

## 1. ОЗДОРОВЛЕНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

### 1.1. Микроклимат, перегрев и переохлаждение организма

Воздушная среда характеризуется воздействием на человека микроклимата, включающего в себя температуру, относительную влажность, скорость движения воздуха, атмосферное давление, тепловую радиацию нагретых предметов, солнца, и, кроме того, наличием в воздухе вредных веществ.

Неблагоприятное сочетание параметров микроклимата может вызвать перенапряжение механизмов терморегуляции, перегрев или переохлаждение организма.

**Терморегуляция** — это способность организма при изменяющихся микроклиматических условиях, в зависимости от вида одежды и степени тяжести труда регулировать теплообмен с окружающей средой, поддерживая температуру тела на постоянном уровне ( $36,6 + 0,5$  °С). Регулирование теплообмена осуществляется путем изменения количества вырабатываемого в организме тепла (химическая терморегуляция) и путем увеличения или уменьшения передачи его в окружающую среду (физическая терморегуляция). При охлаждающем микроклимате увеличивается теплообразование и уменьшается теплоотдача, а при нагревающим, наоборот,— уменьшается теплообразование и увеличивается теплоотдача. В комфортных условиях количество вырабатываемого тепла за единицу времени равно отданному теплу. Такое состояние называется тепловым балансом организма.

При значительных отклонениях параметров внешней среды от комфортных и их длительном воздействии пределы терморегуляции могут быть исчерпаны, и организм человека будет перегреваться или переохлаждаться.

**Перегрев** наступает при высокой температуре воздуха (главный фактор), сопровождающейся его низкой подвижностью, высокой относительной влажностью, повышенной тепловой радиацией.

При перегреве учащаются пульс, дыхание, появляются слабость, головная боль, повышается температура тела (повышение ее на 1 °С уже вызывает опасение, а на 3—4 °С и выше грозит тепловым ударом).

Перегрев сопровождается обильным потоотделением. Взрослый организм содержит 60—70% воды. Потеря 1—2% ее вызывает повышенную жажду, 5% — помрачение сознания, галлюцинации, 20—25% — смерть. Выделение пота происходит постоянно. За сутки человек даже в состоянии покоя теряет таким образом 0,7 л влаги. При тяжелой физической работе и высокой температуре испарение может достигать 1,7 л/ч (до 10—12 л за смену). Вместе с потом из организма выводятся соли натрия, калия, кальция, фосфора (2,5— 5,6 г/л), микроэлементы (медь, цинк, йод), водорастворимые витамины С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и другие, снижается желудочная секреция. Поэтому при работе в таких условиях важно принимать витаминизированные напитки для поддержания водно-солевого и витаминного баланса организма. Приема одной воды недостаточно: жажда не проходит, самочувствие человека почти не изменяется.

**Переохлаждение** может иметь место при низкой температуре, особенно в сочетании с высокой влажностью и подвижностью воздуха. Повышенная влажность увеличивает теплопроводность воздуха, а его высокая скорость движения разрушает термоизоляционную прослойку воздуха толщиной 4—8 мм, имеющуюся между кожей или одеждой и внешней средой, увеличивая теплоотдачу организма. При переохлаждении понижается температура тела, сужаются кровеносные сосуды, нарушается работа сердечно-сосудистой системы, возможны простудные заболевания.

### 1.2. Гигиенические нормы микроклимата

Санитарными нормами микроклимата производственных помещений «СанПиН 2.2.4.548-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования

к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы»<sup>1</sup> установлены оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха и интенсивности теплового облучения с учетом тяжести выполняемой работы и периодов года.

**Оптимальные микроклиматические нормы** (табл. 1) характеризуются сочетанием параметров микроклимата, обеспечивающих тепловой комфорт при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и высокую работоспособность человека. Их необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.).

Таблица 1

**Оптимальные параметры микроклимата в производственных помещениях**

Период года	Категория работ	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более	Температура поверхностей, °С
Холодное	Iа	22—24	40-60	0,1	21—25
	Iб	21—23		0,1	20—24
	IIа	18—20		0,2	18—22
	IIб	17—19		0,2	16—20
	III	16—18		0,3	15—19
Теплое	Iа	23—25	40-60	0,1	22—26
	Iб	22—24		0,1	21—25
	IIа	21—23		0,2	19—23
	IIб	20—22		0,2	18—22
	III	18 - 20		0,3	17—21

**Допустимые микроклиматические нормы** (табл. 2) — сочетание параметров микроклимата, могущих вызвать изменение теплового состояния организма. Оно сопровождается напряжением механизмов терморегуляции, не выходящим за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает нарушений состояния здоровья, но могут наблюдаться дискомфортные теплоощущения, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности. Допустимые нормы устанавливаются в тех производственных помещениях, в которых<sup>2</sup> по технологическим, техническим и экономическим причинам невозможно обеспечить оптимальные нормы.

Нормы установлены для теплого (среднесуточная температура воздуха выше 10 °С) и холодного (среднесуточная температура воздуха 10 °С и ниже) периодов года для следующих категорий работ по тяжести:

- легкая — Iа (работы, выполняемые сидя и не требующие физического напряжения, энергозатраты — до 139 Вт);
- легкая — Iб (работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой, сопровождающиеся некоторым физическим напряжением, энергозатраты — 140...174 Вт);
- средней тяжести — IIа (работы, связанные с ходьбой, перемещением легких, до 1 кг, предметов в положении стоя или сидя, требующие определенного физического напряжения, энергозатраты — 175.232 Вт);
- средней тяжести — IIб (работы, выполняемые стоя, связанные с ходьбой, переноской тяжести до 10 кг, сопровождающиеся умеренным физическим напряжением, энергозатраты — 233.290 Вт);

<sup>1</sup> Утверждены постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 01.10.1996 № 21.

- тяжелая — III (работы, связанные с постоянным передвижением, перемещением и переноской значительных, более 10 кг, тяжестей, требующие больших физических усилий, энергозатраты — более 209 Вт).

#### Допустимые параметры микроклимата в производственных помещениях

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

Время пребывания на рабочих местах, где температурах воздуха выше или ниже допустимых величин, может быть установлено приказом работодателя (или занесено в правила внутреннего трудового распорядка, или в коллективный договор при его наличии). Такое решение принимают на основании специальной оценки условий труда или на основании протокола измерения температуры воздуха специально созданной работодателем комиссией.

Интенсивность теплового облучения работающих *от источников, нагретых до белого и красного свечения* (раскаленный или расплавленный металл, стекло, открытое пламя и др.), не должна превышать 140 Вт/м<sup>2</sup>. Облучению не должно подвергаться более 25% поверхности тела. Необходимо применять СИЗ, в том числе средства защиты лица и глаз.

### 1.3. 5. Производственная пыль и ее влияние на организм человека

**Понятие и классификация пыли.** Производственная пыль является одним из широко распространенных неблагоприятных факторов, оказывающих негативное влияние на здоровье работающих. Целый ряд технологических процессов сопровождается образованием мелкораздробленных частиц твердого вещества (пыль), которые попадают в воздух производственных помещений и более или менее длительное время находятся в нем во взвешенном состоянии.

**Производственной пылью называют взвешенные в воздухе, медленно оседающие твердые частицы размерами от нескольких десятков до долей мкм.** Многие виды производственной пыли представляют собой аэрозоль.

По размеру частиц (дисперсности) различают *видимую пыль* размером более 10 мкм, *микроскопическую* — от 0,25 до 10 мкм, *ультрамикроскопическую* — менее 0,25 мкм.

Согласно общепринятой классификации все виды производственной пыли подразделяются на *органические, неорганические* и *смешанные*. Первые, в свою очередь, делятся на пыль *естественного* (древесная, хлопковая, льняная, шерстяная и др.) и *искусственного* (пыль пластмасс, резины, смол и др.) происхождения, а вторые — на *металлическую* (железная, цинковая, алюминиевая и др.) и *минеральную* (кварцевая, цементная, асбестовая и др.) пыль. К смешанным видам пыли относят каменноугольную пыль, содержащую частицы угля, кварца и силикатов, а также пыли, образующиеся в химических и

других производствах.

Специфика качественного состава пыли предопределяет возможность и характер ее действия на организм человека. Определенное значение имеют форма и консистенция пылевых частиц, которые в значительной мере зависят от природы исходного материала.

Так, длинные и мягкие пылевые частицы легко осаждаются на слизистой оболочке верхних дыхательных путей и могут стать причиной хронических трахеитов и бронхитов. Степень вредного действия пыли зависит также от ее растворимости в тканевых жидкостях организма. Большая растворимость токсической пыли усиливает и ускоряет ее вредное влияние.

**Влияние пыли на организм.** Неблагоприятное воздействие пыли на организм может быть причиной возникновения заболеваний. Обычно различают *специфические* (пневмокозиозы, аллергические болезни) и *неспецифические* (хронические заболевания органов дыхания, заболевания глаз и кожи) пылевые поражения.

Среди специфических профессиональных пылевых заболеваний большое место занимают *пневмокозиозы* — болезни легких, в основе которых лежит развитие склеротических и связанных с ними других изменений, обусловленных отложением различного рода пыли и последующим ее взаимодействием с легочной тканью.

Среди различных пневмокозиозов наибольшую опасность представляет *силикоз*, связанный с длительным вдыханием пыли, содержащей свободную двуокись кремния (SiO). Силикоз — это медленно протекающий хронический процесс, который, как правило, развивается только у лиц, проработавших несколько лет в условиях значительного загрязнения воздуха кремниевой пылью.

Производственная пыль может оказывать вредное влияние и на верхние дыхательные пути. Установлено, что в результате многолетней работы в условиях значительного запыления воздуха происходит постепенное истончение слизистой оболочки носа и задней стенки глотки. При очень высоких концентрациях пыли отмечается выраженная атрофия носовых раковин, особенно нижних, а также сухость и атрофия слизистой оболочки верхних дыхательных путей.

Развитию этих явлений способствуют гигроскопичность пыли и высокая температура воздуха в помещениях. Атрофия слизистой оболочки значительно нарушает защитные (барьерные) функции верхних дыхательных путей, что, в свою очередь, способствует глубокому проникновению пыли, т. е. поражению бронхов и легких.

Производственная пыль может проникать в кожу и в отверстия сальных и потовых желез. В некоторых случаях может развиваться воспалительный процесс. Не исключена возможность возникновения язвенных дерматитов и экзем при воздействии на кожу пыли хромощелочных солей, мышьяка, меди, извести, соды и других химических веществ.

Действие пыли на глаза вызывает возникновение конъюнктивитов. Отмечается анестезирующее действие металлической и табачной пыли на роговую оболочку глаза. Установлено, что профессиональная анестезия у токарей возрастает со стажем.

Понижение чувствительности роговицы обуславливает позднюю обращаемость рабочих по поводу попадания в глаз мелких осколков металла и других инородных тел. У токарей с большим стажем иногда обнаруживают множественные мелкие помутнения роговицы из-за травматизма пылевыми частицами.

**Гигиеническое нормирование.** Основой проведения мероприятий по борьбе с производственной пылью является гигиеническое нормирование. Соблюдение установленных ГОСТом предельно допустимых концентраций (ПДК).

При разработке оздоровительных мероприятий основные гигиенические требования должны предъявляться к технологическим процессам и оборудованию, вентиляции, строительно-планировочным решениям, рациональному медицинскому обслуживанию работающих, использованию средств индивидуальной защиты.

**Методы и средства защиты от пыли:**

- ◆ внедрение непрерывных технологий с закрытым циклом (использование закрытых конвейеров, трубопроводов, кожухов);
- ◆ автоматизация и дистанционное управление технологическими процессами (особенно при погрузо-разгрузочных и фасовочных операциях);
- ◆ замена порошкообразных продуктов брикетами, пастами, суспензиями, растворами;
- ◆ смачивание порошкообразных продуктов при транспортировке (душевание);
- ◆ применение общей и местной вытяжной вентиляции помещений и рабочих мест;
- ◆ применение индивидуальных средств защиты (очков, противогазов, респираторов, спецодежды, обуви, мазей).

***Лечебно-профилактические мероприятия.*** В системе оздоровительных мероприятий важен медицинский контроль за состоянием здоровья работающих. В соответствии с действующими правилами обязательным является проведение *предварительных* (при поступлении на работу) и *периодических медицинских осмотров*.

Основная задача периодических осмотров — своевременное выявление ранних стадий заболевания и предупреждение развития пневмокониоза, определение профпригодности и проведение эффективных лечебно-профилактических мероприятий.

## Вредные вещества

Вредные вещества воздействуют на организм человека через органы дыхания (до 95% всех отравлений), желудочнокишечный тракт, кожу. Проникнув в организм, они быстро распределяются в нем, избирательно накапливаясь в отдельных частях и органах (особенно в печени, почках, сердце, головном мозге).

По характеру действия на организм вредные вещества подразделяют на общетоксические, раздражающие, сенсibiliзирующие, бластомогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию.

**Общетоксическим действием**, вызывающим отравление всего организма, обладает подавляющее большинство вредных веществ. Большую токсичность имеют ртуть и фосфорорганические соединения, хлорированные углеводороды и др. Из пестицидов, например, это гранозан, гексахлорбутадиен и др. Вещества, вызывающие общее отравление организма при поступлении их через кожу, называют *кожно-резорбтивными*.

**Раздражающее действие** вредных веществ характеризуется воспалением дыхательного тракта, кожи, слизистых оболочек. Им обладают кислоты, щелочи, хлор-, фтор-, серо- и азотсодержащие соединения (фосген, аммиак, сероводород), многие пестициды, минеральные удобрения и др.

**Сенсibiliзирующие вещества** после относительно непродолжительного воздействия на организм вызывают повышенную чувствительность к ним, аллергические реакции, астматические явления, заболевания крови. Это некоторые соединения ртути, альдегиды, различные растворители и лаки на основе нитро- и нитрозосоединений, из пестицидов — софит (применение запрещено), нимрод, сумицидин (применение в защищенном грунте запрещено) и др.

**Бластомогенность** характеризует способность веществ вызывать образование опухолей. Если опухоль злокачественная (раковая), то вызывающее ее вещество называют *канцерогенным*. Канцерогенными свойствами обладают асбест, мышьяк, арезин, диурен, арсенат кальция и другие вещества.

**Мутагенным действием**, вызывающим изменение наследственных свойств организма, проявляющихся у его потомства, обладают свинец, марганец, эталенамин, некоторые пестициды (манеб, бенемил, цирам, дихлофос (ДДВФ)) и др.

**На репродуктивную (детородную) функцию** влияют свинец, бензол, сероуглерод, соединения ртути, из пестицидов — бутифос, гексахлоран, спортак, митак и другие вещества.

Вредные вещества могут иметь преимущественно какое-либо одно действие, но большинство из них обладает несколькими видами, проявляющимися как в момент контакта с организмом, сразу после него, в отдаленные периоды жизни (годы, десятилетия), так и в последующих поколениях.

Среди вредных веществ большое распространение имеют **производственные пыли** растительного, животного, минерального, а также смешанного происхождения. Тяжелые пыли (10—20 мкм) большей частью задерживаются в верхних дыхательных путях и постепенно выводятся из организма при кашле и чихании. Более мелкие, легкие пыли, особенно ультрамикроскопические (размер частиц менее 0,25 мкм), легче попадают в легкие, и до 60—70% из них задерживаются в альвеолах. Пыли, несущие электростатический заряд, задерживаются в дыхательном тракте в значительно большем количестве.

Пыль оказывает на организм человека фиброгенное (происходит разрастание соединительной ткани, нарушающее нормальное строение и функции органа), раздражающее (особенно слизистых оболочек, верхних дыхательных путей, а также кожных покровов) и токсическое (отравляющее) действие. Попадая в легкие, пыль в зависимости от ее химического состава может вызвать пневмокониозы, пылевой бронхит, бронхиальную астму, биссиноз, пневмонию и др. заболевания. Наиболее тяжелым и опасным пневмокониозом

считается силикоз, возникающий при вдыхании пыли, содержащей свободный диоксид кремния — пыль кварцевого песка, образующуюся при обработке почвы.

В соответствии с ГОСТ 12.1.007-76\* по степени воздействия на организм вредные вещества подразделяют на четыре класса опасности (вероятности возникновения вредных для здоровья эффектов в реальных условиях производства): 1 — чрезвычайно опасные; 2 — высокоопасные; 3 — умеренно опасные; 4 — малоопасные (табл. 8.6).

Таблица 8.6

**Показатели классов опасности вредных веществ**

Показатель	Норма для класса опасности			
	1	2	3	4
Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup>	< 0,1	0,1—1,0	1,1—10	> 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг массы тела	< 15	15—150	151—5000	> 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг массы тела	< 100	100—500	501—2500	> 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м <sup>3</sup>	< 500	500—5000	5001—50000	> 50000
	> 300	300—30	29—3	< 3
Коэффициент возможности ингаляционного отравления				
Зона острого действия	< 6,0	6,0—18,0	18,1—54,0	> 54,0
Зона хронического действия	> 10,0	10,0—5,0	4,9—2,5	< 2,5

#### 1.4. Предельно допустимые концентрации вредных веществ

Полностью исключить из рабочих зон в производстве вредные вещества пока нереально, так как это требует неоправданно высоких затрат или просто технически неосуществимо. Чаще всего достаточно ограничить их содержание в воздухе рабочей зоны в таких пределах, которые не вызывают заболеваний или отклонений в состоянии здоровья работающих. Одним из таких пределов является предельно допустимая концентрация (ПДК).

ПДК разрабатывают научно-исследовательские институты системы здравоохранения. Процесс разработки состоит из трех этапов: обоснование ориентировочно безопасного уровня воздействия (ОБУВ); обоснование ПДК; корректировка ПДК. ОБУВ является временным санитарным нормативом. Его устанавливают на стадии лабораторной разработки вещества путем расчета на основании физико-химических свойств соединений и параметров токсикометрии. Этот показатель пересматривают через 2 года после утверждения или заменяют ПДК с учетом накопленных сведений о состоянии здоровья работающих в данных условиях труда.

7

#### 1.5. Мероприятия по оздоровлению воздушной среды

Обеспечение требуемых параметров микроклимата и чистоты воздуха достигают следующими мероприятиями:

- рациональными объемно-планировочными и конструктивными решениями производственных зданий, предусматривающими на одного работающего не менее 15 м<sup>3</sup> объема и не менее 4,5 м<sup>2</sup> площади помещения (в зданиях для переработки сельскохозяйственной продукции соответственно 13 м<sup>3</sup> и 4 м<sup>2</sup>) и высоту потолков не менее 3 м (в цехах с аэрацией — не менее 4—6 м от теплоизлучающих поверхностей);
- механизацией и автоматизацией производственных процессов, дистанционным наблюдением и управлением рабочими процессами, исключающими нахождение человека в опасной зоне;
- устройством герметичных кабин в зонах с вредными условиями труда, из которых ведут управление рабочими процессами. Кабины могут быть оборудованы кондиционерами воздуха, климат-контролем;
- герметизацией всех неплотностей, через которые возможно поступление вредных веществ в рабочую зону;

- отоплением и вентиляцией производственных участков;
- тепловой изоляцией высоконагретых поверхностей для предотвращения выделений теплоты в помещение;
- защитой экранами, навесами, ширмами от неблагоприятных метеорологических условий (дождя, снега, ветра, солнечной радиации) при работе на открытом воздухе, а также от тепловых излучений, брызг жидкостей и т.п.;
- рациональным чередованием режимов труда и отдыха, особенно для рабочих, занятых в неблагоприятных условиях труда. Это дополнительные перерывы, сокращение продолжительности рабочего дня (например, до 4—6 ч при работе с высокотоксическими веществами), отдых в комнатах или зонах с нормальным микроклиматом;
- организацией питьевого водоснабжения. В горячих цехах, в полевых условиях при интенсивном солнечном и тепловом воздействии рабочих обеспечивают подсоленной (0,5%) водой, а также витаминизированными напитками для поддержания водно-солевого и витаминного баланса организма.

### 1.6. Оздоровление воздушной среды с помощью производственной вентиляции

Производственная вентиляция — это система устройств для обеспечения на рабочих местах микроклимата и чистоты воздушной среды в соответствии с допустимыми санитарно-гигиеническими нормами. Вентиляция удаляет загрязненный и подает в рабочую зону свежий, чистый воздух, а также создает его необходимую подвижность. Интенсивность поступления или удаления воздуха из помещения называют воздухообменом. Отношение воздухообмена ( $L$ , м<sup>3</sup>/ч) к объему вентилируемого помещения ( $V$ , м<sup>3</sup>) называют кратностью воздухообмена:

$$K = L / V.$$

Кратность воздухообмена показывает, сколько раз в течение часа заменяется весь воздух в помещении.

По назначению вентиляцию подразделяют на основную (рабочую), предназначенную для обеспечения требуемой чистоты воздуха при нормальном режиме технологического процесса, и аварийную, выполняемую лишь в тех помещениях, где возможны внезапные (аварийные) выбросы большого количества вредных веществ.

В зависимости от побудителя движения воздуха различают вентиляцию естественную, при которой движение воздуха осуществляется за счет разности плотностей холодного и нагретого воздуха и под действием ветрового давления, искусственную, осуществляемую с помощью вентиляторов, и смешанную.

По направлению потока воздуха вентиляция бывает приточной (чистый наружный воздух попадает в рабочую зону, разбавляя концентрацию вредных веществ), вытяжной (загрязненный воздух удаляют из рабочей зоны) и приточно-вытяжной, совмещающей приточную и вытяжную вентиляцию.

По месту действия различают общеобменную и местную вентиляцию. Общеобменная вентиляция осуществляет замену воздуха по всему помещению и наиболее целесообразна, когда вредные вещества выделяются равномерно по всему помещению. Если в помещении имеются ярко выраженные локализованные (местные) источники выделения вредных веществ (стол электросварщика, кузнечный горн и др.), то общеобменная вентиляция может привести к распространению их по всему объему помещения и дать отрицательный эффект на других рабочих местах. В этих случаях отдельно или вместе с общеобменной применяют местную вентиляцию (местный отсос, локализованная подача чистого воздуха и т.п.).

**Естественную вентиляцию** подразделяют на неорганизованную (инфильтрацию), осуществляемую через открытые двери, форточки, неплотности конструкции помещения, и организованную, осуществляемую через специальные каналы или открываемые фрамуги (аэрация).



Каналы устраивают в стенах зданий или пристраивают к ним. Загрязненный воздух через жалюзийные решетки 1 (рис. 8.1) поступает в вертикальные каналы 2, проходит сборный канал 3, вытяжную шахту 4, дефлектор 5 и выходит наружу. Чистый воздух поступает через двери, форточки, окна и т.п. Дефлектор устанавливают на верхний конец шахты для повышения тяги. Принцип его действия основан на использовании энергии ветра. Обтекая корпус дефлектора, ветер создает внутри него повышенное разрежение, за счет чего и усиливается вытяжка. Тягу увеличивает также конический расширяющийся диффузор дефлектора 1.

Аэрацию устраивают в высоких (до 6—8 м) помещениях, имеющих три ряда открывающихся окон (фрамуг): два ряда в боковых стенах и один ряд в верхней части крыши (световые фонари). Через окна в стенах осуществляется приток или вытяжка воздуха, а через световые фонари 3 — только вытяжка. Зимой открывают фрамуги верхнего ряда, чтобы поступающий к рабочим местам холодный воздух успел нагреться. Летом открывают фрамуги нижнего ряда, через которые поступает свежий воздух, а загрязненный воздух при этом выходит через световые фонари.

**Механическую вентиляцию** осуществляют с помощью вентиляторов, системы воздухопроводов, по которым подают и удаляют воздух из любой зоны помещения. Ее основные достоинства: возможность подачи воздуха в больших объемах, обработка и перемещение его на большие расстояния. Механическая вентиляция может быть выполнена приточной, приточно-вытяжной, общеобменной и местной.

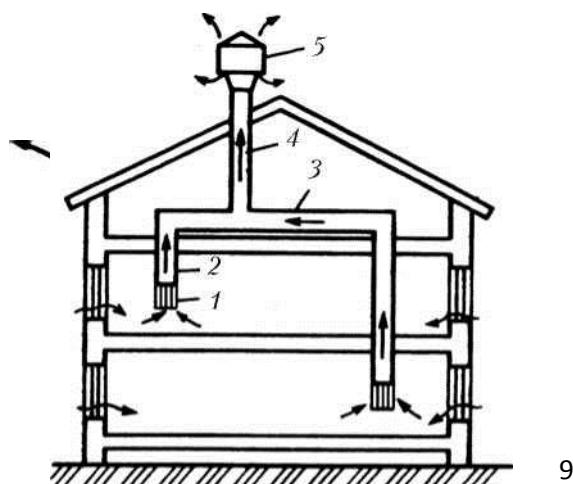


Рис. 8.1. Схема естественной вытяжной канальной вентиляции:

- 1 — жалюзийная решетка; 2 — вертикальный канал;  
3 — горизонтальный сборный канал; 4 — вытяжная шахта; 5 — дефлектор

Действие ветра усиливает аэрацию. Однако при определенных направлениях он может блокировать световые фонари сквозным потоком и ухудшать удаление загрязненного воздуха. Чтобы избежать этого, около фонарей устанавливают ветрозащитные экраны, которые исключают блокировку и одновременно усиливают вытяжку. Регулируют воздухообмен открытием фрамуг. В некоторых случаях для усиления аэрации в кровле здания размещают вытяжные шахты с дефлекторами. Аэрация возрастает при наличии тепловыделений внутри помещений. Аэрация обеспечивает высокую кратность воздухообмена (40 и более).

Система приточной вентиляции работает следующим образом. Наружный воздух вентилятором 4 (рис. 4) через воздухоприемник 1 подается к фильтрам 2, где он очищается от пыли, далее при необходимости подогревается, охлаждается или увлажняется в

теплообменнике 3, проходит глушитель шума 5 и по воздуховодам 6, расположенным по периметру помещения, через приточные отверстия 7 поступает к рабочим местам. Обычно приточный воздух подают в верхнюю часть помещения или в зону дыхания человека. Приточная вентиляция создает некоторое избыточное давление в помещении, за счет чего загрязненный воздух выходит наружу через двери, окна, форточки.

Воздуховоды выполняют круглого или прямоугольного сечения из листовой оцинкованной или нержавеющей стали, пластмассы, иногда из кирпича, бетона или других материалов. Для перемещения воздуха применяют центробежные или осевые вентиляторы.

Вытяжная вентиляция состоит из воздухозаборников 8, расположенных по периметру помещения или в местах с наибольшим выделением вредных веществ, воздуховодов 9, вентилятора 10, оборудования для очистки выбрасываемого воздуха 11, вытяжной шахты 12, устанавливаемой на 1 — 1,5 м выше конька крыши.

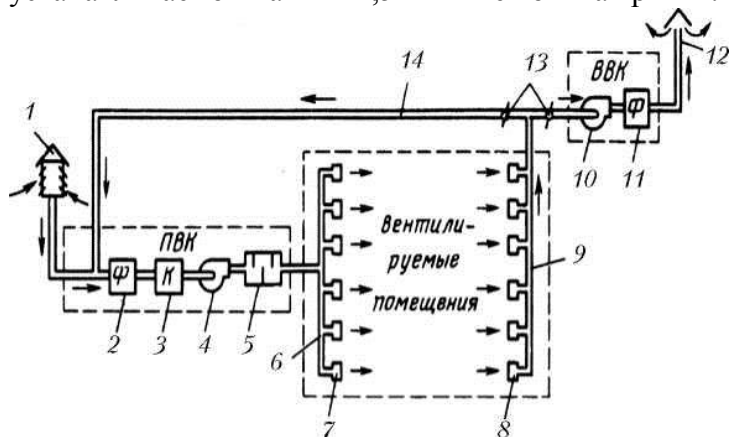


Рис.4. Схема общеобменной механической вентиляции:

1 — воздухоприемник; 2 — противопылевой фильтр; 3 — оборудование для тепловлажностной обработки воздуха; 4 — приточный вентилятор; 5 — глушитель шума; 6 — приточный воздуховод; 7 — приточные воздухораспределительные насадки; 8 — воздухозаборники (вытяжные отверстия); 9 — вытяжной воздуховод; 10 — вытяжной вентилятор; 11 — оборудование для очистки вытяжного воздуха; 12 — вытяжная шахта; 13 — регулировочные клапаны; 14 — рециркуляционный воздуховод; ПВК — приточная вентиляционная камера; ВВК — вытяжная вентиляционная камера

В производственных помещениях с выделением вредных или горючих газов удалять загрязненный воздух следует из верхней зоны с воздухообменом кратностью не менее 1 раза в час, а в помещениях высотой более 6,0 м необходим воздухообмен не менее  $6 \text{ м}^3$  в час на каждый  $1 \text{ м}^2$  площади помещения.

Приемные отверстия для удаления воздуха системами общеобменной вытяжной вентиляции из верхней зоны помещения следует размещать: для удаления избытков теплоты, влаги, вредных газов — под потолком, но не ниже 2 м от пола; для удаления взрывоопасных смесей, газов, паров, аэрозолей — не ниже 0,4 м от потолка. Приемные отверстия для удаления воздуха из нижней зоны размещают на высоте 0,3 м от пола до низа отверстий. Из нижней зоны следует удалять воздух, загрязненный пылями и аэрозолями.

Вытяжная вентиляция создает некоторое разрежение в помещении, которое компенсируется притоком воздуха снаружи или из смежных цехов. Это явление приводит к чрезмерной подвижности воздуха, образованию сквозняков, особенно около дверей и окон, охлаждению цеха в зимних условиях, подосу вредных веществ из других участков. Поэтому чаще всего вытяжную вентиляцию устраивают совместно с приточной.

При приточно-вытяжной вентиляции воздух подают в помещение приточной вентиляцией, а удаляют — вытяжной. Иногда приточную и вытяжную вентиляции соединяют рециркуляционным воздуховодом 14, по которому часть удаляемого воздуха повторно направляется к рабочим местам. Этим достигается экономия энергии на тепловлажностную обработку воздуха. Для рециркуляции разрешается использовать воздух с

концентрацией вредных веществ не более 30% ПДК, не содержащий неприятных запахов, болезнетворных бактерий, вирусов, грибов. Объем рециркуляционного воздуха регулируют клапанами 13.

Оборудование для подачи и обработки приточного и вытяжного воздуха (вентиляторы, фильтры, калориферы, увлажнители и т.п.) обычно располагают в отдельных помещениях — приточно-вентиляционных и вытяжных вентиляционных камерах.

Местная механическая вентиляция может быть приточной и вытяжной. К местной приточной вентиляции относят воздушные души, местные оазисы, воздушные завесы.

**Воздушное душирование** представляет собой подачу на рабочее место воздушной струи горизонтально или сверху под углом с заданными температурой и скоростью движения воздуха. Его применяют в горячих цехах с интенсивностью теплового облучения 140 Вт/м и более для обеспечения необходимого температурного режима, а также

на других участках для снижения в рабочей зоне концентрации вредных веществ. Температура и скорость движения воздуха при воздушном душировании установлены в зависимости от категории работ, температуры воздуха в рабочей зоне (вне струи) и поверхностной плотности лучистого теплового потока (в пределах 16—28 °С и 1—3,5 м/с).

**Местный оазис** представляет собой подачу чистого воздуха в нижнюю часть рабочей зоны, отгороженную со всех сторон, кроме верха, легкими щитами.

**Воздушная завеса** — воздушный поток, направленный под углом в створ ворот, дверей для защиты помещения от проникновения в него холодного воздуха. Воздушные завесы бывают с подачей холодного и подогретого воздуха (до 50 °С для дверей и до 70 °С для ворот), с подачей воздуха снизу, сверху, с одной или двух боковых сторон.

Местную вытяжную вентиляцию выполняют также в виде аспирационных кожухов, вытяжных зонтов, вытяжных шкафов бортовых отсосов из ванн.

**Аварийную вентиляцию** устраивают только вытяжной и, как правило, механической. Она может быть отдельной или совмещенной с основной вентиляцией, должна обеспечивать кратность воздухообмена в соответствии с технологической частью проекта вентиляционной системы.

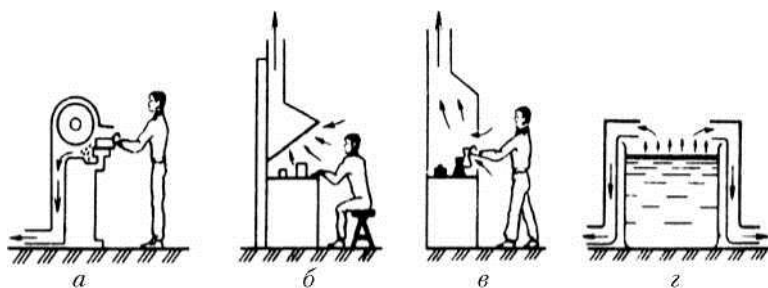


Рис. 6. Местные вытяжные вентиляционные устройства:

а — аспирационный кожух; б — вытяжной зонт; в — вытяжной шкаф; г — бортовой отсос из ванны

### 1.7. Защита от неблагоприятных факторов воздушной среды с помощью СИЗ

Наиболее распространенный вид СИЗ — спецодежда. Она защищает тело человека от воздействия неблагоприятных метеорологических условий, пыли, паров пестицидов, минеральных удобрений, нефтепродуктов, жиров, кислот, щелочей, тепловых излучений, механических повреждений и других факторов. Спецодежда влияет на теплообмен организма с окружающей средой, обеспечивает его тепловое равновесие, способствует поддержанию хорошего самочувствия, высокой работоспособности.

К спецодежде предъявляют требования по термоизоляции, воздухо-, влаго- и паропроницаемости, гигроскопичности, легкости, износостойкости, внешнему эстетическому виду, удобству и др.

Тепловая изоляция одежды существенно снижается от воздействия ветра. Он разрушает термоизоляционную прослойку воздуха между одеждой и телом человека, а также внутри пакета материалов и резко снижает его термоизоляцию. Поэтому верхний слой пакета одежды, используемой на открытом высокоподвижном воздухе, выполняют ветрозащитным.

При намокании спецодежда теряет свои теплозащитные свойства прямо пропорционально приросту объемного процента влаги (это связано с тем, что теплопроводность воды выше теплопроводности материалов одежды и заключенного в них слоя воздуха). Поэтому спецодежду нужно своевременно сушить. Мокрая одежда не полностью утрачивает свои теплозащитные свойства. Установлено, например, что при нахождении в воде температурой 5,3 °С одетый человек теряет тепла на 25% меньше, чем обнаженный. Шерсть даже в мокром состоянии способна удерживать до 60% содержащегося в ней воздуха и обеспечивать удовлетворительную термоизоляцию. При воздействии на мокрую спецодежду ветра ее теплозащитные свойства могут снизиться на 90%.

Не существует материалов и конструкций спецодежды, отвечающих одновременно всем требованиям. Каждый вид спецодежды предназначен для эксплуатации в определенных условиях и служит в первую очередь для защиты от основного вредного или опасного производственного фактора, действующего в рабочей зоне.

Чтобы придать тканям какие-либо дополнительные свойства, их обрабатывают специальными пропитками (огне-, водо-, кислотозащитными, противогнилостными и др.). Пропитки применяют также для повышения несминаемости, противоусадки тканей и др.

Согласно ст. 212 ТК РФ работодатель обязан за свой счет обеспечить работников по установленным нормам спецодеждой и другими СИЗ, имеющими сертификат соответствия, в соответствии с типовыми нормами.

Разработано множество **комплектов спецодежды** для работников различных отраслей и профессий. Это костюмы, комбинезоны, халаты, фартуки, брюки, плащи, куртки, в том числе с пропиткой, на утепленной прокладке и др. Они защищают от общих загрязнений и механических повреждений, нефтепродуктов, ветра, влаги, высоких и низких температур и др.

**Ноги** работающих защищают сапогами, ботинками, бахилами, ботами, валяной и другой специальной обувью.

**Кожные покровы рук** защищают рукавицами, перчатками, наладонниками, напальчниками, а также защитными пастами, кремами. Для предупреждения обезжиривания кожи при частом использовании защитных дерматологических средств применяют смягчающие и обезжиривающие кремы.

**Органы зрения** от пыли, паров, брызг химических веществ, механических частиц защищают очками.

**Средства защиты органов дыхания** (СИЗОД) обеспечивают защиту от аэрозолей, туманов, паров, газов и других смесей, а также от недостатка кислорода. По принципу действия их подразделяют на *фильтрующие*, обеспечивающие защиту в условиях достаточного содержания кислорода в воздухе (не менее 18%) и ограниченного содержания вредных веществ, и на *изолирующие*, обеспечивающие защиту при недостаточном содержании кислорода в воздухе и неограниченном содержании вредных веществ. Фильтрующие СИЗОД подразделяют на противоаэрозольные, противогазовые и универсальные.

**Противоаэрозольные СИЗОД** защищают от пылей. К ним относятся респираторы типа ШБ-1 «Лепесток», «Кама», У-2К, РП-К, Ф-62Ш, «Астра-2», РПА-73, ПРШ-741 и др. В качестве фильтрующего в них используют материал ФПП (фильтр акад. Петрянова на основе перхлорвинила). Фильтрами в респираторах могут быть сама полумаска или специальные патроны. Респираторы обеспечивают защиту при содержании вредных веществ в воздухе от 50 до 1000 ПДК.

**Противогазовые СИЗОД** предназначены для защиты от парогазообразных веществ. Применяют респираторы РПГ-67 (до 10 ПДК), промышленные противогазы МКП (до 100 ПДК) и БК (свыше 100 ПДК). Респираторы снабжают сменными фильтрующими патронами, а противогазы — фильтрующими коробками, защищающими от определенных вредных веществ. Воздух очищается в них поглотителем, состоящим из активированного угля и химического сорбента, состав которого определяется видом токсичного газа, от которого осуществляется защита.

**Универсальные СИЗОД** предназначены для защиты от аэрозолей и парогазообразных веществ, находящихся в воздухе одновременно. Нашли применение респираторы РУ-60М (до 10 ПДК и до 100 мг/м<sup>3</sup>), «Снежок-КУ-М» (до 15 ПДК и до 100 мг/м<sup>3</sup>), «Лепесток-Г» (до 100 ПДК и до 400 мг/м<sup>3</sup>), «Лепесток-В» (10—15 ПДК и до 100 мг/м<sup>3</sup>), промышленные противогазы с аэрозольными фильтрами (до 100 ПДК и до 200 мг/м<sup>3</sup>).

**Изолирующие СИЗОД** подразделяют на шланговые противогазы, обеспечивающие подачу чистого воздуха в шлем-маску по шлангу из чистой зоны самовсасыванием (ПШ-1)

или за счет компрессора (ПШ-2), и автономные, в которых чистый воздух подается в шлем-маску от переносных баллонов (АСВ-2, КИП-8 и др.).

В настоящее время в продаже имеется большой ассортимент зарубежных СИЗОД.

## 2. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

С освещенностью связаны следующие вредные и опасные производственные факторы:

- ее чрезмерная или недостаточная величина, пульсация;
- несоответствие спектрального состава света условиям работы и искажение цветопередачи объектов;
- неравномерность освещения рабочего места;
- чрезмерная или недостаточная контрастность рассматриваемого предмета с фоном;
- ослепление прямым попаданием в глаза;
- возможность проявления стробоскопического эффекта и др.

Важная *количественная характеристика освещения* — освещенность рабочих поверхностей. Она представляет собой поверхностную плотность светового потока в данной точке. Единицей освещенности является люкс (лк), равный освещенности, создаваемой световым потоком в 1 лм (люмен), равномерно распределенным по площади 1 м<sup>2</sup>.

*В зависимости от источника* различают естественное, искусственное и совмещенное освещение. *Естественное освещение* осуществляется солнцем и рассеянным светом небосвода. *Искусственное* — лампами накаливания и газоразрядными лампами. *Совмещенное освещение* представляет собой комбинацию естественного и искусственного освещения.

Естественное освещение производственных помещений подразделяют на боковое (осуществляется через боковые окна), верхнее (через верхние световые фонари и стеклянные крыши), комбинированное (представляет собой комбинацию верхнего и бокового освещения).

По конструктивному исполнению искусственное освещение подразделяют на общее и комбинированное. При общем освещении светильники располагают в верхней части помещения, создавая общее равномерное освещение всего цеха или отдельного участка. В последнем случае его называют локальным освещением. При комбинированном освещении дополнительно к общему добавляют местное освещение, концентрирующее световой поток непосредственно на рабочем месте. Применение одного местного освещения не допускается.

*По назначению искусственное освещение подразделяют* на рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное, дежурное. **Рабочее** освещение предназначено для создания нормальных условий видения на рабочих местах при выполнении трудовых процессов. **Аварийное** освещение устраивают в помещениях, где необходимо продолжить работу при внезапном отключении рабочего освещения, а также в тех случаях, когда такое отключение может вызвать длительное расстройство технологического процесса, взрыв, пожар и т.п. Светильники аварийного освещения подключают к автономному источнику питания. **Эвакуационное** освещение предусматривают на путях эвакуации людей в случае отключения рабочего освещения. **Охранное** освещение устраивают вдоль границ территорий, охраняемых ночью. **Дежурное** освещение предусматривают для освещения рабочих мест, цехов в нерабочее время.

Освещение рабочих мест должно отвечать условиям и характеру работы, оно должно быть оптимальным по величине, а его спектр должен быть максимально приближен к дневному (солнечному), лучше всего соответствующему физиологии человека. Чрезмерно высокая освещенность так же, как и недостаточная, вызывает быстрое утомление глаз, снижение видимости. Освещение должно быть достаточно равномерным по площади, так как при переводе взгляда с менее освещенных на ярко освещенные поверхности и наоборот происходит снижение остроты зрения на некоторый период времени, связанный с

переадаптацией глаз. В связи с этим СНиП 23-05-95\*<sup>2</sup> ограничивает неравномерность освещения на рабочих местах (отношение максимальной освещенности к минимальной) от 1,5 до 3 для различных видов работ. По этой же причине в комбинированном искусственном освещении доля общего освещения должна составлять не менее 10%.

Для быстрого и отчетливого различения предметов и их деталей необходимо наличие некоторой, но не чрезмерной контрастности между яркостью рассматриваемых предметов и фона. Величина освещенности не должна пульсировать по времени.

Световой поток в лампах накаливания образует разогретая электрическим током вольфрамовая нить, заключенная в стеклянную колбу с откачанным воздухом (вакуумные лампы) или наполненную газом: азотом, криптоном, ксеноном, аргоном (газонаполненные лампы).

Лампы накаливания просты по конструкции и в обслуживании, дешевы в изготовлении, но имеют низкий срок службы (до 2500 ч), малую светоотдачу (7—20 лм/Вт), а следовательно, неэкономичны. Кроме того, в их спектре преобладают желтые и красные лучи.

Газоразрядные лампы образуют световой поток в результате свечения инертных газов, паров металла и их смесей, заключенных в стеклянные емкости, под действием электрического тока. Их преимущества перед лампами накаливания: высокая светоотдача (40—110 лм/Вт), длительный срок службы (до 8000—15 000 ч), возможность получения светового потока практически в любой части спектра. Недостатки — искажение цветопередачи у некоторых типов ламп, длительное разгорание (иногда до 10—15 мин); высокое напряжение зажигания (больше рабочего), в связи с которым приходится применять сложные пусковые устройства; опасность образования стробоскопического эффекта.

Газоразрядные лампы имеют почти безынерционное излучение, что приводит к появлению пульсации светового потока с частотой, равной частоте промышленного тока. Это искажает восприятие движущихся, вращающихся деталей. В свете газоразрядных ламп они могут казаться неподвижными, движущимися с другой скоростью, в обратном направлении. Такое явление получило название стробоскопического эффекта. Оно связано с большой травмоопасностью и может быть уменьшено включением ламп в различные фазы сети или применением специальных схем включения. СНиП 23-05-95\* допускает пульсацию не более 10—20%, в зависимости от разряда работы и типа освещения.

Газоразрядные лампы в настоящее время повсеместно вытесняют лампы накаливания.

Применение ламп накаливания общего назначения для освещения ограничивается Федеральным законом от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». С 1 января 2011 г. не допускается применение для освещения ламп накаливания мощностью 100 Вт и более.

Использование галогенных ламп накаливания для общего освещения допускается только для обеспечения архитектурно-художественных требований.

Нормы производственного освещения установлены СНиП-23-05-95\* для искусственного, естественного и совмещенного освещения по восьми разрядам работ, характеризующимся их точностью и наименьшим размером рассматриваемого объекта.

Нормы на искусственное освещение установлены в люксах, а на естественное — в величине коэффициента естественной освещенности (КЕО), выраженного в процентах и показывающего, какую долю естественная освещенность рабочей поверхности внутри помещения ( $E_{вн}$ ) составляет от одновременной горизонтальной освещенности на открытой площадке от рассеянного света всего небосвода ( $E_{нар}$ ):

Нормы искусственной освещенности даны для газоразрядных ламп.

Освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильниками общего освещения в системе комбинированного, должна составлять не менее 10% нормируемой для комбини-

---

<sup>2</sup> См.: «СП 52.13330.2011. Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*», утвержденные приказом Минрегиона России от 27.12.2010 № 783.

рованного освещения. При этом освещенность должна быть не менее 200 лк. Создавать освещенность от общего освещения в системе комбинированного более 1000 лк допускается только при наличии обоснований.

Отношение максимальной освещенности к минимальной при искусственном освещении не должно превышать для работ I—III разрядов при люминесцентных лампах 1, 3, при других источниках света — 1,5, для работ разрядов IV—VII — соответственно 1,5 и 2,0.

Большинство сельскохозяйственных процессов относится к работам средней, малой и грубой точности, где гигиенические нормы искусственной освещенности не превышают 300 лк, а естественной — 1%. Так, освещенность в 300 лк при системе общего освещения предусматривают в цехах ремонта двигателей, агрегатов, механической обработки деталей, ремонта электрооборудования, систем питания; 200 лк — в кузнечном, сварочном, жестяницком, медницком, столярном цехах, на участке ремонта шин, пунктах технического обслуживания; 150 лк — на участках мойки, в смотровых канавах; 75 лк — в пунктах ежедневного обслуживания машин, инструментальных складах; 30 лк — в складах топливосмазочных материалов и др.

Освещенность рабочих органов тракторов и сельскохозяйственных машин в соответствии с «ГОСТ 12.2.019-2005 ССБТ. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности» должна быть 20 лк, освещенность площадки впереди них на расстоянии 10 м — 15 лк, на расстоянии 30 м — 5 лк, освещенность зон выгрузки (загрузки) технологического продукта — 15 лк.

Санитарные нормы не запрещают увеличивать освещенность рабочих мест выше нормируемых величин, если это целесообразно по условиям работы.

Освещенность от светильников аварийного освещения должна составлять не менее 5% рабочего и быть не менее 2 лк внутри зданий и 1 лк снаружи, эвакуационного — 0,5 лк в помещениях на полу и 0,2 лк снаружи, охранного — 0,5 лк на уровне земли.



### 3. Производственная вибрация и ее воздействие на человека

Под вибрацией понимают возвратно-поступательное движение твердого тела. Источники вибрации: транспортеры сыпучих грузов, перфораторы, зубчатые передачи, пневмомолотки, двигатели внутреннего сгорания, электромоторы и т. д.

Основные параметры вибрации: частота (Гц), амплитуда колебания (м), период колебания (с), виброскорость (м/с), виброускорение (м/с<sup>2</sup>).

В зависимости от характера контакта работника с вибрирующим оборудованием различают **локальную и общую** вибрацию.

**Локальная** вибрация передается в основном через конечности рук и ног.

**Общая** — через опорно-двигательный аппарат. Существует еще и смешанная вибрация, которая воздействует и на конечности, и на весь корпус человека. Локальная вибрация имеет место в основном при работе с вибрирующим ручным инструментом или настольным оборудованием. Общая вибрация преобладает на транспортных машинах, в производственных цехах тяжелого машиностроения, лифтах и т. д., где вибрируют полы, стены или основания оборудования.

**Воздействие вибрации на организм человека.** Тело человека рассматривается как сочетание масс с упругими элементами, имеющими собственные частоты, которые для плечевого пояса, бедер и головы относительно опорной поверхности (положение "стоя") составляют 4—6 Гц, головы относительно плеч (положение "сидя") — 25—30 Гц. Для большинства внутренних органов собственные частоты лежат в диапазоне 6—9 Гц. Общая вибрация с частотой менее 0,7 Гц, определяемая как качка, хотя и неприятна, но не приводит к вибрационной болезни. Следствием такой вибрации является морская болезнь, вызванная нарушением нормальной деятельности вестибулярного аппарата по причине резонансных явлений.

При частоте колебаний рабочих мест, близкой к собственным частотам внутренних органов, возможны механические повреждения или даже разрывы. Систематическое воздействие общих вибраций, характеризующихся высоким уровнем виброскорости, приводит к вибрационной болезни, которая характеризуется нарушениями физиологических функций организма, связанными с поражением центральной нервной системы. Эти нарушения вызывают головные боли, головокружения, нарушения сна, снижение работоспособности, ухудшение самочувствия, нарушения сердечной деятельности.

Местная вибрация малой интенсивности может благоприятно воздействовать на организм человека, восстанавливать трофические изменения, улучшать функциональное состояние центральной нервной системы, ускорять заживление ран и т. п.

При увеличении интенсивности колебаний и длительности их воздействия возникают изменения, приводящие в ряде случаев к развитию профессиональной патологии — вибрационной болезни.

Ручные машины, вибрация которых имеет максимальные уровни энергии в низких частотах (до 35 Гц), вызывают вибрационную патологию с преимущественным поражением нервно-мышечного и опорно-двигательного аппарата. При работе с ручными машинами, вибрация которых имеет максимальный уровень энергии в высокочастотной области спектра (выше 125 Гц), возникают сосудистые расстройства с склонностью к спазму периферических сосудов. При воздействии вибрации низкой частоты заболевание возникает через 8—10 лет, при воздействии высокочастотной вибрации — через 5 и менее лет.

**Допустимые уровни вибрации.** Различают гигиеническое и техническое нормирование вибраций. Гигиенические — ограничивают параметры вибрации рабочих мест и поверхности контакта с руками работающих, исходя из физиологических требований, исключающих возможность возникновения вибрационной болезни. Технические — ограни-

чивают параметры вибрации не только с учетом указанных требований, но и исходя из достижимого на сегодняшний день для данного типа оборудования уровня вибрации. Разработаны нормативные документы, устанавливающие допустимые значения и методы оценки характеристик вибраций, к которым относится специальный ГОСТ ССБТ. Машины ручные. Допустимые уровни вибрации. Оценка степени вредности вибрации ручных машин производится по спектру виброскорости в диапазоне частот 11—2800 Гц. Для каждой октавной полосы в пределах указанных частот устанавливают предельно допустимые значения среднеквадратичной величины виброскорости и ее уровни относительно порогового значения, равного  $5 \cdot 10^{-8}$  м/с.

Масса вибрирующего оборудования или его частей, удерживаемых руками, не должна превышать 10 кг, а усилие нажима — 20 кг.

Общая вибрация нормируется с учетом свойств источника ее возникновения и делится на вибрацию:

- ♦ *транспортную*, которая возникает в результате движения машин по местности и дорогам;

- ♦ *транспортно-технологическую*, которая возникает при работе машин, выполняющих технологическую операцию в стационарном положении, а также при перемещении по специально подготовленной части производственного помещения;

- ♦ *технологическую*, которая возникает при работе стационарных машин или передается на рабочие места, не имеющие источников вибраций (например, от работы холодильных, фасовочно-упаковочных машин).

Высокие требования предъявляют при нормировании технологических вибраций в помещениях для умственного труда (дирекция, диспетчерская, бухгалтерия и т. п.). Гигиенические нормы вибрации установлены для рабочего дня длительностью 8 ч

### ***Методы снижения воздействия вибрации на человека***

Для снижения воздействия вибрирующих машин и оборудования на организм человека применяются следующие меры и средства:

- ♦ замена инструмента или оборудования с вибрирующими рабочими органами на невибрирующие в процессах;

- ♦ применение виброизоляции вибрирующих машин относительно основания (например, применение резиновых прокладок, пружин, амортизаторов);

- ♦ использование дистанционного управления в технологических;

- ♦ использование автоматики в технологических процессах, где работают вибрирующие машины (например, управление по заданной программе);

- ♦ использование ручного инструмента с виброзащитными рукоятками, специальной обуви и перчаток.

Помимо технических средств и методов для снижения воздействия вибрации на человека необходимо проводить *гигиенические и лечебно-профилактические мероприятия*. В соответствии с положением о режиме труда работников виброопасных профессий общее время контакта с вибрирующими машинами, вибрация которых соответствует санитарным нормам, не должно превышать  $2/3$  длительности рабочего дня. Производственные операции должны распределяться между работниками так, чтобы продолжительность непрерывного воздействия вибрации, включая микропаузы, не превышала 15—20 мин. Рекомендуется при этом два регламентированных перерыва (для активного отдыха).

К работе с вибрирующими машинами и оборудованием допускаются лица не моложе 18 лет, получившие соответствующую квалификацию, сдавшие технический минимум по правилам безопасности и прошедшие медицинский осмотр.

Работа с вибрирующим оборудованием, как правило, должна проводиться в отапливаемых помещениях с температурой воздуха не менее 16°C, при влажности 40—60% и скорости движения не более 0,3 м/с. При невозможности создания подобных условий

(работа на открытом воздухе, подземные работы и т. п.) для периодического обогрева должны быть предусмотрены специальные отапливаемые помещения с температурой воздуха не менее 22°C, относительной влажностью 40—60% и скоростью движения воздуха 0,3 м/с.

#### 4. Производственный шум и его воздействие на человека

**Шум** - это совокупность аperiodических звуков различной интенсивности и частоты (шелест, дребезжание, скрип, визг и т.п.) с физиологической точки зрения это всякий неблагоприятно воспринимаемый звук. Длительное воздействие шума на человека может привести к такому профессиональному заболеванию, как "шумовая болезнь"

По физической сущности шум - это волнообразное движение частиц упругой среды (газовой; жидкой или твердой) и поэтому характеризуется амплитудой колебания (м), частотой, скоростью распространения и длиной волны (м). Характер негативного воздействия на органы слуха и подкожный рецепторный аппарат человека зависит еще и от таких показателей шума - как уровень звукового давления (дБ) и громкость. Первый показатель называется силой звука (интенсивностью). Громкость шума определяется субъективным восприятием слухового аппарата человека. Порог слухового восприятия зависит еще и от диапазона частот. Так, ухо менее чувствительно к звукам низких частот.

Воздействие шума на организм человека вызывает негативные изменения прежде всего в органах слуха, нервной и сердечно-сосудистой системах. Степень выраженности этих изменений зависит от параметров шума, стажа работы в условиях воздействия шума, длительности действия шума в течение рабочего дня, индивидуальной чувствительности организма. Действие шума на организм человека отягощается вынужденным положением тела, повышенным вниманием, нервно-эмоциональным напряжением, неблагоприятным микроклиматом.

**Действие шума на организм человека.** К настоящему времени накоплены многочисленные данные, позволяющие судить о характере и особенностях влияния шумового фактора на слуховую функцию. Кратковременное понижение остроты слуха под воздействием шума с быстрым восстановлением функции после прекращения действия фактора рассматривается как проявление адаптационной защитно-приспособительной реакции слухового органа. Адаптацией к шуму принято считать временное понижение слуха не более чем на 10—15 дБ с восстановлением его в течение 3 мин после прекращения действия шума. Длительное воздействие интенсивного шума может приводить к перераздражению клеток звукового анализатора и его утомлению, а затем к стойкому снижению остроты слуха.

Установлено, что утомляющее и повреждающее слух действие шума пропорционально его высоте (частоте). Наиболее выраженные и ранние изменения наблюдаются на частоте 4000 Гц и близкой к ней области частот. При этом импульсный шум действует более неблагоприятно, чем непрерывный.

Развитие профессиональной тугоухости зависит от суммарного времени воздействия шума в течение рабочего дня и наличия пауз, а также общего стажа работы. Начальные стадии профессионального поражения наблюдаются у рабочих со стажем 5 лет, выраженные (поражение слуха на все частоты, нарушение восприятия шепотной и разговорной речи) — свыше 10 лет.

Помимо действия шума на органы слуха, установлено его вредное влияние на многие органы и системы организма, в первую очередь на центральную нервную систему, функциональные изменения в которой происходят раньше, чем диагностируется нарушение слуховой чувствительности. Поражение нервной системы под действием шума сопровождается раздражительностью, ослаблением памяти, апатией, подавленным настроением, изменением кожной чувствительности и другими нарушениями, в частности, замедляется скорость психических реакций, наступает расстройство сна и т. д. У работников умственного труда происходит снижение темпа работы, ее качества и производительности.

Действие шума может привести к заболеваниям желудочно-кишечного тракта, сдвигам в обменных процессах (нарушение основного, витаминного, углеводного, белкового, жирового, солевого обменов), нарушению функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Звуковые колебания могут восприниматься не только органами слуха, но и непосредственно через кости черепа (так называемая костная проводимость). Уровень шума, передаваемого этим путем, на 20—30 дБ меньше уровня, воспринимаемого ухом. Если при невысоких уровнях шума передача за счет костной проводимости мала, то при высоких уровнях она значительно возрастает и усугубляет вредное действие на организм человека. При действии шума очень высоких уровней (более 145 дБ) возможен разрыв барабанной перепонки.

Таким образом, воздействие шума может привести к сочетанию профессиональной тугоухости (неврит слухового нерва) с функциональными расстройствами центральной нервной, вегетативной, сердечно-сосудистой и других систем, которые могут рассматриваться как профессиональное заболевание — шумовая болезнь.

**Нормирование уровня шума.** При нормировании шума используют два метода нормирования: *по предельному спектру шума и уровню звука* в дБ. Первый метод является основным для постоянных шумов и позволяет нормировать уровни звукового давления в восьми октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Шум на рабочих местах не должен превышать допустимых уровней, соответствующих рекомендациям Технического комитета акустики при Международной организации по стандартизации.

Совокупность восьми допустимых уровней звукового давления называется предельным спектром. Исследования показывают, что допустимые уровни уменьшаются с ростом частоты (более неприятный шум).

Второй метод нормирования общего уровня шума, измеренного по шкале А, которая имитирует кривую чувствительности уха человека, и называемого уровнем звука в дБА, используется для ориентировочной оценки постоянного и непостоянного шума, так как в этом случае мы не знаем спектра шума.

Для тонального и импульсного шума допустимые уровни должны приниматься на 5 дБ меньше значений. Нормированным параметром непостоянного шума является эквивалентный по энергии уровень звука широкополосного, постоянного и неимпульсного шума, оказывающего на человека такое же воздействие, как и непостоянный шум. Этот уровень измеряется специальными интегрирующими шумомерами или определяется расчетным путем.

**Методы борьбы с шумом.** Для борьбы с шумом в помещениях проводятся мероприятия как технического, так и медицинского характера. Основными из них являются:

- ◆ устранение причины шума, то есть замена шумящего оборудования, механизмов на более современное не шумящее оборудование;
- ◆ изоляция источника шума от окружающей среды (применение глушителей, экранов, звукопоглощающих строительных материалов);
- ◆ ограждение шумящих производств зонами зеленых насаждений;
- ◆ применение рациональной планировки помещений; использование дистанционного управления при эксплуатации шумящего оборудования и машин;
- ◆ использование средств автоматики для управления и контроля технологическими производственными процессами;
- ◆ использование индивидуальных средств защиты (беруши, наушники, ватные тампоны);
- ◆ проведение периодических медицинских осмотров;
- ◆ соблюдение режима труда и отдыха.

Интенсивность звука определяется по логарифмической шкале громкости. В шкале — 140 дБ за нулевую точку шкалы принят "порог слышимости" (слабое звуковое ощущение, едва воспринимаемое ухом, равное примерно 20 дБ), а за крайнюю точку шкалы — 140 дБ —

максимальный предел громкости.

Шум ниже 80 дБ обычно не влияет на органы слуха.

Для измерения силы и интенсивности шума применяют различные приборы: шумомеры. Принцип работы шумомера состоит в том, что микрофон преобразует колебания звука в электрическое напряжение, которое поступает на специальный усилитель и после усиления выпрямляется и измеряется индикатором по градуированной шкале в децибелах.

## **5. Санитарно-гигиенические требования к генеральным планам**

Основное условие соблюдения безопасности при проектировании предприятий, технологий и оборудования — предотвращение воздействия вредных и опасных производственных факторов на работающих, а также предупреждение негативного влияния этих факторов на окружающую среду. Это условие учтено в соответствующих разделах СНиП и СП, в которых изложены требования по проектированию генеральных планов промышленных предприятий.

Предприятия, их отдельные здания, сооружения с технологическими процессами, выделяющие в окружающую среду вредные и неприятно пахнущие вещества, а также создающие повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука, электромагнитных волн радиочастот, статического электричества и ионизирующих излучений, следует отделять от жилой застройки санитарно-защитными зонами. Ширина таких зон в соответствии с санитарной классификацией следующая: для предприятий I класса 1000 м, II — 500, III — 300, IV — 100 и V — 50 м. При необходимости и надлежащем технико-экономическом и гигиеническом обосновании санитарно-защитную зону увеличивают, но не более чем в три раза. Для предприятий без вредностей защитную зону не устанавливают.

Санитарно-защитную зону или какую-либо ее часть нельзя рассматривать как резервную территорию предприятия и использовать для расширения промышленной площадки. Тем не менее в ней допускается размещать пожарные депо, бани, гаражи и т. п.; предприятия с производствами меньшего класса вредности; стоянки для транспорта; помещения для дежурного персонала и охраны предприятий и др.

Площадка, предназначенная для размещения предприятия, должна быть расположена на ровном возвышенном месте с небольшим уклоном, обеспечивающим отвод поверхностных вод, с уровнем грунтовых вод ниже глубины подвалов, траншей и смотровых ям. Ровная поверхность территории обеспечивает удобство и повышает безопасность движения людей и транспортных средств. В зависимости от направления господствующих ветров производственные здания располагают таким образом, чтобы на них не перелетали искры при пожаре жилых зданий и объектов.

На генеральном плане стрелками указывают направления движения людских и транспортных потоков. При планировании территории предприятия необходимо стремиться к созданию простой схемы проездов. Она должна соответствовать поточности производства, обеспечивать удобство и кратчайшую связь между зданиями и сооружениями, а также перевозку грузов и готовой продукции по наиболее коротким маршрутам с минимальным количеством пересечений и встречных движений. Транспортные магистральные проезды нельзя совмещать с дорожками, по которым ходят люди.

Расположение на территории предприятия зданий и сооружений относительно сторон света и направления господствующих ветров должно обеспечивать наиболее благоприятные условия для естественного освещения и проветривания помещений.

Производственные здания и сооружения обычно размещают на территории предприятия по ходу технологического процесса. При этом постройки группируют с учетом общности санитарных и противопожарных требований. Так, электростанции, теплоэлектроцентрали, котельные, склады топлива располагают с подветренной стороны по отношению к другим зданиям, так как при их работе выделяются вредные газы, дым, гарь, пыль. Взрыво- и пожароопасные объекты, а также склады топлива и

легковоспламеняющихся материалов размещают на отдельных участках за пределами территории предприятий. Открытые склады угля, а также наиболее опасные и вредные производства должны отстоять от других производственных зданий не менее чем на 20 м, от бытовых помещений — на 25 м, а от вспомогательных зданий — на 50 м. Эти зоны разрывов должны быть озеленены.

При определении ширины разрывов между зданиями сопоставляют санитарные и противопожарные требования, выбирая наибольшее значение.

## **6. Санитарно-гигиенические требования к производственным зданиям и помещениям**

Производственные здания и помещения должны отвечать требованиям СНиП и СН. На этапах проектирования и строительства необходимо учитывать санитарный класс помещения, нормы полезной площади для работающих и под оборудование, а также соблюдать требуемую ширину проходов для безопасного и удобного обслуживания оборудования.

Помещения, в которых выделяется большое избыточное количество влаги или явного тепла [более  $83,8 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$ ], следует располагать у наружной стены здания с подветренной стороны. Помещения, в которых процесс производства связан с выделением пыли, паров, газов или сопровождается шумом, вибрацией, должны быть изолированы от других помещений. Ворота и технологические проемы в наружных стенах зданий, как правило, проектируют с тепловыми воздушными завесами, а входы в отапливаемые здания — с двойными тамбурами при глубине открытия каждого отделения из них не менее 1,2 м.

Объем производственного помещения на одного работающего должен быть не менее  $15 \text{ м}^3$ , а площадь — не менее  $4,5 \text{ м}^2$ .

Запрещается устраивать производственные помещения в подвальных этажах. Размещение оборудования в подвальных помещениях допускается лишь в тех случаях, когда это необходимо в связи с особенностями технологических процессов. Для исключения пересечения технологических потоков наиболее целесообразно располагать помещения с учетом последовательности выполнения производственных операций.

Высоту помещений выбирают в зависимости от характера технологического процесса такой, чтобы обеспечивалось удаление избыточных количеств теплоты, влаги и газов, но не менее 3 м. В помещениях, где предполагается устройство аэрации, для создания необходимого теплового напора от теплоизлучающей поверхности высота должна быть не менее 4...6 м. Ширину пешеходных галерей принимают в пределах 0,3...1,5 м, проходов между стеллажами — не менее 1 м.

Стены и потолки зданий должны быть достаточно теплостойкие, чтобы на их внутренних поверхностях не конденсировалась влага. Поверхности ограждающих строительных конструкций следует выполнять ровными из материалов, устойчивых к химически агрессивной среде и легко обрабатываемых при проведении влажной уборки и дезинфекции. Полы должны быть ровные, гладкие, но нескользкие, иметь низкую теплопроводность, не выделять пыли и возвышаться над уровнем прилегающей территории на величину не менее 0,15 м. Допустимая высота порогов менее 0,1 м.

В световых проемах предусматривают фрамуги или форточки с приспособлениями для открывания с пола помещения и фиксации в требуемом положении. При заполнении оконных проемов стеклоблоками в зданиях применяют устройства для естественного проветривания. В зданиях с верхним светом, при наличии больших площадей остекления, устанавливают специальные механизмы для открывания окон и фрамуг.

Ворота, двери и окна должны легко открываться на всю ширину проема. Двери и ворота оснащают устройствами для удержания их в открытом положении.

В помещениях, где используется транспорт, обязательно разделяют зоны проезда транспорта и прохода людей. Постоянные рабочие места огораживают.

У входов в производственные здания размещают металлические решетки и другие устройства для очистки обуви.

## **7. Санитарно-гигиенические требования к бытовым помещениям**

Санитарно-бытовые помещения на предприятиях предназначены для удовлетворения бытовых потребностей людей во время работы, ликвидации некоторых отрицательных последствий трудового процесса, проведения профилактических мероприятий по устранению функциональных изменений в организме, вызванных влиянием производственных вредностей.

Санитарно-бытовые помещения делят на общие, которые должны быть на любом предприятии, и специальные, устраиваемые с учетом численности работающих или особенностей выполнения производственных процессов.

К бытовым помещениям общего назначения относят гардеробные для хранения уличной, домашней и рабочей одежды, уборные, умывальные и душевые. Их устраивают отдельно для мужчин и женщин и объединяют в блоки. Специальные бытовые помещения — это душевые, здравпункты, ингалятории, комнаты для личной гигиены женщин, курительные, респираторные, помещения для кормления грудных детей, обогрева работающих, отдыха, стирки, химической чистки, обеспыливания, обезвреживания и ремонта рабочей одежды и обуви, для питания и фотарии.

Бытовые помещения располагают таким образом, чтобы люди, пользующиеся ими, не проходили через производственные помещения с выделениями вредностей, если они в таковых не работают. Обычно бытовые помещения располагают в пристройках к производственным зданиям, реже — в отдельно стоящих зданиях. Переходы между вспомогательными и производственными зданиями должны быть отапливаемые.

Бытовые помещения, как правило, размещают в надземных этажах и строят высотой не менее 3 м. В помещениях здравпунктов, общественного питания и для кормления грудных детей предусматривают непосредственное естественное освещение. В остальных помещениях допускается совмещенное или искусственное освещение. Для мокрой уборки бытовые помещения оборудуют водоразборными кранами с горячей и холодной водой.

К каждому из бытовых помещений предъявляют также специальные дополнительные требования, в том числе по площади, отделке, устройству и числу санитарно-бытовых устройств (умывальников, унитазов, душевых сеток и т. п.).

Гардеробные предназначены для хранения уличной, домашней и рабочей одежды открытым или закрытым способом. В первом случае их оборудуют вешалками или открытыми шкафами, а во втором — индивидуальными шкафчиками. Размеры шкафов для одежды должны соответствовать СНИП. Число мест для хранения одежды в гардеробных принимается равным численности работающих в двух наиболее многочисленных смежных сменах (при хранении одежды на вешалках) или списочной численности работающих (при хранении одежды в шкафах). Гардеробные для хранения домашней или рабочей одежды оборудуют скамьями шириной 0,3 м из расчета 0,6 м длины на одно место. Расстояние между скамейками должно быть 1 м.

Душевые предусматривают в случае, если технологический процесс связан с загрязнением тела. Их размещают смежно с гардеробными. При душевых устраивают преддушевые, предназначенные для вытирания тела, а при совместном хранении в гардеробных домашней и рабочей одежды — также и для переодевания. Кроме того, Строительные нормы и правила определяют размеры кабин и проходов, требования к санитарнотехническому и другому оборудованию в душевой и преддушевой (смесителям для горячей и холодной воды, полочкам для банных принадлежностей, размерам скамеек, числу крючков и т. п.). Расчетная численность людей на одну душевую сетку зависит от группы производственного процесса и находится в пределах 3...15. При проектировании

водоснабжения принимают во внимание расчетную продолжительность работы душевых, которая составляет 45 мин для каждой смены.

Умывальные размещают смежно с гардеробными для рабочей одежды. Допускается располагать умывальники в гардеробных при условии, что расстояние от умывальников до шкафов не менее 2 м. В умывальных предусматривают крючки для полотенец и одежды, сосуды для жидкого или полочки для кускового мыла. Число кранов (7...20) определяют по расчетной численности людей на один кран в зависимости от группы производственного процесса.

Уборные в зданиях размещают не далее 75 м от рабочих мест, а на территории предприятия — не далее 150 м от рабочих мест. В многоэтажных производственных зданиях уборные устраивают на каждом этаже. Размещение их через этаж допускается, если на двух смежных этажах работает до 30 человек, а через два — при работе на трех этажах не более 10 человек. Входы в уборные устраивают через тамбуры (шлюзы) с самозакрывающимися дверьми. СНиП устанавливают также требуемые

размеры кабин, ширину проходов, число напольных чаш или унитазов и писсуаров в зависимости от численности пользующихся уборной людей.

Помещения для личной гигиены женщин устраивают, если в наиболее многочисленной смене работает более 15 женщин. В таких бытовых помещениях предусматривают места для раздевания, индивидуальные кабины для процедур, оборудованные гигиеническими душами с индивидуальными смесителями холодной и горячей воды, а при необходимости четырех и более кабин — место для кушетки.

Помещения для кормления грудных детей предусматривают на предприятиях IV и V классов по санитарной классификации производств, если в наиболее многочисленной смене работает не менее 100 женщин.

Площадь помещений для отдыха в рабочее время принимают из расчета 0,2 м<sup>2</sup> на одного работающего, но не менее 18 м<sup>2</sup>. Эти бытовые помещения оборудуют умывальниками с подводом горячей и холодной воды, устройствами питьевого водоснабжения и кипятильниками.

Курительные предусматривают в тех случаях, когда по условиям производства или пожарной безопасности курение в производственных помещениях или на территории предприятия запрещено, а также при объеме производственного помещения на одного работающего менее 50 м<sup>3</sup>. Курительные оборудуют вытяжной вентиляцией и устанавливают в них урны или баки с водой для окурков.

Помещения для обогрева устраивают для работающих на открытом воздухе или в неотапливаемых помещениях с температурой воздуха на рабочих местах ниже 10 °С. Такие помещения снабжают скамьями, столами, баками для горячей и охлажденной кипяченой воды и умывальником.

Предприятия с численностью работающих в самой многочисленной смене 200 человек и более должны иметь столовые. Если работающих меньше 200, то устраивают буфет с отпуском горячих блюд. Если же в наиболее многочисленную смену работает менее 30 человек, то предусматривают комнату приема пищи. Число посадочных мест в помещениях общественного питания принимают из расчета одно посадочное место на 4 человека в наиболее многочисленной смене.

Здравпункты должны быть на предприятиях со списочной численностью работающих 300 человек и более. Другие специальные бытовые помещения оборудуют в соответствии с особыми требованиями к их устройству и с учетом численности пользующихся ими людей.

Все санитарно-бытовые помещения следует ежедневно убирать, регулярно проветривать и не реже одного раза в неделю дезинфицировать.