

## 2.1. Воздействие негативных факторов на человека.

### 2.1.1. Влияние параметров микроклимата на человека.

Общее состояние и производительность труда человека зависит от микроклимата в помещении, интенсивности теплового излучения и атмосферного давления.

Организм человека взаимодействует со средой посредством теплообмена. Тепловой баланс организма, при котором теплоотдача равна теплообразованию, благодаря чему температура тела остается постоянной и в нормальных пределах, характеризуется оптимальными показателями микроклимата.

**Микроклимат** – это климат внутренней среды помещения, который объединяет такие параметры воздушной среды, как температура, относительная влажность и скорость движения воздуха (подвижность).

Температура измеряется в градусах Цельсия. Для определения температуры применяется термометры или термографы. Относительная влажность измеряется в процентах, для ее определения применяют гигрографы, гигрометры и психрометры.

$$B = \frac{A}{M} \cdot 100\% , \quad (1)$$

где А – абсолютная влажность, г/м<sup>3</sup> (кг/м<sup>3</sup>);

М – максимальная влажность (кг/м<sup>3</sup>).

Абсолютная влажность – это масса водяных паров, содержащихся в данный момент в определенном объеме воздуха. Она не зависит от температуры.

Максимальная влажность – максимально возможное содержание водных паров при данной температуре (состояние насыщения).

Скорость движения воздуха можно измерить с помощью анемометра или кататермометров. В помещениях определяют гигиенически малые скорости 0,2 – 1,5 м/с.

Параметры микроклимата зависят от:

- избытков явного тепла в помещении (характера тепловыделений),
- периода года (акклиматизации организма)
- и интенсивности (степени тяжести, энергозатрат) выполняемых работ.

В зависимости от акклиматизации организма весь год делится на 2 периода: холодный или переходной и теплый. Границей между ними является среднесуточная температура наружного воздуха, равная +10 °С.

В зависимости от интенсивности труда все виды работ, исходя из общих энергозатрат организма делятся на 3 категории:

- легкие работы (I),
- средней тяжести (II),
- тяжелые (III).

Энергозатраты для I категории составляют менее 174 Вт, для II – 174 – 293 Вт, для III – более 293 Вт.

Помещения в зависимости от характера теплоизбытков делятся на 2 типа:

- со значительными избытками явного тепла (более 23 В/м<sup>3</sup>)
- и с незначительными (менее 23 В/м<sup>3</sup>).

Оптимальные показатели микроклимата обеспечивают состояние нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения механизма терморегуляции. Они обеспечивают ощущение комфорта и высокую работоспособность.

Если сочетание параметров микроклимата вызывает напряжение механизмов терморегуляции, не выходящее за пределы приспособительских (адаптационных) возможностей, то наблюдается дискомфортные ощущения, приводящие к ухудшению самочувствия и понижению работоспособности. Такие параметры называются дискомфортными, допустимыми.

Атмосферное давление оказывает влияние на самочувствие человека, но не может быть изменено человеком. Поэтому к параметрам микроклимата оно не отнесено.

Создание оптимальных метеорологических условий в помещениях является достаточно сложной задачей и идет в следующих направлениях:

- рациональное размещение здания и помещений;
- применение рациональной вентиляции, кондиционирования воздуха и отопления;
- правильный режим труда и отдыха;
- использование средств индивидуальной защиты;
- тепловая изоляция оборудования и защита работающих экранами и т.д.

Например, рациональное использование вентиляции позволит обеспечить не только микроклимат, но и чистоту воздуха в помещении, если правильно выбрать систему вентиляции, с кратностью воздухообмена, позволяющей удалить из помещения не только теплоизбытки, а и вредные выделения, уменьшить до гигиенических нормативов запыленность и загазованность.

Количество воздуха, которое необходимо удалять из помещения за 1 час при наличии теплоизбытков  $L_{изб}$ , определяется по формуле:

$$L_{изб} = \frac{Q_{изб}}{C \cdot \Delta T \cdot \gamma_{пр}}, \text{ м}^3/\text{ч}; \quad (2)$$

где  $Q_{изб}$  - подлежащие удалению теплоизбытки, кДж/ч;

$C$  - теплоемкость воздуха, кДж/кг<sup>0</sup>К ;

$\Delta T$  - разность температур удаляемого и приточного воздуха, °К;

$\gamma_{\text{пр}}$  - плотность приточного воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

Если в помещении количество рабочих мест с вредным выделением ограничено, то целесообразнее использовать механическую (искусственную, принудительную) местную (автономную) вентиляцию, чтобы не «разносить» вредные вещества по помещениям.

Рассмотрим подробнее воздействие параметров микроклимата на работника и методы защиты.

**Микроклимат производственных помещений** Тепловой режим производственных помещений определяется количеством тепловыделений внутрь цеха от горячего оборудования, изделий и полуфабрикатов, а также от солнечной радиации, проникающей в цех через открытые и остекленные проемы или нагревающей кровлю и стены здания, а в холодный период года — от степени отдачи тепла за пределы помещения и от отопления. Определенную роль играют тепловыделения от различного рода электродвигателей, которые при работе нагреваются и отдают тепло в окружающее пространство. Часть поступившего в цех тепла отдается наружу через ограждения, а остальное, так называемое явное тепло нагревает воздух рабочих помещений.

Согласно санитарным нормам проектирования промышленных предприятий (СН 245 — 71) производственные помещения по удельному тепловыделению делятся на две группы:

- холодные цехи, где явное тепловыделение в помещении не превышает 20 ккал/м<sup>3</sup>ч,
- и горячие цехи, где они выше этой величины.

Воздух цеха, постепенно соприкасаясь с горячими поверхностями источников тепловыделений, нагревается и поднимается вверх, а его место замещает более тяжелый холодный воздух, который, в свою очередь, также нагревается и поднимается вверх. В результате постоянного движения воздуха в цехе происходит его нагрев не только в месте нахождения источников тепла, но и на более отдаленных участках. Такой путь отдачи тепла в окружающее пространство называется конвекционным. Степень нагрева воздуха измеряется в градусах. Особенно высокая температура наблюдается на рабочих местах, не имеющих достаточного притока наружного воздуха или расположенных в непосредственной близости от источников тепловыделений.

Противоположная картина наблюдается в тех же цехах в холодный период года. Нагретый горячими поверхностями воздух поднимается вверх и частично уходит из цеха через проемы и неплотности в верхней части здания (фонари, окна, шахты); на его место подсасывается холодный наружный воздух, который до соприкосновения с горячими поверхностями нагревается очень мало, в силу чего нередко рабочие места омываются холодным воздухом.

Все нагретые тела со своей поверхности излучают поток лучистой энергии. Характер этого излучения зависит от степени нагрева излучающего тела. При температуре выше 500°С спектр излучения содержит как видимые— световые лучи, так и невидимые — инфракрасные лучи; при меньших температурах этот спектр состоит только из инфракрасных лучей. Гигиеническое значение имеет в основном невидимая часть спектра, то есть инфракрасное.

Чем ниже температура излучаемой поверхности, тем меньше интенсивность излучения и больше длина волны; по мере увеличения температуры увеличивается интенсивность, но уменьшается длина волны, приближаясь к видимой части спектра.

Источники тепла, имеющие температуру 2500 — 3000°C и более, начинают излучать также ультрафиолетовые лучи (вольтова дуга электросварки или электродуговых печей). В промышленности для специальных целей используются так называемые ртутно-кварцевые лампы, которые излучают преимущественно ультрафиолетовые лучи.

Ультрафиолетовые лучи также имеют различные длины волн, но в отличие от инфракрасных по мере увеличения длины волны они приближаются к видимой части спектра. Следовательно, видимые лучи по длине волн находятся между инфракрасными и ультрафиолетовыми.

Инфракрасные лучи, попадая на какое-либо тело, нагревают его, что и послужило поводом называть их тепловыми. Это явление объясняется способностью различных тел в той или иной степени поглощать инфракрасные лучи, если температура облучаемых тел ниже температуры излучающих; при этом лучистая энергия превращается в тепловую, вследствие чего облучаемой поверхности передается то или иное количество тепла. Этот путь передачи тепла называется радиационным.

Различные материалы обладают различной степенью поглощения инфракрасных лучей, и, следовательно, при облучении они нагреваются по-разному. Воздух совершенно не поглощает инфракрасные лучи и поэтому не нагревается. Блестящие, светлые поверхности (например, алюминиевая фольга, полированные листы жести) отражают до 94 — 95% инфракрасных лучей, а поглощают всего 5 — 6%. Черные матовые поверхности (например, покрытие сажей) поглощают почти 95 — 96% этих лучей, поэтому нагреваются более интенсивно.

**Оздоровление условий труда в горячих цехах.** Планировка помещений горячих цехов должна обеспечивать свободный доступ свежего воздуха ко всем участкам цеха. Для свободного поступления наружного, более холодного воздуха и, следовательно, для лучшего проветривания помещений весьма важно оставлять максимальное количество свободного от застроек периметра стен.

Оборудование в горячем цехе нужно размещать таким образом, чтобы все рабочие места хорошо проветривались. Необходимо избегать параллельного размещения горячего оборудования и других источников тепловыделения, так как в этих случаях рабочие места и вся зона, расположенная между ними, плохо проветривается, свежий воздух, проходя над источниками тепловыделения, приходит на рабочее место в нагретом состоянии.

Для защиты крыши зданий от солнечной радиации и, следовательно, от передачи тепла внутрь зданий перекрытие верхнего этажа хорошо теплоизолируется. В солнечные летние дни хороший эффект дает мелкое разбрызгивание воды по всей поверхности крыши.

На летний период стекла окон, фрамуг, фонарей и других проемов целесообразно покрывать непрозрачной белой краской (мелом). Если оконные проемы открываются для проветривания, их следует зашторивать белой редкой тканью. Наиболее рационально в открытых оконных проемах оборудовать жалюзи, которые пропускают рассеянный свет и воздух, но преграждают путь прямым солнечным лучам.

Для охлаждения воздуха, поступающего в цех в теплый период года, целесообразно производить мелкое распыление воды при помощи специальных форсунок в открытых въездных и оконных проемах, в приточных вентиляционных камерах и вообще в верхней зоне цеха, если это не мешает нормальному технологическому процессу. Полезно также периодически опрыскивать пол цеха водой.

Чтобы предупредить сквозняки в зимний период, все въездные и другие часто открывающиеся проемы оборудуются тамбурами или воздушными завесами. Чтобы холодные потоки воздуха не попадали непосредственно на рабочие места, то в холодный период года целесообразно экранировать со стороны открывающихся проемов щитами на высоту около 2 м.

Существенную роль в оздоровлении условий труда играют механизация и автоматизация технологических процессов. Эта позволяет удалить рабочее место от источников тепловыделений, а нередко и значительно сократить их воздействие. Рабочие освобождаются от тяжелой физической работы. При механизации и автоматизации процессов появляются новые виды профессий: машинисты и операторы

Труд их характеризуется значительным нервным напряжением. Для этих рабочих необходимо создать наиболее благоприятные условия труда, так как сочетание нервного напряжения с неблагоприятным микроклиматом особенно вредно.

Мероприятия по борьбе с тепловыми избытками направляются на максимальное сокращение их выделения, так как легче предупредить избытки тепла, чем удалить их из цеха. Наиболее эффективным способом борьбы с ними является изоляция источников тепловыделений. Санитарными нормами установлено, что температура наружных поверхностей источников тепловыделений в зоне расположения рабочих мест не должна превышать 45°C, а при температуре внутри них менее 100°C — не более 35°C. Если добиться этого путем теплоизоляции невозможно, рекомендуется экранировать эти поверхности и применять другие санитарно-технические меры.

Учитывая, что инфракрасная радиация действует не только на рабочих, а нагревает все окружающие предметы и ограждения и создает тем самым весьма значительные источники вторичного выделения тепла, целесообразно горячее оборудование и источники инфракрасного излучения экранировать не только на участках размещения рабочих мест, а по возможности по всему периметру. Для изоляции источников тепла применяются обычные термоизоляционные материалы, обладающие низкой теплопроводностью. К ним относятся пористый кирпич, асбест, специальные глины с примесью, асбеста и т. п. Лучший гигиенический эффект дает водяное охлаждение наружных поверхностей горячего оборудования. Оно применяется в виде водяных рубашек или системы труб, покрывающих снаружи горячие поверхности. Вода, циркулирующая по системе труб, отбирает тепло с горячей поверхности и не допускает выделения его в помещение цеха. Для экранирования примеряются щиты высотой не менее 2 м, поставленные параллельно горячей поверхности на небольшом расстоянии от нее (5 — 10 см). Подобные щиты препятствуют распространению потоков нагретого воздуха от горячей поверхности в окружающее пространство. Конвекционные токи направляются вверх по щели, образованной горячей поверхностью и щитом, и нагретый воздух, минуя рабочую зону, уходит наружу через аэрационные фонари и другие проемы.

Для удаления тепловыделений от небольших источников тепла или от локализованных (ограниченных) мест его выделения можно использовать местные укрытия (зонты, кожухи) с механическим или естественным отсосом.

Для защиты рабочих от инфракрасного облучения применяется ряд специальных устройств и приспособлений. Большинство из них представляет собой экраны различной конструкции, которые защищают рабочего от прямого облучения. Они устанавливаются между рабочим местом и источником излучения. Экраны могут быть стационарными и переносными.

В тех случаях, когда рабочий не должен наблюдать за горячим оборудованием или другим источником излучения (слитком, прокатом и т. п.), экраны делаются из непрозрачного материала (асбофанеры, жести). Во избежание нагрева под действием инфракрасных лучей целесообразно их поверхность, обращенную к источнику излучения, покрывать полированной жестью, алюминием или оклеить алюминиевой фольгой. Экраны из жести, как и щиты у нагретых поверхностей, делаются трехслойными с воздушной прослойкой между каждым слоем в 2 — 3 см.

Наиболее эффективны экраны с водяным охлаждением. Они состоят из двух металлических стенок, соединенных между собой герметично по всему периметру; между стенками циркулирует холодная вода, подаваемая из водопровода специальной трубкой и стекающая с противоположного края экрана по трубе в канализацию. Такие экраны, как правило, полностью снимают инфракрасное облучение.

Если обслуживающий персонал должен наблюдать за работой оборудования, механизмов или за ходом процесса, используются прозрачные экраны. Простейшим экраном данного типа может служить обычная мелкая металлическая сетка (сечение ячейки 2 — 3 мм), которая сохраняет видимость и снижает интенсивность облучения в 2 — 2,5 раза.

Более эффективны водяные завесы: они снимают инфракрасную радиацию почти полностью. Водяная завеса представляет собой тонкую водяную пленку, которая образуется при равномерном стекании воды с гладкой горизонтальной поверхности. С боков водяная пленка ограничивается рамкой, а снизу вода собирается в приемный желоб и специальным стоком отводится в канализацию. Подобная водяная завеса абсолютно прозрачна.

Для снятия тепла и конвекционного и лучистого, воздействующего на рабочего, в горячих цехах широко применяется воздушное душирование, начиная от настольного вентилятора и кончая мощными промышленными аэраторами и приточными вентиляционными системами с подачей воздуха непосредственно на рабочее место. Для этой цели используются как простые, так и аэраторы с распылением воды, повышающей охлаждающий эффект за счет ее испарения.

Рациональное оборудование мест отдыха играет важную роль. Они располагаются вблизи основных рабочих мест, чтобы рабочие могли пользоваться ими даже при кратковременных перерывах. В то же время места отдыха должны быть удалены от горячего оборудования и других источников выделения тепла. Если удалить их невозможно, необходимо тщательно изолировать от влияния конвекционного тепла, инфракрасного излучения и других неблагоприятных факторов. Места отдыха оборудуются удобными скамейками со спинками. В теплый период года туда следует подавать свежий охлажденный воздух. Для этого оборудуется местная приточная вентиляция или устанавливаются аэраторы с водяным охлаждением.

**Промышленная пыль.** Пылью (аэрозолем) называются измельченные или полученные иным путем мелкие частицы твердых веществ, витающие (находящиеся в движении) некоторое время в воздухе. Такое витание происходит вследствие малых размеров этих частиц (пылинок) под действием движения самого воздуха.

Воздух всех производственных помещений в той или иной степени загрязнен пылью; даже в тех помещениях, которые обычно принято считать чистыми, не запыленными, в небольших количествах пыль все же есть (иногда она даже видна невооруженным глазом в проходящем солнечном луче). Находящаяся в воздухе пыль становится одним из факторов производственной среды, определяющих условия труда работающих; она получила название промышленной пыли.

Пыли образуются вследствие:

- дробления или истирания,
- испарения с последующей конденсацией в твердые частицы,
- сгорания с образованием в воздухе продуктов горения,
- ряда химических реакций и т. д.

В производственных условиях с образованием пыли чаще всего связаны процессы дробления, размола, просева, обточки, распиловки, пересыпки и других перемещений сыпучих материалов, сгорания, плавления и др.

В различных производствах встречается самая разнообразная пыль по своей дисперсности.

Химический состав пыли определяет биологическое действие ее на организм.

По химическому составу пыли делят на две основные группы:

- токсические
- и нетоксические.

Первые при попадании в организм вызывают острое или хроническое отравление, вторые не вызывают отравления организма даже при больших концентрациях и при неограниченном сроке действия.

Электростатическая заряженность пыли способствует большему ее задержанию в организме, так как, осев на поверхности дыхательных путей, она в большей степени с ними связывается и меньше выдыхается обратно. Кроме того, способность электростатически заряженной пыли удерживать на своей поверхности газовые частицы приводит к занесению последних в организм и их совместному (комбинированному) воздействию.

Как видно из изложенного, различные виды пыли, обладая разными физико-химическими свойствами, оказывают неодинаковое действие на организм и, следовательно, представляют разную опасность для работающих. Однако все они оказывают определенное неблагоприятное действие на организм. Абсолютно безвредных пылей нет.

**Противопылевые мероприятия.** Основным направлением в комплексе мероприятий по борьбе с пылью является предупреждение ее образования или поступления в воздух рабочих

помещений. Важнейшее значение в этом направлении имеют мероприятия технологического характера.

Технологические процессы по возможности проводятся таким образом, чтобы образование пыли было полностью исключено или, по крайней мере, сведено до минимума. С этой целью нужно максимально заменять сухие пылящие материалы влажными, пастообразными, растворами и обработку их вести влажным способом. Если по технологическим условиям необходимо иметь материал в сухом виде, целесообразно вместо порошкообразного использовать его в виде брикетов, таблеток и т. п., которые пылят значительно меньше. Это в равной степени относится как к сырьевым материалам, так и к готовой продукции, побочным продуктам и отходам производства.

При невозможности полного исключения пылеобразования необходимо путем соответствующей организации технологического процесса и использования соответствующего технологического оборудования не допускать выделения пыли в воздух рабочих помещений. Это достигается главным образом путем организации непрерывного технологического процесса в полностью герметичной или, по крайней мере, максимально закрытой аппаратуре и коммуникациях. Непрерывность процесса к тому же позволяет полностью механизировать его, а нередко и автоматизировать, что, в свою очередь, дает возможность удалить рабочих от источников пылеобразования и предупредить воздействие на них пыли.

В местах возможного выделения пыли, у источников ее образования или у мест выделения применяются меры пылеподавления. Наиболее распространенным мероприятием этого типа является водяное орошение, при котором пыль смачивается, за счет чего утяжеляются, слипаются пылинки и быстро оседают. Водяное орошение чаще всего применяется в местах пересыпки пылящих материалов (загрузка в бункер, перепад с одной транспортерной ленты на другую, выгрузка из бункеров и аппаратов и т. п.). Иногда мелкое водораспыление производят по всей площади рабочих помещений, там, где имеются рассеянные источники пылевыделения (при перегрузке пылящих материалов грейферным краном, приготовлении форм в грунте, очистке рассеянного литья и т. п.).

Общеобменная вытяжная вентиляция в помещениях применяется лишь при рассеянных источниках пылевыделения, когда невозможно полностью обеспечить их местной вытяжкой. Эффективность общеобменной вытяжной вентиляции в производствах с пылевыделениями всегда ниже, чем эффективность местной вытяжки, так как малое количество отсасываемого воздуха не обеспечивает должного удаления пыли из помещения, а увеличение его ведет к созданию вихревых потоков воздуха, которые взмучивают осевшую пыль и способствуют некоторому повышению ее концентрации в воздухе. Для предупреждения последнего приточный воздух в помещения с пылеобразованием следует подавать с малыми скоростями в верхнюю зону.

Внутренние поверхности стен, полы и другие ограждения рабочих помещений, где возможно выделение пыли, должны облицовываться гладким строительным материалом, позволяющим легко удалять, а иногда и смывать осевшую пыль. Удалять пыль следует либо влажным способом, либо аспирацией (промышленными пылесосами или отсосом в вакуумную линию). Снижение запыленности воздуха до предельно допустимых концентраций и ниже путем использования вышеописанного комплекса противопылевых мероприятий является основным критерием их эффективности.

При проведении кратковременных работ в условиях значительной запыленности (ремонт, наладка пылящего оборудования) рабочие должны пользоваться индивидуальными защитными средствами, главным образом респираторами и противопылевыми очками. Для защиты кожного покрова от раздражающего действия пыли с острыми гранями пользуются спецодеждой из плотной ткани (лучше комбинезон), с плотным прилеганием ворота, рукавов и брюк (на завязках или резинках).

Все мероприятия по обеспыливанию являются одновременно и мерами предупреждения взрывов пыли, так как устранение возможности концентрирования пыли в воздухе снижает одно из основных и обязательных условий образования ее взрыва.

Кроме того, следует строго следить, чтобы в условиях значительно запыленного воздуха не было открытого огня или даже искр. Запрещается курение, зажигание, пользование вольтовой дугой (электросварка), а также искрение электропроводов, выключателей, моторов и других электроустройств и оборудования на участках со значительной запыленностью воздуха или внутри аппаратов, воздухопроводов и другого оборудования, содержащего высокодисперсную пыль.

Рабочие, занятые на работах в условиях запыленного воздуха, подвергаются периодическим медицинским осмотрам с обязательной рентгенографией грудной клетки. На работу в этих условиях не принимаются лица, страдающие легочными и другими заболеваниями. От воздействия пыли эти заболевания могут прогрессировать или осложняться. Поэтому все вновь поступающие проходят предварительный медицинский осмотр.

**Вредные химические вещества.** Бурное развитие химической промышленности и химизация всего народного хозяйства привели к значительному расширению производства и применения в промышленности различных химических веществ; так же значительно расширился ассортимент этих веществ: получено много новых химических соединений, таких, как мономеры и полимеры, красители и растворители, удобрения и ядохимикаты, горючие вещества и др. Многие из этих веществ небезразличны для организма и, попадая в воздух рабочих помещений, непосредственно на работающих или внутрь их организма, они могут неблагоприятно воздействовать на здоровье или нормальную жизнедеятельность организма. Такие химические вещества называются вредными. Последние в зависимости от характера их действия делятся на раздражающие вещества, токсические (или - яды), сенсibiliзирующие (или аллергены), канцерогенные и другие. Многие из них обладают одновременно несколькими вредными свойствами, и прежде всего в той или иной мере токсическими, поэтому понятие «вредные вещества» нередко отождествляется с «токсическими веществами», «ядами» независимо от наличия в них других свойств.

Отравления и заболевания, возникшие от воздействия вредных веществ в процессе выполнения работы на производстве, называются профессиональными отравлениями и заболеваниями.

**Промышленная вентиляция.** Вентиляция промышленных зданий имеет большое значение в оздоровлении условий труда. Она предназначена для удаления вредных выделений из рабочих помещений и подачи в них свежего воздуха. Из имеющихся систем вентилирования наиболее

широкое применение получили аэрация промышленных зданий и механическая вентиляция; за последнее время несколько шире стало использоваться и кондиционирование воздуха.

Аэрация — это организованный, рассчитываемый и управляемый естественный воздухообмен. С помощью аэрации можно обеспечить огромные воздухообмены в цехах, удалить из них избытки тепла и загазованный воздух, доставить свежий воздух в рабочую зону. Аэрация используется главным образом в горячих цехах. Для поступления в цех наружного воздуха в стенах здания делаются открывающиеся проемы в виде ворот, окон с фрамугами, жалюзи, а для удаления нагретого и загазованного воздуха в крыше оборудуются аэрационные фонари в виде приподнятой кровли с боковыми открывающимися фрамугами. Аэрационный фонарь, как правило, используется одновременно и как световой, поэтому его фрамуги остекляются.

На небольших участках с тепло- или газовыделениями естественная вытяжка может осуществляться через прямые вытяжные шахты, установленные над источниками; выделения тепла или газа.

Механическая вентиляция осуществляется при помощи механических побудителей — вентиляторов.

Вентиляция, предназначенная для отсасывания воздуха из помещений, называется вытяжной, а для нагнетания — приточной. Как вытяжная, так и приточная вентиляция может быть местной и общеобменной.

Местная вытяжная вентиляция предназначена для удаления тепла, газов, паров или пыли непосредственно от места их образования. Это наиболее рациональный способ удаления производственных вредностей, так как в этом случае они не распространяются по цеху. Для того чтобы повысить эффективность местной вытяжной вентиляции, необходимо максимально укрыть источники выделения вредностей и производить отсос из-под укрытия. Если полностью укрыть источник выделения вредностей невозможно, отсос следует максимально приблизить к этому источнику.

Общеобменная вытяжная вентиляция устраивается для удаления из цеха загрязненного или нагретого воздуха. Всасывающие отверстия этой вентиляции, как правило, располагаются в верхней зоне цеха, куда чаще всего поднимаются нагретый воздух, пары или газы.

Приточная вентиляция применяется для компенсации удаляемого из цеха воздуха, разбавления выделяющихся вредностей, воздушного душирования (то есть обдувания рабочего свежим воздухом), для устройства воздушно-тепловых завес и т. п. Воздух, подаваемый приточной вентиляцией, как правило, забирается снаружи. В зимнее время он подогревается специальными калориферами, а летом иногда охлаждается. Охлаждение воздуха чаще всего производится посредством орошения его водой.

Подача воздуха в цех производится через специальные насадки на концах воздуховодов — патрубки. При подаче воздуха на рабочие места наиболее целесообразно использовать вращающиеся патрубки с изменением угла наклона направляющих лопаток. С помощью такого патрубка можно регулировать направление потока приточного воздуха в зависимости от места нахождения рабочего при выполнении той или иной операции.

При устройстве воздушно-тепловых завес у въездных проемов подогреваемый в приточной камере воздух подается через две узкие щели по обе стороны ворот по всей их высоте или снизу

вверх с большой скоростью по направлению к центру и наружу. Струя теплого воздуха перекрывает всю площадь открытого проема и препятствует попаданию наружного холодного воздуха в цех. Для воздушно-тепловых завес можно использовать также нагретый воздух цеха, забирая его из верхней зоны, например над горячим оборудованием. При этом отпадает надобность его подогревать. Возможное загрязнение этого воздуха газами в большинстве случаев не представляет серьезной опасности, так как рабочие почти не бывают в зоне действия воздушно-тепловой завесы, воздух этот в основном уходит наружу, где он быстро разбавляется свежим.

В горячих цехах широко применяются переносные приточные вентиляционные установки пропеллерного типа - аэраторы. Они состоят из осевого вентилятора, укрепленного на передвижной станине, и предназначены для обдувания рабочего. Аэраторы используют воздух того участка, где они установлены, и охлаждающий эффект происходит только за счет движения воздуха.

Кондиционирование воздуха заключается в придании ему строго определенной температуры, а иногда и влажности, что производится в кондиционерах с помощью химических хладагентов (фреонов, аммиака и др.). Кондиционирование, как правило, применяется в закрытых помещениях малого объема (пультах управления, кабинах кранов и т. п.).

Для быстрого удаления из рабочих помещений воздуха, загрязненного вредными парами или газами вследствие внезапных массивных их выделений (аварийная ситуация), на участках с повышенной потенциальной опасностью подобных ситуаций предусматривается аварийная вентиляция. Она оборудуется в дополнение к основной и рассчитывается на большие объемы удаляемого воздуха. При этом аварийная вентиляция не компенсируется притоком; последний на период кратковременного включения ее осуществляется за счет подсоса и смежных помещений или снаружи. Включение аварийной вентиляции производится снаружи, а иногда при помощи автоматики, заблокированной с технологическим оборудованием, газоанализаторами

### **2.1.2. Производственное освещение. Основные требования к производственному освещению. Светотехнические характеристики.**

**Светотехнические характеристики.** Наибольшее количество информации об окружающем мире дает зрительный анализатор. В связи с этим рациональное освещение на рабочих местах и помещения имеет важное значение для обеспечения нормальной жизнедеятельности. Свет обеспечивает также определенный ритм жизни и тонус. Сила биологического воздействия света зависит от участка спектра длин волн, интенсивности и времени воздействия излучения.

Область спектра электромагнитных колебаний в пределах длин волн 346 – 0,7 мкм называется инфракрасными лучами, 0,76 – 0,4 мкм – видимым светом, 0,4 – 0,2 мкм – ультрафиолетовыми лучами.

Видимые лучи присутствуют при естественном и искусственном освещении.

Инфракрасные присутствуют в солнечном спектре, образуются при плавке металла, при наличии открытого пламени.

Ультрафиолетовые – в солнечном спектре, образуются при сварке и электроплавке металла.

В видимом свете оптических излучений каждой длине волны соответствует свой цвет. По мере увеличения частоты он меняется от красного до фиолетового.

Основными понятиями, характеризующими свет, являются:

- световой поток,
- сила света,
- освещенность,
- яркость.

Световой поток – это интенсивность лучистой энергии, оцениваемой глазом по световому ощущению, измеряется в люменах.

Сила света – это пространственная плотность светового потока или световой поток, создаваемый в единичном телесном угле, измеряется в канделах.

Освещенность – это поверхностная плотность светового потока, измеряется в люксах.

Яркостью называется величина, равная отношению силы света, излучаемого элементом поверхности в данном направлении, к площади проекции этой поверхности на плоскость, перпендикулярную этому направлению, измеряется в канделах на метр квадратный  $\text{кд/м}^2$ .

Гигиенические требования к производственному освещению, основанные на психофизических особенностях восприятия света и его влияния на человека, определяются:

- спектральным составом света, который максимально должен быть приближен к солнечному;
- достаточным уровнем освещенности, учитывающим условия зрительной работы;
- необходимой равномерностью освещения и устойчивости уровня;
- отсутствием блескости и мерцания.

Для выполнения этих требований организуют различные виды и системы освещения.

**Виды и системы освещения. Нормирование.** Освещение рабочих мест может быть естественным и искусственным. Естественное осуществляется через окна (боковое), через застекленные перекрытия (верхнее) или комбинированное (через окна и перекрытия). Оно зависит от времени суток, года и атмосферных условий.

От этих недостатков свободно искусственное освещение, создаваемое с помощью искусственных источников света (лампы накаливания или газоразрядные). Оно подразделяется на рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное, сигнальное.

**Рабочее освещение** предназначено для обеспечения нормального выполнения трудового процесса и прохода людей. Во вне рабочее время включается дежурное освещение.

**Аварийное освещение** применяется для продолжения работы при внезапных отключениях энергоснабжения, когда отключение рабочего освещения может привести к чрезвычайной ситуации. При аварийном освещении часть светильников общего освещения питаются током от автономного источника и в случае отключения основной сети должны обеспечить освещенность не менее 5 % от нормы рабочего освещения.

**Эвакуационное освещение** необходимо при аварийной остановке для вывода (эвакуации) людей из помещения).

**Охранное освещение** размещается вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время.

**Сигнальное освещение** предназначено для фиксации границ опасной зоны (например, сигнальное освещение мачт).

**Искусственное освещение** бывает местное, общее и комбинированное.

**Общее** – это такое освещение, когда системы освещения размещаются в верхней зоне помещения и освещают всю площадь, занятую оборудованием рабочих мест. Если светильники концентрируют световой поток непосредственно на рабочее место, то такое освещение называется местным. В темное время суток наличие общего освещения обязательно!

**Комбинированное освещение** (общее плюс местное) необходимо для получения более высоких уровней освещенности. Совокупность естественного и искусственного освещения называется совмещенным. Оно необходимо также для обеспечения более высоких уровней освещенности.

Уровень освещенности зависит от разряда зрительской работы, определяемой размерами объекта различения и точности выполняемых работ, а также от подразряда работ, определяемых контрастностью и фоном.

Количество нормируемых разрядов зрительской работы – 8.

### **2.1.3. Шум и вибрации. Защита от шумов и вибраций**

Шумы и вибрации, также как электромагнитные поля и излучения, ионизирующие излучения и воздействия радионуклидов относятся к энергетическим загрязнениям техносферы. И шумы, и вибрации оказывают неблагоприятное воздействие на организм человека и общее самочувствие, но проявляется по-разному. Шумы, в основном, воздействуют на органы слуха, вызывая тугоухость, а также могут вызвать патологические изменения сердечно-сосудистой системы при длительном воздействии, ослабляют реакцию и внимание человека.

**Шум** – это неблагоприятно воздействующие на человека сочетание звуков различной частоты и интенсивности, беспорядочно изменяющиеся во времени.

**Вибрации** – это механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем, передаваемые телу человека или отдельным его участкам.

Вибрация в основном, воздействует на внутренние органы человека, вызывая вибрационную

болезнь. Основными параметрами звуковых колебаний является звуковое давление, интенсивность звука, частота, форма звуковой волны. Наименьшее значение звукового давления, воспринимаемое человеком на частоте 1 кГц равно  $2 \cdot 10^{-5}$  Па, называется пороговым значением.

Наименьшее значение, при котором возникают болевые ощущения, равно 20 Па (120 дБ по уровню). Для большинства людей болевой порог составляет 140 дБ.

Наиболее неблагоприятным для человека является шум, лежащий в области средних слышимых частот в диапазоне 1000 – 4000 Гц. Неблагоприятное воздействие шума зависит от акустического уровня (уровня звукового давления или интенсивности звука), частотного диапазона и равномерности воздействия в течение рабочего времени.

**Звуковое давление**  $P_{зв}$  – это разность между мгновенным значением давления в данной точке среды при прохождении через нее звуковых волн и атмосферным давлением в отсутствие звуковых волн.

Уровень звукового давления  $N_{P_{зв}}$  можно определить по формуле:

$$N_{P_{зв}} = 20 \lg \frac{P_{зв}}{P_{зв0}} \quad (3)$$

где  $P_{зв}$  – среднеквадратичное значение звукового давления в точке измерения, Па;

$P_{зв0}$  – нулевое (пороговое) значение, Па.

Звуковое давление измеряется в децибелах (дБ)

Шумовые колебания обладают свойством накопления в организме (кумулятивности).

Вредность шума как фактора производственной среды приводит к необходимости ограничивать его уровень. Для профилактики и уменьшения вредного воздействия шума необходимо соблюдать гигиенические нормативы.

В основу этих норм положены ограничения уровня звукового давления в пределах октавных полос всего спектра шума с учетом характера шума и особенностей трудовой деятельности.

Диапазон частот от 16 Гц до 20 кГц называется слышимым. Диапазон частот ниже 16 Гц – инфразвуковым, выше 20 кГц – ультразвуковым.

Несмотря на то, что и инфразвуки, и ультразвуки не слышимы, их уровни тоже нормируют, т.к. оказывают неблагоприятное влияние на человека.

Источниками шумов в городской среде являются транспортные средства и промышленное оборудование, инфразвука – технологическое оборудование ударного действия, рельсовый транспорт и пневмоинструмент, ультразвука – ракетные двигатели и обдуваемые ветром водные поверхности и строительные площадки.

Основными параметрами вибрации являются: частота и амплитуда колебания, вызывающие колебания тела человека при распространении вибрации по тканям организма, виброскорость и виброускорение.

Вибрация бывает общая и местная. Общая подразделяется на транспортную, технологическую, транспортно-технологическую. Санитарные нормы устанавливают предельно допустимые величины вибрации.

Средствами индивидуальной защиты являются наушники, беруши и др.

Наиболее эффективными являются средства, снижающие уровни шумов и вибраций в самом источнике, но это не всегда достижимо.

**Шум и его влияние на организм.** Установлено, что орган слуха человека воспринимает разность изменения звукового давления в виде кратности этого изменения, поэтому для измерения интенсивности шума используют логарифмическую шкалу в децибелах относительно порога слышимости (минимальное звуковое давление, воспринимаемое органом слуха) человека с нормальным слухом. Эта величина, равная  $2 \cdot 10^{-5}$  ньютон на  $1 \text{ м}^2$ , принята за 1 децибел (дБ).

При повышении интенсивности звука создаваемое в звуковой волной давление на барабанную перепонку на определенном уровне может вызывать болевые ощущения. Такая интенсивность звука называется порогом болевых ощущений и находится в пределах 130 дБ.

В условиях производства, как правило, имеют место шумы различной интенсивности и спектра, которые создаются в результате работы разнообразных механизмов, агрегатов и других устройств. Они образуются вследствие быстрых вращательных движений, скольжения (трения), одиночных или повторяющихся ударов, вибрации инструментов и отдельных деталей машин, завихрений сильных воздушных или газовых потоков и т. д. Шум имеет в своем составе различные частоты, и все же каждый шум можно охарактеризовать преобладанием тех или иных частот. Условно принято весь спектр шумов делить на:

- низкочастотные — с частотой колебаний до 350 гц,
- среднечастотные — от 350 до 800 гц
- и высокочастотные — свыше 800 гц.

К низкочастотным относятся шумы тихоходных агрегатов неударного действия, шумы, проникающие сквозь звукоизолирующие преграды (стены, перекрытия, кожухи), и т. п.; к среднечастотным относятся шумы большинства машин, агрегатов, станков и других движущихся устройств неударного действия; к высокочастотным относятся шипящие, свистящие, звенящие шумы, характерные для машин и агрегатов, работающих на больших скоростях, ударного действия, создающих сильные потоки воздуха или газов, и т. п.

Производственный шум различной интенсивности и спектра (частоты), длительно воздействуя на работающих, может привести со временем к понижению остроты слуха у последних, а иногда и к развитию профессиональной глухоты. Такое неблагоприятное действие шума связано с длительным и чрезмерным раздражением нервных окончаний слухового нерва во внутреннем ухе, в результате чего в них возникает переутомление, а затем и частичное разрушение. Исследованиями установлено, что чем выше частотный состав шумов, чем они интенсивнее и продолжительнее, тем быстрее и сильнее оказывают неблагоприятное действие на орган слуха.

Помимо местного действия — на орган слуха, шум оказывает и общее действие на организм работающих. Шум является внешним раздражителем, который воспринимается и анализируется корой головного мозга, в результате чего при интенсивном и длительно действующем шуме наступает перенапряжение центральной нервной системы, распространяющееся не только на специфические слуховые центры, но и на другие отделы головного мозга. Вследствие этого нарушается координирующая деятельность центральной нервной системы, что, в свою очередь, ведет к расстройству функций внутренних органов и систем. Например, у рабочих, длительное время подвергавшихся воздействию интенсивного шума, особенно высокочастотного, отмечаются жалобы на головные боли, головокружение, шум в ушах, а при медицинских обследованиях выявляются язвенная болезнь, гипертония, гастриты и другие хронические заболевания.

**Влияние вибрации на организм.** Восприятие вибрации зависит от частоты колебаний, их силы и размаха — амплитуды. Частота вибрации, как и частота звука, измеряется в герцах, энергия — в килограммометрах, а амплитуда колебаний — в миллиметрах. За последние годы установлено, что вибрация, как и шум, действует на организм человека энергетически, поэтому ее стали характеризовать спектром по колебательной скорости, измеряемой в сантиметрах в секунду

или, как и шум, в децибелах; за пороговую величину вибрации условно принята скорость в  $5 \cdot 10^{-6}$  см/сек. Вибрация воспринимается (ощущается) лишь при непосредственном соприкосновении с вибрирующим телом или через другие твердые тела, соприкасающиеся с ним. При соприкосновении с источником колебаний, генерирующим (издающим) звуки наиболее низких частот (басовые), наряду со звуком воспринимается и сотрясение, то есть вибрация.

В зависимости от того, на какие части тела человека распространяются механические колебания, различают местную и общую вибрацию. При местной вибрации сотрясению подвергается лишь та часть тела, которая непосредственно соприкасается с вибрирующей поверхностью, чаще всего руки (при работе с ручными вибрирующими инструментами или при удержании вибрирующего предмета, детали машины и т. п.). Иногда местная вибрация передается на части тела, сочлененные с подвергающимися непосредственно вибрации суставами. Однако амплитуда колебаний этих частей тела обычно ниже, так как по мере передачи колебаний по тканям, и тем более мягким, они постепенно затухают. Общая вибрация распространяется на все тело и происходит, как правило, от вибрации поверхности, на которой находится рабочий (пол, сиденье, виброплатформа и т. п.).

Колебания, передаваемые от вибрирующей поверхности телу человека, вызывают раздражение многочисленных нервных окончаний в стенках кровеносных сосудов, мышечных и других тканях. Ответные импульсы приводят к нарушениям обычного функционального состояния некоторых внутренних органов и систем, и в первую очередь периферических нервов и кровеносных сосудов, вызывая их сокращение. Сами же нервные окончания, особенно кожные, также подвергаются изменению — становятся менее восприимчивыми к раздражениям. Все это проявляется в виде беспричинных болей в руках, особенно по ночам, онемения, ощущения «ползания мурашек», внезапного побеления пальцев, снижения всех видов кожной чувствительности (болевой, температурной, тактильной). Весь этот комплекс симптомов, характерный для воздействия вибрации, получил название вибрационной болезни. Больные вибрационной болезнью обычно жалуются на мышечную слабость и быструю утомляемость. У женщин от воздействия вибрации, помимо этого, нередко появляются нарушения функционального состояния половой сферы.

Развитие вибрационной болезни и других неблагоприятных явлений зависит в основном от спектрального состава вибрации: чем выше частота вибрации и чем больше амплитуда и скорости колебаний, тем большую опасность представляет вибрация в отношении сроков развития и тяжести вибрационной болезни.

Способствуют развитию вибрационной болезни охлаждение тела, главным образом тех его частей, которые подвержены вибрации, мышечные напряжения, особенно статическое, шум и другие.

**Меры борьбы с шумом и вибрацией.** Прежде всего, необходимо обратить внимание на технологический процесс и оборудование, по возможности заменить операции, сопровождающиеся шумом или вибрацией, другими. В ряде случаев можно заменить ковку металла его штамповкой, клепку и чеканку — прессованием или электросваркой, наждачную зачистку металла — огневой, распиловку циркулярными пилами — резанием специальными ножницами и т. д. Необходимо следить, чтобы при такой замене не создавались какие-либо дополнительные вредности, которые могут оказывать на работающих более неблагоприятное действие, чем шум и вибрация.

Устранение или сокращение шума и вибрации от вращающихся или двигающихся узлов и агрегатов достигается, прежде всего, путем точной подгонки всех деталей и отладки их работы (уменьшение до минимума допусков между соединяющимися деталями, устранение перекосов, балансировка, своевременная смазка и т. п.). Под вращающиеся или вибрирующие машины или отдельные узлы (между соударяющимися деталями) следует прокладывать пружины или амортизирующий материал (резина, войлок, пробка, мягкие пластики и т. п.).

Не рекомендуется вращающиеся части машины (колеса, шестерни, валы и т. п.) размещать с одной ее стороны: это усложняет балансировку и приводит к вибрации. Вибрирующие большие поверхности, создающие шум (дребезжащие), такие, как кожухи, перекрытия, крышки, стенки котлов и цистерн при их .клепке или зачистке и т. п., следует более плотно соединять с неподвижными частями (основаниями), укладывать на амортизирующие подкладки или обтягивать подобным материалом сверху.

Для предупреждения завихрений воздушных или газовых потоков, создающих высокочастотные шумы, необходимо тщательно монтировать газовые и воздушные коммуникации и аппараты, особенно находящиеся под большим давлением, избегая шероховатостей внутренних поверхностей, выступающих частей, резких поворотов, неплотностей и т. п. Для выпуска сжатого воздуха или газа следует использовать не простые краны, а специальные задвижки.

Немаловажную роль в борьбе с шумом и вибрацией играют архитектурно-строительные и планировочные решения при проектировании и строительстве промышленных зданий. Прежде всего, необходимо наиболее шумящее и вибрирующее оборудование вынести за пределы производственных помещений, где находятся рабочие; если это оборудование требует постоянного или частого периодического наблюдения, на участке его размещения оборудуются звукоизолированные будки или комнаты для обслуживающего персонала.

Помещения с шумящим и вибрирующим оборудованием надо как можно лучше изолировать от остальных рабочих участков. Аналогичным образом целесообразно изолировать между собой и помещения или участки с шумами разной интенсивности и спектра. Стены и потолки в шумных помещениях покрываются звукопоглощающими материалами, акустической штукатуркой, мягкими драпировками, перфорированными панелями с подкладкой из шлаковаты и др.

Мощные машины и другое оборудование вращательного или ударного действия устанавливаются в нижнем этаже на специальном фундаменте, полностью отделенном от основного фундамента здания, а также пола и опорных конструкций. Подобное оборудование меньшей мощности устанавливается на несущих конструкциях здания с прокладками из амортизирующих материалов или на консолях, крепящихся на капитальных стенах. Оборудование, создающее шум, укрывается кожухами или заключается в изолированные кабины с звукопоглощающими покрытиями. Звукоизолируются также газовые или воздушные коммуникации, по которым может распространяться шум (от компрессоров, пневмоприводов, вентиляторов и т. п.).

В качестве индивидуальных защитных средств при работе в шумных помещениях используются различные протившумы (антифоны). Они изготавливаются либо в виде вставляемых в наружный слуховой проход вкладышей из мягких звукопоглощающих материалов, либо в виде наушников, надеваемых на ушную раковину.

При работе в условиях воздействия общей вибрации под ноги рабочему ставится специальная виброгасящая (амортизирующая) площадка. При воздействии местной вибрации (чаще на руки) рукоятки и другие вибрирующие; вибрирующие части машин и инструмента (например, пневмомолоток), соприкасающиеся с телом рабочего, покрываются резиной. или другим мягким материалом. Виброгасящую роль играют и рукавицы. Мероприятия по борьбе с вибрацией предусматриваются не только при непосредственной работе с вибрирующими инструментами, машинами или другим оборудованием, но и при соприкосновении с деталями и инструментами, на которые распространяется вибрация от основного источника.

Необходимо организовать трудовой процесс таким образом, чтобы операции, сопровождающиеся шумом или вибрацией, чередовались с другими работами без этих факторов. Если организовать такое чередование невозможно, нужно предусматривать периодические кратковременные перерывы в работе с отключением шумящего или вибрирующего оборудования или удалением рабочих в другое помещение. Следует избегать значительных физических нагрузок, особенно статических напряжений, а также охлаждения рук и всего тела; во время перерывов обязательно делать физкультурные упражнения (физкультпаузы).

При приеме на работу, связанную с возможным воздействием шума или вибрации, проводятся обязательные предварительные медицинские осмотры, а в процессе работы — периодические медосмотры раз в год.

***Ультразвук и его действие на организм, меры профилактики.*** В промышленных условиях для получения ультразвука используются установки, состоящие из генераторов высокочастотного переменного тока и магнитного преобразователя.

Ультразвук способен распространяться во всех средах: в газообразной, включая и воздух, жидкой и твердой. При применении ультразвука для производственных целей создаваемые его источником колебания чаще всего передаются через жидкую среду (при очистке, обезжиривании и т. п.) или через твердую (при сверлении, резании, шлифовании и т. п.). Однако и в том и в другом случае некоторая часть энергии, генерируемой источником ультразвука, переходит в воздушную среду, в которой также возникают ультразвуковые колебания.

Оценивается ультразвук по двум основным его параметрам:

- частоте колебаний
- и уровню звукового давления.

Частота колебаний, так же как и шум и вибрация, измеряется в герцах или килогерцах (1 кгц равен 1000 гц). Интенсивность ультразвука, распространяемого в воздушной и газовой среде, так же как и шум, измеряется в децибелах.

Интенсивность ультразвука, распространяемого через жидкую или твердую среду, принято выражать в единицах мощности излучаемых магнитострикционным преобразователем колебаний на единицу облучаемой поверхности — ватт на квадратный сантиметр (вт/см<sup>2</sup>).

Ультразвуковые колебания непосредственно у источника их образования распространяются направленно, но уже на небольшом расстоянии от источника (25 — 50 см) эти колебания

переходят в концентрические волны, заполняя все рабочее помещение ультразвуком и высокочастотным шумом.

При работе на ультразвуковых установках значительных мощностей рабочие предъявляют жалобы на головные боли, которые, как правило, исчезают по окончании работы; неприятный шум и писк в ушах (иногда до болезненных ощущений), которые сохраняются и после окончания работы; быструю утомляемость, нарушение сна (чаще сонливость днем), иногда ослабление зрения и чувство давления на глазное яблоко, плохой аппетит, сухость во рту и одеревенелость языка, боли в животе и др. При обследовании этих рабочих у них выявляются некоторые физиологические сдвиги во время работы, выражающиеся в небольшом повышении температуры тела (на 0,5 — 1,0°C) и кожи (на 1,0 — 3,0°C), сокращении частоты пульса (на 5 — 10 ударов в минуту), понижении кровяного давления — гипотонии (максимальное давление до 85 — 80 мм рт. ст., а минимальное — до 55— 50 мм рт. ст.), несколько замедленных рефlekсах и др. У рабочих с большим стажем иногда обнаруживаются отдельные отклонения со стороны здоровья, то есть клинические проявления: исхудание (потеря веса до 5— 8 кг), стойкое расстройство аппетита (отвращение к пище вплоть до тошноты или ненасытный голод), нарушение терморегуляции, притупление кожной чувствительности кистей рук, снижение слуха и зрения, расстройство функций желез внутренней секреции и др. Все эти проявления следует расценивать как результат совместного действия ультразвука и сопровождающего его высокочастотного шума. При этом контактное облучение ультразвуком вызывает более быстрые и ярко выраженные изменения в организме работающих, чем воздействие через воздушную среду. С увеличением стажа работы с ультразвуком нарастают и явления его неблагоприятного воздействия на организм. У лиц со стажем работы в этих условиях до 2 — 3 лет обычно редко выявляются какие-либо патологические изменения даже при интенсивных дозах воздействия ультразвука. Кроме того, степень неблагоприятного воздействия ультразвука зависит от его интенсивности и продолжительности облучения, как разовой, так и суммарной за рабочую смену.

Предупреждение неблагоприятного действия ультразвука и сопровождающего его шума на организм работающих прежде всего должно сводиться к сокращению до минимума интенсивности ультразвуковых излучений и времени действия. Поэтому при выборе источника ультразвука для проведения той или иной технологической операции не следует использовать мощности, превышающие потребные для их выполнения; включать их надо лишь на тот период времени, который требуется для выполнения данной операции.

Установки ультразвука и отдельные их узлы (генераторы токов высокой частоты, магнитострикционные преобразователи, ванны) должны максимально звукоизолироваться путем заключения их в укрытия, изоляции в отдельные кабины или помещения, покрытия звукоизоляционным материалом и т. д. При невозможности полной звукоизоляции используется частичная изоляция, а также звукопоглощающие экраны и покрытия.

Наиболее распространенными средствами индивидуальной защиты при работе с ультразвуком являются противושумы и перчатки. Последние целесообразно иметь двухслойные: снаружи резиновые, а изнутри хлопчатобумажные или шерстяные, они лучше поглощают колебания и непромокаемы.

При выявлении начальных признаков неблагоприятного воздействия ультразвука на организм работающих нужно временно прекратить работу в контакте с ультразвуком (очередной

отпуск, перевод на другую работу), что приводит к быстрому исчезновению симптомов воздействия.

Все вновь поступающие на работу с ультразвуком подлежат обязательному предварительному медицинскому обследованию, а в дальнейшем — периодическим медицинским осмотрам не реже одного раза в год.

#### 2.1.4. Электромагнитные поля и излучения. Защита от излучений.

К электромагнитным полям и излучениям (ЭМП и ЭМИ) соответственно относят:

- ЭМП промышленных частот,
- ЭМИ радиочастот.

Источниками ЭМП промышленных частот являются:

- высоковольтные линии электропередачи, создающие достаточно сильные магнитные поля в зонах около ЛЭП промышленных частот и прилегающих к электрифицированным железным дорогам,
- открытые распределительные устройства,
- электромагниты.

Источником постоянного магнитного поля – постоянные магниты.

ЭМИ радиочастот является радио- и телевизионное оборудование, в быту – телевизоры, печи СВЧ и др. Электростатические поля в условиях пониженной влажности создаются искусственными тканями, паласами, движущимися частями механизмов и машин.

Основной характеристикой магнитного поля (постоянного, промышленной частоты, магнитной составляющей ЭМИ) является напряженность магнитного поля  $H$ , измеряемая в амперах на метр (А/м).

Основной характеристикой электрического поля (электростатического, электрической составляющей ЭМП и ЭМИ) является напряженность электрического поля  $E$ , измеряемая в вольтах на метр (В/м). Переменное ЭМП представляет совокупность магнитного и электрических полей, распространяющихся в пространстве в виде электромагнитных волн (ЭМВ).

В ближней и промежуточной зоне излучения (на расстоянии приблизительно до 6 длин волн) интенсивность ЭМП и ЭМИ оценивается отдельно по составляющим поля. В этой зоне находятся рабочие места по обслуживанию источников ВЧ и УВЧ – колебаний. В дальней (волновой) зоне находятся места по обслуживанию СВЧ аппаратуры. Здесь ЭМВ уже сформировалась и ЭМИ оцениваются по мощности (энергии), переносимой волной в направлении своего распространения. Эта энергия оценивается плотностью потока энергии ППЭ, измеряемой в Вт/м<sup>2</sup>, т.е. количеством энергии, приходящейся на единицу поверхности в единицу времени.

Допустимая ППЭ<sub>доп</sub> на СВЧ зависит от времени пребывания человека в зоне облучения и допустимой энергетической нагрузки на человека и может быть определена по формуле:

$$\text{ППЭ}_{\text{доп}} = \frac{N}{T}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \quad (4)$$

где  $N$  – энергетическая нагрузка на человека, (Вт/м<sup>2</sup>)·ч;

$T$  – суммарное время регулировок, ч.

Для стационарных источников  $N=2$  (Вт/м<sup>2</sup>)·ч, для сканирующих  $N=20$  (Вт/м<sup>2</sup>)·ч. На предприятиях связи все источники ЭМИ стационарные.

Во всех случаях допустимая  $\text{ППЭ}_{\text{доп}}$  не должна превышать значения  $10 \text{ Вт/м}^2$ , а при наличии дополнительных факторов (например, рентгеновского излучения) не более  $1 \text{ Вт/м}^2$ .

Степень воздействия ЭМИ на организм человека зависит от:

- диапазона частот,
- интенсивности воздействия,
- продолжительности облучения,
- характера излучения, режима облучения,
- размеров облучаемой поверхности тела
- и индивидуальных особенностей человека.

**Характер действия электромагнитных волн на организм.** Общей характерной особенностью действия электромагнитных волн на организм человека является преимущественное влияние их на функциональное состояние нервной и сердечно-сосудистой системы. Степень физиологических изменений этих систем зависит от интенсивности, длительности и диапазона облучения.

Электромагнитные волны высокой частоты представляют наименьшую опасность для работающих, так как их действие на организм наименее выражено. Наиболее биологически активными являются волны сверхвысоких частот, действие которых на организм проявляется наиболее быстро.

При легкой степени воздействия рабочие предъявляют жалобы на повышенную утомляемость, головную боль, сонливость, иногда раздражительность, временами покалывание в области сердца. Медицинскими обследованиями в этой стадии выявляются различные нерезко выраженные изменения функций сердечно-сосудистой и нервной систем (пульса, давления крови, некоторых рефлексов и др.). Иногда отмечается некоторое увеличение щитовидной железы, изменение состава крови. Более выраженные формы воздействия характеризуются аналогичными по характеру, но более интенсивными субъективными ощущениями: заметная утомляемость, частые головные боли, нарушения сна, повышенная раздражительность, боли в области сердца. Присоединяются такие дополнительные явления, как снижение памяти, обмороки, одышка при ходьбе. Медицинским обследованием выявляются существенные изменения со стороны сердечно-сосудистой и нервной систем, заметное увеличение щитовидной железы, общее истощение, изменения в крови. В некоторых случаях отмечается катаракта (помутнение) хрусталика глаза, изменение психики, выпадение волос, ломкость ногтей, снижение половых функций и др. Все эти явления нарастают сравнительно медленно, с увеличением стажа работы в данных условиях. В незапущенных случаях при прекращении работы в условиях воздействия электромагнитных волн через 1 — 1,5 месяца физиологические функции вновь восстанавливаются до нормы. Однако в тяжелых, запущенных случаях полного восстановления может и не быть, остаются также необратимые и органические изменения (например, катаракта).

**Меры защиты от воздействия электромагнитных волн.** Электромагнитные волны радиочастот относительно хорошо задерживаются металлом, обладающим хорошей электропроводимостью, что позволяет использовать его для основных мер защиты работающих от их воздействия. Эти меры сводятся к трем направлениям: экранированию источников излучения электромагнитной энергии, экранированию рабочих мест или зон обслуживания, использованию

средств индивидуальной защиты, построенных на том же принципе использования экранирующих свойств металла.

При использовании установок высокой частоты можно экранировать либо всю установку, кроме рабочей части (индуктора и фидерных линий, которые экранируются отдельно), либо отдельно каждый узел или элемент, являющийся источником излучения (конденсатор настройки или связи, высокочастотный трансформатор, фидерные линии, индуктор и т. п.). Экранирование производится, как правило, листами алюминия или железа толщиной не менее 0,5 мм; фидерные линии более целесообразно экранировать путем их проводки в металлических трубах или еще лучше и проще заменять двухпроводные фидерные линии коаксиальным фидером. В местах, где необходимо вести визуальный контроль за работой оборудования, в экранах оставляют смотровые окна, защищая их мелкоячеистой металлической сеткой с хорошей электропроводимостью (медные, латунные).

Источники сверхвысоких частот рассеянного излучения (через неплотности, щели, рабочие отверстия) экранируются аналогичным образом в виде сплошных укрытий. При направленном излучении (антенные устройства) можно применять также незамкнутые экраны, но со специальным поглощающим покрытием, не допускающим отражения волн. Толщина экрана для защиты от излучений сверхвысоких частот может быть значительно меньше, так как слой даже в несколько сотых миллиметра обеспечивает надежную защиту. Поглощающие покрытия изготавливаются из пористых диэлектриков (губчатая резина, поролон и др.) с включением в их толщу металлических, ферритовых, угольных и других частиц, поглощающих электромагнитные волны.

Экранирование рабочих мест осуществляется путем, устройства кабин с наружной металлической обшивкой и смотровыми окнами, закрытыми металлической мелкоячеистой сеткой. Если по условиям технологии недопустимо отражение волн от металлической обшивки кабин, то наружная поверхность последних должна покрываться специальным поглощающим слоем. Для предупреждения проникновения электромагнитных волн в смежные помещения стены рабочих помещений должны также экранироваться металлическими листами или сеткой.

Во всех случаях применение вышеописанных средств защиты должно быть направлено на максимальное устранение электромагнитных излучений в рабочие помещения или снижение их интенсивности до уровней, не представляющих опасности для работающих, то есть до предельно допустимых.

При работе в этих условиях предельно допустимая плотность потока энергии равна:

- на протяжении всего рабочего дня - 10 мквт/см<sup>2</sup>,
- при работе до 2 часов — 100 мквт/см<sup>2</sup>
- при работе 15 — 20 минут в день — 1000 мквт/см<sup>2</sup>.

Для высоких частот официально установлена лишь предельно допустимая величина электрической составляющей — напряженность, электрического поля, — равная 10 в/м.

При невозможности по техническим причинам снизить интенсивность облучения до предельно допустимых уровней на отдельных участках или при особых видах работ (устранение аварии на ходу и т. п.) допускается кратковременное выполнение работ с использованием

индивидуальных защитных средств. В качестве последних наиболее широкое распространение получили защитные очки, которые состоят из оправы и металлической сетки, решетки или стекла с тонким слоем металла (золота или двуокиси олова). Тонкий слой золота или двуокиси олова пропускает лучи света, но экранирует электромагнитные колебания сверхвысоких частот. Такой же слой можно использовать для экранирования смотровых окон в ограждениях, кабинах стационарных рабочих мест и т. п. вместо металлических сеток.

Для защиты всего тела работающих можно использовать спецодежду, изготовленную из металлизированной ткани. Последняя обычно выткана из нитей с металлической прожилкой. Она состоит как бы из тончайшей металлической сетки, служащей экраном для электромагнитных колебаний сверхвысоких частот.

При приеме на работу, связанную с возможностью воздействия электромагнитных волн радиочастот, проводятся обязательные предварительные медицинские осмотры. Периодические медицинские осмотры обязаны проходить все работающие в этих условиях.

Итак, основные меры защиты при повышении допустимых значений нормируемых параметров:

- уменьшение излучения путем использования согласования отдельных звеньев оборудования;
- экранирование рабочего места и источника;
- удаление рабочего места от источника (защита расстоянием);
- рациональное размещение оборудования;
- рациональный режим работы людей и оборудования;
- применение автоматического включения и дистанционного управления;
- применение индивидуальных средств защиты и т.д.

Основной профилактической мерой защиты является недопущения воздействия ЭМП на человека больше установленных норм.

#### **2.1.5. Ионизирующие излучения (ИИ). Защита от ИИ.**

*ИИ называется любое излучение, прямо или косвенно вызывающее ионизацию среды (образование заряженных ионов).*

Ионизирующее излучение создают природные источники (космические лучи, естественные распределенные на земле радиоактивные вещества, такие как радон) и искусственные источники (рентгеновские установки, ядерные реакторы, искусственные радиоактивные изотопы, мониторы).

ИИ бывает фотонным (гамма- излучение и рентгеновское) и корпускулярным (альфа-, бета-частицы, протоны, нейтроны и др.). Рентгеновское излучение бывает мягким (в установке используется напряжение свыше 10 кВ) и жестким ( $U > 20$  кВ). Радиоактивное излучение бывает проникающим и может вызывать остаточное загрязнение местности. Облучение может быть внешним ( $\gamma$  —лучи и рентгеновские) и внутренним ( $\alpha$  — и  $\beta$  — частицы).

**Альфа-частица** — это положительно заряженные ионы гелия, образующиеся при распаде ядер, как правило, тяжелых естественных элементов (радия, тория и др.). Эти лучи не проникают

глубоко в твердые или жидкие среды, поэтому для защиты от внешнего воздействия достаточно защититься любым тонким слоем, даже листком бумаги.

**Бета-излучение** представляет собой поток электронов, образующихся при распаде ядер как естественных, так и искусственных радиоактивных элементов. Бета-излучения обладают большей проникающей способностью по сравнению с альфа-лучами, поэтому и для защиты от них требуются более плотные и толстые экраны. Разновидностью бета-излучений, образующихся при распаде некоторых искусственных радиоактивных элементов, являются позитроны. Они отличаются от электронов лишь положительным зарядом, поэтому при воздействии на поток лучей магнитным полем они отклоняются в противоположную сторону.

**Гамма-излучение**, или кванты энергии (фотоны), представляют собой жесткие электромагнитные колебания, образующиеся при распаде ядер многих радиоактивных элементов. Эти лучи обладают гораздо большей проникающей способностью. Поэтому для экранирования от них необходимы специальные устройства из материалов, способных хорошо задерживать эти лучи (свинец, бетон, вода). Ионизирующий эффект действия гамма-излучения обусловлен в основном как непосредственным расходом собственной энергии, так и ионизирующим действием электронов, выбиваемых из облучаемого вещества.

**Рентгеновское излучение** образуется при работе рентгеновских трубок, а также сложных электронных установок (бетатронов и т. п.). По характеру рентгеновские лучи во многом сходны с гамма-лучами и отличаются от них происхождением и иногда длиной волны: рентгеновские лучи, как правило, имеют большую длину волны и более низкие частоты, чем гамма-лучи. Ионизация вследствие воздействия рентгеновских лучей происходит в большей степени за счет выбиваемых ими электронов и лишь незначительно за счет непосредственной траты собственной энергии. Эти лучи (особенно жесткие) также обладают значительной проникающей способностью.

**Нейтронное излучение** представляет собой поток нейтральных, то есть незаряженных частиц нейтронов, являющихся составной частью всех ядер, за исключением атома водорода. Они не обладают зарядами, поэтому сами не оказывают ионизирующего действия, однако весьма значительный ионизирующий эффект происходит за счет взаимодействия нейтронов с ядрами облучаемых веществ. Облучаемые нейтронами вещества могут приобретать радиоактивные свойства, то есть получать так — называемую наведенную радиоактивность. Нейтронное излучение образуется при работе ускорителей элементарных частиц, ядерных реакторов и т. д. Нейтронное излучение обладает наибольшей проникающей способностью. Задерживаются нейтроны веществами, содержащими в своей молекуле водород (вода, парафин и др.).

Все виды ионизирующих излучений отличаются друг от друга различными зарядами, массой и энергией. Различия имеются и внутри каждого вида ионизирующих излучений, обуславливая большую или меньшую проникающую и ионизирующую способность и другие их особенности. Интенсивность всех видов радиоактивного облучения, как и при других видах лучистой энергии, обратно пропорциональна квадрату расстояния от источника излучения, то есть при увеличении расстояния вдвое или втрое интенсивность облучения уменьшается соответственно в 4 и 9 раз.

Наиболее разнообразны по видам ионизирующих излучений так называемые радиоактивные излучения, образующиеся в результате самопроизвольного радиоактивного распада атомных ядер элементов с изменением физических и химических свойств последних. Элементы, обладающие способностью радиоактивного распада, называются радиоактивными; они могут быть естественными, такие, как уран, радий, торий и др. (всего около 50 элементов), и

искусственными, для которых радиоактивные свойства получены искусственным путем (более 700 элементов).

При радиоактивном распаде имеют место три основных вида ионизирующих излучений: альфа, бета и гамма.

Радиоактивные элементы могут присутствовать в виде твердых тел, жидкостей и газов, поэтому, помимо своего специфического свойства излучения, они обладают соответствующими свойствами этих трех состояний; они могут образовывать аэрозоли, пары, распространяться в воздушной среде, загрязнять окружающие поверхности, включая оборудование, спецодежду, кожный покров рабочих и т. д., проникать в пищеварительный тракт и органы дыхания.

Для количественной оценки ИИ рентгеновского и гамма излучения используется понятие экспозиционной дозы.

**Экспозиционной дозой** представляет собой отношение полного заряда ионов одного знака, возникающего в малом объеме воздуха, отнесенная к массе воздуха в этом объеме, измеряется в кулонах на килограмм Кл/кг. Применяется пока и внесистемная единица – рентген (р):

$$1 \text{ р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$$

Биологическое действие ИИ на организм зависит от поглощенной энергии излучения.

**Поглощенная доза излучения Д** – это физическая величина, равная отношению средней энергии, переданной излучением веществу в некотором объеме, к массе вещества в этом объеме, измеряется в греях (Гр):

$$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг},$$

пока применяется и внесистемная единица – рад:

$$1 \text{ рад} = 10^{-2} \text{ Гр}.$$

Исследования показали, что действие ИИ на организм зависит не только от поглощенной дозы и ее изменения во времени, но и от пространственного распределения энергии, характеризующегося линейной передачей энергии.

Используется и **эффективная доза Е** – величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения органов человека с учетом их радиочувствительности. Измеряется эффективная доза также в зивертах или бэрах.

Чувствительность всех органов разная, поэтому введено понятие критических органов, разделенных на 3 группы:

I – все тело ( $K=0,2$ ), гонады ( $K=0,2$ ), красный костный мозг ( $K=0,12$ );

II – печень ( $K=0,05$ ), почки, легкие ( $K=0,12$ ), хрусталик глаза и т.д.;

III – кожа ( $K=0,01$ ), кости, кисти, предплечья, лодыжки, стопы.

Гигиеническими нормативами установлены **дозовые пределы** облучения и допустимые уровни для следующих категорий лиц:

А – персонал (профессионально работающие с источниками ИИ);

Б – находящиеся в сфере воздействия источников ИИ;

В – все остальное население.

Дозовый предел эффективной дозы для профессионалов, гр А, установлен не более чем 50 мЗв в год (5 бэр) для I группы критических органов.

Для человека, проживающего в промышленно развитых регионах, годовая суммарная эквивалентная доза облучения из-за высокой частоты рентгенодиагностического обследования достигает 3000 – 3500 (мкЗв)/год (0,3 – 0,35 бэр), средняя же на Земле доза облучения равна 0,24 бэр, допустимая для профессионалов – 5 бэр.

ИИ могут вызвать хронические и острые поражения организма. Острые развиваются при однократном равномерном  $\gamma$  – облучении всего тела при поглощенной дозе выше 0,25 Гр.

При дозе 0,25 - 0,5 Гр могут наблюдаться изменения в крови:

- 1 – 2 Гр – наблюдается легкая (I степень) лучевой болезни;
- 2 – 4 Гр – лучевая болезнь средней тяжести (II степень);
- 4 – 6 Гр – лучевая болезнь, в 50 % приводящая к смерти (III степень);
- >6 Гр – 100 % смертельный исход, если не применять соответствующего комплексного лечения.

Для собаки смертельная доза 3,75 Гр, для кролика – 8 Гр.

Знак радиационной опасности (Рисунок 1) представляет из себя треугольник, форма и размеры которого должны соответствовать стандарту, выполненному в должном цвете, и иметь место для надписи.

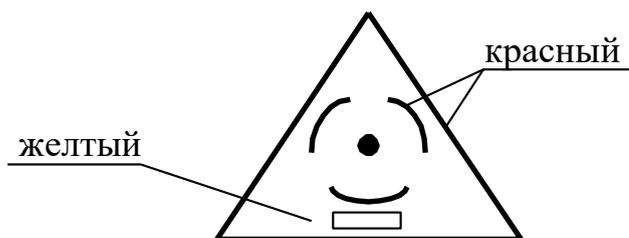


Рис. 1 Знак радиационной опасности.

Защита работающих от ИИ обеспечена системой общегосударственных мероприятий:

- санитарный надзор за соблюдением радиационной безопасности;
- разработка правил безопасности при работе с такими веществами и источниками и их хранению и перевозке;
- обезвреживание и дезактивация отходов;
- использование средств индивидуальной защиты;
- радиационный и дозиметрический контроль работающих и т.д.
- Необходимым условием является периодический медицинский контроль работающих.

**Влияние ионизирующих излучений на организм.** Основное действие всех ионизирующих излучений на организм сводится к ионизации тканей тех органов и систем, которые подвергаются их облучению. Приобретенные в результате этого заряды являются причиной возникновения несвойственных для нормального состояния окислительных реакций в клетках, которые, в свою очередь, вызывают ряд ответных реакций. Таким образом, в облучаемых тканях живого

организма происходит серия цепных реакций, нарушающих нормальное функциональное состояние отдельных органов, систем и организма в целом.

При работе с продуктами, обладающими ионизирующими излучениями, пути воздействия последних могут быть двоякими: посредством внешнего и внутреннего облучения. Внешнее облучение может иметь место при работах на ускорителях, рентгеновских аппаратах и других установках, излучающих нейтроны и рентгеновские лучи, а также при работах с закрытыми радиоактивными источниками, то есть радиоактивными элементами, запаянными в стеклянные или другие глухие ампулы, если последние остаются неповрежденными. Источники бета- и гамма-излучений могут представлять опасность как внешнего, так и внутреннего облучения. альфа-излучения практически представляют опасность лишь при внутреннем облучении, так как вследствие весьма малой проникающей способности и малого пробега альфа-частиц в воздушной среде незначительное удаление от источника излучения или небольшое экранирование устраняют опасность внешнего облучения. При внешнем облучении лучами со значительной проникающей способностью ионизация происходит не только на облучаемой поверхности кожных и других покровов, но и в более глубоких тканях, органах и системах. Период непосредственного внешнего воздействия ионизирующих излучений — экспозиция — определяется временем облучения.

Внутреннее облучение происходит при попадании радиоактивных веществ внутрь организма, что может произойти при вдыхании паров, газов и аэрозолей радиоактивных веществ, занесении их в пищеварительный тракт или попадании в ток крови (в случаях загрязнения ими поврежденной кожи и слизистых). Внутреннее облучение более опасно, так как, во-первых, при непосредственном контакте с тканями даже излучения незначительных энергий и с минимальной проникающей способностью все же оказывают действие на эти ткани; во-вторых, при нахождении радиоактивного вещества в организме продолжительность его воздействия (экспозиция), не ограничивается временем непосредственной работы с источниками, а продолжается непрерывно до его полного распада или выведения из организма.

В организме радиоактивные вещества, как и все остальные продукты, разносятся кровотоком по всем органам и системам, после чего частично выводятся из организма через выделительные системы (желудочно-кишечный тракт, почки, потовые и молочные железы и др.), а некоторая их часть отлагается в определенных органах и системах, оказывая на них преимущественное, более выраженное действие. Преимущественное отложение различных веществ в тех или иных органах и системах определяется их физико-химическими свойствами и функциями этих органов и систем.

Комплекс стойких изменений в организме под воздействием ионизирующих излучений называется лучевой болезнью. Лучевая болезнь может развиваться как вследствие хронического воздействия ионизирующих излучений, так и при кратковременном облучении значительными дозами. Она характеризуется главным образом изменениями со стороны центральной нервной системы (подавленное состояние, головокружение, тошнота, общая слабость и др.), крови и кроветворных органов, кровеносных сосудов (кровоподтеки вследствие ломкости сосудов), желез внутренней секреции.

В результате длительных воздействий значительных доз ионизирующего излучения могут развиваться злокачественные новообразования различных органов и тканей, которые являются отдаленными последствиями этого воздействия. К числу последних можно отнести также

понижение сопротивляемости организма различным инфекционным и другим заболеваниям, неблагоприятное влияние на детородную функцию и др,

**Меры защиты от действия ионизирующего излучения.** Тяжесть заболеваний от воздействия ионизирующих излучений и возможность более тяжелых отдаленных последствий требуют особого внимания к проведению профилактических мероприятий. Они несложны, но эффективность их зависит от тщательности выполнения и соблюдения всех, даже самых малейших, требований. Весь комплекс мероприятий по защите от действия ионизирующих излучений делится на два направления: меры защиты от внешнего облучения и меры профилактики внутреннего облучения.

Защита от действия внешнего облучения сводится в основном к экранированию, препятствующему попаданию тех или иных излучений на работающих или других лиц, находящихся в радиусе их действия. Применяются различные поглощающие экраны; при этом соблюдается основное правило — защищать не только рабочего или рабочее место, а максимально экранировать весь источник излучения, чтобы свести до минимума всякую возможность проникания излучения в зону пребывания людей. Материалы, используемые для экранирования, и толщина слоя этих экранов определяются характером ионизирующего излучения и его энергией: чем больше жесткость излучения или его энергия, тем более плотный и толстый должен быть слой экрана.

Как было сказано выше, альфа-излучения практически не опасны в отношении внешнего облучения, поэтому при работе с этими источниками не требуется оборудования каких-либо специальных экранов; достаточно находиться на расстоянии более 11 — 15 см от источника, чтобы быть в безопасности. Однако необходимо предупредить возможность приближения к источнику или экранировать его любым материалом.

Подобным образом решаются вопросы защиты при работе с источниками мягкого бета-излучения, которые также задерживаются небольшим слоем воздуха или простейшими экранами. Источники жесткого бета-излучения требуют специального экранирования. Такими экранами могут служить стекло, прозрачные пластмассы толщиной от 2 — 3 до 8 — 10 мм (особо жесткие излучения), алюминий, вода и др.

Особые требования предъявляются к экранированию источников гамма-излучений, так как этот вид излучений обладает большой проникающей способностью. Экранирование этих источников производится специальными материалами, обладающими хорошими поглощающими свойствами; к ним относятся: свинец, специальные бетоны, толстый слой воды и др. Разработаны специальные формулы и таблицы расчета толщины защитного слоя с учетом величины энергии источника излучения, поглощающей способности материала и других показателей.

Экранирование источников гамма-излучений осуществляется в виде контейнеров для хранения и транспортировки источников (запаянных в герметичные ампулы), боксов, стен и межэтажных перекрытий производственных помещений, отдельно стоящих экранов, щитов и т. п. Все операции по перемещению источников гамма-излучений (изъятие их из контейнеров, установка в аппараты, открывание и закрывание последних и т. п.), а также по их расфасовке и т. д. должны производиться механическим путем при дистанционном управлении или при помощи специальных манипуляторов и других вспомогательных устройств, позволяющих работающему на

этих операциях находиться на определенном расстоянии от источника и за соответствующим защитным экраном. При разработке конструкций манипуляторов, дистанционного управления, организации работ с источниками излучения необходимо предусматривать максимальное удаление работающих от источников.

В случаях технической невозможности полной защиты работающих от внешнего облучения следует строго регламентировать время работы в условиях облучения, не допуская превышения установленных предельных величин суммарных суточных доз. Это положение относится ко всем видам работ, и в первую очередь к работам по монтажу, ремонту, очистке оборудования, устранению аварий и т. п., при которых не всегда удается полностью оградить рабочего от внешнего облучения. Для контроля за суммарной дозой облучения все работающие с источниками излучения снабжаются индивидуальными дозиметрами. Кроме того, при работах с источниками больших энергий необходимо четко наладить работу дозиметрической службы, контролирующей величины излучений и сигнализирующей о превышении установленных предельных величин и о других опасных ситуациях. Помещения, где хранятся источники гамма-излучений или производится работа с ними, должны проветриваться посредством механической вентиляции.

Работы с открытыми источниками ионизирующих излучений, представляющих определенную опасность непосредственного попадания в организм и, следовательно, внутреннего облучения, требуют проведения всех изложенных выше мероприятий, чтобы исключить опасность также и внешнего излучения. Наряду с ними предусматривается целый комплекс специфических мероприятий, направленных на предупреждение всякой возможности внутреннего облучения. Сводятся они в основном к предупреждению попадания радиоактивных веществ внутрь организма и загрязнения ими кожного покрова и слизистых. Для работы с открытыми радиоактивными веществами специально оборудуются рабочие помещения. Прежде всего, в их планировке и оборудовании, предусматривают полную изоляцию помещений, где сотрудники не имеют дела с источниками излучения, от остальных, в которых работают с этими источниками. Изолируются также помещения для работы с разными по характеру и мощности источниками.

Во всех случаях рабочие помещения должны быть разделены на зоны: чистые, где находится обслуживающий персонал, и грязные или горячие, где находятся источники излучений. Горячие отделения, в свою очередь, делятся на две зоны: рабочую и вспомогательную; в рабочей зоне горячего отделения производятся основные работы с источниками, а во вспомогательной — все вспомогательные (мытьё посуды и аппаратуры, ремонт последней и т. п.), а также транспортировка источников. Особо тщательная изоляция и в отношении непроницаемости для излучений и в отношении герметичности должна быть между чистыми и грязными отделениями; сообщение между ними осуществляется только через специальный шлюз или чаще всего через санитарный пропускник, где рабочий должен надеть дополнительную спецодежду, соответствующие индивидуальные защитные средства и т. п.

Все помещения обязательно вентилируются. Преимущественно используются местные отсосы от мест возможного выделения в воздух радиоактивных паров, газов или аэрозолей. Расчет вентиляции производится на полное удаление выделяющихся вредностей, причем так, чтобы в случае нарушения герметичности изоляции между зонами и отдельными помещениями воздух подсасывался из чистых помещений в грязные, а в последних из менее грязных в более грязные. Все вентиляционные выбросы подлежат обязательной очистке в специальных фильтрах.

Мебель, полы, стены и другие поверхности рабочих помещений, особенно грязных, облицовываются непористым, хорошо моющимся материалом (полихлорвиниловые пленки, пластики, нержавеющая сталь, глазурованная или стеклянная плитка, эпоксидная смола и др.). Входные двери, въездные ворота, дверцы шкафов, водопроводные краны и другие открывающиеся устройства должны снабжаться специальными механизмами для их открывания без прикосновения рук (педальные устройства, фотоэлектрические блокировки и т. п.).

Санитарно-бытовые отделения строятся по типу строгого санпропускника с изолированными помещениями для чистого белья, грязной спецодежды (включая и нательное белье), дозиметрической службы, складов чистого и грязного белья, индивидуальных защитных средств и др. В планировке санитарно-бытовых отделений следует предусматривать последовательность прохождения рабочим необходимых помещений как туда, так и обратно. Должна быть исключена возможность нарушения этой последовательности и особенно прохождение с работы, минуя моечное отделение.

При необходимости выполнения каких-либо работ в горячем отделении или при непосредственном контакте с открытым источником (монтажные, аварийные и др.), рабочие обязаны пользоваться индивидуальными защитными средствами:

- резиновыми или полиэтиленовыми перчатками,
- резиновыми сапогами,
- фартуками и нарукавниками из пластика,
- респираторами «Лепесток»,
- пневмокостюмами с принудительной подачей чистого воздуха и др.

Дозиметрическая служба в случае контакта с открытыми радиоактивными веществами, помимо контроля за величинами внешнего облучения, строго контролирует величины возможного загрязнения спецодежды, рук и других поверхностей тела рабочего. Для этого по окончании работы каждый рабочий обязан пройти дозиметрический контроль. В случае обнаружения загрязненности спецодежды или белья радиоактивными веществами их нужно немедленно сдать для дезактивации, то есть обезвреживания. Обнаруженная загрязненность рук или других частей тела смывается специальными отмывочными средствами.

В качестве отмывочных средств чаще всего применяют растворы трилона Б, ОП-10, каолиновую пасту, пасту Рахманова; при помощи ватного тампона тщательно протирают загрязненные участки, после чего промывают их теплой водой с мылом. В некоторых случаях при малой загрязненности их достаточно смыть теплой водой с мылом. Чистота отмытого места обязательно проверяется повторной дозиметрией.

Особо важную роль в деле профилактики внутренних облучений играет культура производства и личная гигиена. Соблюдение постоянной чистоты и порядка в рабочем помещении, строгое выполнение всех правил внутреннего распорядка, санитарных требований и установленного режима труда и производственного регламента обеспечивают безопасность труда, исключают или, во всяком случае, резко уменьшают возможность «случайных» нарушений установленного порядка, аварийных ситуаций, влекущих за собой опасность внешнего или внутреннего облучения. В частности, категорически запрещается заходить в рабочие помещения в домашней одежде, принимать пищу на рабочих местах, выходить в чистые помещения в специальной одежде и индивидуальных защитных средствах (фартуках, перчатках, халатах, пневмокостюмах и т. п.), предназначенных для работы в горячих помещениях, или выходить из рабочего помещения в любой спецодежде. Перед выходом во время перерыва в столовую или

другие места за пределами рабочих помещений, как и после окончания работы, надо пройти санпропускник, дозиметрический контроль и, если надо, дезактивацию.

Для обеспечения строгого выполнения всех правил по охране труда при работе с источниками ионизирующих излучений необходимо проводить подробный инструктаж всех вновь поступающих на работу и предварительную тренировку выполнения тех или иных операций на соответствующих моделях, а затем на рабочем месте под наблюдением более опытного рабочего или ответственного лица (мастера, инженера и т. п.). Следует проводить также периодическую проверку знаний по гигиене труда, знакомить рабочих со всеми нововведениями с указанием на потенциально опасные стороны этих нововведений.

Все рабочие и служащие этих производств обязаны проходить периодические медицинские осмотры строго в установленные сроки в зависимости от характера работ. При приеме на работу новых контингентов работающих последние также подвергаются медицинским осмотрам.

**Ионизация воздуха.** Ионизация воздуха заключается в насыщении его электрозаряженными частицами – ионами. В основе ионизации лежат те же процессы, что и при описанных в предыдущей главе воздействиях ионизирующих излучений. Внешняя энергия, воздействующая на атомы и молекулы составных элементов воздуха, выбивает с их внешней оболочки отрицательно заряженную частицу – электрон или несколько электронов, в результате чего оставшаяся часть атома или молекулы получает положительный заряд. Свободные электроны и положительно заряженная остальная часть атома или молекулы не могут длительное время находиться не в связанном состоянии и вскоре, встречаясь на пути своего движения с нейтральными атомами или молекулами, соединяются с ними, сообщая им соответствующий заряд, то есть образуют отрицательный и положительный ионы. Таким образом, каждый ионизирующийся атом или молекула образуют пару противоположного знака ионов. Эти первично заряженные атомы или молекулы получили название легких ионов. Они могут состоять из одного атома, или молекулы, или из нескольких одноименных.

В воздухе всегда имеются различные включения в виде мельчайших пылинок – аэрозолей, водяных паров и других посторонних примесей. Встречая на пути движения эти взвешенные в воздухе частицы, легкие ионы соединяются с ними, сообщая им свой заряд. В результате таких соединений частиц образуются единые заряженные частицы, которые получили название тяжелых ионов.

Основным источником энергии, вызывающей естественную ионизацию воздуха, являются естественные ионизирующие излучения от рассеянных в земной коре радиоактивных веществ, которые создают повсеместно определенный радиоактивный фон. Космические лучи также играют важную роль в ионизации воздуха. Кроме того, ионизация происходит вследствие грозových разрядов, распыления воды в воздухе, воздействия огня раскаленного металла, ультрафиолетового излучения, многих химических реакций и т.д.

Наряду с постоянной естественной или искусственной ионизацией воздуха происходит постоянное уничтожение ионов. В основном этот процесс происходит в результате соединений положительных и отрицательных ионов, которые нейтрализуют друг друга. Кроме того, уничтожение ионов имеет место вследствие адсорбции их, то есть оседания на твердых

поверхностях, диффузии – самопроизвольного передвижения от места их образования, и других факторов.

Таким образом, в воздухе постоянно происходит образование ионов и их уничтожение, в результате чего наступает определенное ионное равновесие. От интенсивности этих взаимно противоположных процессов зависит степень насыщения воздуха ионами – степень ионизации. На основе этих естественных процессов разработаны приборы для искусственной ионизации и деионизации воздуха.

Вопрос о биологическом действии ионизированного воздуха, то есть действие его на живую клетку, живой организм, изучен еще очень слабо. Установлено, что значительная ионизация воздуха отрицательно влияет на организм человека. Одинаковая ионизация воздуха действует на разных людей по-разному (иногда совершенно противоположно) и зависит от состояния здоровья и организма в целом.

Имеются противоречия в оценке действия положительных и отрицательных ионов, хотя в последнее время большинство исследователей утверждает, что благотворным действием обладают лишь отрицательные ионы, а положительные оказывают неблагоприятное действие на организм, на основании чего они предлагают для улучшения условий труда на производстве производить искусственную ионизацию воздуха.

#### **2.1.6. Электробезопасность.**

**Электротравматизм.** Современный уровень технического прогресса невозможен без широкого внедрения электрооборудования, что в свою очередь вызывает необходимость постоянного совершенствования требований к его безопасному обслуживанию и средств защиты. Работа в области электробезопасности должна основываться на продуманной, четкой, конкретной системе мероприятий, обеспечивающей полное и точное выполнение «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Большое число несчастных случаев бывает при обслуживании и ремонтах электропривода, пускорегулирующей аппаратуры, электрического освещения, сварочных аппаратов, электрифицированного транспорта, электрооборудования, подъемно-транспортных механизмов, ручного переносного инструмента, а также высокочастотных установок.

Электроустановки по напряжению разделяются на две группы: напряжением до 1000 В и свыше 1000 В. Практика свидетельствует, что электротравмы, как уже было сказано выше, чаще случаются в электроустановках с напряжением до 1000 В.

Большая часть несчастных случаев происходит из-за низкого уровня организации работ, грубых нарушений Правил, в том числе:

- Непосредственного прикосновения к открытым токоведущим частям и проводам.
- Прикосновения к токоведущим частям, изоляция которых повреждена.
- Прикосновения к металлическим частям оборудования, случайно оказавшихся под напряжением.
- Отсутствия или нарушения защитного заземления.
- Ошибочной подачи напряжения во время ремонтов или осмотров.
- Воздействия электрического тока через дугу.
- Воздействия шагового напряжения и др.

**Действие электрического тока на организм человека.** Электрический ток, действуя на организм человека, может привести к различным поражениям (Таблица 1):

- электрическому удару,
- ожогу,
- металлизации кожи,
- электрическому знаку,
- механическому повреждению,
- электроофтальмии.

Сила тока, мА	переменный ток 50 — 60 Гц	постоянный ток
0,6 — 1,5	Легкое дрожание пальцев рук	Не ощущается
2 — 3	Сильное дрожание пальцев рук	Не ощущается
5 — 7	Судороги в руках	Зуд. Ощущение нагревания
8 — 10	Руки с трудом, но еще можно оторвать от электродов. Сильные боли в руках, особенно в кистях и пальцах	Усиление нагревания
20 — 25	Руки парализуются немедленно, оторвать их от электродов невозможно. Очень сильные боли. Затрудняется дыхание	Еще большее усиление нагревания, незначительное сокращение мышц рук
50 — 80	Паралич дыхания. Начало трепетания желудочков сердца	Сильное ощущение нагревания. Сокращение мышц рук. Судороги. Затруднение дыхания
90 — 100	Паралич дыхания и сердца при воздействии более 0,1 с.	Паралич дыхания

Таблица 1. Характеристика воздействия на человека электрического тока различной силы

Электрический удар ведет к возбуждению живых тканей; В зависимости от патологических процессов, вызываемых поражением электротоком, принята следующая классификация тяжести электротравм при электрическом ударе:

- электротравма I степени — судорожное сокращение мышц без потери сознания;
- электротравма II степени — судорожное сокращение мышц с потерей сознания;
- электротравма III степени — потеря сознания и нарушение функций сердечной деятельности или дыхания (не исключено и то и другое);
- электротравма IV степени — клиническая смерть.

Степень тяжести электрического поражения зависит от многих факторов: сопротивления организма, величины, продолжительности действия, рода и частоты тока, пути его в организме, условий внешней среды.

Исход электропоражения зависит и от физического состояния человека. Если он болен, утомлен или находится в состоянии опьянения, душевной подавленности, то действие тока особенно опасно. Безопасными для человека считаются переменный ток до 10 мА и постоянный — до 50 мА.

Электрический ожог различных степеней — следствие коротких замыканий- в электроустановках и пребывания тела (как правило, рук) в сфере светового (ультрафиолетового) и теплового (инфракрасного) влияния электрической дуги; ожоги III и IV степени с тяжелым исходом — при соприкосновении человека (непосредственно или через электрическую дугу) с токоведущими частями напряжением свыше 1000 В.

Электрический знак (отметка тока) — специфические поражения, вызванные механическим, химическим или их совместным воздействием тока. Пораженный участок кожи практически безболезнен, вокруг него отсутствуют воспалительные процессы. Со временем он затвердевает, и поверхностные ткани отмирают. Электрорознаки обычно быстро излечиваются.

Металлизация кожи — так называемое пропитывание кожи мельчайшими парообразными или расплавленными частицами металла под влиянием механического или химического воздействия тока. Пораженный участок кожи приобретает жесткую поверхность и своеобразную окраску. В большинстве случаев металлизация излечивается, не оставляя на коже следов.

Электроофтальмия — поражение глаз ультрафиолетовыми лучами, источником которых является вольтова дуга. В результате электроофтальмии через несколько часов наступает воспалительный процесс, который проходит, если приняты необходимые меры лечения.

В условиях производства поражение электротоком чаще всего является следствием того, что люди прикасаются к токоведущим частям, находящимся под опасным напряжением. Возможны два варианта таких прикосновений с разной степенью опасности. Первый, наиболее опасный, — одновременное прикосновение к двум линейным проводам и второй, менее опасный (таких случаев больше) — прикосновение к одной фазе.

**Профилактика электропоражений.** Электропоражения людей в условиях промышленного предприятия предупреждаются благодаря:

- техническим решениям, исключающим возможность включения людей в цепь тока между двумя фазами или между одной фазой и землей, способом, при котором токоведущие части, нормально находящиеся под напряжением, недоступны для случайного прикосновения. Это обеспечивается надежной изоляцией, ограждением, расположением их на недоступной высоте или под землей, блокировками и другими способами;
- снятию напряжения с токоведущих частей во время работ, при которых не исключена возможность прикосновения к ним;
- устройствам заземления или автоматического отключения, обеспечивающим в случае повреждения изоляция и перехода напряжения на металлические части электроустройств ограничение напряжения по величине или отключение неисправного оборудования и аппаратуры;
- применению в электроустройствах безопасного напряжения в зависимости от условий, в которых они эксплуатируются;
- правильному выбору производственной среды.

При этом следует иметь в виду, что влага, сырость, токопроводящая пыль, едкие пары и газы (ведущие к разрушению изоляции), высокая температура воздуха, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные и т. п.), наличие большого количества заземленного металлического оборудования повышают опасность электрических установок.

**Классификация помещений (условий работ) по опасности поражения электрическим током.**

Окружающая среда оказывает существенное влияние на электробезопасность. Потому помещения в отношении опасности поражения электрическим током различают:

- без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность;
- с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием одного из следующих признаков:
  - относительной влажностью, длительно превышающей 75 %;
  - токопроводящей пыли;
  - токопроводящих полов (земляных, металлических, железобетонных, кирпичных и т.п.);
  - высокой температуры, длительно превышающей +35 0С;
  - возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам оборудования – с другой;
- с особой опасностью, в которых возможны:
  - особая сырость (влажность близкая к 100 %);
  - химически активная (агрессивная) среда;
  - наличие одновременно двух или более признаков условий повышенной опасности.

Территорию размещения наружных электроустановок (на открытом воздухе) относят к особо опасным помещениям. Выделяют работы в особо неблагоприятных условиях (в сосудах, котлах с ограниченным перемещением оператора). Условия производства работ предъявляют определенные требования к питанию таких потребителей, как электроинструмент, переносные светильники, светильники местного освещения, в помещениях особо опасных и с повышенной опасностью они питаются напряжением не более 50 В, а в особо неблагоприятных условиях – не

более 12 В. Для уменьшения номинала напряжения используют понижающие трансформаторы. Автотрансформаторы использовать категорически запрещено.

Ниже рассматриваются способы защиты людей от поражения электрическим током в случае возникновения напряжения на оборудовании, не находящемся под напряжением.

**Защитное заземление.** Так называется преднамеренное электрическое соединение оборудования с землей с помощью заземлителей. Оно выполняется с целью снижения напряжения до безопасного. Согласно Правилам сопротивление защитного заземления не должно превышать 4 Ом.

Таким образом, при прикосновении к корпусу оборудования, оказавшемуся под напряжением, человек включается параллельно в цепь тока. Но в этом случае благодаря небольшому сопротивлению заземлителей через человека будет проходить ток безопасной величины.

Заземлению подлежат:

- корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников;
- приводы электрических аппаратов;
- вторичные обмотки измерительных трансформаторов;
- каркасы распределительных щитов управления, щитков и шкафов;
- металлические конструкции распределительных устройств, металлические кабельные конструкции, металлические корпуса кабельных муфт;
- металлические оболочки и брони контрольных и силовых кабелей, проводов;
- стальные трубы электропроводки и другие металлические конструкции, связанные с установкой электрооборудования; арматура светильников, металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников и др.

Нормы и техника выполнения защитного заземления регламентированы «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

**Защитное зануление.** Зануление — защитная мера, применяемая только в сетях с заземленной нейтралью напряжением до 380/220 В. Оно, как и заземление, предназначено для защиты людей, если они прикоснутся к «пробитому» на корпус оборудованию. Конструктивное зануление — присоединение подлежащего защите объекта к нулевому проводу сети. Применение взамен защитного заземления в сетях с глухим заземлением нейтрали напряжением до 1000 В зануления вызвано ненадежной работой заземления в этих условиях. Это объясняется тем, что при заземлении, в случае пробоя на корпус, ток однофазного короткого замыкания между корпусом оборудования и заземленной нейтралью по своей величине часто недостаточен для расплавления калиброванных плавких вставок. И наоборот, при занулении ток, возникающий при пробое напряжения на корпус, бывает достаточным для быстрого расплавления плавких вставок или срабатывания максимальной защиты. Однако и зануление не создает защиты во всех случаях.

**Защитное отключение.** Так называется система защиты, основанная на автоматическом отключении токоприемника в случае, если на его металлических частях, нормально не находящихся под напряжением, появляется ток. Защитное отключение выполняется при помощи автоматических выключателей или контакторов, снабженных специальным реле защитного отключения от сети поврежденного приемника тока. Преимущество защитного отключения в его мгновенном (примерно 0,02 с) действии. Кроме того, защитное отключение может срабатывать даже в самом начале появления повреждения. Вместе с тем, оно иногда не срабатывает, если пригорает контакт или отрывается провод, но применение его безусловно целесообразно, особенно тогда, когда по каким-либо причинам нельзя воспользоваться защитным заземлением или занулением.

**Переносные временные ограждения и плакаты.** Чтобы предупредить возможность случайного проникновения и тем более прикосновения к токоведущим частям, находящимся под напряжением, используются защитные сетчатые и смешанные ограждения, а также система предупредительных плакатов.

Установлены также расстояния от временных ограждений до токоведущих частей, находящихся под напряжением выше 1000 В.

Временными ограждениями могут быть:

- специальные сплошные или решетчатые деревянные ширмы,
- щиты,
- изделия из резины и других изоляционных материалов в сухом состоянии, хорошо укрепленные или прочно установленные.

Применяются следующие предупредительные плакаты для электроустановок :

- предостерегающие, в том числе «Высокое напряжение— опасно для жизни!», «Под напряжением. Опасно для жизни!», «Стой! Высокое напряжение», «Не влезай, убьет!», «Стой! Опасно для жизни»;
- запрещающие: «Не включать — работают люди», «Не открывать — работают люди», «Не включать — работа на линии»;
- разрешающие: «Работать здесь», «Влезать здесь»;
- напоминающие: «Заземлено».

Каждый плакат имеет свою форму, соответствующее изображение.

**Приспособления и средства индивидуальной защиты.** СИЗ относятся к средствам защиты, используемых в электроустановках, служащих для защиты людей от поражения электрическим током, электрической дуги и электромагнитного поля. Изолирующие средства делятся на основные и дополнительные.

К основным в электроустановках напряжением свыше 1000 В относятся: электроизмерительные клещи, указатели напряжения для фазировки, изолирующие устройства и приспособления для работ на воздушных линиях с непосредственным прикосновением к токоведущим частям.

К дополнительным в электроустановках напряжением свыше 1000 В относятся: диэлектрические перчатки, боты, ковры; индивидуальные экранирующие комплекты; изолирующие подставки и накладки; переносные заземления; оградительные устройства; плакаты

и знаки безопасности.

К основным в электроустановках напряжением до 1000 В относятся: изолирующие штанги; изолирующие и электроизмерительные клещи; указатели напряжения; диэлектрические перчатки; слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками.

К дополнительным в электроустановках напряжением до 1000 В относятся: диэлектрические галоши и ковры; переносные заземления; изолирующие подставки и накладки; плакаты и знаки безопасности; оградительные устройства.

Средства защиты, кроме плакатов и знаков безопасности, диэлектрических ковров, изолирующих подставок, переносных заземлений и ограждений подвергаются эксплуатационным испытаниям: перчатки – 2 раза в год, галоши – 1 раз в год, боты – 1 раз в 3 года, указатели напряжения и инструмент с изолирующими рукоятками – 1 раз в год.

При работе на отключенных токоведущих частях для защиты от ошибочно поданного или наведенного напряжения применяют в качестве наиболее надежной защиты переносные заземления. При наложении заземления сначала заземление следует соединить с «землей», затем проверить отсутствие напряжения, после чего наложить на токоведущие части.