2$  следует измерять с помощью актинометра.

5.5.4. Для измерения интенсивности теплового облучения на рабочем месте актинометр должен быть установлен на высоте 1,5 – 1,7 м от пола.

5.5.5. Одновременно с определением интенсивности теплового облучения рабочего места должны быть измерены температура воздуха по «сухому» термометру и скорость движения воздуха на этом рабочем месте.

5.5.6. Интенсивность проходящей в помещение через световой проём солнечной радиации рекомендуется измерять пиранометром .

5.5.7. Для измерения интенсивности прошедшей в помещение солнечной радиации пиранометр устанавливают по центру светового проёма на расстоянии 0,1 м от стекла, причём приёмная поверхность должна быть параллельна плоскости окна.

5.5.8. Количество тепла  $q_c$ ,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ , поступающего в помещение за счёт солнечной радиации через единицу площади проёма, определяют по формуле:

$$q_c = (\beta \pm F \cdot h) \cdot a \quad (12)$$

где:  $\beta$  - показание гальванометра;

$a$  - переводной множитель показаний гальванометра в показания потока солнечной радиации, определяемый градуировкой прибора,  $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{А}$ ;

$F \cdot h$  - поправочной коэффициент прибора, определяемый по его

градуировочному графику в зависимости от высоты солнца. Высоту солнца определяют по справочнику строительной климатологии или по фактическому измерению.

#### **5. 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ РАБОЧЕГО КОЛЕСА ВЕНТИЛЯТОРА.**

5.6.1. Частоту вращения рабочего колеса вентилятора определяют непосредственным измерением тахометром частоты вращения вала рабочего колеса или вала электродвигателя (при установке рабочего колеса на валу электродвигателя).

5.6.2. Для измерений частот вращения валов рекомендуется применять тахометры класса точности 0,5 и 1,0.

5.6.3. При использовании оптических тахометров следует выбрать оптимальное место для светоотражающей метки на роторе, чтобы обеспечить надежное срабатывание тахометра во время работы вентилятора. Для повышения точности измерений допускается устанавливать на ротор более одной светоотражающей метки на один оборот ротора и, при обработке результатов измерения частоты вращения, делить измеренную частоту на количество установленных меток.

#### **5. 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ.**

5.7.1. Активная мощность  $N_c$ , потребляемая электродвигателем вентилятора из сети постоянного тока, переменного однофазного тока или переменного трехфазного тока, может быть измерена непосредственно ваттметром. При этом необходим электрический контакт с сетью для измерения напряжений и токов. В случае переменного тока, измерение токов в ваттметре производится без непосредственного контакта с сетью токовые клещи и т.д..

5. 7. 2. Кроме того, в процессе наладки вентилятора, необходим контроль токов потребления электродвигателя с целью предотвращения превышения значений потребляемых токов. Для этой цели следует

использовать амперметр или комбинированный прибор в режиме амперметра постоянного или переменного тока (при небольших значениях потребляемого тока, до 10...20 А) или для переменного тока достаточно больших значений (следует внимательно ознакомиться с паспортом на прибор) - токовые клещи. Использование токовых клещей для измерения слабых токов (0,1 - 2 А) не допускается.

**5. 7. 3. Амперметры переменного тока и токовые клещи предназначены для использования в электрической сети с синусоидальной формой тока. Применение указанных приборов для частотного привода (или в другой сети с несинусоидальной формой тока) недопустимо.**

## **5. 8. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СОДЕРЖАНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ.**

5.8.1 Содержание вредных веществ в воздухе определяют при санитарно-химическом контроле воздуха производственных помещений, обследования вентиляционных выбросов, очистных устройств, приточных систем и др. Химический анализ проб воздуха проводится по установленным методикам.

5.8.2. Определение содержания вредных веществ в воздухе осуществляется:  
-регистрирующими газоанализаторами (пылемерами) различных типов;  
-индикаторными трубками, в том числе снаряженными потребителями;  
-отбором проб и количественным определением веществ в отобранной пробе;

5.8. 3. Нижняя граница определяемых концентраций вредных веществ в воздухе не должно быть выше:

0,5 уровня максимально разовой ПДК (предельно-допустимая концентрация) или ориентировочного безопасного уровня воздействия вредного вещества в воздухе рабочей зоны (ОБУВ р.з.) при санитарно-химическом контроле воздуха производственных помещений;

0,5 уровня нормируемого технологического параметра воздуха производственных помещений и др.;

0,5 уровня ПДК р.з. (ОБУВ р.з.) при первичном обследовании вентиляционных выбросов;

0,5 уровня контрольного значения предельно допустимого (ПДВ) или временно согласованного выброса загрязняющих веществ в атмосферу (ВСВ) при контроле за соблюдением

0,15 уровня ПДК р.з. (ОБУВ р.з.) при обследовании приточных систем

0,5 ожидаемого уровня концентрации вредного вещества в воздухе при обследовании очистных устройств, местных отсосов и др.;

5.8. 4. Длительность измерения максимально разовой концентрации (отбора проб) вредных веществ в воздухе должна быть при обследовании:

- воздуха производственных помещений и местных отсосов на содержании веществ с остронаправленным механизмом действия (оксиды азоты, фтористый, хлористый и цианистый водород, озон, сероводород, окись углерода, формальдегид, хлор и др.) – не менее 5 минут, на содержания пыли, преимущественно фиброгенного действия, не более 30 минут, в остальных случаях – не более 15 минут;

- очистных устройств и приточных систем – не ограничена;

- вентиляционных выбросов – не более 20-30 минут для условий постоянной амплитуды содержания вещества, а в условиях переменной амплитуды – строго 30 минут либо многократно в случае мгновенных методов отбора проб (измерения).

5.8. 5. Время и длительность измерения (отбора проб) до и после пылегазоочистного устройства (при обследовании очистных устройств), а так же у местного отсоса в воздухе производственного помещения и в воздуховоде должны, как правило, совпадать. Измерение концентрации (отбор проб) при определении среднесменной концентрации вредного вещества должно охватывать не менее 75% продолжительности смены. Для характеристики уровня среднесменной концентрации необходимо провести обследование не менее 5 смен при контроле выбросов. Допускается принимать в качестве среднесменной концентрации среднее арифметическое значение результатов

многократного (не менее 5) последовательного и равномерного (в течение всей смены) контроля воздуха при неограниченном времени отбора проб.

5.8. 6. Вещества в смешанном агрегатном состоянии отбирают с помощью средств, позволяющих производить, как правило, одновременное улавливание паров и аэрозолей.

Погрешность измерения интегрального объёма воздуха, пропущенного через поглотительное (фильтрующее, улавливающее) устройство, не должна превышать  $\pm 10\%$ . Степень поглощения соответствующего устройства не должна быть, как правило, меньше 95%.

5.8. 7. При определении содержания вещества в пожаро и взрывоопасных условиях применяют индикаторные трубки, регистрирующие газоанализаторы в соответствующем исполнении. В качестве побудителя расхода газа при отборе проб применяют эжекторы, стеклянные аспираторы. В случае при отборе проб электромеханических аспираторов их выносят за пределы помещений.

Количество повторных последовательных измерений (отборов проб) для получения среднего значения должно быть:

- как правило, не менее 7 при обследовании источников выбросов при обследовании источников выбросов и очистных устройств;

- не менее 5 в остальных случаях.

5.8. 8. При контроле источников выбросов повторные измерения, допускается проводить в течении нескольких дней.

5.8. 9. Для составления баланса по газу, с количеством циклов не менее двух, количество повторных измерений (отборов проб) в каждом цикле должно быть не менее трёх.

5.8. 10. Определение содержания веществ в потоке газовой среды проводят, как правило на прямом участке воздуховода, на расстоянии шести гидравлических диаметров за местом возмущения потока и не менее двух-трёх гидравлических диаметров до места возмущения потока. При длине прямолинейного участка менее восьми гидравлических диаметров в качестве

мерного следует применять сечение, делящее участок воздуховода в отношении 3:1 в направлении движения потока газовой среды

5.8.11. Метод внутренней фильтрации рекомендуется применять при определении содержания аэрозолей в условиях повышенной влажности контролируемой среды. При этом поперечное сечение фильтрующего устройства не должно превышать 2 % площади поперечного сечения газохода, а второе сечение пробоотборной трубки (наконечник пылеотборной трубки) должно выступать вперёд навстречу потоку на расстояние не менее двух диаметров фильтрующего устройства.

5.8.12. Изокинетический отбор проб веществ в потоке воздушной среды обязателен при определении содержания аэрозолей с размером частиц более 5 мкм (абразивная, угольная, цементная, металлургическая, древесная мучная, агрегированная пыль, тальк, песок, известняк, зола и др.). Аэрозоли с размером частиц более 5 мкм (атмосферная пыль аэрозоля конденсации и химических производств, щелочной, масляной, смоляной, и другие туманы, возгоны, окрасочный аэрозоль, думы, сажа и др.), а так вещества, находящиеся в смешанном агрегатном состоянии, допускается отбирать без строгого соблюдения принципа изокинетичности.

При контроле веществ, находящихся в газо- и парообразном состояниях, соблюдения принципа изокинетичности не требуется.

5.8.13 . При выборе места для измерения содержания веществ в потоке воздуха аэрационных проёмов (аэрационных фонарей, шахт с дефлекторами и т.п.), а так же вентиляторов крышного типа и т.п. необходимо руководствоваться следующими требованиями :

- мерное сечение выбирают, как правило, перед входом в устройства воздухоудаления;
- измерение концентраций (отбор проб) проводят по возможности ближе к центру сечения, а в случае аэрационных фонарей – на продольной оси фонаря;
- измерение (отбор проб) на продольной оси фонаря производят в точках, количество которых зависит от длины аэрационного проёма (до 10 м – 1 точка,



до 20 – 2, до 30 – 3, до 60 – 4, до 100 – 5, до 250 – 7, выше 250 – 10 точек);

- при контроле воздуха на выходе из аэрационного фонаря количество точек измерения (отбора проб) увеличивается пропорционально количеству аэрационных проёмов.

5.8.14. Допускается проведения измерений (отбор проб) равномерным перемещением измерительного устройства либо дискретно путём прерывания длительности измерения равномерным перемещением измерительного устройства либо дискретно путём прерывания длительности измерения при переходе от точки к точке, расположенных равномерно вдоль оси фонаря.

5.8.15 . При необходимости определения валового количества вещества (т/год), удаляемого в атмосферу источниками выброса, измеряют среднесуточную (среднесменную) концентрацию вещества:

- многократным (не менее 5) последовательным равномерным измерением (отбор проб) в течение суток (смены) в характерных производственных условиях с не менее чем, двукратным повтором;

- измерением (отбор проб) в характерных производственных условиях на каждой стадии (операции) технологического процесса с построением диаграмм и последующем интегрированием результатов;

- суточным сменным измерением (отбором проб) с применением автоматических газоанализаторов.

5.8.16 . При отборе проб для последующего анализа дисперсного состава (аспирационный метод), а так же при разделении пыли (аэрозоля) на фракции непосредственно в потоке газовой среды, например, с применением каскадных импакторов соблюдение основных правил отбора проб (место отбора, отбор средней пробы, изокINETичность) обязательно. Длительность отбора проб неограниченна. Количество повторных отборов проб, должно быть, как правило, не менее 5.

5.8.17 . Анализы проб при аспирационном методе определения дисперсного состава, а так же при определении дисперсного состава пыли, уловленной действующими очистными устройствами проводят ситовым,

седиментационным и другими методами.

В ряде случаев в воздухе производственных помещений допускается измерять концентрацию аэрозольных частиц с применением фотоэлектрических счётчиков.

5.8.18 . Результаты определения содержания веществ приводят к стандартным условиям ( $t = 293\text{K}$  ( $+20^{\circ}\text{C}$ ), атмосферное давление  $101,325\text{ кПа}$  ( $760\text{ мм. рт. ст}$ ) по формуле:

$$C_{cm} = \frac{(273+t) \cdot 101.325 \cdot 10^3}{293 \cdot B} \quad (13)$$

Где ; $C_{cm}$  – концентрация вещества в  $\text{мг/м}^3$  или  $\text{г/ м}^2$  при температуре  $t, ^{\circ}\text{C}$ ;  
 $B$  – барометрическое давление,  $\text{кПа}$ .

**5.8.19 . Относительная погрешность результата определения содержания вещества в воздухе (газовой среде) не должна превышать  $\pm 25\%$  при санитарно-химическом контроле воздуха производственных помещений  $\pm 33\%$  в остальных случаях при доверительной вероятности  $95\%$ .**

## 5. 9. ИЗМЕРЕНИЕ ВИБРАЦИИ.

5.9.1.Для измерения вибрации следует использовать виброизмерительные приборы - виброметры или шумомеры с модулем измерения вибрации.

5.9.2. Перед началом измерений необходимо выяснить характер измеряемой величины- среднее квадратичное значение виброскорости, виброперемещение, виброускорение и определить тип прибора.

**5.9. 3. Измерения параметров вибраций следует производить после наладки вентиляторной установки и аэродинамической регулировки сети.**

Кроме того, перед началом измерений **вентилятор должен поработать**

некоторое время, чтобы электродвигатель прогрелся и вышел на рабочий режим. Во время измерений вибраций следует контролировать, чтобы параметры электрической сети питания электродвигателя находились в допусках (частота, ток, напряжение).

5.9.4. Для вентиляторов с регулируемой частотой вращения, выбирают частоту, на которой вибрации в контрольных точках максимальны и измерения проводят на этой зафиксированной частоте вращения ротора.

5.9.5. Выбор числа и места расположения точек измерений определяется по месту с учетом конструкции вентилятора и типа виброизолятора. Время одного измерения должно не менее трех секунд.

## 5.10. ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЕЙ ШУМА ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

5.10.1. Для проведения измерений необходимо применять шумомеры не ниже 1-го класса точности, рекомендуется применять автоматические интегрирующие устройства с широким диапазоном измерений.

5.10.2. Измерения проводятся только после выполнения регулировки всех систем на заданный режим работы. Если системы работают в переменном режиме, то измерения шума выполняются при максимальном уровне работы. В отдельных случаях, при наличии повышенной вибрации, резких звуках и т.д., при работе механического оборудования выполняются измерения величины вибрации и устраняются причины повышенной вибрации.

5.10.3. При измерениях уровня шума от инженерных систем определяют другие источники (фоновый шум) величину которых необходимо определять путем измерения при отключении или включении работающего оборудования. В случае, если разность между измеренным уровнем шума от инженерных систем и фоновой величиной не превышает 10 дБ (дБА), необходимо в результате измерения вносить поправку,

Таблица 1

Разность уровней измеряемого и фонового шума, дБ (дБА),	3	4 – 5	6 – 9	10 и более
Величина, вычитаемая	3	2	1	0

#### 5. 10. 4. Перед началом измерений необходимо:

- определить источники шума и его характеристику (тональный, широкополосный, прерывистый и т.д.);
- определить точки размещения микрофона в рабочей зоне или на окружающей территории;
- уточнить последовательность включения или выключения оборудования;
- принять меры к снижению внешних источников шума, в том числе движение людей, лопания дверей; отключить звуковоспроизводящие приборы и т.д.

Не рекомендуется проводить измерения при наличии атмосферных осадков и во время активного движения транспорта. **Не допускается проводить измерения при скорости ветра более 5 м/с.**

Измерения в административных помещениях следует проводить в нерабочее время суток.

#### 5. 10. 5. Измерения уровня шума в помещении

- при измерениях уровней шума рекомендуется нахождение в помещении только персонала, проводящего измерения;
- при измерении низких уровней шума необходимо проводить дистанционные измерения, т.е. с расположением микрофона в заданной точке, а измерительной аппаратуры в другом помещении;
- **в случае проведения измерений уровня шума в помещении при полном отсутствии мебели, из полученного при измерении значения уровня звука (звукового давления) в дБ (дБА) вычитается поправка 2 дБ (дБА);**
- измерение шума в помещениях жилых и общественных зданий следует

проводить не менее чем в трех точках, равномерно распределенных по помещениям не ближе 1 м от стен и не ближе 1,5 м от окон помещений на высоте 1,2 – 1,5 м от уровня пола. Продолжительность каждого измерения в каждой точке определяется характером шума.

Процесс измерения уровней непостоянного шума продолжают до тех пор, пока  $L(A)$  экв в течение 30 с не будет изменяться более, чем на 0,5 дБА, а постоянного шума – не менее 15 с;

- если источник шума располагается внутри здания, при проведении измерения в помещении окна и двери помещений должны быть закрыты;
- если источник шума располагается вне здания, при проведении измерения в помещении двери должны быть закрыты. При отсутствии в помещении принудительной механической вентиляции форточки, фрамуги, узкие створки окон или вентиляционные устройства, обеспечивающие воздухообмен, должны быть открыты. При этом форточки, фрамуги или вентиляционные устройства открываются на ширину, определяемую конструкцией, а узкие створки окон на ширину – 15 см.

#### 5.10.6. Измерения уровня шума на территории:

- точки для измерения выбираются на границе участков территории, наиболее приближенные к вентиляционным установкам, которые должны располагаться не ближе 2 м от стен зданий, во избежание ошибки в связи с отражением звука, и вне зоны звуковой тени. Количество точек должно быть достаточным для характеристики уровня шума на участке в целом;
- выбор точек на территориях, непосредственно прилегающих к жилым домам, общежитиям, гостиницам, зданиям больниц, санаториев, детских дошкольных учреждений и школ, измерения проводятся не менее, чем в трех точка, расположенных на расстоянии 2 м от ограждающих конструкций зданий на высоте 1,2 – 1,5 м от земли.

При измерении уровней шума на территории от источника, расположенного внутри здания, имеющего вентиляционные проемы, эти проемы (форточки, фрамуги, клапаны и пр.) должны быть открыты.

5.10.7. При анализе результатов измерений следует применить поправку +5 на источники шума от работающих механизмов установленных систем.

## **5.11. ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТЕЙ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ**

5.11. 1. Оценку результатов измерений при наладке тех или иных элементов вентиляционных систем следует проводить с учетом допусков  $\pm \Delta U$  на типовые значения измеряемого параметра  $U_T$ , установленных соответствующим стандартом или техническими условиями.

5.11. 2. Погрешности измерений могут быть систематическими, случайными и грубыми (промахи). Известные систематические погрешности устраняются введением поправочных коэффициентов (например, коэффициент манометра К). Случайные и грубые ошибки оцениваются при обработке результатов измерений.

5.11. 3. Если в процессе измерений задействованы несколько приборов одного класса точности, предназначенных для измерения одного и того же параметра, то следует выполнить несколько контрольных измерений разными приборами в одной и той же контрольной точке, при прочих равных условиях, для проверки соответствия их показаний.

## **6. НАЛАДКА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ.**

### **6.1 Вентилятор в сети**

6.1.1 Испытание вентилятора в сети заключается в сопоставлении с каталожными и расчетными данными фактического режима работы вентилятора, а также фактически расходуемой мощности на валу.


6.1.2 Подачу вентилятора следует определять по расходу воздуха в том сечении, в котором оптимальные точки измерений. Если условия измерений в сечениях до и после вентилятора не одинаковы, то подачу следует определять по средним арифметическим значениям расходов в этих сечениях.

6.1.3 Если точка, определяемая фактической подачей ( $L_{vf}$ ) и фактическим полным давлением ( $P_{vf}$ ), попадает на кривую каталожной характеристики, построенной для замеренного числа оборотов, вентилятор следует считать соответствующим каталожным данным. Допускаемое отклонение полного давления от каталожной характеристики  $\pm 5\%$ .

## 6.2 Вентилятор без сети

6.2.1 Подачу осевых вентиляторов, работающих без сети, следует определять расчетом по скорости всасывания воздуха в коллекторах или, в зависимости от расположения вентилятора, скорости выхода воздуха со стороны обечайки.

6.2.2 Подачу крышных вентиляторов определяют расчетом по скорости воздуха, измеряемой в кольцевой щели, образуемой колпаком вентилятора и поверхностью кровли.

6.2.3 Полное давление определяют по значению **скоростного давления** на выходе из вентилятора, которое получают пересчетом  фактической скорости воздуха на выходе.

## 6.3 Воздухонагреватель водяной

6.3.1 Наладка установки - обеспечение требуемой теплоотдачи воздухонагревателя во всем диапазоне изменения тепловых нагрузок, безаварийной его работы в режиме автоматического регулирования при температуре обратного теплоносителя не выше значений по графику теплосети.

6.3.2 Испытание состоит из определения массового расхода воздуха, проходящего через воздухонагреватель, и не менее двух циклов измерений температур воздуха и теплоносителя до и после воздухонагревателя. Продолжительность цикла не менее 20 мин.

6.3.3 Сопротивление воздухонагревателя по воздуху определяют как разность полных давлений до и после воздухонагревателя.

6.3.4 Фактическая теплоотдача воздухонагревателя  $Q$ , кВт, в расчетных условиях определяется по формуле:

$$Q = G C_G (t_{2гр} - t_{1гр}) \quad (14)$$

Где:  $t_{2гр}$ ,  $t_{1гр}$  – фактическая температура воздуха °С

$G$  – массовый расход воздуха кг/с

$C_G$  - удельная теплоемкость воздуха, кДж/кг. °С

#### 6.4 Воздухонагреватель паровой

6.4.1. Испытание состоит из определения массового расхода воздуха, проходящего через воздухонагреватель, и не менее двух циклов измерений температур воздуха и теплоносителя до и после воздухонагревателя. Продолжительность цикла не менее 20 мин.

6.4.2. Сопротивление воздухонагревателя по воздуху определяют как разность полных давлений до и после воздухонагревателя.

6.4.3 Давление пара определяют по манометру, присоединенному к тройнику на паропроводе. Температуру пара определяют в зависимости от его давления по таблице 3.

Таблица 2

Избыточное давление, кПа	20	40	70	100	150	200	250	300	350	400	500	600
Температура, °С	104,3	108,9	114,8	119,9	127,1	133,1	138,6	143,4	147,7	151,7	158,7	164,8



6.4.4 Для воздухонагревателей, работающих без переохлаждения конденсата и при постоянном расходе воздуха в установке, теплоотдачу для расчетных условий  $Q$ , кВт, определяют по формуле:

$$Q_p = Q \left( \frac{G_p}{G} \right)^n \frac{T_{np} - t_{np}}{T_n - t_n} \quad (15)$$

где:  $n$  – показатель степени в формуле коэффициента теплопередачи

$$K = (\omega \rho)^n; \quad (16)$$

$G, G_p$  – расходы воздуха соответственно при испытании установки и в расчетных условиях,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$T_n, T_{np}$  – температура пара, поступающего в воздухонагревательную установку соответственно при ее испытании и в расчетных условиях,  $^{\circ}\text{C}$ .

6.4.5 При регулировании расхода пара в воздухонагревателях для поддержания постоянной температуры приточного воздуха определение температуры наружного воздуха  $t_{но}$ , при которой образуется вакуум в воздухонагревателе (условие его замерзания при отрицательной температуре наружного воздуха), производят по формуле

$$t_{но} = 100 - \frac{T_{np}}{t_{np} - t_{np}} \quad (17)$$

где:  $t_{np}$  и  $t_{np}$  – расчетные температуры соответственно приточного и наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ .

## 6.5 .Местный отсос

### 6.5.1 Местные отсосы по конструкции и характеру локализации ими

вредных веществ следует разделяться на три группы:

- группа 1 – герметичные укрытия,

- группа 2 – полугерметические укрытия, шкафы, витрины и т.д.

- группа 3 – открытые отсосы, панели, зонты, воронки и т.д.



6.5.2 При испытании отсосов группы 1 определяют минимальное количество отсасываемого воздуха  $L_{min}$ , м<sup>3</sup>/с, при котором содержание

вредных веществ, а также выделений теплоты и влаги на рабочих местах у отсосов не будет увеличено за счет источников, оборудованных этими отсосами. При этом фиксируют наличие разрежения в укрытии или технологическом аппарате  $P_s$ , Па.

6.5.3 При испытании отсосов группы 2 определяют минимальное количество отсасываемого воздуха  $L_{min}$ , м<sup>3</sup>/с, при котором содержание вредных веществ, а также выделений теплоты и влаги на рабочих местах, обслуживаемых отсосами, не будет увеличено за счет источников, оборудованных этими отсосами. При этом расходе воздуха определяют: статистическое, динамическое и полное давление в отсасывающей патрубке отсоса ( $P_s$ ,  $P_d$  и  $P$ , Па), среднюю скорость воздуха в рабочем проеме (отверстии) отсоса  $V_m$ , м/с. При невозможности измерения средняя скорость в рабочем проеме (отверстии) может быть определена расчетом по формуле

$$V_m = \frac{L_{min}}{F} \quad (18)$$

где:  $F$  – площадь рабочего проема (отверстия) местного отсоса, м<sup>2</sup>.

6.5.4 Коэффициент местного сопротивления отсоса  $\xi$  определяют по формуле:

$$\xi = \frac{P}{P_d} \quad (19)$$

6.5.5 При испытании отсосов группы 3 определяют оптимальный расход отсасываемого воздуха  $L_{opt}$ , м<sup>3</sup>/с, при котором допускается прорыв вредных веществ, но в таком количестве, которое разбавляется до допустимых санитарными нормами пределов в подтекающем к отсосу воздухе, компенсирующем удаляемый воздух через местный отсос.

6.5.6 При наличии у технологического оборудования местных отсосов разных типоразмеров испытанию подвергают только один отсос из каждой группы однотипных и одноразмерных отсосов.

## 6.6 Воздушный душ

6.6.1. При испытании воздушных душей определяют:

- расход воздуха в душирующем устройстве;
- визуализацию воздушного потока путем его задымления или размещение в потоке шелковых нитей ;
- температуру и скорость воздуха, выходящего из душирующего устройства;
- метеорологические условия на обдуваемом рабочем месте (температура и скорость движения воздуха);
- температуру воздуха в нагнетательном воздуховоде непосредственно за вентилятором.

6. 6.2. Если при заданной температуре душирующего факела скорость потока превышает нормируемые , величины следует разработать мероприятия по обеспечению нормируемых условий микроклимата.

## **6.7 Наладка устройств воздухораспределения**

6.7.1 При испытаниях и наладке систем воздухораспределения следует:

- проверить и откорректировать положение каждого воздухораспределителя в целом (угол установки выпускных патрубков, высоту их подвески, отсутствие экранирования живого сечения препятствиями) и отдельных его частей (регуляторов расхода, лопаток у решеток, диффузоров и дисков у плафонов, закрывающих устройств или турбулизаторов потока, ручных и механических приводов и других) в соответствии с проектом;
- проверить наличие и исправность дросселирующих устройств (диафрагм) и регуляторов расхода воздуха (шиберов, клапанов) на ответвлениях перед воздухораспределителями, установить недостающие в соответствии с проектом и заменить неисправные.

6.7.2 После проверки соответствия положения и состояния воздухораспределителей проверяют и регулируют распределение расходов воздуха по воздухораспределительным устройствам.

6.7.3 Наладку систем воздухораспределения производят при рабочих разностях температур и фактических значениях тепло- и влагоизбытков и газовыделений в помещении.

6.7.4 Наладку воздухораспределения систем с переменным количеством подаваемого воздуха производят для режимов его максимального и минимального расхода.

6.7.5 Определяется скорость движения воздуха, температура, влажность воздуха и содержание вредных веществ на площади рабочей зоны помещения (участка испытаний), в контрольной плоскости на уровнях зоны дыхания рабочих (1,8 м - при стоячей работе и 1,2 м - при сидячей, а в случае необходимости, на высоте 0,3 м).

6.7.6 Испытания проводятся при постоянном технологическом режиме (постоянное расположение источников и количество выделяющихся вредностей), при постоянной температуре воздуха в рабочей зоне (допускаемое отклонение 1-2<sup>0</sup>С), при постоянных расходах поступающего и удаляемого воздуха, их температурах, влажности и концентрациях вредных веществ (допускаемые отклонения: температуры и влажности  $\pm 5\%$ , концентрации вредных веществ – по помещению).

6.7.7 Определение скоростей, температур, влажности и концентраций вредных веществ в плоскости рабочей зоны производят путем измерения соответствующих величин у центров квадратов или прямоугольников с отношением сторон не менее 1:2, при этом меньший размер стороны не должен превышать 0,2 длины стороны помещения (участка испытаний), а также на постоянных рабочих местах.

6.7.8. По результатам измерений параметров воздушной среды рекомендуется выявить на плане помещения зоны дискомфорта в пределах рабочей обслуживаемой зоны разработать мероприятия по обеспечению нормируемых условий микроклимата.

## 6.8 ИСПЫТАНИЕ И НАЛАДКА ПЫЛЕУЛАВЛИВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ.

6.8.1. При испытании каждого пылеулавливающего устройства:

- измеряют полное, динамическое и статистическое давление воздуха до и после устройства;
- определяют скорость воздуха, поступающего в пылеулавливающее устройство;
- определяют расходы воздуха до и после устройства и сопротивление устройства проходящему воздуху;
- проводят отборы проб воздуха для определения содержания пыли до и после устройства;
- определяют степень очистки воздуха устройством.

6.8.2. Определяют эффективность работы пылеулавливающего устройства.

## 6.9 ИСПЫТАНИЕ И РЕГУЛИРОВКА УСТРОЙСТВ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ И АЭРАЦИИ.

6.9.1 Шахта вытяжная. Испытания следует выполнять в холодный или переходный периоды года, при температуре наружного воздуха не выше +5 С и разницы между наружной и внутренней температурами не менее 15 °С, при этом выполнить измерения расхода удаляемого воздуха в сечение решетки и в оголовке шахты.

6.9.2 Дефлекторы. Испытания проводить при перепадах температур наружного и внутреннего воздуха не менее 15 °С и скорости ветра не менее 1 м/с. Скорость воздуха определять в решетке или вытяжном устройстве и пересчитывается на объемы удаляемого воздуха.

6.9.3. Системы аэрации помещения.

6.9.3.1. Условия проведения испытаний. Испытание естественной вентиляции следует проводить в теплый период года при наиболее напряженной работе оборудования и при нормальном течении

технологического процесса, температуре наружного воздуха и значениях солнечной радиации, близких к расчетным. Местная вытяжная вентиляция, если она существует, должна быть налажена до начала испытаний естественной вентиляции.

При направлении ветра под углом более  $15^\circ$  к продольной оси задуваемого фонаря во время испытаний закрывают его створки с наветренной стороны и открывают с заветренной. Если угол, образованный направлением ветра и продольной осью фонаря менее  $15^\circ$ , створки задуваемых фонарей могут быть открыты и с наветренной и заветренной сторон. В незадуваемых фонарях створки при испытании открывают с обеих сторон независимо от направления ветра. Клапаны вытяжных шахт естественной вентиляции также следует открыть.

Приток воздуха должен осуществляться через все предусмотренные проектом нижние аэрационные проемы, а в наиболее жаркие дни также через открытые проемы ворот, аэрационные ворота и наружные двери. В многопролетных зданиях створки фонарей смежного «холодного» пролета, откуда воздух дополнительно поступает в обследуемые помещения, должны быть открыты.

6.9.3.2. Испытания и наладка аэрации должны производиться в такой последовательности:

- регулирование аэрационных устройств;
- измерение метеорологических условий воздушной среды;
- определение необходимых воздухообменов и выполнение мероприятий, направленных на их обеспечение, если санитарно-гигиеническое состояние воздушной среды не соответствует требованиям;
- санитарно-гигиеническое обследование состояния воздушной среды помещений после выполнения перечисленных мероприятий.

6.9.3.3. При испытании естественной вентиляции определяют:

- общий расход приточного воздуха, поступающего в помещение естественным путем (через наружные и внутренние проемы) и подаваемого приточными и душирующими системами механической вентиляции;
- общий расход воздуха, удаляемого из помещений естественной и механической вентиляцией;
- средняя температура воздуха в рабочей зоне помещения (на рабочих местах и площадках);
- средняя температура приточного воздуха (наружного и поступающего через внутренние проемы из смежных помещений);
- среднее содержание газовых вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
- среднее содержание газовых вредных веществ в воздухе, поступающем в помещение снаружи и из смежных помещений.

6.9.3.4. Весь комплекс необходимых измерений производят не менее двух раз с интервалом 1 – 2 ч. Результаты измерений по циклам сопоставляют между собой. В случае значительного расхождения (более 15%) производят дополнительные измерения.

## 6.10 АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ И РЕГУЛИРОВАНИЕ СЕТЕЙ ВОЗДУХОВОДОВ.

6.10.1 Испытания вентиляционных сетей необходимо выполнять по методике ГОСТ12.3.018-79.

6.10.2. При испытании должны быть определены:

- фактические расходы воздуха в основаниях всех ветвей сети, имеющих два или более воздуховытяжных или воздухораспределительных устройства, во всех воздуховытяжных и воздухораспределительных устройствах, до и после пылеулавливающих устройств, увлажнительных камер, воздухонагревателей, воздухоохладителей и теплоутилизаторов;

- потери полного давления в элементах вентиляционной сети;

- скорости выхода воздуха из воздухораспределителей.

6.10.3. Регулировка расхода воздуха, перемещаемого по сети, осуществляется с помощью регулирующих клапанов, диафрагм или других устройств, устанавливаемых при регулировании между фланцами.

6.10.4. Допускаемые отклонения от требуемых расходов воздуха при регулировании сетей регламентируются проектом или СНиП 3.05.01-85 .

6.10.5. Регулирование сетей следует осуществлять способом постепенного приближения к заранее заданному отношению фактического и требуемого расходов воздуха или последовательным уравниванием отношений фактического расхода воздуха к требуемому.

6.10.6. По способу постепенного приближения к заранее заданному отношению фактического и требуемого расходов воздуха регулирование производят соответственно на отношение  $0,9 L_f/L_{тр}$  или  $0,8 L_f/L_{тр}$ , где  $L_f$  и  $L_{тр}$  – фактическая и требуемая подача воздуха вентилятором, м<sup>3</sup>/с.

Предварительно следует добиться предварительного (приближенного) соответствия заданному отношению расходов воздуха по ответвлениям сети, а затем произвести приближенное регулирование по отдельным отверстиям каждого ответвления. Произвести проверку и скорректировать распределение воздуха по ответвлениям и снова по отверстиям. Работа продолжается в такой последовательности до получения фактических расходов с точностью  $\pm 10\%$  от требуемых.

6.10.7. Допускается регулировать сеть способом последовательного уравнивания отношений фактического расхода воздуха.

## **6.11. Испытание и наладка автономного кондиционера**

6.11.1 В период индивидуальных испытаний наладка автономного кондиционера состоит в обеспечении требуемой подачи воздуха, производительности по теплу, холоду и поддержание требуемых параметров воздуха в помещении, при этом следует:

- определить подачу вентилятора при работе его на сеть воздуховодов;



- испытать и отрегулировать сеть воздуховодов с целью достижения проектных показателей по расходу воздуха;
- определить теплоотдачу воздухонагревателей при параметрах воздуха и теплоносителя;
- отрегулировать режим работы холодильной машины и определить её холодопроизводительность;
- испытать увлажнительное устройство. Фильтры и другое оборудование.

6.11.2 Испытание и наладка автономного кондиционера на санитарно-гигиенические или технологические параметры микроклимата в помещении следует выполнять в нижеследующей последовательности:

- испытать и отрегулировать сеть воздуховодов для достижения требуемых расходов по фактическим нагрузкам;

- с помощью воздушных клапанов обеспечивают требуемую подачу кондиционера и заданные расходы наружного и рециркуляционного воздуха. При наличии сети воздуховодов, подключенных к кондиционеру, его подачу определяют косвенным путём по замерам динамического давления в контрольной точке сети воздуховодов. Давление, развиваемое вентилятором на нагнетающей стороне, измеряют в выхлопном патрубке вентилятора или в контрольной точке сети с пересчётом потерь давления.

- испытать и наладить воздухонагреватели для обеспечения требуемой теплоотдачи в расчетном режиме;

- выполнить испытания фильтра;

- испытание увлажнительного устройства производить спустя 30-40 минут после включения его в работу. В некоторых кондиционерах для повышения влагосодержания обрабатываемого воздуха используют парогенераторы или форсунки с отражателями, обеспечивающие тонкое диспергирование горячей воды с полным испарением её в воздушном потоке. При испытаниях воздухонагреватель и холодильная машина не должны

работать. Влагодпроизводительность кондиционера определяют при его работе в рециркуляционном воздухе;

- испытание холодильных машин следует проводить при установившемся тепловом состоянии. Время проведения испытания должно быть не менее 1ч, запись показаний приборов следует производить через каждые 10-15 минут, но не ранее, чем через 40 минут после включения в работу холодильной машины. Подача кондиционера по воздуху должна быть близка к требуемой ( $\pm 10\%$ ), если при испытаниях температурный режим работы холодильной машины отличался от расчётного (требуемого) режима, причём по температуре кипения более чем на  $1^{\circ}\text{C}$  и температуре конденсации –  $2^{\circ}\text{C}$ , необходимо пересчитать фактическую холодопроизводительность машины на расчётные (требуемые) условия  $Q_{\text{OH}}^{\text{HEITTO}}$ , кВт, по формуле:

$$Q_{\text{OH}}^{\text{HEITTO}} = Q_{\text{OH}}^{\text{HEITTO}} [1 \pm \Delta t_o(0.035 \div 0.04) \pm \Delta t_o(0.035 \div 0.04)] \quad (20)$$

где  $Q_{\text{OH}}^{\text{HEITTO}}$  – холодопроизводительность при условиях испытаний, кВт;

$\Delta t_k$  – разность температур кипения при расчётных условиях испытаний  $^{\circ}\text{C}$ ,

6.11.3 Испытания производить при параметрах наружного воздуха близких к расчётным и при наличии максимальных тепловлагоизбытков в кондиционируемом помещении. Испытания следует выполнять в переходный, холодный или тёплый период года.

## **6.12 Испытание и наладка неавтономного кондиционера**

6.12.1 Испытание и наладку местных неавтономных кондиционеров выполнять в последовательности:

- аэродинамические испытания с определением подачи и давления кондиционера;

- регулирование кондиционера на расчётное отношение расхода наружного и рециркуляционного воздуха и расчётную подачу;

- испытание воздухонагревателей первого и второго подогревов;

- испытание и наладка камеры орошения.

6.12.2 Подачу кондиционера по воздуху определяют измерением динамического давления в контрольной точке сети воздухопроводов. Давление, развиваемое вентилятором на нагнетающей стороне, измеряют в выхлопном патрубке вентилятора или в контрольной точке сети с пересчетом потерь давления.

6.12.3 Регулирование расходов наружного и рециркуляционного воздуха производится выполнением настройки воздушных клапанов или установкой дросселирующих устройств.

6.12.4 Измерения параметров микроклимата в обслуживаемом помещении выполняются при расчетной нагрузке в режиме работы кондиционера в теплый, холодный и переходный периоды года.

### **6.13 ИСПЫТАНИЕ И НАЛАДКА ЭЖЕКЦИОННОГО КОНДИЦИОНЕРА-ДОВОДЧИКА.**

6.13. 1. Регулируют работу центрального кондиционера таким образом, чтобы температура первичного воздуха на выходе из сопел ЭКД соответствовала проектному значению.

6.13. 2. Испытания эжекционного кондиционера доводчика (ЭКД) проводятся в такой последовательности:

- определяют расход первичного воздуха  $L_{перв}$  и производят регулировку в соответствии с проектом;

- сняв направляющую решетку, установленную в подоконнике в сечении выходного патрубка ЭКД, устанавливают воздушный клапан в положение полного закрытия отверстия в задней стенке смесительной камеры ЭКД и измеряют расход приточного рециркуляционного воздуха;

- производят испытания теплообменников ЭКД в режиме тепло- и холодоотдачи.

Охлаждение рециркуляционного воздуха в теплообменнике ЭКД должно происходить без его осушки, для чего температура подаваемой

холодной воды должна быть  $t_{w1} \geq t_{тр} - 2$  ( $t_{тр}$  – температура «точки росы» рециркуляционного воздуха).

6.13. 3. Измеряется температура и относительная влажность воздуха на входе в теплообменник, на выходе из ЭКД и первичного воздуха и температура воды на входе и выходе из теплообменника. С помощью  $J - d$  диаграммы определяют теплосодержание воздуха рециркуляционного  $J_p$ , приточного  $J_{пр}$ , и первичного  $J_{пер}$ , кДж/кг. Испытания по определению тепло- и холодоотдачи теплообменников выполняют при установившемся режиме работы ЭКД и расчетных параметрах теплоносителя и воздуха в помещении.

6.13. 4 Расчетом определяют теплосодержание воздуха после теплообменника  $J_k$ , кДж/кг:

$$J_k = J_{пр} + \frac{J_{np} - J_{пер}}{K_3} \quad (21)$$

6.13. 5. Холодоотдачу  $Q_x$ , кВт и теплоотдачу  $Q_t$ , кВт, теплообменника, работающего с осушкой воздуха, определяют по формулам:

$$Q_x = L_p \cdot \rho (J_p - J_k) \quad (22)$$

$$Q_m = L_p \cdot \rho (J_k - J_p) \quad (23)$$

6.13. 6. Холодоотдачу и теплоотдачу теплообменника, работающего без осушки, определяют по формуле:

$$Q_x = G_{np} (t_p - t_{np}) - G_{перв} (t_p - t_{перв}) \quad (24)$$

$$Q_m = G_{np} (t_{np} - t_p) - G_{перв} (t_p - t_{перв}) \quad (25)$$

где:  $G_{пр}$ ,  $G_{перв}$  – соответственно расход приточного и первичного воздуха, кг/с;

$t_{пр}$ ,  $t_p$ ,  $t_{перв}$  – соответственно температура приточно-

рециркуляционного и первичного воздуха.

6.13.7. Выполняют регистрацию параметров микроклимата в обслуживаемом помещении в теплый, переходной и холодный периоды года и производят измерения уровня шума во всех октавных полосах частот.

## 7. Наладка систем противодымной вентиляции


7.1 При оценке соответствия параметров вентиляционных систем противодымной защиты требованиям норм и расчетным данным определяют:

- подачу приточного и вытяжного вентиляторов;
- расход воздуха, удаляемого через поэтажные клапаны дымоудаления;
- избыточное давление, создаваемое приточным вентилятором в защищаемых объемах (лестничной клетке, шахте лифтов и т.п.).

7.2 Избыточное статистическое давление в объемах здания (шахты лифтов, лестничные клетки, тамбур-шлюзы) измеряют с помощью комплекта из двух приемников статистического давления и дифференциального манометра.

- Избыточное давление измеряют по отношению к примыкающему помещению (холлу, коридору и др.), при этом приемники статистического давления в этих помещениях **должны быть размещены на одной высоте и расположены на расстоянии не менее 0,5 м от ограждающих конструкций.**

7.3 Скорость движения воздуха в проемах дверей, отверстиях клапанов и др. измеряют анемометрами.

- **В проемах, свободное сечение которых перекрыто защитными или декоративными элементами (решетками, сетками и т.д.), не изменяющими направления потока, измерение скорости движения воздуха допускается выполнять в плоскости, отстоящей на 50 мм от указанного элемента.** 

- **Заполнения проемов, изменяющие направление потока (жалюзи, створки и др.), на время аэродинамических испытаний должны быть удалены.**

При включенных в работу системах дымоудаления и подпора воздуха должна проверяться возможность открытия дверей из поэтажных коридоров всех этажей в лестничную клетку или лестнично-лифтовые холлы.

## 8. Наладка центральных систем кондиционирования

### 8.1 Система с количественным регулированием

8.1.1 При наладке систем с количественным регулированием необходимо обеспечить:

- аэродинамическую устойчивость системы. При регулировании расхода воздуха по отдельным участкам (зонам) должна быть обеспечена стабильность расхода воздуха в нерегулируемых ответвлениях системы, обслуживающих в данный момент помещения со стабильной тепловой нагрузкой;

- минимально необходимый расход наружного воздуха во всем диапазоне изменения общего расхода приточного воздуха;

- надежность и эффективность работы вентиляторов и тепло-массообменных аппаратов при максимальных и минимальных нагрузках;

- создание оптимальных условий воздушной среды в рабочей или обслуживаемой зоне помещений при максимальных и минимальных воздухообменах.

8.1.2 Наладку систем этого типа следует производить в такой последовательности:

- Определить расчетный максимальный расход воздуха;

- Для систем с количественным регулированием расчетным является, теплый период года. Расчетная тепловая нагрузка помещения (зоны) равна сумме составляющих тепловой нагрузке данного помещения для одного расчетного часа (в момент наступления максимума);

- Для системы, обслуживающей помещения с различной ориентацией по сторонам света, суммарную тепловую нагрузку на систему определяют для одного расчетного часа;

- Определить максимальное рабочее давление для переменных величин в системе воздухораспределителей или доводчиков и, построить характеристику приточного вентилятора и характеристику сети для минимального и максимального расходов;

- Произвести аэродинамическую регулировку сети, отрегулировать все концевые устройства системы (доводчики, воздухораспределители).

8.1.3. Определить по аэродинамическим характеристикам потери давления в воздухораспределителях или доводчиках при максимальном и минимальном расходах воздуха.

8.1.4. Выполнить регулировку всех доводчиков и соответствующие им воздухораспределители на максимальные расчетные расходы воздуха. Настроить доводчики на минимальный расход и произвести наладку направляющего аппарата или регулятора частоты вращения рабочего колеса вентилятора до получения расчетных минимальных значений статистического давления и расхода. Произвести испытания доводчиков при настройке их на минимальный расход.

8.1.5. Отрегулировать на расчетные расходы все воздухоприемные устройства совместно с рециркуляционно-вытяжным вентилятором, приточный вентилятор при этом должен работать на режиме максимальной подачи.

8.1.6. Установить местоположение датчика регулятора статистического давления. Датчик должен находиться в приточном магистральном воздуховоде на достаточном удалении от приточного вентилятора, где потери давления составляют 50 – 70% общих потерь в сети.

8.1.7. Обеспечить необходимый расход наружного воздуха при минимальной подаче приточным вентилятором. Минимальное количество наружного воздуха определяют по наибольшему из:

- требуемого по нормам расхода на одного человека;
- необходимого для компенсации воздуха, удаляемого местной вытяжной вентиляцией;
- требуемого для поддержания в помещении избыточного давления;
- необходимого для ассимиляции вредностей.

8.1. 8. Наладку регулятора частоты вращения рабочего колеса или направляющего аппарата вентилятора для обеспечения расчетных значений расхода и статического давления производят в последовательности:

- выборочно проверить статическое давление не менее чем на трети конечных устройств по всей системе. При большом разбросе значений статического давления или выявления отдельных значений, не достигающих расчетного минимума, надо проконтролировать все конечные устройства;

- определить в магистральном приточном воздуховоде суммарный расход воздуха;

- произвести испытание и наладку воздушных фильтров, камер орошения и поверхностных воздухоохладителей и воздухонагревателей центрального кондиционера.

8.1. 9. Произвести испытание и наладку системы воздухораспределения в кондиционируемых помещениях. Испытание и наладку системы воздухораспределения производят для условий максимального и минимального расчетных воздухообменов в помещениях.

## **8.2 КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА.**

8.2.1. Наладку комбинированных систем производят в такой последовательности:

- производят испытание и наладку центрального кондиционера и сети воздуховодов. При этом расход наружного воздуха должен обеспечивать



санитарную норму подачи на 1 чел., быть достаточным для компенсации местной вытяжки или технологических нужд, обеспечивать избыточное давление (подпор) в помещениях или обеспечивать ассимиляцию вредностей;

- производят испытание и наладку вытяжных установок;

- регулируют местные устройства (кондиционеры, доводчики) на расчетные расходы воздуха и теплохладоносителя;

- одновременно с испытаниями местных устройств на ассимиляцию теплоизбытков составляют воздушный баланс по теплу и влаге и определяют общую тепловую нагрузку на систему;

- корректируют работу центрального кондиционера и местных устройств, обеспечивая с целью экономичности максимально возможную холодоотдачу доводчиков (местных кондиционеров) при отсутствии опасности выпадения конденсата.

- выполняют пробный пуск системы доувлажнения. Факелы распыленной воды должны быть одинаковой насыщенности и не должны пульсировать. В результате регулировки необходимо получить двусторонний равномерный факел распыленной воды с полным испарением ее в воздухе помещения;

- произвести наладку систем автоматического регулирования узла управления;

- произвести наладку центрального кондиционера, вытяжной установки и сети воздухораспределения.

8.2. 2. Испытание и наладку системы доувлажнения производят в следующей последовательности:

- при включенной системе доувлажнения, работе центрального кондиционера на расчетной производительности и адиабатическом увлажнении наружного воздуха измеряют параметры воздуха после камеры орошения и в рабочей зоне;

- включают систему доувлажнения, в установившемся режиме работы измеряют параметры воздуха в рабочей зоне помещения;

- определяют производительность одной форсунки системы доувлажнения по формуле:

$$W = \frac{G (d_4 - d_3)}{Z \cdot 1000} \quad \text{кг/с} \quad (26)$$

где:  $G$  – количество воздуха, поступающего в помещение от кондиционера, кг/с;

$d_4, d_3$  – влагосодержание воздуха рабочей зоны соответственно при работающей и выключенной системах доувлажнения, г/кг;

$Z$  – количество установленных пневматических форсунок.

- определяют место установки датчика влаги.

Измерить влажность воздуха по всей площади рабочей зоны и рассчитать ее среднее значение. Прибор следует установить на высоте 1,6–1,7 м от пола в зоне, где влажность воздуха близка к ее среднему значению.

### **8.3 СИСТЕМА С ЭЖЕКЦИОННЫМИ КОНДИЦИОНЕРАМИ-ДОВОДЧИКАМИ.**

8.3.1 Испытание и наладку систем производить в такой последовательности:

- отрегулировать систему на проектные или требуемые расходы воздуха на доводчиках;

- произвести наладку центрального кондиционера, от которого первичный воздух поступает к доводчикам;

- наладить систему тепло- и холодоснабжения доводчиков;

- произвести поверочный расчет и наладить доводчик.

8.3.2 Расходы воздуха распределяют методом пропорционального регулирования каждого ответвления в определенной последовательности:

- перед началом наладочных работ открывают все регулирующие воздушные клапаны на воздуховодах и встроенные в доводчик.

Предварительно прикрывают направляющий аппарат или клапан на вентиляторе кондиционера, чтобы избежать перегрузки электродвигателя;

регулируют подачу вентилятора кондиционера или его статическое давление на нагнетании на расчетные значения с помощью направляющего аппарата или воздушного клапана;

- включают вытяжную установку, которая должна работать в период наладки;

- приступают к регулированию расхода воздуха по отдельным доводчикам. Расходы воздуха через доводчик определяют по значению статического давления  $P_s$  на соплах, измеряемого с помощью микроманометра. Давление измеряют в любом сопле, так как расхождение в этом случае не превышает  $\pm 2\%$ .

8.3.3. Определяют начальное давление, на которое должен быть настроен контрольный доводчик (КД). Во всех случаях наладку начинают с КД. Значение давления по КД обеспечивают дросселированием, принимая его как среднее из значений давления на КД и показательном доводчике (ПД), который расположен ближе к вентилятору, и у которого давление на соплах наименьшее. Наладку ведут по текущему значению давления, измеряемого на соплах КД, если все доводчики в системе требуется отрегулировать на один и тот же расход первичного воздуха. При наличии в системе разных типов доводчиков или при различных расходах первичного воздуха наладку производят по текущему относительному давлению, измеренному на соплах. Относительным давлением  $m$  называется отношение фактически измеренного давления на соплах  $Z_T$  к давлению, соответствующему расчетному расходу воздуха  $Z_p$ .  $Z_T$  и  $Z_p$  определяют по шкале микроманометра соответственно при текущем (фактическом) и расчетном расходах воздуха.

8.3.4. Регулируют подачу приточного вентилятора на расчетное значение, при этом расходы воздуха через каждое ответвление и каждый доводчик автоматически принимают расчетные значения. После регулировки вентилятора проводят контрольные измерения давления первичного воздуха

по всем доводчикам. Система считается отрегулированной, если отклонения фактических расходов первичного воздуха не превышают  $\pm 10\%$  расчетных.

#### 8.4 ИСПЫТАНИЕ И РЕГУЛИРОВКА ДВУХВЕНТИЛЯТОРНЫХ СИСТЕМ.

8.4.1 При наладке двухвентиляторных систем необходимо выбрать предпочтительный способ регулирования рециркуляционного, наружного и выбросного воздуха, учитывая следующие положения:

- схема регулирования с помощью трех клапанов обеспечивает наибольшую аэродинамическую устойчивость системы .

- схема регулирования с двумя клапанами, установленными в рециркуляционном канале и канале выбросного или наружного воздуха, и обеспечивает более высокую точность поддержания температуры «точки росы».

- схема регулирования с одним клапаном, установленном в рециркуляционном канале, наиболее проста и обладает наименьшей аэродинамической устойчивостью.

8.4.2. Аэродинамические испытания и наладку систем производят в такой последовательности:

- при полностью открытых клапанах регулируют вентиляторы и сеть приточных и рециркуляционно - выбросных воздуховодов на проектные расходы воздуха;

- производят наладку воздушных клапанов на максимальные расходы соответственно наружного, рециркуляционного и удаляемого воздуха.

8.4.3. Отрегулировать систему на расчетное отношение расходов наружного и рециркуляционного воздуха. При этом определенные по аэродинамическим замерам расходы воздуха следует контролировать по замерам температур воздуха до и после смешения.

Температуру смеси наружного и рециркуляционного воздуха определяют по формуле:

$$t_{см} = \frac{t_{н} \cdot G_{н} + t_{р} \cdot G_{р}}{G_{н} + G_{р}} \quad (27)$$

$$G_n + G_p$$

где:  $t_n, t_p$  – температуры наружного и рециркуляционного воздуха, °С;  
 $G_n, G_p$  – расходы наружного и рециркуляционного воздуха, кг/с

8.4.4. Определить подачу приточного и рециркуляционно-вытяжного вентиляторов при работе системы на минимальном расходе наружного воздуха.

8.4.5. Выполнить регулировку подпора воздуха в кондиционируемом помещении при работе системы на минимальном расходе наружного воздуха.

8.4.6. Определяют место установки датчика и точность регулирования температуры «точки росы».

8.4.7. При расчете сокращения подачи системы определяют отношение избытков тепла в переходный период к избыткам явного тепла в теплый период при соответствующих расчетных параметрах наружного воздуха для всех помещений (зон), обслуживаемых одной системой. Подачу рециркуляционно-вытяжного вентилятора и кондиционеров сокращают на значение, равное наибольшему из рассчитанных для разных помещений отношений теплоизбытков.

8.4.8. Наладку системы на холодный период года производят при сокращенной производительности. Подачу воздуха в помещения (зоны) уменьшают пропорционально установленному сокращению подачи кондиционера. Испытаниями системы воздухораспределения определяют равномерность распределения параметров в рабочей зоне. Если неравномерность параметров превышает допустимое значение, увеличивают производительность системы. Руководствуясь отношением  $L_{н.з}/L_{в.з}$ , определяют количество наружного воздуха, которое поступит в каждую зону  $L_{н.з}$  или помещение  $L_{в.з}$  после сокращения общей производительности кондиционера. Если окажется, что санитарная норма не обеспечена,

увеличивают расход наружного воздуха, вводимого системой, или меняют отношение, положенное в основу сокращения подачи.

8.4.9. Регулирование местных подогревателей осуществляют терморегуляторами, датчики которых устанавливают в рабочей зоне или вытяжном воздуховоде из соответствующего помещения. При наладке местных подогревателей следует учитывать, что последние, как правило, рассчитывают на обеспечение режима воздушного отопления при сокращенной общей производительности системы.

## **8.5 ДВУХКАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА.**

8.5.1 Испытание и наладку систем производить в такой последовательности:

### **А. Системы со смесителями с регулятором расхода.**

8.5.2 При отсутствии заводской настройки регуляторов расхода регулировку смесителей на данный расход выполняют на стенде. Включают оборудование системы. Управляя исполнительными механизмами дистанционно или по месту, устанавливают воздушные клапаны смесителей в положение соответствующее максимальной (расчетной) подаче воздуха из холодного канала. Измеряют подачу воздуха приточными вентиляторами и расходы воздуха в теплом и холодном каналах. Сопоставляют фактические расходы воздуха с проектными и, при необходимости, производят аэродинамическую регулировку сети до смесителей.

8.5.3 Воздушные клапаны смесителей устанавливают в положение, соответствующее максимальному (расчетному) расходу теплого воздуха.

**Если статическое давление в канале теплого воздуха превышает статическое давление в канале холодного более чем на 20%, необходимо выполнить и аэродинамическую регулировку сети с целью снижения этой разницы.**

8.5.4 Производят аэродинамическую регулировку сети остальных смесителей и наладку воздухораспределительных устройств в кондиционируемых помещениях, а также выполняют испытание и регулировку вентиляционных вытяжных систем.

8.5.5 Выполняют испытание и наладку оборудования кондиционеров и других вентиляционных устройств.

8.5.6 Производят наладку смесительных устройств. Проверяют возможность подачи смесителями расчетных минимальной и максимальной температур приточного воздуха.

### **Б. Системы со смесителями без регуляторов расхода**

8.5.7 Включают оборудование системы в ручном режиме управления. Управляя исполнительными механизмами дистанционно или приборами по месту, устанавливают воздушные клапаны смесителей в положение соответствующее максимальной (расчетной) подаче воздуха из холодного канала. Измеряют подачу воздуха приточными вентиляторами и расходы воздуха в теплом и холодном каналах. Сопоставляют фактические расходы воздуха и проектные, и производят аэродинамическую регулировку сети до смесителей.

8.5.8 Включают в работу регуляторы автоматического поддержания постоянного статистического давления в холодном канале. Датчик регулятора не следует устанавливать вблизи вентилятора, в конце канала или на участке, где отношение скоростей  $V_{\text{макс}}/V_{\text{мин}}$  более 1,5.

8.5.9 На основании анализа схем приточных воздуховодов и характеристик смесителей выявляют смесители с максимальным сопротивлением сети, включая собственное сопротивление смесителей. Производят аэродинамическую регулировку этих участков сети.

8.5.10 Воздушные клапаны смесителей устанавливают в положение, соответствующее максимальному (расчетному) расходу теплого воздуха, и

выполняют работы в последовательности, применительно для каналов теплого воздуха.

8.5.11 Производят испытания коллекторов. Определяют распределение статического давления по длине каналов теплого и холодного воздуха. Определяют характерные точки в каналах для установки датчиков регуляторов давления. Если значение статического давления в отдельных точках канала теплого воздуха превышает статическое давление соответствующих точек канала холодного воздуха более чем на 10%, необходимо выполнить аэродинамическую регулировку сети с целью снижения этой разницы.

8.5.12 Производят аэродинамическую регулировку сетей остальных смесителей и выполняют испытание и регулировку вентиляционных вытяжных систем.

8.5.13 Выполняют наладку смесителей. Выявляют фактические характеристики всех смесителей. Независимо от положения створок теплого и холодного клапанов смеситель должен обеспечивать постоянный расход приточного воздуха.

8.5.14 Производят испытание и наладку оборудования кондиционеров и других вентиляционных устройств.

## **9 Требования к качеству работ**

9.1 Ответственность за реализацию положений настоящего стандарта по качеству возлагается на руководителя организации

9.2 Исполнители, при выполнении работ, обязаны руководствоваться требованиями технических регламентов, нормативных документов и настоящего стандарта. Исполнители должны нести административно-материальную ответственность за достоверность, объективность и точность результатов испытаний, регулировки, диагностики и тестирования.



9.3 Для организации требуемого качества выполняемых работ в подразделениях должны быть назначены ответственные лица по направлениям:

- за метрологию, ремонт, поверку, аттестацию и обслуживание приборов и средств измерения, которые осуществляют техническое обслуживание, профилактику и ремонт приборов и средств измерения с записью состояния приборов в журнал;

- за систему качества испытаний и наладки, которые организуют и контролируют качество работ, оформляют результаты испытаний, обрабатывают полученные данные для заполнения технической документации;

- а делопроизводство, архив и фонд нормативных документов формируют, актуализируют и хранят архив отчетно-технической документации. **Срок хранения технической документации – 6 лет.**

## **10. ОТЧЕТНАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ.**

### **10.1 Индивидуальные испытания.**

**По результатам проведенных работ составляется паспорт (не менее 2-х экземпляров), форма которого представлена в Приложении А .**

### **10.2 Комплексное опробование.**

**Результаты комплексного опробования фиксируются в акте, форма которого определяется СНиП 3.01.04-87.**

**10.3 Испытание и наладка систем вентиляции и кондиционирования на санитарно-гигиенические и (или) технологические условия воздушной среды.**

**По завершении наладки составляется технический и указания по эксплуатации систем в соответствии с рекомендуемым приложением Б**

**10.4. Мониторинг, диагностика, тестирование и контроль эксплуатируемых систем.**

**По результатам проведенных работ составляется протокол или акт, установленного образца или другая техническая документация, обусловленная технологией производства.**

10.5 Испытания при составлении исходных данных. По результатам проведенных работ составляется технический отчет, в соответствии с рекомендуемым приложением В

## **11. ТРЕБОВАНИЯ К ТРУДОВЫМ И МАТЕРИАЛЬНО – ТЕХНИЧЕСКИМ РЕСУРСАМ.**

11.1 Исполнители должны иметь квалификацию, соответствующих технической сложности выполняемых работ, прошедшие необходимое обучение и аттестацию, а также обеспечены необходимым производственным оборудованием, контрольно-измерительными приборами и средствами индивидуальной защиты.

11.2 В состав наладочного звена должны входить специалисты разной категории технической сложности: **главный специалист**, инженер или техник.

11.3 Персонал должен постоянно повышать свой технический уровень, проходить краткосрочные курсы повышения квалификации и не реже 1 раза в 5 лет проходить аттестацию с получением удостоверений установленного образца.

11.4 Для проведения работ исполнитель должен иметь необходимый инвентарь, инструмент и приборы. Краткий перечень контрольно-измерительных приборов приведен в приложении Г .

## **12. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ТРУДА.**

12.1 Персонал, привлекаемый к проведению работ по наладке систем вентиляции и кондиционирования в обязательном порядке должен пройти

курс обучения по технике безопасности и охране труда, сдать экзамен на знание основ безопасности труда с обязательной отметкой в журнале инструктажа.

12.2 До начала работ в здании или сооружении исполнитель должен ознакомиться с действующими правилами внутреннего распорядка и строго их выполнять.

12.3 Для работ в зданиях, зонах или помещениях с огнеопасными или взрывоопасными материалами исполнитель обязан получить наряд - допуск установленный для данного предприятия.

12.4 При выполнении работ по испытанию и наладке вентиляционного оборудования в закрытых пространствах, необходимо проводить звеном не менее 2-х человек, при этом 1 человек в закрытой зоне, другой снаружи.

12.5 Звено исполнителей не менее 2-х человек, работающие без подмостей на высоте 2 м и выше, обязаны иметь защитную каску, обувь с нескользящей подошвой и лестницу - строительную с устройством по безопасному выполнению работ.

12.6 При совместной деятельности нескольких исполнителей смежных организаций должен быть назначен общий руководитель с персональной ответственностью за безопасность выполнения работ.

**13. ПРИЛОЖЕНИЕ.**

**Приложение А  
(обязательное)**

**П А С П О Р Т  
вентиляционной системы**

Наименование системы, установки \_\_\_\_\_

Объект \_\_\_\_\_

Адрес \_\_\_\_\_

Зона, цех, помещения \_\_\_\_\_

**А. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

**1. НАЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ**

\_\_\_\_\_

## 2. МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ \_\_\_\_\_

**Б. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ****ВЕНТИЛЯТОР**

Данные	Тип	№	Дв\Дп	Подача м <sup>3</sup> \ ч	Полное давление Па	Диаметр шкива мм	Частота вращения об.\ мин
По проекту							
Фактически							


Примечание \_\_\_\_\_

**ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ**

Данные	Тип	Мощность кВт	Частота вращения об.\ мин	Диаметр шкива мм	Вид передачи
По проекту					
Фактически					

Примечание \_\_\_\_\_

**3. ПЫЛЕГАЗОУЛАВЛИВАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО**

Данные	Наименование	№	Количество	Расход воздуха м <sup>3</sup> \ ч	% Очистки	Сопротивление Па
По проекту						
Фактически						

Примечание \_\_\_\_\_

**4. УВЛАЖНИТЕЛЬ ВОЗДУХА**

Данные	Насос			Тип и модель увлажнителя			Краткая характеристика увлажнителя
	Тип	Подача м <sup>3</sup> /ч	Давление перед форсунками кПа	Тип	Расход воды, м <sup>3</sup> /ч	Расход пара, кг/ч	
По проекту							
Фактически							

Примечание \_\_\_\_\_

### 5. ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛИ, ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛИ

Данные	Назначение	Тип или модель	Количество	Схема		Опробование теплообменника	
				Обязки по теплоносителю	Расположение по воздуху	На рабочее давление	На нагрев, Охлаждение
По проекту							
Фактически							

Примечание \_\_\_\_\_

### 6. ПРОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Данные	Назначение	Тип или модель	Количество				
По проекту							
Фактически							


### В. РАСХОД ВОЗДУХА ПО ПОМЕЩЕНИЯМ (ПО СЕТИ)

№ п/п	№ мерного сечения	Наименование или номер помещения	Расход воздуха м <sup>3</sup> /ч	Невязка %	Примечание

			проектное	фактическое		
1	2	3	4	5	6	7

Примечание \_\_\_\_\_

#### ВЫВОДЫ:

В соответствии с СНиП 3.05.01.-85 поз. 4.19, отклонение показателей по расходу воздуха от предусмотренных проектом допускается  $\pm 10\%$ .   
Система работает удовлетворительно

### Приложение Б (справочное)

При разработке исходных данных необходимо представить технический отчет, в котором отражаются:

- тип и количество технологического оборудования, выделяющего в воздух помещения производственные вредность;
- оборудование, которое необходимо оснастить местными укрытиями или отсосами;
- потребности в устройствах для очистки вентиляционных выбросов и защиты воздушного бассейна;
- конструкции строительных ограждений, площади проемов, остекления, дверей и транспортных ворот;
- целесообразность устройства установок утилизации тепла;
- схемы технологической обработки воздуха;
- рекомендации по использованию существующего вентиляционного оборудования, сохранению отдельных сетей воздуховодов и трубопроводов;

- предложения по прокладке новых сетей трубопроводов и воздуховодов.

## **Приложение Б (справочное)**

При разработке исходных данных необходимо представить технический отчет, в котором отражаются:

- тип и количество технологического оборудования, выделяющего в воздух помещения производственные вредность;
- оборудование, которое необходимо оснастить местными укрытиями или отсосами;
- потребности в устройствах для очистки вентиляционных выбросов и защиты воздушного бассейна;
- конструкции строительных ограждений, площади проемов, остекления, дверей и транспортных ворот;
- целесообразность устройства установок утилизации тепла;
- схемы технологической обработки воздуха;
- рекомендации по использованию существующего вентиляционного оборудования, сохранению отдельных сетей воздуховодов и трубопроводов;



- предложения по прокладке новых сетей трубопроводов и воздуховодов.

**Приложение Г**  
**(рекомендуемое)**

**ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ  
СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА**

- 1 Микрометр
- 2 Комбинированный приемник давления длиной, м: 0,5; 1,0; 1,5
- 3 Приемник полного давления длиной, м: 0,5
- 4 Резиновые шланги внутренним диаметром 4-5 мм, наружным 8-9 мм
- 5 Анемометр 0-0,5 м/с, 0,5-5,0 м/с, 5 – 20 м/с
- 6 Термоэлектроанемометр
- 7 Секундомер
- 8 Термометр технический, °С : до 250, до 100, до 50
- 9 Термометр лабораторный с ценой деления 0,1 и 0,2 °С
- 10 Психрометр аспирационный
- 11 Тахометр
- 12 Прибор для измерения плотности тепловых потоков ЭТМ
- 13 Актинометр
- 14 Измеритель шума и вибрации

- 15 Гигрограф М-21АС
- 16 Термограф
- 17 Манометр технический ОБМ I-100
- 18 Манометр образцовый МО
- 19 Гигрометр
- 20 Термометр цифровой
- 21 Дифференциальный манометр трубчатый U-образный ТДЖ
- 22 Микрокалькулятор для инженерных расчетов
- 23 Рулетка
- 24 Фонарь ручной автономного питания
- 25 Дрель с автономным питанием
- 26 Молоток
- 27 Пробойник
- 28 Комплект вспомогательных приспособлений измерения

#### **14. БИБЛИОГРАФИЯ.**

- 14.1. Бромлей М.Ф., Кучерук В.В. «Технические испытания вентиляционных установок», М., Стройиздат, 1952.
- 14.2. Агафонов Е.П. «Наладка систем промышленной вентиляции», М., Стройиздат, 1978.
- 14.3. Справочное пособие «Наладка и регулировка систем вентиляции и кондиционирования воздуха», М., Стройиздат. 1980.