

Тема7. Воздух рабочей зоны.

Микроклимат в рабочей зоне – характеризуется $t^{\circ}\text{C}$, v м/с, Ψ % и тепловой радиации Вт/см^2 .

Организм человека обладает способностью регулировать процессы теплообразования и теплоотдачи в необходимых для жизни границах. В условиях теплового комфорта теплоотдача распределяется следующим образом: на лучеиспускание $\approx 45\%$; путём конвекции $\approx 30\%$; расход теплоты на испарение влаги с поверхности тела $\approx 20\%$; на нагрев вдыхаемого воздуха $\approx 5\%$. Теплоотдача перераспределяется при изменении $t^{\circ}\text{C}$, v м/с, Ψ % воздуха, а температура тела сохраняется постоянной. Это свойство организма называется **терморегуляцией**. Терморегуляция нарушается в условиях, резко отличающихся от комфортных.

Поэтому ГОСТом 12.1.005-88 нормируются t , v , Ψ . В зависимости от сезона года, категории тяжести работы и наличия избытков теплоты установлены оптимальные и предельно допустимые параметры микроклимата.

Нормы оптимального микроклимата находятся в пределах:

$t = 16 \div 25^{\circ}\text{C}$; $v = 0,2 \div 0,5$ м/с; $\Psi = 40 \div 60$ %.

Если по техническим причинам нельзя обеспечить тепловой комфорт, то **допускаются предельные отклонения**:

- а) 13°C - (зимой при выполнении работ тяжёлой категории), 28°C - (летом);
- б) влажность $40 \div 75\%$ (более 75 плохо испаряется пот, менее 40 – пересыхание слизистой оболочки рта);
- в) подвижность воздуха $0,2 \div 1$ м/с (менее 0,2 м/с - прекращается конвекция, более 1 м/с – сквозняк).

Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Чистый естественный воздух содержит: 78,08% азота; 20,95% кислорода; 0,93% аргона; 0,03% углекислого газа; 0,01% прочих газов.

В процессе производства в воздух попадают вредные примеси различных частиц, газов и паров. ГОСТом установлены ПДК для многих сотен вредных веществ, которые по степени опасности для человека разделены на 4 класса:

- 1 – чрезвычайноопасные (менее $0,1 \text{ мг/м}^3$) –свинец, ртуть, хлор, ванадий;
- 2 – высокоопасные ($0,1 - 1 \text{ мг/м}^3$) – йод, марганец, медь, никель;

- 3 – умеренноопасные ($1 - 10 \text{ мг/м}^3$) – борная кислота, метиловый спирт;
4 – малоопасные (более 10 мг/м^3) – ацетон, аммиак, этиловый спирт.

Контроль состояния воздуха рабочей зоны.

Параметры микроклимата измеряют систематически приборами: t °С- термометром (разовый замер) или термографом (постоянная регистрация); v м/с - анемометром; Ψ %-психрометром (абсолютная влажность, мм. рт. ст.) или гигрометром(относительная влажность).

Загрязнение воздуха вредными веществами контролируют в зависимости от класса опасности веществ: 1 и 2 классы опасности - непрерывный контроль газоанализатором с регистрацией (ФЛ-5501); 3 и 4 классы - периодический контроль, производится отбор проб в зоне дыхания не менее 5 раз в смену с помощью различных поглотителей.

Защита от источников тепловых излучений.

1. Теплоизоляция нагреваемых поверхностей (асбест, спец. бетон, кирпич);
2. Экранирование тепловых излучений (теплоотражающие – листовой алюминий, белая жель, теплопоглощающие – огнеупорный кирпич, асбестовые щиты);
3. Вентиляция;
4. Защитная одежда;
5. Ограничение времени работы при больших тепловых нагрузках;

Защита от вредных примесей в воздухе рабочей зоны.

1. Герметизация источников;
2. Работа оборудования под разряжением;
3. Замена токсичных веществ нетоксичными;
4. Механизация и автоматизация работ;
5. Удаление рабочего места из зоны загрязнения;
6. Вентиляция;
7. Ограничение длительности работы в условиях загрязнённого воздуха.

Системы вентиляции и их выбор.

- **естественная** вентиляция - осуществляется за счёт разности температуры внутри и снаружи помещения; применяется для удаления избытков теплоты.
- **механическая**- с помощью вентилятора:
 - **общеобменная** - для удаления избытков теплоты, влаги;

- умеренно - и малоопасных, вредных веществ из всего объёма помещения;
- **местная приточная** (воздушный душ) – для подачи охлаждённого воздуха в горячих цехах;
- **местная вытяжная** совместно с приточной для удаления вредных веществ 1 и 2 классов опасности непосредственно из мест их образования. Подача свежего воздуха производится в зону дыхания.

Требования к вентиляции.

1. Обеспечение чистоты воздуха и оптимальных параметров микроклимата;
2. обеспечение правильных потоков воздуха (отсутствие сквозняков или застоев);
3. объём приточного воздуха должен соответствовать объёму вытяжного (разница не более 15 % - выт. > прит.);
4. шум не должен превышать ПД уровни;
5. система вентиляции должна быть электро - , пожаро - , и взрывобезопасной.

Порядок проектирования вентиляции.

1. Выбирают систему вентиляции;
2. Рассчитывают объём перемещаемого воздуха, м³/ч;
3. Разрабатывают схему воздухопроводов и рассчитывают потери давления, Н, Па:

$$H_i = R_i * L_i + \sum (\xi_j * (v^2 * \rho / 2)), \text{ где}$$

R_i – удельные потери давления на i -ом участке, Па/м;

L_i – длина i -ого участка, м;

ξ_j – коэффициент потерь давления на местное сопротивление;

v – скорость движения воздуха на i -ом участке, м/с;

ρ – плотность воздуха, кг/м³

4. Рассчитывают мощность электрического двигателя, кВт:

$$N = \frac{V_{\text{вент}} * H}{3600 * 10^3 * \eta}, \text{ где}$$

η – к.п.д. вентилятора;

5. По каталогу выбирают вентилятор.

Выбор системы вентиляции и расчёт объёма воздуха производится в зависимости от цели её использования.

1. Нормальные условия (вредные факторы отсутствуют)- используют общеобменную систему вентиляции.

Расчёт объёма воздуха производят по числу работающих людей (n) и санитарной норме подачи воздуха на 1 человека (в зависимости от объёма помещения, приходящегося на одного человека)- ($V^1, \text{м}^3 / \text{чел} \cdot \text{ч}$).

$$V^1 = 20 - 60 \text{ м}^3 / \text{чел} \cdot \text{ч};$$

$$V_{\text{вент}} = n \cdot V^1.$$

2. Для удаления вредных веществ 3 и 4 классов опасности используют общеобменную вентиляцию.

Уравнение баланса поступающих и удаляемых вредных веществ

$$kG + g_1 V_{\text{вент}} = g_2 V_{\text{вент}}, \text{ где}$$

G- кол-во вредных веществ, выделяемых в процессе производства, мг/ч;

g_1 и g_2 - концентрация вредных веществ в поступающем в помещение воздухе (g_1) и удаляемом ($g_2 = g_{\text{дон}}$ по ПДК), мг/м³;

k- коэффициент на неравномерность распределения вредных веществ в помещении $k=1,5 \div 2$.

3. Для удаления избытков теплоты применяют общеобменную вентиляцию.

Уравнение теплового баланса

$$V_{\text{вент}} \cdot C(t_{\text{yx}} - t_{\text{прих}}) \cdot \gamma = 3600 \cdot Q_{\text{изб}}, \text{ где}$$

$Q_{\text{изб}}$ - избыточная теплота, Вт;

γ - плотность воздуха, $1,2 \div 1,29 \text{ кг/м}^3$;

$C=10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, удельная теплоёмкость воздуха;

$t_{\text{yx}} = t_{\text{р.м.}} + \Delta t(h - 2)$ - температура удаляемого воздуха;

$t_{\text{р.м.}}$ - по ГОСТ 12.1.005-88;

$\Delta t = 1 - 5^\circ \text{C}$;

h-высота помещения.

Источники тепловыделений: электрооборудование и освещение Q_1 , солнечная радиация Q_2 , люди Q_3 и др.

$Q_1 = \sum_{i=1}^n P_i \cdot E_i$, Вт, где P_i - установленная мощность i-ого оборудования, Вт.

E_i - коэффициент потерь электроэнергии.

$Q_2 = m \cdot S \cdot k \cdot Q_c$, Вт, где m – число окон, S-площадь окна, м²,

$k=0,6 \div 1,5$ - учитывает вид остекления,

$Q_c = 127 - 234 \text{ Вт/м}^2$ - теплоступление с 1 м² окон (северная и южная сторона)

$$Q_3 = n \cdot q,$$

$$Q_{\text{изб}} = Q_1 + Q_2 + Q_3, \text{ где}$$

n- число работающих,

$q=85 \text{ Вт/чел}$ - тепловыделение человека.

4. Удаление вредных веществ 1 и 2 классов опасности производят с помощью местной вентиляции из мест выделения вредных веществ (вытяжные шкафы, зонты, бортовые отсосы - щели, передвижные патрубки).

$$V = (10 \cdot x^2 + F) \cdot v_A, \text{ м}^3/\text{ч};$$

v в зоне дыхания радиусом $v_B = 0,2 \div 0,5$ м/с по ГОСТу.

v в месте выделения вредных веществ $v_A = 0,6 \div 1,5$ м/с по санитарным нормам.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания.

Используют противогазы и респираторы.

Респираторы ГОСТ 12.4.041-78

Промышленные противогазы ГОСТ 12.4.042-78

Противопыльные респираторы Лепесток, ШБ-1, РП-К

Универсальные респираторы Астра, РУ- 60Н.