Воздух рабочей зоны

Основные характеристики

1. Температура, $t\,^{\circ}\mathrm{C}$.
2. Относительная влажность, $\varphi\ \%$.
3. Подвижность воздуха, $V\,\mathrm{м/с}$.
4. Плотность теплового потока, $q\ \mathrm{Вт/м^2}$.
5. Индекс тепловой нагрузки среды, $\mathrm{ТНС}\,^{\circ}\mathrm{C}$.
6. Атмосферное давление, $P\ \mathrm{Па}$.
7. Концентрация вредных веществ, $\mathrm{мг/м^3}$.

Теплообмен человека с окружающей средой

Жизнедеятельность человека сопровождается непрерывным выделением теплоты в окружающую среду. Её количество зависит от различных параметров и лежит в диапазоне от 85 Вт до 500 Вт и более.

- При этом организму для жизнедеятельности необходимо поддерживать постоянство внутренней среды (гомеостаз).
- Интегральный показатель - средняя температура тела, которая в норме равна $36,5\ ^{\circ}\mathrm{C}$.
  Минимальная не смертельная температура внутренних органов - $25,5\ ^{\circ}\mathrm{C}$, максимальная $43\ ^{\circ}\mathrm{C}$.

Тепловое самочувствие человека

В зависимости от соотношения теплоты выделяемой человеком $Q_{\text{выд}}$ и поглощаемой окружающей средой $Q_{\text{погл}}$ тепловое самочувствие человека может быть существенно различным:

- При $Q_{\text{выд}} = Q$ тепловое самочувствие «нормальное».
- При $Q_{\text{выд}} > Q$ тепловое самочувствие характеризуется понятием «жарко».
  К слову, полная теплоизоляция человека, находящегося в состоянии покоя приведёт к повышению температуры через 1 час на 1 - 2 $^{\circ}\mathrm{C}$. Теплоизоляция человека, производящего работу средней тяжести - на 5 $^{\circ}\mathrm{C}$ за 1 час.
- При $Q_{\text{выд}} < Q$ тепловое самочувствие характеризуется понятием «холодно».

Способы теплообмена человека с окружающей средой

Теплообмен между человеком и окружающей средой осуществляется следующими способами:

1. Конвекцией $Q_{\text{конв}}$ - за счёт омывания тела потоками воздуха.
2. Теплопроводностью $Q_{\text{т}}$ - при прикосновении к объектам иной температуры.
3. Излучением на окружающие поверхности $Q_{\text{л}}$.
4. Тепломассообменом при испарении пота $Q_{\text{п}}$ и дыхании $Q_{\text{дых}}$.

Терморегуляция человека

- Биохимический метод состоит в изменении интенсивности окислительных процессов в организме.

- Изменение характера кровообращения за счёт сужения и расширения сосудов поверхности тела (оболочки) и внутренних органов (ядра). Тем самым происходит перераспределение теплоносителя (крови) в требуемом направлении.
- Изменение интенсивности потоотделения.
  Вклад данного метода терморегуляции растёт с повышением температуры окружающей среды. Интенсивность теплоотдачи данным методом может составлять от 15 % до 110% от тепловыделения организма.

  В целом, величина потоотделения изменяется в широком диапазоне, в зависимости от напряжённости труда и параметров микроклимата. Например, при $t = 30\,^{\circ}\mathrm{C}$ у человека не занятого физическим трудом влаговыделение составляет 2 гр./мин; при выполнении тяжёлой работы оно может увеличиться до 9,5 гр./мин и более.

  При этом эффективность потоотделения зависит от температуры, влажности и подвижности воздушных масс. Так при повышении влажности воздуха до 80% и более эффективность потоотделения резко падает, что вызывает его усиленное выделение. Данное явление получило название «проливной пот», характеризующееся значительным изнурением организма из-за потери значительного количества солей и влаги, а также недостаточной теплоотдачи. С связи с этим, на предприятиях с высокой температурой на рабочих местах, для профилактики нарушения водно солевого баланса в цехах ставят баки с подсолёной, а лучше минеральной водой.

Терморегуляция человека происходит всеми способами одновременно. По характеру самочувствия человека для параметров микроклимата выделяют оптимальные и допустимые условия труда:

- оптимальные условия характеризуются отсутствием неприятных ощущений и напряжённости системы регуляции.
- для допустимых условий характерно наличие незначительного дискомфорта, не приводящего к каким-либо последствиям для здоровья.

Нормирование параметров микроклимата

Согласно нормативным документам, каждый компонент микроклимата нормируется независимо: температура, относительная влажность, подвижность воздуха.

Нормирование происходит в зависимости от:

- периода года. Тёплый, холодный период определяется исходя из среднесуточной температуры в течение нескольких дней;
- категории работ по энергозатратам. Выделяют три основных группы (I,II,II).

Инфракрасное излучение

Виды и воздействие на человека

Инфракрасным называется электромагнитное излучение с длинной волны λ от 0,76 до 1000 мкм. Основное воздействие на человека - тепловое. Данное воздействие может проявляться в нарушении работы сердечно-сосудистой и нервной системы.

ИК-излучение можно разделить на два основных вида:

- коротковолновое излучение характерно высоко нагретым телам, обладающее значительной

проникающей способностью, в следствии чего проникает глубоко внутрь организма и вызывает нарушение работы внутренних органов.
- длинноволновое излучение характерно слабо нагретым (до 500 ^{o}C) телам, обладает незначительной проникающей способностью (несколько миллиметров), а потом задерживается поверхностью кожи, вызывает ожоги поверхности кожи.

Нормирование ИК-излучения

Предельно допустимые значения тепловых потоков на рабочем месте, согласно нормативным документам, определяются:

- временем облучения;
- площадью поверхности облучения.

Например, максимальный тепловой поток 140 $Вт/м^2$ допустим при площади облучения не более 25% поверхности тела человека.

Защита от теплового излучения

К основным методам защиты от воздействия теплового излучения можно отнести следующие:

- Снижение интенсивности излучения источника.
- Применение коллективных средств защиты, например, экранирование.
- Использование СИЗ (средств индивидуальной защиты) таких, как очки, костюмы и т.д.
- Создание воздушных душей и оазисов.
- Изменение режима труда.

Вредные вещества

Оценка воздействия

В настоящее время в промышленности и сельском хозяйстве используется несколько десятков тысяч веществ, оказывающих вредное воздействие на человека.

При этом в РФ предельно допустимые концентрации (ПДК) установлены примерно для 3500 различных веществ.

Предельно **д**опустимой **к**онцентрацией называется такая концентрация вещества, которая при ежедневном восьми часовом воздействии на протяжении всего стажа не приводит к развитию профессиональных заболеваний или другим изменениям здоровья, фиксируемым современными методами, как у работника, так и у его потомства.

Вредным называется вещество, которое при контакте с организмом человека может вызывать травмы, заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе контакта с ними, так и в отдалённые сроки жизни настоящего и последующих поколений.

В промышленности вредные вещества могут попадать в организм через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожу. Однако поступление через лёгкие является основным. Этот путь характеризуется повышенной опасностью т.к., вредные вещества поступают непосредственно в кровь и

разносятся по всему организму.

В общей своей массе вредные вещества обладают общими поражающими свойствами, но для каждого органа и ткани существуют и специфичные токсины.

Оценка воздействия вредных веществ характеризуется следующими величинами:

- Среднесменная предельно допустимая концентрация $(\text{ПДК}_{\text{сс}})$ - средняя концентрация, полученная при непрерывном или прерывистом отборе проб воздуха при суммарном времени, равном не менее 75% продолжительности рабочей смены.
  $\text{ПДК}_{\text{сс}}$ необходима для расчета индивидуальной экспозиции, выявления связи изменений состояния здоровья работающих с их профессиональной деятельностью. При этом учитывается верхний предел колебаний концентраций (максимальные концентрации).
  По определению:

  $$\text{ПДК}_{\text{сс}} = \sum_{i=1}^{n} C_i \tau_i^*, \text{ где } \tau_i^* = \frac{\tau_i}{T_{\text{смены}}}.$$

  Здесь n - число временных интервалов с различной концентрацией вредного вещества; $C_i,\ \text{мг/м}^3$ - концентрация вредного вещества на i-ом интервале времени; $T_{\text{смены}},\ \text{ч}$ - длительность смены.

- Максимальная предельно допустимая концентрация $(\text{ПДК}_{\text{м}})$ - максимальная концентрация, возникающая при ведении технологического процесса, усредненная при отборе проб за промежуток времени, равный 15 минутам.
- Максимальная предельно допустимая концентрация веществ опасных для развития острого отравления (с остронаправленным механизмом действия, раздражающие вещества) $(\text{ПДК}_{\text{мо}})$ - максимальная концентрация, которая должна быть измерена за возможно более короткий промежуток времени, как это позволяет метод определения данного вещества.
- Вещества с остронаправленным механизмом действия - это вещества, опасные для развития острого отравления при кратковременном воздействии вследствие выраженных особенностей механизма действия: гемолитические, антиферментные, угнетающие дыхательный и сосудодвигательные центры и др.

В случае, когда на рабочем месте присутствуют вещества однонаправленного действия т.е., когда компоненты смеси оказывают влияние на одни и те же системы организма, для гигиенической оценки воздушной среды используют уравнение вида:

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \cdots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1,$$

где C_1, C_2, ... , C_n - концентрации каждого вещества в воздухе, мг/м^3; ПДК_1, ПДК_2, ..., ПДК_n - предельно допустимые концентрации этих веществ, мг/м^3.

Методы защиты

К основным способам защиты от воздействия вредных веществ можно отнести:

- уменьшение объёмов выбросов вредных веществ в воздух рабочей зоны;
- замена вредного вещества менее токсичным аналогом. Примером может служить замена масла в системах регулирования турбоагрегатов на специальную жидкость ОМТИ;
- уменьшение времени пребывания персонала в помещениях или зонах с повышенной концентрацией вредных веществ, применение дистанционного управления технологическим процессом;

- применение СИЗ таких, как ватно-марлевая повязка, респиратор, фильтрующий противогаз, изолириующий противогаз.
  Основным элементом фильтрующего противогаза является коробка с веществом - адсорбентом. Продолжительность защитного действия противогаза ограничена. В зависимости от вредных веществ используются разные типы фильтрующих коробок, различающихся маркировкой. Для исключения ошибочного применения фильтрующих противогазов, фильтрующие коробки, защищающие от различных веществ, следует хранить в отдельных ящиках с указанием вида вредного вещества. Также следует регистрировать продолжительность применения каждой коробки, желательно с указанием концентрации вредного вещества;
- использование вентиляции производственных помещений.

Вентиляция рабочей зоны

В соответствии с санитарными нормами все производственные помещения должны вентилироваться.

Вентиляция - обмен воздуха в помещении для поглощения избытков теплоты, выделяющихся паров, газов, пыли с целью поддержания параметров микроклимата на допустимом уровне при средней необеспеченности этих параметров микроклимата не более 400 часов в году.

Классификация систем вентиляции

I. По способу перемещения воздуха

- *Естественная вентиляция* - перемещение воздуха происходит за счёт разности температур и плотностей воздуха внутри и снаружи помещения, а также ветрового давления.
  - Назначение. Удаление избытка CO_2 и приток свежего воздуха.
  - Достоинства. Экологичность и бесшумность.
  - Недостатки. Непостоянный и малый воздухообмен.
  - Область применения. Помещения в которых отсутствуют мощные источники вредных веществ.
- *Механическая вентиляция* - перемещение воздуха происходит за счёт разности давления, создаваемой вентилятором или эжектором.
  - Достоинства. Обеспечение стабильного воздухообмена любой кратности.
  - Недостатки. Высокая стоимость строительства и эксплуатации.
  - Область применения. Помещения с выраженным избытком вредных веществ, тепла и т.д.

II. По рабочему объёму

- *Местная вентиляция* функционирует на определённом рабочем месте, на месте выделения вредных веществ и т.д.
  - Приточная, обеспечивающая приток чистого воздуха.
  - Вытяжная, обеспечивающая удаление загрязнённого воздуха из рабочей зоны.
- *Общеобменная вентиляция* предусматривается для создания одинаковых условий и параметров воздушной среды во всём объёме помещения, когда вредные вещества распространяютс по всему объёму помещения и нет возможности или необходимости их уловить в месте образования.

III. По способу подачи и удаления воздуха в помещение

- Приточная вентиляция. Применяется для поддержания параметров микроклимата в более чистых помещениях чем соседние.
- Вытяжная вентиляция. Характерна для помещений с краткосрочным пребыванием людей. Помещения более грязные в сравнении с соседними.
- Приточно-вытяжные.
- С частичной рециркуляцией воздуха.
- С полной рециркуляцией воздуха.

Основные характеристики

Расход вытяжной вентиляции

Расход вытяжной вентиляции L, $\text{м}^3/\text{ч}$ определяется исходя из следующих критериев:

Выделение вредных веществ отсутствует

$$L = N * L^1 \ \text{м}^3/\text{ч},$$

где L - общий расход вытяжной вентиляции $\text{м}^3/\text{ч}$, L^1 - расход вытяжной вентиляции на одного работающего, N - число работников в помещении.
Согласно санитарно-эпидемиологическим правилам СП 2.2.1.1312-03, устанавливаются следующие нормы:

$V/N,\ \text{м}^3/\text{ч}$	**мин.** $L^1,\ \text{м}^3/\text{ч}$
менее 20	30
от 20 до 40	20

В помещениях с $V/N > 40,\ \text{м}^3/\text{ч}$ и при наличии естественной вентиляции (открывание створок переплета окон и дверей) воздухообмен не рассчитывается. В тех случаях, когда естественная вентиляция отсутствует, мин. $L^1 = 60\ \text{м}^3/\text{ч}$.

Выделение вредных веществ.
Расход вентиляции $L(\ \text{м}^3/\text{ч})$ рассчитывается из условия разбавления вредных веществ до допустимых концентраций. $C_{\text{вых}} = \text{ПДК}$, где $C_{\text{вых}}$ - концентрация вредных веществ в выходящем из помещении воздухе, ПДК - предельно-допустимая концентрация вредного вещества в помещении.

$$L = \frac{G}{C_{\text{вых}} - C_{\text{вход}}},$$

где G - скорость поступления вредных веществ в помещение; $\text{мг}/\text{ч}$, $C_{\text{вых}}$, $C_{\text{вход}}$ - концентрация вредных веществ во входящем и выходящем воздушных потоках, соответственно, $\text{мг}/\text{м}^3$.

При одновременном поступлении в помещение вредных веществ *однонаправленного действия* расчет вентиляции берется, *суммируя объемы воздуха*, необходимые для разбавления каждого до ПДК.

Если вещества *разнонаправленного действия*, то минимальное значение L определяется по тому вредному веществу, разбавление которого требует наибольшего воздухообмена.

Случай повышенного влаговыделения в помещении.

$$L = \frac{D}{d_{\text{вых}} - d_{\text{вход}}},$$

где $L(\text{ м}^3/\text{ч})$ - требуемый воздухообмен, D - скорость выделения водных паров в помещении, $\text{г}/\text{ч}$; $d_{\text{вых}},\ d_{\text{вход}}$ - влагосодержание воздуха внутри помещения (выходящий воздух) и снаружи помещения, соответственно, $\text{г}/\text{м}^3$.

Величина $d_{\text{вых}}$ не устанавливается нормами, а определяется на основании нормируемых температуры и влажности воздуха в помещении.

Случай избыточного тепловыделения в помещении.
Расход вентиляции $L(\text{ м}^3/\text{ч})$ рассчитывается из условия удаления излишек тепла уходящим воздухом.

$$L = \frac{Q_{\text{изб}}}{C\rho(t_{\text{вых}} - t_{\text{вход}})},$$

где $Q_{\text{изб}}$ - избыточное тепловыделение, $\text{Дж}/\text{ч}$ или $\text{ккал}/\text{ч}$, C - теплоёмкость сухого воздуха, $C = 0,24\ \text{ккал}/\text{кг}\ ^\circ\text{C}$ или $C = 1004,6\ \text{Дж}/\text{кг К}$; ρ - плотность приточного воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$; $t_{\text{вых}},\ t_{\text{вход}}$ - соответствующие температуры воздуха, $^\circ\text{C}$.

$$t_{\text{вых}} = t_{\text{рз}} + \Delta t(H - 2),$$

где $t_{\text{рз}}$ - температура рабочей зоны, $^\circ\text{C}$, которая не должна превышать допустимую по нормам температуру; Δt — температурный градиент по высоте помещения $(\Delta t = 1 - 5\ ^\circ\text{C}/\text{м})$; H — расстояние от пола до центра вытяжных проемов, м; 2 — высота рабочей зоны, м.

Кратность воздухообмена

Кратность воздухообмена K - отношение объёма воздуха, подаваемого в помещение или удаляемого из него в течение часа $L\,(\text{м}^3/\text{ч})$ к внутреннему объёму помещения $V\,(\text{м}^3)$.

$$K = \frac{L}{V}\ [1/\text{ч}].$$

Таким образом, кратность воздухообмена характеризует число обменов воздуха в единицу времени для данного помещения при использовании характеризуемой системы вентиляции.

From:
https://jurik-phys.net/ - **Jurik-Phys.Net**

Permanent link:
https://jurik-phys.net/lifesafety:factory:air

Last update: **2020/05/13 02:15**