

2. ОЗДОРОВЛЕНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

2.1. Источники вредных веществ и их действие на организм человека

Современные строительные материалы и различное технологическое оборудование, в том числе офисное, являются источниками вредных химических веществ.

Вредное вещество – это вещество, которое при контакте с организмом человека может вызвать отклонение в состоянии здоровья в настоящее время, отдаленные сроки настоящего и будущего поколений.

В нормативной документации **вредные вещества** определяются как вещества, для которых органом санитарно-эпидемиологического надзора установлена предельно допустимая концентрация (ПДК) этого вещества [6].

Воздействие вредных веществ на организм человека происходит: через органы дыхания, через органы пищеварения, через слизистые оболочки, через кожный покров.

Все химические вещества можно разделить на:

Общетоксические вещества, которые вызывают отравление всего организма (например, оксид углерода, цианистые соединения, пары свинца и ртути, мышьяк и т.д.).

Раздражающие вещества, которые вызывают раздражение органов дыхания и слизистых оболочек (например, сернистый газ, окислы азота, хлор, аммиак, ацетон и др.).

Сенсибилизирующие вещества вызывают аллергические заболевания (например, формальдегид и лаки на основе нитросоединений и др.).

Канцерогенные вещества вызывают раковые заболевания (соединения никеля, соединения хрома, асбестовая пыль и др.).

Фиброгенные вещества вызывают разрушение легких (например, оксид алюминия, оксид кремния, оксид углерода и др.).

Мутагенные вещества вызывают изменение наследственной информации (окись марганца, окись свинца и др.).

В производственных условиях человек нередко подвергается воздействию двух или более вредных веществ одновременно. В этом случае воздействие на человека носит комбинированный характер.

Комбинированное действие химических веществ - это одновременное или последовательное действие на организм человека нескольких веществ при одном и том же пути поступления в организм.

Различают несколько видов комбинированного действия вредных веществ на организм человека:

1. *Аддитивное или суммационное действие.* Результатом воздействия на человека смеси является суммарный эффект, состоящий суммы эффектов действующих компонентов в соответствии с их концентрацией.

2. *Потенцированное или синергическое действие.* Это эффект, при котором одно вещество усиливает действие другого. Результатом воздействия на человека такой смеси является больший эффект, чем при простом суммировании результатов.

3. *Антагонистическое действие.* При таком действии наблюдается эффект воздействия на человека меньше ожидаемого: одно вещество ослабляет действие другого.

4. *Независимое действие.* При данном действии максимально выражен эффект наиболее токсичного вещества.

Кроме комбинированного действия, вредные вещества могут осуществлять *комплексное воздействие* на организм: одновременно проникать несколькими путями (например, через кожные покровы и по дыхательным путям).

Комплексное воздействие вредных веществ встречается более часто, комбинированное.

Сочетанное действие - одновременное воздействие нескольких химических и физических факторов. В условиях производства воздействие на

человека зависит от влияния других факторов, таких как температура, влажность, шум, вибрация, излучения. При наличии таких факторов, выходящих за рамки допустимых, воздействие на человека может оказаться более значительным, чем при изолированном воздействии того или иного фактора.

Наиболее полная информация по возможным вредным веществам и предельно допустимой концентрации их в помещении приведены в [1]. Данный документ содержит около 2500 различных химических веществ, которые являются опасными производственными факторами.

Обеспечить полное отсутствие примесей в реальной воздушной среде технически сложно или трудно выполнимо. Поэтому особое значение приобретает регламентация (нормирование) предельных значений содержания примесей вредных веществ в воздушной среде на рабочих местах производственных помещений и в атмосферном воздухе населенных мест.

Нормирование содержания вредных веществ в воздухе производят по:

- **ПДК_{рз}** - предельно допустимым концентрациям в воздухе рабочей зоны;
- **ПДВ** - предельно допустимым выбросам (для экологии);
- **ОБУВ** - ориентировочным безопасным уровням воздействия (для экологии и для охраны труда)

ПДК_{рз} (мг/м³) — это предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работы в течение 8-ми часов или иной продолжительности, но не более 40 часов в неделю, в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования в процессе работы или отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

ОБУВ (мг/м³) устанавливаются временно на период опытного производства нового вещества или соединения. Определяется путем расчета по физико-химическим свойствам или путем интерполяции (внутри диапазона) или экстраполяции (вне диапазона) в рядах, близких по строению соединений или по

показаниям острой опасности. ОБУВ должны пересматриваться каждые 2 года после их утверждения или заменяться на ПДК.

Согласно [1] общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны по степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделяются на четыре класса:

- 1-й – вещества чрезвычайно опасные ($\text{ПДК} < 0,1 \text{ мг/м}^3$);
- 2-й – вещества особо опасные ($0,1 < \text{ПДК} < 1 \text{ мг/м}^3$);
- 3-й – вещества умеренно опасные ($1,1 < \text{ПДК} \leq 10 \text{ мг/м}^3$);
- 4-й – вещества малоопасные ($\text{ПДК} > 10 \text{ мг/м}^3$).

Контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны должен быть непрерывным для веществ 1-го класса опасности и периодическим для 2-го, 3-го и 4-го классов.

Величина ПДК для веществ соответствующих классов опасности характеризуется следующими величинами (таблица 2.1).

Таблица 2.1

Примеры вредных веществ различных классов опасности

Наименование показателя	1-й класс	2-й класс	3-й класс	4-й класс
Диапазон ПДК, мг/м^3	$< 0,1$	0,1-1	1-10	> 10
Вещество в агрегатном состоянии (пары)	Хлористый винил CHCl	Фенол $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	Оксид азота NO_2	Аммиак 2NH_3
ПДК вещества	0,005	0,3	5	20

2.2. Влияние параметров микроклимата на организм человека

2.2.1. Характеристики микроклимата

Микроклимат помещения - климатические условия рабочего помещения, которые определяются действующими на организм человека параметрами

окружающей среды.

Нормируемыми параметрами микроклимата являются:

- температура (t , °C),
- относительная влажность (Ψ , %),
- скорость движения воздуха (V , м/с),
- интенсивность теплового облучения (W , Вт/м²).

В *условиях теплового комфорта* теплоотдача составляет:

- излучением (постоянная отдача тепла всем телом) - 45%;
- конвекцией (отдача тепла через слои воздуха за счет удаления от поверхности тела) - 30%;
- испарением (отдача через испарение влаги с поверхности тела и через дыхательные органы) - 25%.

С *увеличением температуры* расширяются кровеносные сосуды и увеличивается теплоотдача излучением.

С *увеличением относительной влажности* затрудняется выделение влаги и уменьшается теплоотдача испарением.

С *увеличением скорости движения воздуха* усиливается отвод тепла от тела и увеличивается теплоотдача конвекцией.

Микроклимат в рабочих зонах должен обеспечивать сохранение и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма в условиях производства работ.

С 2016 года изменен подход к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений [2]. Показатели микроклимата производственных помещений устанавливаются *с учетом общих энерготрат* работающих и с учетом таких факторов, как характера работ, их продолжительности и времени года.

Классификация работ по категориям осуществляется на основе общих энерготрат организма в Ваттах (Вт). Характеристика отдельных категорий работ представлена в таблице 2.2.

Категории работ на основе общих энерготрат организма [2]

Категории работ	Энерготраты, Вт	Характер работ, примеры видов работ и профессий
Ia	до 139	Ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производствах, в сфере управления и тому подобное
Iб	140 - 174	Работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий в полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контролеры, мастера в различных видах производства и тому подобное)
IIa	175 - 232	Работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий, в прядильно-ткацком производстве и тому подобное)
IIб	233 - 290	Работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд профессий в механизированных литейных, прокатных, кузнечных, термических, сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий и тому подобное)
III	более 290	Работы, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий (ряд профессий в кузнечных цехах с ручной ковкой, литейных цехах с ручной набивкой и заливкой опок машиностроительных и металлургических предприятий и тому подобное)

Микроклимат от времени года нормируется на:

- холодный период года (среднесуточная температура наружного воздуха составляет +10 °С и ниже);
- теплый период года (среднесуточная температура наружного воздуха выше +10 °С).

Индекс тепловой нагрузки среды (ТНС-индекс) характеризует сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата и выражается числовым показателем в °С.

При анализе микроклимата в производственных помещениях кроме температуры воздуха, относительной влажности воздуха, скорости движения

воздуха и интенсивности теплового облучения так же рекомендуют учитывать температуру поверхностей ограждающих конструкций: стен, потолка, пола, устройств ограждения и технологического оборудования.

Различают оптимальные и допустимые микроклиматические условия. Классификация параметров микроклимата на оптимальные и допустимые связана с тем, что в промышленности эксплуатируются производственные помещения с технологическими процессами и оборудованием с различным тепловыделением. Например, помещения с вычислительной техникой имеют незначительные тепловыделения; в таких помещениях нормируются оптимальные параметры микроклимата. А в помещениях с нагревательными технологическими устройствами имеются значительные тепловыделения и помещение нормируются допустимые параметры микроклимата, так как в данных помещениях невозможно обеспечить оптимальные микроклиматические условия.

Оптимальные и допустимые параметры микроклимата устанавливаются с учетом:

- тяжести выполняемой работы;
- особенностей технологического оборудования;
- сезона года и характеристики рабочего места (постоянное или непостоянное рабочее место).

Оптимальные микроклиматические условия – это сочетание параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционального состояния организма.

Оптимальные микроклиматические условия определяются по критериям оптимального теплового состояния человека, одетого в комплект одежды с теплоизоляцией 1 КЛО (см. раздел 2.4.1) в холодный период года и 0,7 - 0,8 КЛО в теплый период года. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья,

создают предпосылки для высокого уровня работоспособности. Оптимальные параметры микроклимата, в зависимости от интенсивности труда приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Оптимальные микроклиматические условия [2]

Период года	Категория работ по уровням энерготрат, Вт	Температура воздуха, °C	Температура поверхностей, °C	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный	Ia (до 139)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
	Iб (140 - 174)	21 - 23	20 - 24	60 - 40	0,1
	IIa (175 - 232)	19 - 21	18 - 22	60 - 40	0,2
	IIб (233 - 290)	17 - 19	16 - 20	60 - 40	0,2
	III (более 290)	16 - 18	15 - 19	60 - 40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23 - 25	22 - 26	60 - 40	0,1
	Iб (140 - 174)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
	IIa (175 - 232)	20 - 22	19 - 23	60 - 40	0,2
	IIб (233 - 290)	19 - 21	18 - 22	60 - 40	0,2
	III (более 290)	18 - 20	17 - 21	60 - 40	0,3

Из таблицы видно, что чем интенсивней работа, тем ниже должна быть температура окружающей среды и выше скорость движения воздуха.

Для офисного помещения (категория Ia) оптимальные микроклиматические условия:

- температура - 22...24 °C
- относительная влажность – 40...60 %;
- скорость движения воздуха - не более 0,1 м/с.

Допустимые микроклиматические условия – это сочетание параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать незначительные изменения терморегуляции и которые не выходят за пределы физиологических возможностей человека и не снижают работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия устанавливаются по критериям

допустимого теплового состояния человека, одетого в комплект одежды с теплоизоляцией 1 КЛО в холодный период года и 0,7 - 0,8 КЛО (см. раздел 2.4.1) в теплый период года на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и/или локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Допустимые параметры микроклимата, в зависимости от интенсивности труда приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Допустимые микроклиматические условия [2]

Период года	Категория работ по уровню энерготрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
					для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Ia	20,0 - 25,0	19,0 - 26,0	15 - 75	0,1	0,1
	Iб	19,0 - 24,0	18,0 - 25,0	15 - 75	0,1	0,2
	IIa	17,0 - 23,0	16,0 - 24,0	15 - 75	0,1	0,3
	IIб	15,0 - 22,0	14,0 - 23,0	15 - 75	0,2	0,4
	III	13,0 - 21,0	12,0 - 22,0	15 - 75	0,2	0,4
Теплый	Ia	21,0 - 28,0	20,0 - 29,0	15 - 75	0,1	0,2
	Iб	20,0 - 28,0	19,0 - 29,0	15 - 75	0,1	0,3
	IIa	18,0 - 27,0	17,0 - 28,0	15 - 75	0,1	0,4
	IIб	16,0 - 27,0	15,0 - 28,0	15 - 75	0,2	0,5
	III	15,0 - 26,0	14,0 - 27,0	15 - 75	0,2	0,5

Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих на рабочих местах от производственных источников (материалов, изделий и прочего), нагретых до температуры не более 600 °С, приведены в таблице 2.5.

Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников, нагретых до температуры не более 600 °С [2]

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25 - 50	70
не более 25	100

Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от источников излучения, нагретых до температуры более 600 °С (раскаленный или расплавленный металл, стекло, пламя и другие), не должны превышать 140 Вт/м². При этом облучению не должно подвергаться более 25% поверхности тела с обязательным использованием средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты лица и глаз.

2.3. Системы вентиляции

Под *вентиляцией* следует понимать организованный и регулярный воздухообмен в помещениях для удаления избытков теплоты, влаги, вредных и других веществ с целью обеспечения допустимого микроклимата и качества воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне.

Под *аварийной вентиляцией* следует понимать управляемый (регулируемый) обмен воздушных масс в помещениях для обеспечения предотвращения увеличения до опасных концентраций вредных веществ при их внезапном поступлении в рабочее помещение.

Кондиционирование воздуха - создание и автоматическое поддержание в обслуживаемом помещении или технологическом объеме требуемых параметров и качества воздуха, независимо от внутренних возмущений и внешних воздействий.

2.3.1. Основные предпосылки для расчетов элементов вентиляции

Вентиляция в помещении характеризуется **кратностью воздухообмена**, которая записывается в следующем виде:

$$n = \frac{V_{\text{возд}}}{V_{\text{пом}}},$$

где $V_{\text{возд}}$ – объем подаваемого воздуха, необходимый для вентиляции помещения в течение часа, м^3 ;

$V_{\text{пом}}$ – объем производственного помещения, м^3 .

Кратность воздухообмена составляет:

- для помещений, где установлена вычислительная и оргтехника – **2-3**;
- для литейных и термических цехов – 8-9.

Объем подаваемого воздуха в течение часа ($\text{м}^3/\text{ч}$) определяется **из условия загрязненности** вредными веществами по следующей формуле:

$$V_k = \frac{K}{K_{\text{уд}} - K_{\text{пр}}},$$

где K – общее количество загрязнений, которое образуется при работе всех источников в течение часа, $\text{г}/\text{ч}$;

$K_{\text{уд}}$ – загрязненность удаляемого воздуха, $\text{г}/\text{м}^3$;

$K_{\text{пр}}$ – загрязненность приточного воздуха, $\text{г}/\text{м}^3$.

Объем подаваемого воздуха в течение часа ($\text{м}^3/\text{ч}$) определяется **из условия избытка тепла** по следующей формуле:

$$V_Q = \frac{Q}{\rho \cdot c \cdot (t_{\text{уд}} - t_{\text{пр}})},$$

где Q – общее количество избыточного тепла, $\text{кДж}/\text{ч}$;

ρ – плотность приточного воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$;

c – теплоемкость воздуха, $\text{кДж}/\text{кг град}$;

$t_{\text{уд}}$ – температура удаляемого воздуха, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{пр}}$ – температура приточного воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

Общее количество избыточного тепла образуется при работе всех источников в помещении, где установлено технологическое оборудование и определяется по эмпирической формуле:

$$Q_{\text{изб}} = Q_1 + Q_2 + Q_3,$$

где Q_1 – тепло, выделяемое технологическим оборудованием, кДж/ч;

Q_2 – тепло, вносимое солнечной энергией, кДж/ч;

Q_3 – тепло, вносимое работающими людьми, кДж/ч.

Если $V_K > V_Q$, то дальнейший расчет системы вентиляции производится по условию загрязненности.

Если $V_K < V_Q$, то дальнейший расчет системы вентиляции производится по условию избытка тепла.

Эффективность вентиляции по удалению загрязнений из воздушной среды характеризует связь между концентрацией загрязнений в приточном воздухе, вытяжном воздухе и в зоне дыхания (внутри рабочей зоны) [4].

Эффективность вентиляции ε вычисляется по формуле

$$\varepsilon = \frac{C_{\text{ЗВВ}} - C_{\text{ЗПВ}}}{C_{\text{ЗВП}} - C_{\text{ЗПВ}}},$$

где $C_{\text{ЗВВ}}$ - концентрация загрязнений в вытяжном воздухе;

$C_{\text{ЗВП}}$ - концентрация загрязнений внутри помещения (в зоне дыхания в пределах эксплуатируемой зоны);

$C_{\text{ЗПВ}}$ - концентрация загрязнений в приточном воздухе.

Эффективность вентиляции зависит от распределения воздуха, а также от вида и места нахождения источников загрязнения воздуха. Она может быть разной для различных видов загрязнений. **Если происходит полное удаление загрязнений, то эффективность вентиляции равна единице.**

2.3.2. Выбор системы вентиляции и расчет объема воздуха

Выбор систем вентиляции производится в зависимости от цели ее использования.

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

Расчет объема воздуха производят по числу работающих людей - (n) и санитарной норме подачи воздуха на 1 человека (в зависимости от объема помещения, приходящегося на одного человека)- ($V^1, м^3 / чел * ч$).

$$V^1 = 20 - 60 м^3 / чел * ч;$$

$$V_{вент} = n * V^1.$$

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

Уравнение баланса поступающих и удаляемых вредных веществ

$$kG + g_1 V_{вент} = g_2 V_{вент},$$

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 ($g_2 = g_{дон}$ по ПДК), мг/м³;

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

3. *Для удаления избытков теплоты* применяют общеобменную вентиляцию.

Уравнение теплового баланса

$$V_{вент} * C(t_{yx} - t_{прих}). \gamma = 3600 * Q_{изб},$$

где $Q_{изб}$ - избыточная теплота, Вт;

γ - плотность воздуха, $1,2 \div 1,29$ кг/м³;

$C=10^3$ Дж / (кг * К), удельная теплоемкость воздуха;

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

$t_{р.м.}$ - по [6], $\Delta t = 1 - 5^\circ C$; h -высота помещения.

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

$$Q_1 = \sum_{i=1}^n P_i \cdot E_i, \text{ Вт},$$

где P_i - установленная мощность i -ого оборудования, Вт.

E_i - коэффициент потерь электроэнергии.

$$Q_2 = m \cdot S \cdot k \cdot Q_c, \text{ Вт},$$

где m – число окон, S - площадь окна, м^2 ,

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

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

$$Q_3 = n \cdot q,$$

$$Q_{\text{изб}} = Q_1 + Q_2 + Q_3,$$

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).

2.3.3. Типы потоков воздуха

Типы потоков воздуха в производственном помещении и системе вентиляции приведены в таблице 2.6 и показаны на рисунке 2.1.

Таблица 2.6

Типы потоков воздуха

Номер позиции на рисунке 2.1	Тип потока воздуха	Определение
1	Наружный воздух	Атмосферный воздух, поступающий в систему вентиляции и кондиционирования

2	Приточный воздух	Воздух, подаваемый в помещение (в систему) после подготовки
3	Воздух в помещении	Воздух в помещении (зоне) после подготовки
4	Перетекающий воздух	Воздух, непосредственно перетекающий из одного помещения в другое
5	Вытяжной воздух	Воздух, удаляемый из помещения
6	Рециркуляционный воздух	Часть вытяжного воздуха, возвращаемого в систему вентиляции и кондиционирования
7	Удаляемый воздух	Воздух, удаляемый в атмосферу
8	Вторичный воздух	Воздух, отбираемый из помещения и возвращаемый в то же помещение (например, после обработки в вентиляторном конвекторе)
9	Утечка	Непредусмотренный поток воздуха через неплотности в системе
10	Инфильтрация	Поступление воздуха в здание из окружающей среды
11	Эксфильтрация	Утечка воздуха из здания в окружающую среду
12	Воздушная смесь	Смесь двух или более потоков воздуха

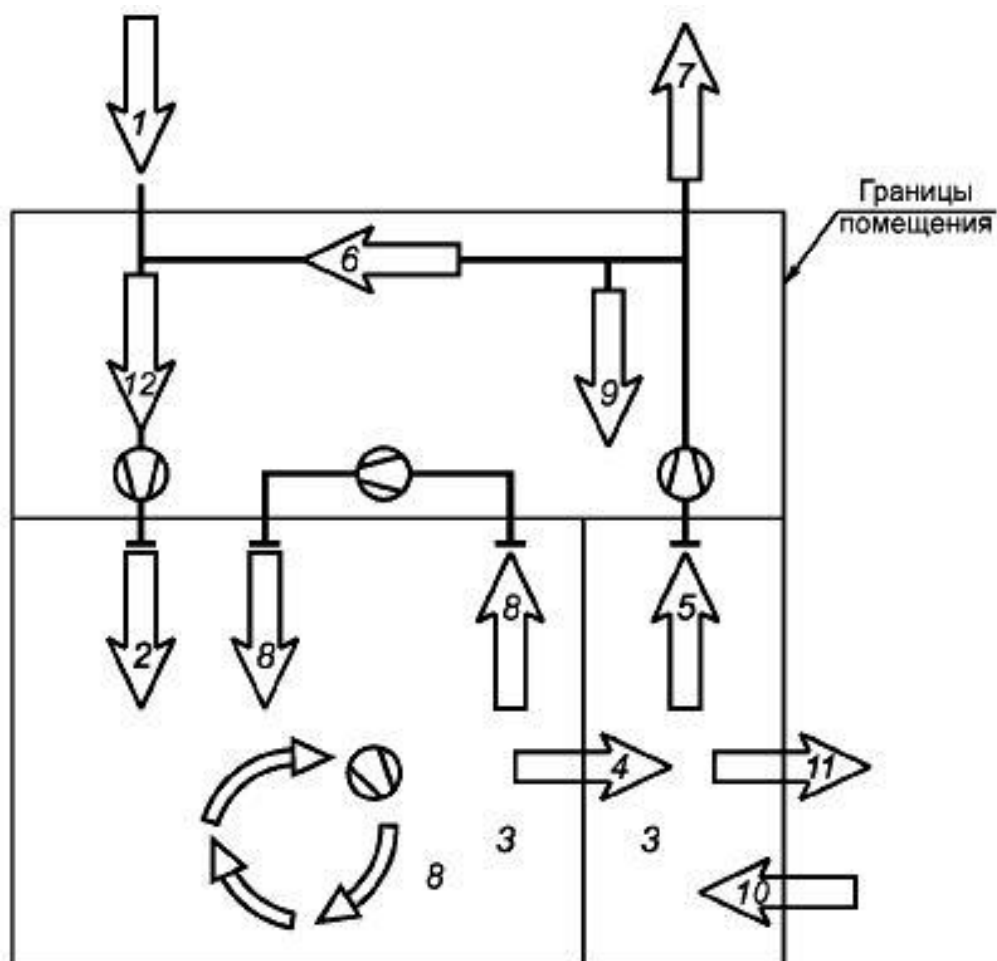


Рисунок 2.1 - Типы потоков воздуха
(Номера позиций соответствуют таблице 2.6)

2.3.4. Классификация систем вентиляции

По способу подачи воздуха системы вентиляции подразделяются:

- 1) естественная: с тепловым побуждением, с ветровым побуждением;
- 2) механическая: приточная, вытяжная, приточно-вытяжная;
- 3) смешанная: естественная + механическая.

В помещениях управления, офисах, где работают менеджеры, экономисты, естественная вентиляция обеспечивается *проветриванием*.

Классификация основных типов систем вентиляции в зависимости от функций по регулированию температуры и влажности приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7

Основные типы систем вентиляции в зависимости от их функций

Наименование типа системы	Наименование функции системы				
	Вентиляция	Нагрев	Охлаждение	Увлажнение	Осушение
Простая система вентиляции	+	-	-	-	-
Система вентиляции с нагревом воздуха	+	+	-	-	-
Система частичного кондиционирования с увлажнением	+	+	-	+	-
Система частичного кондиционирования с охлаждением	+	+	+	-	+
Система частичного кондиционирования с охлаждением и увлажнением	+	+	+	+	+
Система полного кондиционирования	+	+	+	+	+

2.4. Профилактика неблагоприятного воздействия воздушной среды

Для обеспечения безопасности работников на предприятиях от

воздействия неблагоприятных факторов микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия, направленные на нормализацию теплового состояния организма работающего:

- организационные мероприятия (помещения для отдыха с нормируемыми показателями микроклимата, регламентация времени непрерывного пребывания в неблагоприятном микроклимате);
- средства индивидуальной защиты, спецодежда;
- технические средства регулирования микроклимата.

2.4.1. Выбор спецодежды

В 40-х годах прошлого века ученые предложили ввести новую единицу измерения для оценки количества теплоизолирующего материала. Она получила название CLO (КЛО) - от первых букв английского слова CLOTHES (одежда) [3].

Этот показатель определяет количество теплоизолирующего материала, т.е. одежды, для оценки количества теплоизолирующего материала, необходимого для поддержания температуры кожи сидящего человека (энергозатраты – 0 Вт) при температуре +21°C, относительной влажности воздуха 50% и движении воздуха 10 см/сек .

Данный показатель не получил широкого распространения, но для определения комфортных условий труда может быть использован и он уже упоминается в некоторых новых нормативных документах, например [2]. В таблице 2.8 приведены данные по КЛО для некоторых одежд.

Таблица 2.8

Теплоизоляция основных типов одежды (в единицах КЛО) [3]

Вид одежды	КЛО	Вид одежды	КЛО
Хлопок	0,04	Зимнее пальто	3
Легкая летняя	0,5	Зимнее пальто на меху	3,5
Костюм шерстяной	1	Арктическая одежда	3,5 - 4
Демисезонное пальто	2 - 2,5	Специальный костюм полярника	5,5 - 6

2.4.2. Системы отопления

Если системы вентиляции не справляются с созданием оптимальных или допустимых микроклиматических условий на рабочих местах используется система отопления производственных помещений.

Системы отопления, используемые в производственных помещениях, должны обеспечивать в отапливаемых помещениях нормируемую температуру воздуха в течение отопительного периода при параметрах наружного воздуха не ниже расчетных.

2.4.3. Аэроионизация воздушной среды в помещении

Воздушная среда в помещении, где эксплуатируется вычислительная техника и оргтехника насыщена положительными и отрицательными аэроионами. Насыщение помещения положительными аэроионами создает «мертвый воздух».

Аэроионы – легкие ионы, носителями электрического заряда которых являются атомы кислорода воздуха (атмосферное электричество).

Отрицательные аэроионы образуются в результате взаимодействия потока электронов с атомами кислорода. *Поток отрицательных аэроионов очищает воздух помещения от пыли, микроорганизмов и аллергенов. Отрицательные аэроионы являются полезными для организма человека.*

Впервые биологическая роль электричества была открыта французским медиком и физиком Пьером Бертолоном. П.Бертолон сформулировал свое открытие следующим образом: «Воздух непрерывно через легкие подводит к внутренним органам человека все новые и новые порции электричества. С кровью оно циркулирует по всем частям тела. Через легкие воздух уносит из организма избыток положительного электричества».

Согласно нормативного документа [5], нормируемыми параметрами аэроионного состава воздуха являются (таблица 2.9): *минимально и максимально*

допустимые концентрации положительных ρ^+ и отрицательных ρ^- аэроионов, ион/см³.

Таблица 2.9

Концентрация аэроионов в воздушной среде помещения

Нормируемые параметры	Концентрация аэроионов (ρ), ион/см ³
Минимально допустимые	$\rho^+ \geq 400, \rho^- > 600$
Максимально допустимые	$\rho^+ < 50\,000, \rho^- \leq 50\,000$

В помещениях, где установлена вычислительная техника и офисных помещения для насыщения воздуха отрицательными аэроионами устанавливают «люстры А.Л.Чижевского». В основе работы всех аппаратов аэроионизации воздуха, работающих по принципу «люстры А.Л.Чижевского» лежит следующее явление. Под воздействием высоковольтного импульса (от 3 до 60 кВ) вокруг одной или множества иглок, расположенных в аппарате аэроионизации, образуется поток электронов, которые, взаимодействуя с атомами кислорода, образуют стойкие отрицательно заряженные аэроионы.

2.4.4. Контроль состояния воздуха рабочей зоны

Измерения параметров микроклимата в целях контроля их соответствия санитарно-эпидемиологическим требованиям проводятся в рамках производственного контроля не реже одного раза в год.

В холодный период года измерение показателей микроклимата следует выполнять при температуре наружного воздуха не выше минус 5 °С. В теплый период года измерение показателей микроклимата следует выполнять при температуре наружного воздуха не ниже 15 °С.

Оценка параметров микроклимата проводится по среднеарифметическим значениям измерений в трех точках помещения на рабочих местах.

При наличии жалоб на микроклиматические условия измерения параметров микроклимата проводятся независимо от температуры наружного воздуха. В этом случае измерения параметров микроклимата следует проводить

не менее 3 раз в смену (в начале, середине и в конце).

Параметры микроклимата измеряют поверенными приборами: t ($^{\circ}\text{C}$) - 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; 3 и 4 классы - периодический контроль, производится отбор проб в зоне дыхания не менее 5 раз в смену с помощью различных поглотителей.

2.4.5. Средства индивидуальной защиты органов дыхания.

Средство индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) - носимое на человеке техническое устройство, обеспечивающее защиту организма, главным образом, от ингаляционного воздействия опасных и вредных факторов [7].

Могут использоваться:

1. Респираторы фильтрующие ГОСТ 12.4.296-2015.
2. Фильтры противогазовые и комбинированные ГОСТ 12.4.235-2012 (EN 14387:2008).
3. Полумаски и четвертьмаски из изолирующих материалов. ГОСТ 12.4.244-2013
4. Противогазы фильтрующие ГОСТ 12.4.121-2015.

Все перечисленные ГОСТы действующие и относятся к ССБТ.

Защита от источников тепловых излучений.

1. Теплоизоляция нагреваемых поверхностей.
2. Экранирование тепловых излучений.
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 загрязненного воздуха.

2.5. Пример схемы организации приточно-вытяжной вентиляции

На рисунке 2.2 приведен пример схемы организации приточно-вытяжной вентиляции и системы очистки воздуха на механическом участке.

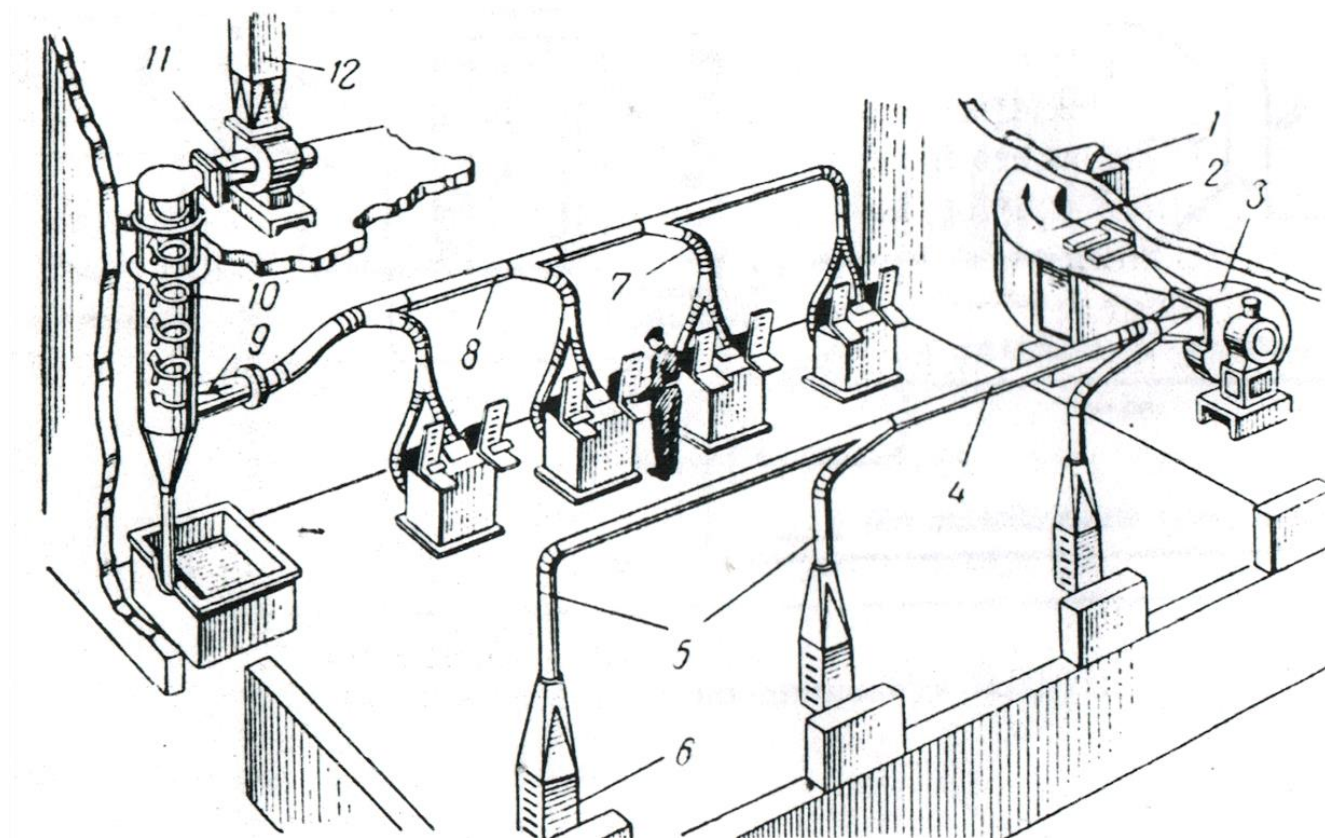


Рисунок 2.2 – Схема устройства приточно-вытяжной вентиляции

и системы очистки воздуха в одном из отделений механического цеха:

1 – воздухозаборное устройство чистого воздуха с улицы; 2 – калориферы для подогрева воздуха в зимний период; 3 – приточный вентилятор; 4 – магистральный воздуховод системы подачи чистого воздуха на рабочие места в помещении (приточная часть); 5 – ответвления воздуховода к рабочим местам; 6 – распределительные приточные насадки для равномерной и спокойной подачи чистого воздуха; 7 – местные отсосы от станков; 8, 9 – магистральный воздуховод вытяжной установки (вытяжная часть вентиляции); 10 – пылеуловитель (цилиндрический сухой циклон с емкостью для сбора пыли); 11 – вытяжной вентилятор; 12 – шахта (трубопровод) выброса очищенного воздуха в атмосферу

Часто дополнительно после циклона устанавливают фильтр (например, рукавный) для повышения степени очистки воздуха с 85 % до 98 – 99 %. В данном примере удаляется не пожароопасная пыль.

Если потребуется дополнительная очистка приточного воздуха, то между калорифером и приточным вентилятором устанавливают устройство очистки воздуха или устанавливают устройство, совмещающее подогрев воздуха и его очистку.

Литература дополнительная

1. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 13 февраля 2018 г. № 25 «Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

2. СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».

3. Лиопо Т.Н., Циценко Г.В. Климатические условия и тепловое состояние человека – Л.: Гидрометеиздат, 1971. — 152 с.

4. ГОСТ Р ЕН 13779-2007 Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования.

5. СанПиН 2.2.4.1294-03 «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных помещений».

6. СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» (СНиП 41-01-2003).

7. ГОСТ Р 12.4.233-2007 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Термины и определения.