

ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

ТЕМА: САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЕНТИЛЯЦИИ.
КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ.
ВОЗДУШНО-ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ЗДАНИЯ.

ГУСЕВ К.П.

Лекция

1

1 Санитарно-гигиенические и технологические основы вентиляции

1.1 Требования предъявляемые к вентиляции

Производственный процесс сопровождается выделением в воздух рабочих помещений вредных для здоровья человека газов и паров. Кроме того, в воздух производственных помещений могут поступать большие количества тепла, влаги и пыли, повышающие его температуру и влажность, а также увеличивающие его запыленность.

Люди и животные, находящиеся в помещениях, также выделяют в воздух помещений тепло, влагу, углекислый и другие газы, неблагоприятно сказывающиеся на самочувствии и состоянии здоровья человека и ухудшающее условия труда. Для поддержания в помещениях нормальных параметров воздушной среды устраивают **ВЕНТИЛЯЦИЮ.**



Вентиляцией называют совокупность мероприятий и устройств, обеспечивающих расчетный воздухообмен в помещениях жилых, общественных и промышленных зданий.

Санитарно-гигиеническое назначение вентиляции состоит в поддержании в помещениях удовлетворяющего требованиям санитарных норм проектирования промышленных предприятий и строительных норм и правил состояния воздушной среды путем ассимиляции избытков тепла и влаги, а также удаления вредных газов, паров и пыли.

Кроме санитарно-гигиенических требований к вентиляции предъявляют технологические требования по обеспечению чистоты, температуры, влажности и скорости движения воздуха в помещении, вытекающие из особенностей технологического процесса в промышленных зданиях и назначения помещения в общественных зданиях.



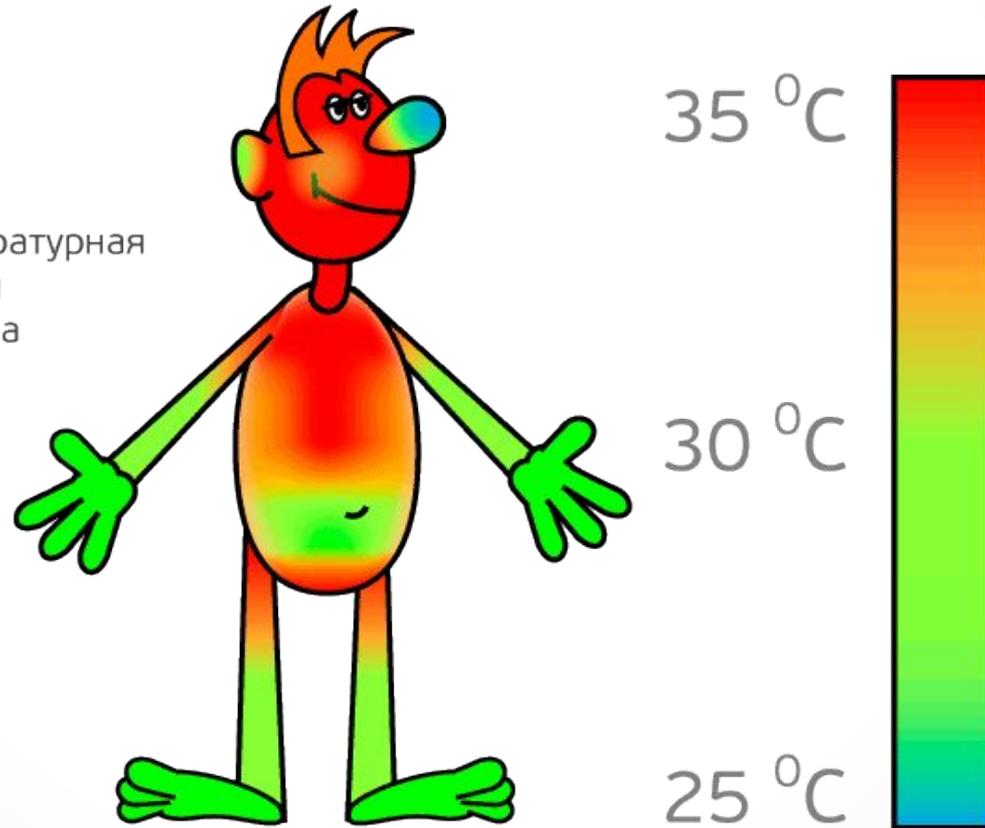
1.2 Основные виды вредных выделений и их воздействие на организм человека

Организм человека выделяет тепло. Количество тепла, выделяемого человеком, зависит от характера выполняемой им работы и метеорологических условий в помещении.

Метеорологические условия характеризуются температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой внутренних поверхностей ограждений и температурой находящихся в помещении предметов. Для нормального самочувствия человека необходимо, чтобы был обеспечен постоянный отвод выделяемого им тепла.

Выделение тепла происходит в основном с поверхности тела человека путем лучеиспускания, конвекции и испарения. Причем скрытое тепло, выделяемое при испарении пота, может составлять 50—60% и более

Примерная температурная карта поверхности человеческого тела



Кроме физического напряжения теплоотдача человека зависит от теплозащитных свойств одежды, а также от температуры, скорости движения, относительной влажности окружающего воздуха и радиационной температуры помещения, т. е. от метеорологических условий. Поэтому нормальное тепловое самочувствие человека при данном характере работы может быть достигнуто при определенной комбинации внутренних параметров.

- В условиях производства на самочувствие человека и на производительность труда влияют факторы, зависящие от технологического процесса и характера выполняемой работы. Эти факторы носят название профессиональных вредных выделений («вредностей»). К профессиональным вредным выделениям относятся избыточное конвективное и лучистое тепло, влага (водяные пары), газы и пары вредных веществ и производственная пыль.

- Конвективное тепло передается воздуху помещения от нагретых поверхностей оборудования (печей, горячих ванн), расплавленного металла и т.п., вызывая повышение температуры как в рабочей, так и в верхней зоне помещения.
- Лучистое тепло поступает от расплавленного металла, нагретых стенок и свода печей, стенок горячих ванн, нагретых отливок и т.п.



- **Влага (водяные пары)** поступает в воздух производственных помещений при промывке изделий в водяных ваннах, при смачивании изделий, обрабатываемых на металлорежущих станках, и при других технологических процессах с применением воды или водяного пара. Выделение водяных паров может происходить при наличии неплотностей в аппаратуре и в коммуникациях, транспортирующих пар или воду. Большое количество водяных паров может поступать в воздух помещений с открытых поверхностей воды в таких коммунальных и общественных зданиях, как бани, прачечные, плавательные бассейны и т. п. Увеличение влажности в помещениях приводит к ухудшению самочувствия человека.

- Газы и пары вредных веществ (ВВ) поступают в воздух производственных помещений при различных технологических процессах. Одни вещества, поступая в воздух в виде паров, переходят затем в жидкое или твердое состояние, другие остаются в паро- или газообразном состоянии. Попадая даже в небольших количествах в организм человека через дыхательные пути, кожу и пищеварительный тракт, газы и пары вредных веществ могут вызывать профессиональные отравления.
- Воздействие зависит от токсичности и концентрации в воздухе (ВВ) производственных помещений, а также от времени пребывания там людей.

Вентиляция зерноперерабатывающего производства



- Пыль представляет собой материальную систему, состоящую из мелких частиц твердого или жидкого вещества, рассеянных в газообразной среде. Такие системы называют аэрозолями. К аэрозолям относятся также туман, ВОЗГОНЫ и ДЫМ.

Пылями называют аэрозоли, возникающие при процессах механического измельчения — таких, как бурение, дробление, размол, истирание, или механической обработки с одновременным или последующим переходом образующихся частиц во взвешенное состояние. Размеры частиц в пылях больше, чем в дымах, возгонах и туманах.

- Возгоны, образующиеся в результате сублимации, горения и конденсации, содержат частицы размерами меньше 1 мкм.
- Дым, отличающийся значительной оптической плотностью, образуется в таких же процессах, как и возгоны; размеры частиц в нем могут быть меньше, чем в возгонах.
- Туман состоит из частиц жидкого вещества, образующихся при конденсации паров на частицах твердого вещества или при распылении жидкостей.
- По происхождению пыль делится на органическую (животного или растительного происхождения), неорганическую (металлическую и минеральную) и смешанную.
- Промышленная пыль представляет собой смесь частиц вещества различной структуры. В запыленном воздухе встречаются пылевые частицы размерами 0,1—100 мкм и более крупные.
- В воздухе производственных помещений преобладают пылевые частицы размерами до 10 мкм, причем 40—90% общего их числа имеют размеры менее 2 мкм.

1.3 Расчетные параметры внутреннего и наружного воздуха. Микроклимат помещения

Параметры наружного воздуха для жилых, общественных, административно-бытовых помещений следует принимать:

- Для теплого периода года:
 - параметры А (в таблицах и ГОСТ) - для систем вентиляции, воздушного душирования и кондиционирования третьего класса;
 - параметры Б (в таблицах и ГОСТ) - для систем кондиционирования первого класса. Для систем кондиционирования второго класса следует принимать температуру наружного воздуха на 2°C и удельную энтальпию на 2 кДж /кг ниже установленных для параметров Б.
- Для холодного периода года следует принимать параметры Б для систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

- Параметры наружного воздуха для переходных условий года следует принимать:
 - для вентиляции - температуру 8°C и удельную энтальпию $22,5 \text{ кДж/кг}$; допускается принимать параметры, определяемые в пределах использования не подогретого наружного воздуха для притока;
 - для кондиционирования - параметры, при которых не требуется нагревание и охлаждение приточного воздуха.

- *Допустимые и оптимальные нормы параметров воздуха в обслуживаемой зоне жилых, общественных и административно-бытовых помещений, нормы параметров воздуха на постоянных и непостоянных рабочих местах производственных зданий приведены в табл.1. Для правильного выбора параметров воздуха необходимо знать характер, категорию работы по энергозатратам.*

При проектировании вентиляции температуру воздуха в жилых, общественных и административно-бытовых помещениях следует принимать:

- для теплого периода - максимальную из допустимых температур в помещениях с избытком явной теплоты (далее - "теплоты"), а при отсутствии избытков теплоты - экономически целесообразную в пределах допустимых температур;
- для холодного периода и переходных условий - экономически целесообразную в пределах допустимых температур для ассимиляции избытков теплоты, а при отсутствии избытков теплоты - минимальную из допустимых температур.

- При проектировании кондиционирования воздуха следует обеспечивать параметры в пределах, указанных в табл. 2 и 3. В населенных пунктах с температурой наружного воздуха в теплый период года $\geq 30^{\circ}\text{C}$ (параметры Б) температуру воздуха в помещении следует повышать на $0,4^{\circ}\text{C}$ сверх указанной в табл. 2 и 3 на каждый градус повышения температуры более 30°C , увеличивая при этом скорость движения воздуха на $0,1$ м/с на каждый градус превышения температуры воздуха в рабочей и обслуживаемой зоне помещений. Скорость движения воздуха должна быть не более $0,5$ м/с.

Таблица 1 – Допустимые и оптимальные температуры в рабочей зоне

| Период года | Категория работ | Оптимальные нормы на постоянных и непостоянных рабочих местах | | | Допустимые нормы | | | | | |
|-------------------------------|------------------|---|----------------------------------|----------------------------|---|------------------------------|--------------------------------|--|--|---|
| | | температура, °С | скорость движения, м/с. не более | относительная влажность, % | температуры, °С | | | скорости движения воздуха, м/с, не более | относительной влажности воздуха, %, не более | |
| | | | | | на всех рабочих местах | на постоянных рабочих местах | на непостоянных рабочих местах | | | на постоянных и непостоянных рабочих местах |
| Теплый | Легкая: | | | 40-60 | На 4 °С выше расчетной температуры наружного воздуха (параметры А) и не более указанных в гр. 7 и 8 | | | | 75 | |
| | Iа | 23-25 | 0.1 | | | 28/31 | 30/32 | 0.2 | | |
| | Iб | 22-24 | 0.2 | | | 28/31 | 30/32 | 0,3 | | |
| | Средней тяжести: | 21-23 | 0,3 | | | 27/30 | 29/31 | 0,4 | | |
| | IIа | 20-22 | 0,3 | | | 27/30 | 29 31 | 0,5 | | |
| | IIб | | | | | | | | | |
| | Тяжелая: | | | | | | | | | |
| III | 18-20 | 0,4 | 26/29 | 28/30 | 0.6 | | | | | |
| Холодный и переходные условия | Легкая: | | 0,1 | 40-60 | - | | | | 75 | |
| | Iа | 22-24 | | | | 0,1 | 21-25 | 18-26 | | 0,1 |
| | Iб | 21-23 | | | | 0,1 | 20-24 | 17-25 | | 0,2 |
| | Средней тяжести: | 18-20 | | | | 0,2 | 17-23 | 15-24 | | 0,3 |
| | IIа | | | | | 0,2 | | | | |
| | IIб | 17-19 | | | | 0,3 | 15-21 | 13-23 | | 0,4 |
| | Тяжелая: | | | | | | | | | |
| | III | 16-18 | | | | | 13-19 | 12-20 | | 0,5 |

Указания СНиП по применению расчетных параметров наружного воздуха при проектировании зданий

| СНиП | Указания СНиП при проектировании систем | | | | |
|--------------------------|---|-------------|--|--------------------------|---|
| | для холодного периода года | | | для теплого периода года | |
| | отопления | вентиляции | кондиционирования воздуха | вентиляции | кондиционирования воздуха |
| II-Г. 7-62 II-33-75 | Параметры Б | Параметры А | Как правило, параметры Б. При обосновании - параметры В | Параметры А | Как правило, параметры Б. При обосновании - параметры В |
| 2.04.05-86 2.04.05-91 | Параметры Б | | | Параметры А | Для 1 класса СКВ – параметры Б. Для 2 класса СКВ: $t_H = t_B - 2^\circ\text{C}$; $J_H = J_B - 2 \text{ кДж/кг}$. Для 3 класса СКВ – параметры А |
| 41-01-2003 | Параметры Б | | | Параметры А | Параметры Б |

Указания СНиП по применению расчетных параметров внутреннего воздуха при проектировании зданий

| СНиП | Указания СНиП при проектировании систем | | | | |
|------------|---|---|---|---|---|
| | для холодного периода года | | | для теплого периода года | |
| | отопления | вентиляции | кондиционирования воздуха | вентиляции | кондиционирования воздуха |
| II.-Г.7-62 | Допустимые или оптимальные параметры по требованиям соответствующих глав СНиП | | Оптимальные параметры в общественных зданиях, указанных в СНиП | Допустимые параметры | Оптимальные параметры в общественных зданиях, указанных в СНиП |
| II-33-75 | Допустимые параметры. Оптимальные параметры в случаях: - предъявления соответствующих требований; - когда, для их обеспечения не требуется значительных дополнительных затрат | | | Допустимые параметры в жилых и общественных зданиях при необходимости определения воздухообмена. Параметры не нормируются при отсутствии необходимости определения воздухообмена | Оптимальные параметры, если в НТД не установлены требуемые параметры воздуха |
| 2.04.05-86 | Минимальная температура из допустимых значений | Максимальная температура из допустимых значений – при наличии теплоизбытков. Минимальная температура из допустимых значений – при отсутствии теплоизбытков. | Минимальные значения оптимальных норм в общественных зданиях | В общественных зданиях при наличии теплоизбытков - максимальная температура из допустимых значений; при отсутствии теплоизбытков – экономически целесообразная температура в пределах допустимых значений. В жилых зданиях метеорологические условия не нормируются | Максимальные значения оптимальных норм в общественных зданиях |
| 2.04.05-91 | Экономически целесообразная температура в пределах оптимальных значений температуры | | В пределах оптимальных норм в общественных зданиях | | В пределах оптимальных норм в общественных зданиях |
| 41-01-2003 | В общественных зданиях при отсутствии теплоизбытков - минимальная температура в пределах допустимых значений; при наличии теплоизбытков – экономически целесообразная температура в пределах допустимых норм. В жилых зданиях - минимальная температура в пределах оптимальных значений; при согласовании допускается принимать температуру в пределах допустимых норм. | | В пределах оптимальных норм, кроме помещений, для которых они установлены другими НТД | | В пределах оптимальных норм, кроме помещений, для которых они установлены другими НТД |

1.4 Виды вентиляции. Область применения систем вентиляции

По функциональному назначению системы вентиляции различаются на:

- приточная вентиляция (система);
- вытяжная вентиляция (система);
- рециркуляционная вентиляция (приточно-вытяжная).

Приточная система вентиляции подает очищенный и подогретый наружный воздух, особенно в холодное время года в рабочую зону помещений, в зону жизнедеятельности людей.

Вытяжные системы предназначены для удаления отработанного увлажнённого воздуха из мест его скопления, обычно из верхней зоны помещений.

Рециркуляционные системы используют воздух помещения для его охлаждения, в летнее время, или нагрева, в холодный период.

- По способу перемещения воздуха: естественная (гравитационная) или искусственная (с механическим побуждением), гибридная система вентиляции.

Естественная вентиляция создается без применения электрооборудования (вентиляторов, электродвигателей) и происходит вследствие естественных факторов — разности температур воздуха, изменения давления в зависимости от высоты, ветрового давления.

Искусственная или механическая вентиляция применяется там, где недостаточно естественной. В механических системах используется оборудование и приборы (вентиляторы, фильтры, воздухонагреватели и т.д.), позволяющие перемещать, очищать и нагревать воздух. Т

- По зоне обслуживания:
местная или
общеобменная система
вентиляции.

Местная вентиляция предназначена для подачи свежего воздуха на определенные места (местная приточная вентиляция) или для удаления загрязненного воздуха от мест образования вредных выделений (местная вытяжная вентиляция).



Общеобменная вентиляция, в отличие от местной, предназначена для осуществления вентиляции во всем помещении. Общеобменная вентиляция так же может быть приточной и вытяжной. Приточную общеобменную вентиляцию, как правило, необходимо выполнять с подогревом и фильтрацией приточного воздуха. Поэтому такая вентиляция должна быть механической (искусственной).



- По конструктивному исполнению бывают: каналные/бесканальные.

Канальная система



Бесканальная система



1.5 Воздушный режим здания. Три задачи воздушного режима

Тепловым режимом здания называется совокупность факторов и процессов, которые под влиянием внешних, внутренних воздействий и принятых инженерных устройств формируют тепловую обстановку в его помещениях.

Различают:

- Зимний воздушно–тепловой режим.
- Летний воздушно–тепловой режим.

Зимний воздушно–тепловой режим. На зимний воздушно–тепловой режим помещения оказывают влияния следующие факторы:

1. Расчетные зимние параметры наружного воздуха:

а) температура наружного воздуха ;

б) скорость ветра ;

в) продолжительность отопительного периода.

2. Теплозащитные свойства ограждений:

а) сопротивление теплопередаче ;

б) теплоустойчивость (тепловая инерция D).

3. Воздухо – и влагопроницаемость ограждений.

2.1. Летний воздушно – тепловой режим помещения

Для летнего периода определяющими параметрами климата являются:

- 1) интенсивность солнечной радиации;
- 2) температура наружного воздуха.

За расчетную температуру наружного воздуха в летний период принимают температуру наиболее жарких летних суток.

Особенностью расчета летнего теплового режима зданий является – определение теплоступлений от солнечной радиации.

Для поддержания в помещениях в летний период определенного микроклимата используют средства тепло и солнцезащиты (Это солнцезащитные стекла, вентилируемые ограждения, затеняющие приспособления)

Помещения охлаждают:

1. путем проветривания;
2. функционирования общеобменной система вентиляции;
3. с помощью система кондиционирования.

Три задачи воздушного режима

При рассмотрении воздушного режима здания различают три задачи: внутреннюю, краевую и внешнюю.

- К внутренней задаче воздушного режима относятся следующие вопросы:

А) расчет требуемого воздухообмена в помещении (определение количества поступающих в помещения вредных выделений, выбор про производительности систем местной и общеобменной [ВЕНТИЛЯЦИИ](#));

Б) определение параметров внутреннего воздуха (температуры, влажности, скорости движения и содержания вредных веществ) и распределения их по объему помещений при различных вариантах подачи и удаления воздуха. Выбор оптимальных вариантов подачи и удаления воздуха;

В) определение параметров воздуха (температуры и скорости движения) в струйных течениях, создаваемых приточной вентиляцией;

Г) расчет количества вредных выделений, выбивающихся из-под укрытий местных отсосов (диффузия вредных выделений в потоке воздуха и в помещениях);

Д) создание нормальных условий на рабочих местах (душирование) или в отдельных частях помещений (оазисы) путем подбора параметров подаваемого приточного воздуха.

- Краевая задача воздушного режима объединяет следующие вопросы:
 - А) определение количества воздуха, проходящего через наружные (инфильтрация и эксфильтрация) и внутренние (перетекание) ограждения. Инфильтрация приводит к увеличению теплопотерь помещений. Наибольшая инфильтрация наблюдается в нижних этажах многоэтажных зданий и в высоких производственных помещениях. Неорганизованное перетекание воздуха между помещениями приводит к загрязнению чистых помещений и распространению по зданию неприятных запахов;
 - Б) расчет площадей отверстий для аэрации;
 - В) расчет размеров каналов, воздуховодов, шахт и других элементов систем вентиляции;
 - Г) выбор способа обработки воздуха — придание ему определенных «кондиций»: для притока — это нагрев (охлаждение), увлажнение (осушка), очистка от пыли, озонирование; для вытяжки — это очистка от пыли и вредных газов;
 - Д) разработка мероприятий по защите помещений от врывания холодного наружного воздуха через открытые проемы (наружные двери, ворота, технологические отверстия). Для защиты обычно применяют воздушные и воздушно-тепловые завесы.

Внешняя задача воздушного режима включает следующие вопросы:

- А) определение давления, создаваемого ветром, на здание и отдельные его элементы (например, дефлектор, фонарь, фасады и т. д.);
- Б) расчет максимально возможного количества выбросов, не приводящего к загрязнению территории промышленных предприятий; определение проветриваемости пространства вблизи здания и между отдельными зданиями на промышленной площадке;
- В) выбор мест расположения воздухозаборов и вытяжных шахт вентиляционных систем;
- Г) расчет и прогнозирование загрязнения атмосферы вредными выбросами; проверка достаточности степени очистки выбрасываемого загрязненного воздуха.