

### РАЗДЕЛ 3. ВОЗДЕЙСТВИЕ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ НА ЧЕЛОВЕКА И СРЕДУ ОБИТАНИЯ. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

#### Тема 3.1. Оздоровление воздушной среды производственных помещений

По оценкам специалистов современный человек от 52 до 85% суточного времени проводит в жилых и общественных помещениях. Несомненно, качество воздуха этих помещений имеет большое значение для его здоровья, влияет на настроение и работоспособность. Известно, что наиболее благоприятен для человека по физико-химическим характеристикам чистый атмосферный воздух, однако, внутри помещений состав воздуха может сильно отличаться из-за наличия химических веществ, пыли, источников тепла и влаги. При этом загрязняющие факторы могут сочетаться, дополнять друг друга, действуя комплексно и усиливая негативное воздействие на организм.

Человек может переносить изменения в определенных пределах факторов воздушной среды, благодаря деятельности регуляторных механизмов организма. Однако возможности эти не безграничны. Чтобы внутренняя среда помещений не стала источником риска для здоровья, необходимо соблюдение гигиенических требований, в соответствии с которыми к основным показателям воздушной среды помещений относят:

- содержание вредных веществ
- микроклимат
- запыленность воздуха
- ионный состав воздуха

Из всего многообразия химических веществ, используемых в современном производстве и быту, с позиций БЖД интерес представляют те, которые при контакте с организмом человека могут вызывать отклонения в состоянии здоровья, профессиональные заболевания или производственные травмы, т.е. *вредные вещества*. Проникнуть в организм они могут следующими путями:

1. через органы дыхания
2. через органы пищеварения с пищей и водой
3. через кожный покров и слизистые оболочки

Классифицируют вредные вещества по различным признакам:

- по химическому строению
  - органические (углеводороды, альдегиды, спирты и др.)
  - элементоорганические (фосфорорганические, хлорорганические и др.)

- неорганические (свинец, ртуть, азотная, серная, соляная кислоты и др.)
- по агрегатному состоянию – газы, пары, аэрозоли, их смеси
- по степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности (ГОСТ 12.1.007 –76):
  - 1-й - вещества чрезвычайно опасные;
  - 2-й - вещества высокоопасные;
  - 3-й - вещества умеренно опасные;
  - 4-й - вещества малоопасные.

Класс опасности вредных веществ устанавливают в зависимости от норм и показателей, указанных в Таблице 3 Приложения.

- по токсическому эффекту
  - общетоксические
  - раздражающие
  - сенсibiliзирующие
  - канцерогенные
  - мутагенные
  - влияющие на репродуктивную функцию

Содержание в воздухе вредных веществ не должно превышать предельно-допустимых концентраций (ПДК), которые оценивают в миллиграммах на метр кубический (мг/м<sup>3</sup>). При одновременном содержании в воздухе нескольких вредных веществ однонаправленного действия должно выполняться условие

$$\frac{K_1}{ПДК_1} + \frac{K_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{K_n}{ПДК_n} \leq 1 \quad (7)$$

где  $K_1, K_2 \dots K_n$  - фактические концентрации каждого вредного вещества

в воздухе;

$ПДК_1, ПДК_2 \dots ПДК_n$  - предельно-допустимые концентрации этих веществ.

Под *микроклиматом* понимают метеорологические условия внутренней среды помещения, т.е. климат внутри помещения, который определяется как сочетание температуры, влажности, давления и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих предметов. Оптимальные и допустимые показатели микроклиматических параметров по ГОСТ 12.1.005–88 Приведены в Таблице 4.

**Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений  
(по ГОСТ 12.1.005 –88)**

Таблица 4

Период года*	Категория работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
		оптимальная	допустимая**	оптимальная	допустимая**	оптимальная	допустимая**
Холодный	Легкая - I	21-24	17-26	40-60	75	0,1	0,1-0,2
	Средней тяжести -IIа	18-20	15-23	40-60	75	0,2	0,3
	Средней тяжести -IIб	17-19	13-21	40-60	75	0,2	0,4
	Тяжелая - III	16-18	12-19	40-60	75	0,3	0,5
Теплый	Легкая - I	22-25	19-30	40-60	55 -60	0,1-0,2	0,1-0,3
	Средней тяжести -IIа	21-23	17-29	40-60	65	0,3	0,2-0,4
	Средней тяжести -IIб	20-22	15-29	40-60	70	0,3	0,2-0,5
	Тяжелая - III	18-20	13-28	40-60	75	0,4	0,2-0,6

\* холодный период года –при температуре наружного воздуха <10 °С; теплый >10 °С  
\*\* на постоянных и непостоянных рабочих местах

При дискомфортном микроклимате наблюдается ухудшение самочувствия, усиливается утомляемость, что увеличивает вероятность ошибок, травм. Нормальное протекание физиологических функций в организме при изменении микроклиматических параметров обусловлено явлением *терморегуляции*, т.е. способностью поддерживать постоянной температуру тела (36,6 °С) за счет процессов теплообразования и теплоотдачи. Необходимо знать, что отдача тепла организмом в окружающую среду может осуществляться следующими способами:

- 1) теплопроводность через одежду ( $Q_T$ )
- 2) конвекция тела ( $Q_H$ )
- 3) тепловое излучение на окружающие предметы ( $Q_{изл}$ )
- 4) теплоотдача испарением ( $Q_{и}$ )
- 5) нагрев вдыхаемого воздуха и употребленной пищи ( $Q_n$ )

Каждый микроклиматический показатель особым образом влияет на тот или иной способ теплоотдачи, усиливая или затрудняя его. В зависимости от реальных условий теплоотдача может происходить несколькими способами одновременно. Общие потери тепла организмом ( $Q_{общ}$ ) описываются уравнением теплового баланса:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{T}} + Q_{\text{K}} + Q_{\text{изл}} + Q_{\text{и}} + Q_{\text{н}} \quad (8)$$

Рекомендуемые нормативными документами параметры микроклимата должны обеспечить в процессе терморегуляции такое соотношение физиологических и физико-химических процессов, при котором поддерживалось бы устойчивое тепловое состояние в течение длительного времени, без снижения работоспособности человека.

Одним из наиболее распространенных негативных факторов воздушной среды является *пыль*. Пыль, как производственная, так и бытовая, представляет собой мелкораздробленные твердые частицы, находящиеся в воздухе во взвешенном состоянии. Классифицируют пыль по происхождению, способу образования и дисперсности.

Токсическое действие пыли, главным образом зависит от ее химической природы и концентрации в воздухе. Под влиянием пыли могут развиваться такие заболевания как пневмокониозы –воспаления легочной ткани, пневмонии, туберкулез, пылевые бронхиты, бронхиальная астма, поражения слизистой носа и носоглотки, конъюнктивиты, кожные заболевания –экземы, дерматиты, бородавки и др. Некоторые виды пыли (асбестовая, хромовая) представляют канцерогенную опасность, вызывая раковые заболевания. Основной характеристикой содержания пыли в воздухе является ее концентрация ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ).

*Ионный состав воздуха* – это наличие в нем положительно и отрицательно заряженных частиц – аэроионов. Еще в 30- годы XX в. исследования русского биофизика А.Л. Чижевского показали жизненно важное значение для организма отрицательно заряженного кислорода воздуха. Соответственно, чем выше положительная ионизация воздуха, тем выше содержание в нем микроорганизмов, более вредное воздействие оказывают пыль, токсичные вещества, электромагнитные поля и прочие факторы. Длительное пребывание в помещении с неблагоприятным аэроионным режимом увеличивает вероятность аллергических реакций, кожных заболеваний, заболеваний нервной и дыхательной систем, обостряются заболевания органов зрения, сердечно-сосудистой и пищеварительной систем, опорно-двигательного аппарата. По мнению специалистов, это связано с нарушением энергетических процессов в организме, уменьшением количества свободных электронов в крови, гипоксией (недостатком кислорода), нарушением газообмена в живых клетках. Нормирование ионного состава воздуха помещения осуществляется по *показателю полярности* (П), т.е. отношению разности числа ионов разных

знаков к их сумме в 1 см<sup>3</sup> воздуха:

$$\Pi = \frac{n_+ - n_-}{n_+ + n_-} \quad (9)$$

где  $n_+$  - число ионов положительной полярности

$n_-$  - число ионов отрицательной полярности

Нормативные величины ионизации воздушной среды приведены в Таблице 5 Приложения.

Для обеспечения требуемых параметров воздушной среды помещений применяют следующие технические мероприятия:

1. Вентиляция – организованный воздухообмен, заключающийся в удалении загрязненного или нагретого и подаче свежего наружного (или очищенного) воздуха. В зависимости от назначения используют различные системы вентиляции, которые можно систематизировать по отдельным признакам:

- по способу организации воздухообмена
  - общеобменная, обеспечивающая требуемые параметры воздушной среды во всем помещении
  - местная – в отдельной части помещения
- по способу перемещения воздуха
  - естественная, осуществляемая за счет разности температур воздуха внутри помещения и снаружи, либо за счет ветрового напора; примерами естественной вентиляции служат проветривание, аэрация и др. Это наиболее простой в эксплуатации и экономичный тип вентиляции, однако, имеющий существенные недостатки, поскольку поступающий воздух не подвергается обработке (подогрев, увлажнение, очистка от примесей и т.д.) и не эффективен в помещениях с сильно загрязненным воздухом;
  - механическая, при которой перемещение воздуха осуществляется при помощи вентиляторов
- по способу подачи и удаления воздуха
  - приточная, основанная на подаче чистого воздуха в помещение
  - вытяжная, основанная на удалении загрязненного воздуха
  - приточно-вытяжная, представляющая сочетание обоих способов. На практике используются различные варианты данной вентиляционной системы. Например, приточно-вытяжная вентиляция с рециркуляцией воздуха, т.е. часть удаляемого воздуха проходит очистку в приточной установке, разбавляется чистым наружным воздухом и вновь подается

в помещение, что сокращает расходы на его очистку и нагрев.

При изучении данного раздела следует иметь представление о таких технических устройствах местной приточной вентиляции как *воздушные души, воздушные оазисы, воздушные завесы*. Параметры воздуха, поступающего в помещение при использовании систем вентиляции, задаются ГОСТ 12.1.005 –88. Если в помещении нет вредных выделений, то вентиляция должна обеспечивать воздухообмен не менее 30 м<sup>3</sup>/ч на человека (в помещениях с объемом до 20 м<sup>3</sup> на одного человека). При наличии вредных веществ воздухообмен определяется, исходя из снижения их концентрации до ПДК, а при наличии тепловых избытков – из условий поддержания допустимой температуры.

2. Кондиционирование – применение специальных аппаратов, автоматически обрабатывающих подаваемый воздух в соответствии с заданными параметрами по температуре, влажности, скорости движения и чистоте воздуха. Кондиционеры могут быть местными и центральными. Активное использование в последние годы кондиционеров на производстве, в офисах, а также в быту, несомненно, оправдано, однако, следует помнить о негативных последствиях для здоровья постоянного пребывания в кондиционированном воздухе.
3. Отопление - использование нагревательных приборов для поддержания требуемой температуры воздуха в помещении в холодное время года. В зависимости от теплоносителя системы отопления бывают водяные, паровые, воздушные и комбинированные.
4. Ионизация - обеспечение заданной концентрации ионов определенной полярности (см. Таблицу 5).

**Нормативные величины ионизации воздушной среды  
производственных и общественных помещений**

Таблица 5

Уровень	Число ионов в 1 см <sup>3</sup> воздуха		Показатель полярности П
	n <sub>+</sub>	n <sub>-</sub>	
Минимально необходимый	400	600	-0,2
Оптимальный	1500-3000	3000-5000	-0,5 < П < 0
Максимально допустимый	50000	50000	-0,05 < П < 0,05

5. Аппараты ионопрофилактики дают дополнительный положительный эффект, очищая воздух помещений от мелкой пыли, табачного дыма, пыльцы растений и др., а также уничтожая вредные микроорганизмы-грибки, вирусы, споры, стафилококки, бактерии. В зависимости от технических характеристик один прибор обеспечивает требуемый аэроионный режим на площади от 10 до 80 м<sup>2</sup>.
6. Механизация и автоматизация производственных процессов позволяет изолировать человека от неблагоприятных факторов воздушной среды, либо снизить трудовую нагрузку (перемещение тяжестей, передвижения, ручной труд и др.). Для этого используются системы дистанционного управления, внедряются новые технологии, сокращающие или исключаящие непосредственное присутствие человека и отводящие ему лишь контролирующую роль.
7. Герметизация и теплоизоляция оборудования заключается в экранировании источников токсичных веществ и теплового излучения, т.е. применении материалов, ограничивающих либо исключаящих воздействие на человека вредных веществ, пыли, высоких температур.
8. Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ) – спецодежда, обувь, рукавицы, головные уборы, маски и др. Для профилактики перегревов СИЗ изготавливают из хлопчатобумажных, суконных, штапельных тканей, от переохлаждений – из шерсти, меха, искусственных теплозащитных тканей, одежду с подогревом и т.д.

Для сокращения воздействий неблагоприятной воздушной среды применяются также организационные и лечебно-профилактические мероприятия: сокращение продолжительности рабочего дня, дополнительные перерывы, гидропроцедуры, дополнительное питание и рациональный питьевой режим, медицинские осмотры и др.

### Контрольные вопросы к теме 3.1:

1. Перечислите основные показатели воздушной среды, их влияние на организм человека.
2. Микроклимат производственного помещения: определение, основные параметры, единицы измерения.
3. Понятие терморегуляции и уравнения теплового баланса.
4. Перечислите пути отдачи тепла организмом в окружающую среду.
5. Что такое ионизация воздуха (естественная, искусственная), какими параметрами она характеризуется?

6. Вредные вещества: понятие, пути попадания в организм, классификация по токсическому эффекту и по степени воздействия на организм.
7. В чем проявляется действие на организм человека общетоксических (раздражающих, сенсибилизирующих, канцерогенных, мутагенных) веществ?
8. Понятие предельно-допустимой концентрации (ПДК), виды, ед. измерения.
9. Способы оздоровления воздушной среды производственных помещений. Системы вентиляции.