

Лекция 7. Влияние микроклимата на организм человека

Здоровый и производительный труд возможен только при хорошем содержании рабочего места, его правильной организации. Удобная рабочая поза, отсутствие суеты, лишних движений, уют в помещении важны для производительности труда, для борьбы с преждевременным утомлением.

Существенное влияние на состояние организма человека, его работоспособность оказывает микроклимат (метеорологические условия) в производственных помещениях - климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения нагретых поверхностей.

Вызываемое метеорологическими условиями интенсивное тепловое или холодное воздействие может привести к значительным изменениям жизнедеятельности организма и может привести к значительным изменениям жизнедеятельности организма и вследствие этого к снижению производительности труда, повышению общей заболеваемости работающих. Поэтому проблема создания благоприятных метеорологических условий на производстве уделяется в гигиене труда большое внимание.

Микроклимат производственных помещений в целом, так и на отдельных рабочих местах, часто очень изменчив и зависит от метеорологических условий наружной атмосферы, мощности источников тепловыделений и теплопоглощения в производственных помещениях, расположения рабочего места среди тепловыделяющих и теплопоглощающих агрегатов, расстояния рабочего места до проемов, через которые поступает наружный воздух, а также воздухообмена. Вообще, все, что в основном, влияет на тепловое состояние организма человека и его теплообмен с окружающей средой. Метеорологические условия, особенно температура воздуха и интенсивность инфракрасного излучения, меняются на протяжении рабочей смены, различны на отдельных участках одного и того же цеха, неравномерны по вертикали и горизонтали.

Отдельные компоненты метеорологического фактора характеризуются следующими особенностями.

Нагретость воздуха. Во многих цехах металлургической, машиностроительной, химической промышленности, на ряде производств промышленности строительных материалов, легкой и пищевой промышленности и др. производственный микроклимат характеризуется высокой температурой воздуха, часто в сочетании с инфракрасным излучением.

Это обуславливается:

- Технологическим оборудованием, вмещающим высоконагретые продукты (плавильные, обжигательные, нагревательные, сушильные печи, паровые котлы и т.п.);
- Нагретыми до высокой температуры обрабатываемыми материалами и готовыми предметами (расплавленный металл, стекло, поковки и т.п.);
- Выделением тепла при экзотермических химических реакциях;
- Выбыванием горячих паров и газов через неплотности печей, аппаратов, труб, паропроводов и др.;
- Переходом в теплоту электрической и механической энергии движущихся станков и механизмов, например, в текстильной промышленности;
- Нагревом помещения прямыми солнечными лучами, особенно в летнее время в южных районах (инсоляция).

Тепловыделения от указанных источников часто настолько велики, что значительно превышают теплопотери через наружные ограждения зданий и вызывают значительную нагретость воздуха. По существующим «Санитарным нормам проектирования промышленных зданий» (СН-245-71) тепловыделения, не превышающие 20 ккал на 1м² помещения в час, считаются незначительными, и цехи с такими тепловыделениями относятся к холодным. Цехи же с тепловыделениями, превышающими 20 ккал на 1м² помещения в час, относятся к горячим.

В отдельных цехах высокая нагретость воздуха сочетается с высокой влажностью (красильные цехи текстильной промышленности, целлюлозные комбинаты и др.).

В ряде производств работа выполняется при низкой температуре в специальных рабочих помещениях (бродильные отделения пивоваренных заводов, холодильники и др.) или на открытом воздухе в зимний и переходные периоды года (строительные работы, лесозаготовки, рыбные промыслы и др.). Близкие к этим условия могут наблюдаться в различных производствах при работах в неотапливаемых производственных помещениях в эти периоды года.

Инфракрасное излучение. Важной особенностью производственного микроклимата является инфракрасное излучение. По своей физической природе оно представляет невидимое электромагнитное излучение с длиной волны от 0,76 мк до 1 мм в виде потока частиц, обладающих волновыми и квантовыми свойствами.

Инфракрасное излучение является функцией теплового состояния источника излучения. Общая мощность излучения и распределение его по отдельным участкам спектра зависят от абсолютной температуры излучающего тела. По классификации, предложенной МОК в 1963 г., выделяются три области инфракрасного излучения (ИК-излучения):

- ИК-А (от 0,75 до 1,4 мкм),

- ИК-В (от 1,5 до 5,6 мкм)
- ИК-С (от 5,6 до 100 мкм).

Распространяясь от источника излучения в виде электромагнитных волн, инфракрасные лучи, поглотившись тканями человеческого тела, вызывают наряду с разнообразными изменениями в организме их нагревание.

Инфракрасное излучение подчиняется следующим основным законам, установленным применительно к абсолютно черному телу (т. е. поглощающему все направленное на него излучение):

1. Лучеиспускание обуславливается только состоянием излучающего тела и не зависит от окружающей среды (закон Прево — Кирхгофа).

2. С повышением температуры излучающего тела мощность излучения увеличивается пропорционально 4-й степени его абсолютной температуры (закон Стефана — Больцмана):

$$E = KT^4,$$

Где E — мощность излучения; K — константа = $1,38 \cdot 10^{-12}$ малых калорий в секунду.

3. Произведение абсолютной температуры излучающего тела на длину волны излучения с максимальной энергией λ_{max} есть величина постоянная (первый закон Вина — закон смещения):

$$\lambda_{max} \cdot T = K,$$

причем $K=2960$, если λ_{max} выражается в микронах.

Из этих законов вытекает, что с повышением температуры излучающего тела:

- а) возрастает энергия излучения во всех участках спектра;
- б) максимум энергии излучения перемещается в сторону волн с меньшей длиной.

Законы эти имеют очень важное гигиеническое значение, так как исходя из закона смещения Вина и данных о температуре излучающего тела, можно составить представление о спектральной характеристике излучающего тела. Используя в несколько измененном виде формулу, вытекающую из закона Стефана — Больцмана, можно определить величину теплообмена излучением в производственных условиях.

Температура нагрева поверхности большинства производственных источников излучения (печи, электрические дуги, нагретый металл и др.) от 800 до 3500°; максимум излучения у них приходится на длину волны от 0,7 до 3—9 мк. Так, например, плавильные печи излучают поток с $\lambda_{max}=1,65$ мк, электроплавильные печи — 1,9 мк, жидкий чугун, шлак при температуре 1300° — 1,8 мк, электрическая дуга электроплавильных печей — 0,95 мк.

Наряду с такими источниками излучения в производственных помещениях часто на одном и том же рабочем месте находятся предметы с более низкой температурой нагрева

(50—100°), например, поверхности оборудования, трубопроводы, различного рода ограждения и др., которые излучают поток инфракрасной радиации иного спектрального состава. Этот вид излучения отличается преимущественно длинноволновыми лучами. Спектр инфракрасного излучения тела человека — от 2,5 до 20—25 мкм с λ_{\max} 9,3—9,4 мкм.

Для оценки возможного воздействия инфракрасного излучения на работающих важное значение наряду со спектральной характеристикой имеет интенсивность излучения. Она измеряется количеством малых калорий, падающих на 1 см² поверхности в минуту или больших калорий на 1 м² в час. Интенсивность теплового излучения на рабочих местах при отдельных производственных операциях колеблется от 0,1 до 15—18 кал/см²/мин и даже выше. Следует отметить, что тепловой эффект прямого солнечного излучения на поверхности земли не превышает 1,3—1,5 кал/см²/мин. По мере удаления рабочего места от источника излучения интенсивность потока уменьшается.

Влажность воздуха. В прямой зависимости от технологического процесса может быть и влажность воздуха производственных помещений. На ряде производств относительная влажность очень высока (80—100%). Источниками влаговыделений являются заполненные растворами различные ванны, красильные и промывные аппараты, емкости с водой и водными растворами и др., особенно если эти растворы подвергаются нагреванию и создаются условия для свободного испарения (красильно-отделочные фабрики, травильные и гальванические отделения машиностроительных заводов, кожевенное, бумажное и другие производства).

В отдельных цехах высокая влажность поддерживается искусственно, при помощи специальных увлажнительных установок (в прядильных и ткацких цехах). В цехах, где имеется высокая относительная влажность, способность воздуха воспринимать дополнительную влагу резко ограничена, поэтому понижение температуры воздуха в таких цехах приводит к образованию тумана и конденсации паров в более крупные капли.

Движение воздуха. Движение воздуха внутри производственных помещений вызывается неравномерным нагреванием воздушных масс в пространстве. В горячих цехах из-за наличия больших нагретых поверхностей мощные конвекционные воздушные потоки, направленные вверх, являются причиной возникновения в зимний период мощных потоков холодного воздуха, врывающихся снаружи с большой скоростью через двери, ворота и другие проемы; то же наблюдается в производственных помещениях с резким преобладанием объемов воздуха, отсасываемого вытяжными вентиляционными установками, над притоком.

Движение воздуха может быть использовано в качестве оздоровительного мероприятия при высокой температуре воздуха и при инфракрасном излучении — «воздушные души».

Для некоторых цехов характерна недостаточная подвижность воздуха, создающая тягостное ощущение духоты (текстильная, швейная промышленность и др.).

В зависимости от преобладания теплового или холодного воздействия на организм работающих можно выделить наиболее важные с гигиенической точки зрения комплексы метеорологических условий:

1. Нагревающий (например, на ряде участков в доменных, прокатных, кузнечно-прессовых, чугунолитейных, термических цехах, в котельных, печных цехах химических производств, на стекольных, сахарных и других производствах);

2. Охлаждающий (например, при низкой температуре окружающей среды на судостроительных верфях, торфо- и лесоразработках, строительных работах, рыбных промыслах, железнодорожном, водном транспорте, в холодильных цехах);

3. Переменно охлаждающий и нагревающий (например, некоторые участки в нефтяной, машиностроительной, металлургической промышленности);

4. Умеренного термического действия (большинство цехов типа механосборочных и др.).

Влияние параметров микроклимата на самочувствие человека

Параметры микроклимата оказывают существенное влияние на самочувствие, состояние здоровья и работоспособность человека. Отклонение параметров микроклимата приводит к нарушению теплового баланса. Например, понижение температуры окружающего воздуха приводит к увеличению теплоотдачи от организма за счет теплопроводности, конвекции и излучения. Слишком сильное понижение температуры может привести к чрезмерному переохлаждению организма. Понижение температуры и повышение скорости движения воздуха также увеличивает теплоотдачу от организма и может привести к переохлаждению организма за счет возрастания отдачи теплоты конвекцией и при испарении пота.

При переохлаждении организма уменьшается функциональная деятельность органов человека, скорость биохимических процессов, снижается внимание, затормаживается умственная деятельность и, в конечном счете, снижается активность и работоспособность. При повышении температуры тепловыделения человека начинают превышать теплоотдачу, может возникать перегрев организма. Ухудшается самочувствие и падает работоспособность. Действие высокой температуры воздуха на организм нередко вызывает

серьезные и стойкие изменения в деятельности сердечно-сосудистой системы: наблюдаются изменения со стороны дыхания, снижается секреция желудочного и поджелудочного сока, желчи, угнетается моторика желудка, снижается сила условных рефлексов, ослабляется внимание, ухудшается координация движения, что может быть причиной роста травматизма, снижение работоспособности и производительности труда. Изменение температуры окружающей среды также влияет на производительность труда. На рис. 1 представлена зависимость производительности труда от изменения температуры окружающей среды.

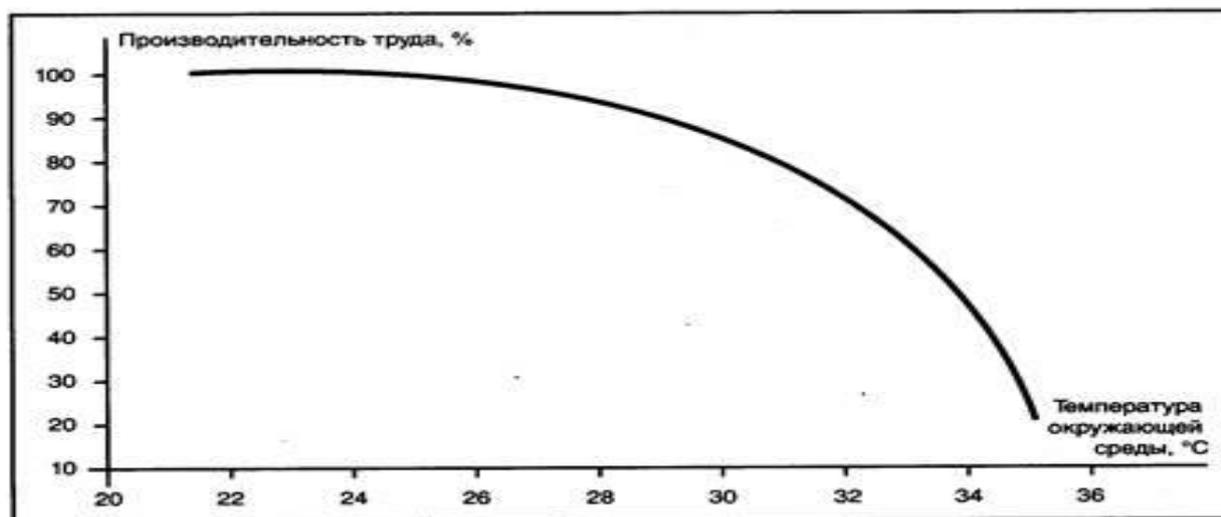


Рис. 1. Зависимость производительности труда от изменения температуры окружающей среды.

Переносимость человеком повышенной температуры и его теплоощущения в значительной мере зависят от влажности и скорости окружающего воздуха. Подвижность воздуха эффективно способствует теплоотдаче организма человека и положительно проявляется при высоких температурах, но отрицательно при низких.

При высокой влажности пот не испаряется, а стекает струйками с поверхности кожного покрова. Имеет место так называемое "проливное" течение пота. В таких условиях не обеспечивается даже минимально необходимая теплоотдача из организма. Наблюдается интенсивный перегрев организма, при котором человек не способен выполнять не только тяжелую физическую работу, но и даже длительное время легкую. Эффективность всех видов умственного труда также резко снижается.

Недостаточная влажность также может оказаться неблагоприятной для человека вследствие интенсивного испарения влаги со слизистых оболочек, их пересыхания и растрескивания, а затем и загрязнения болезнетворными микроорганизмами. Поэтому при длительном пребывании людей в закрытых помещениях рекомендуются ограничиваться относительной влажностью в пределах 30... 70%. Интенсивное потоотделение приводит к потере воды, минеральных солей и водорастворимых витаминов. Считается допустимым для

человека снижение его массы на 2...3% путем испарения влаги - обезвоживание организма. Обезвоживание на 6% влечет за собой нарушение умственной деятельности, снижение остроты зрения; испарение влаги на 15... 20% приводит к смертельному исходу.

При тяжелой работе в условиях высокой температуры выделяется с потом до 90-60г NaCl (всего в организме около 140г NaCl). Кроме NaCl, происходит потеря организмом калия, кальция, магния, цинка, йода и других микроэлементов. Потеря воды и минеральных солей ведет к сгущению крови и нарушению деятельности сердечно-сосудистой системы.

Потеря водорастворимых витаминов (С, В1, В2) при сильном потоотделении может достигать 15-25% необходимой суточной дозы, что способствует развитию витаминного дефицита. При высокой температуре воздуха и дефиците воды в организме усиленно расходуются углеводы, жиры, разрушаются белки.

Для восстановления водного баланса работающих в горячих цехах устанавливают пункты подпитки подсоленной (около 0,5% NaCl) газированной питьевой водой из расчета 4...5 л на человека в смену. На ряде заводов для этих целей применяют белково-витаминный напиток. В жарких климатических условиях рекомендуется пить охлажденную питьевую воду или чай.

Длительное воздействие высокой температуры особенно в сочетании с повышенной влажностью может привести к значительному накоплению теплоты в организме и развитию перегревания организма выше допустимого уровня — гипертермии — состоянию, при котором температура тела поднимается до 38...39°C.

Клинически при гипертермии наблюдается:

- головная боль,
- головокружение,
- общая слабость,
- искажение цветового восприятия предметов,
- сухость во рту,
- тошнота,
- рвота,
- гиперемия лица,
- обильное потоотделение,
- учащенный пульс и дыхание,
- увеличение в крови остаточного азота и молочной кислоты.

Выраженная гипертермия, сопровождающаяся высокой температурой тела(40-41°C) и тяжелым общим состоянием организма, называется тепловым ударом. При этом наблюдается бледность, синюшность, зрачки расширены, дыхание частое, поверхностное(50-60 в 1мин),

временами судороги, тахикардия, падение артериального давления (тепловой коллапс), потеря сознания. В тяжелых случаях могут наблюдаться нервно- психические расстройства.

Тепловой удар возникает в особо неблагоприятных условиях работы: выполнение тяжелой физической работы в условиях высокой температуры, инфракрасного излучения и высокой влажности, в одежде, затрудняющей теплоотдачу; работы на открытом воздухе в жарком климате.

Многие производственные процессы, выполняемые при пониженной температуре, большой подвижности и влажности воздуха могут быть причинами охлаждения и даже переохлаждения организма (гипотермия). В начальном периоде воздействия умеренного холода наблюдается уменьшение частоты дыхания, увеличение объема вдоха, снижается теплоотдача за счет понижения температуры поверхности тела в результате спазма периферических сосудов (особенно в области кистей и стоп) и перераспределение крови во внутренние органы. При очень резком охлаждении организма при длительном воздействии наблюдается стойкий сосудистый спазм, что вызывает ощущение боли.

При продолжительном действии холода дыхание становится неритмичным, частота и объем вдоха увеличивается, изменяется углеводный обмен. Приrost обменных процессов при понижении температуры на 1°С составляет около 10%, а при интенсивном охлаждении он может возрасти в 3 раза по сравнению с уровнем основного обмена. Появляется мышечная дрожь, при которой никакой работы не совершается, а вся энергия превращается в теплоту. Место выработки тепла в организме - скелетные мышцы. При незначительном охлаждении начинается их непроизвольная микровибрация, затем происходит длительная синхронная активность отдельных мышечных волокон (терморегуляционный тонус) и при очень сильном охлаждении возникает холодная дрожь. Теплообразование в этом случае повышается в 3-5 раз.

При произвольной мышечной активности (ходьбе, беге) также образуется тепло, а теплообразование в организме может увеличиваться в 10-20 раз. Появление мышечной дрожи в течение некоторого времени может задерживать снижение температуры внутренних органов даже при интенсивном охлаждении поверхности тела. Однако при продолжении действия холода могут возникнуть холодовые травмы и даже наступить смерть.

Действие теплового излучения на организм имеет ряд особенностей, одной из которых является способность инфракрасных лучей различной длины волны проникать на различную глубину и поглощаться соответствующими тканями, оказывая тепловое действие.

Короткие инфракрасные лучи (до 1,5 мкм) проникают в ткани на глубину нескольких сантиметров, поглощаются кровью и водой в слоях кожи и подкожной клетчатки, а также

способны проникать через кости черепной коробки и воздействовать на мозговые оболочки, мозговую ткань.

Длинные инфракрасные лучи (более 1,5 мкм) поглощаются верхним 2-миллиметровым слоем кожи. Особенно сильно поглощаются лучи с длиной волны 6-10 мкм, вызывая "калящий эффект".

Воздействие инфракрасного излучения на организм проявляется как общими, так и местными реакциями. Местная реакция сильнее выражена при облучении длинноволновыми инфракрасными лучами. Коротковолновое инфракрасное излучение обладает более выраженным общим действием. Степень повышения температуры кожи в ответ на инфракрасное облучение находится в зависимости от его интенсивности. Тепловое облучение интенсивностью до 350 Вт/м² не вызывает неприятного ощущения, при 1050 Вт/м² уже через 3...5 мин на поверхности кожи появляется неприятное жжение (температура кожи повышается на 8...10°C), а при 3500 Вт/м² через несколько секунд возможны ожоги.

Наряду с ростом температуры облучаемой поверхности тела наблюдается также рефлекторное изменение частоты пульса на фоне неизменной температуры тела. При облучении интенсивностью 700...1400 Вт/м² частота пульса увеличивается на 5...7 ударов в минуту. Время пребывания в зоне теплового облучения лимитируется в первую очередь температурой кожи, болевое ощущение появляется при температуре кожи 40...45 °С (в зависимости от участка).

Под влиянием теплового облучения в организме происходят биохимические сдвиги, уменьшается кислородная насыщенность крови, понижается венозное давление, замедляется кровоток и как следствие наступает нарушение деятельности сердечно-сосудистой и нервной систем. Изменения в организме под воздействием инфракрасного излучения зависят от его интенсивности, спектрального состава, площади и зоны облучения. Так, наибольший эффект наблюдается при облучении области шеи, верхней половины туловища.

При действии инфракрасной радиации могут развиваться патологические состояния у отдельных лиц в связи с профессиональной деятельностью:

- повреждения кожи;
- повреждения глаз;
- солнечный удар.

Изменения на коже характеризуются эритемой, при интенсивном облучении может быть ожог, при длительном воздействии на коже может развиваться коричнево-красная пигментация.

К патологическим изменениям глаз относятся конъюнктивиты, помутнение роговицы и др. Длительное воздействие (10-20 лет) коротковолновой инфракрасной радиации большой

интенсивности на глаза может вызвать поражение хрусталика - катаракту (у сталеваров, прокатчиков, кузнецов, кочегаров, стеклодувов).

Солнечный удар может возникнуть при работах на открытом воздухе (строители, геологи, сельскохозяйственные рабочие и др.) в результате интенсивного прямого облучения головы инфракрасным излучением коротковолнового диапазона (1-1,4 мкм), следствием чего является тяжелое поражение оболочек и мозговой ткани вплоть до выраженного менингита и энцефалита. Клиническая картина солнечного удара характеризуется общей слабостью, головной болью, головокружением, шумом в ушах, беспокойством, расстройством зрения, тошнотой, рвотой. В тяжелых случаях - помрачнение сознания, резкое возбуждение, судороги, галлюцинации, бред, потеря сознания. Температура тела при этом в отличие от теплового удара нормальная или незначительно повышена.

Гигиеническое нормирование параметров микроклимата жилых и производственных помещений

Оптимальные и допустимые параметры микроклимата в помещениях жилых зданий содержатся в санитарных правилах СанПиН 2.1.2.2645-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы", которые утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ.

В тёплый период года в жилых комнатах за оптимальные параметры микроклимата принята температура воздуха 22-25 °С при относительной влажности воздуха 60-30 % и скорости движения воздуха 0,2 м/с.

В холодный период года в жилых комнатах оптимальные параметры микроклимата - температура воздуха 20 - 22 °С при относительной влажности воздуха 45-30 % и скорости движения воздуха 0,15 м/с.

Санитарные правила СанПиН 2.1.2.2645-10 устанавливают обязательные санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях, которые следует соблюдать при размещении, проектировании, реконструкции, строительстве и эксплуатации жилых зданий и помещений, предназначенных для постоянного проживания.

Требования этих санитарных правил не распространяются на условия проживания в зданиях и помещениях гостиниц, общежитий, специализированных домов для инвалидов, детских приютов, вахтовых поселков, и предназначены для граждан, индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, деятельность которых связана с проектированием, строительством, реконструкцией и эксплуатацией жилых зданий и помещений, а также для

органов, уполномоченных осуществлять [государственный санитарно-эпидемиологический надзор](#).

Комфортные условия микроклимата и воздушной среды жилого помещения нам обеспечивают системы отопления и вентиляции здания.

Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда [ГОСТ 12.1.005-88](#) "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны" и [СанПиН 2.24.548-96](#) "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений". Они едины для всех производств и всех климатических зон с некоторыми незначительными отступлениями.

В этих нормах отдельно нормируется каждый компонент микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температура, относительная влажность, скорость воздуха в зависимости от способности организма человека к акклиматизации в разное время года, характера одежды, интенсивности производимой работы и характера тепловыделений в рабочем помещении.

Параметры микроклимата в производственных помещениях контролируются различными контрольно-измерительными приборами. Для измерения температуры воздуха в производственных помещениях применяют ртутные (для измерения температуры выше 0°C) и спиртовые (для измерения температуры ниже 0°C) термометры. Например, можно [купить термометр ТМ](#). Существуют и другие устройства для измерения температуры воздуха, например, термопары. Если требуется постоянная регистрация изменения температуры во времени, используют приборы, называемые термографами.

Для оценки характера одежды (теплоизоляции) и акклиматизации организма в разное время года введено понятие периода года. Различают теплый и холодный период года. Теплый период года характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха +10°C и выше, холодный - ниже +10°C.

При учете интенсивности труда все виды работ, исходя из общих энергозатрат организма, делятся на три категории: легкие, средней тяжести и тяжелые. Характеристику производственных помещений по категории выполняемых в них работ устанавливают по категории работ, выполняемых 50% и более работающих в соответствующем помещении.

К легким работам (категории I) с затратой энергии до 174 Вт относятся работы, выполняемые сидя или стоя, не требующие систематического физического напряжения (работа контролеров, в процессах точного приборостроения, конторские работы и др.). Легкие работы подразделяют на категорию Ia (затраты энергии до 139 Вт) и категорию Ib (затраты энергии 140... 174 Вт).

К работам средней тяжести (категория, II) относят работы с затратой энергии 175...232 Вт (категория IIa) и 233. ..290 Вт (категория IIб). В категорию IIa входят работы, связанные с постоянной ходьбой, выполняемые стоя или сидя, но не требующие перемещения тяжестей, в категорию IIб - работы, связанные с ходьбой и переноской небольших (до 10 кг) тяжестей (в механосборочных цехах, текстильном производстве, при обработке древесины и др.).

К тяжелым работам (категория III) с затратой энергии более 290 Вт относят работы, связанные с систематическим физическим напряжением, в частности с постоянным передвижением, с переноской значительных (более 10 кг) тяжестей (в кузнечных, литейных цехах с ручными процессами и др.).

По интенсивности тепловыделений производственные помещения делят на группы в зависимости от удельных избытков явной теплоты. Явной называется теплота, воздействующая на изменение температуры воздуха помещения, а избытком явной теплоты - разность между суммарными поступлениями явной теплоты и суммарными теплопотерями в помещении.

Явная теплота, которая образовалась в пределах помещения, но была удалена из него без передачи теплоты воздуху помещения (например, с газами от дымоходов или с воздухом местных отсосов от оборудования), при расчете избытков теплоты не учитывается. Незначительные избытки явной теплоты - это избытки теплоты, не превышающие или равные 23 Вт на 1 м³ внутреннего объема помещения. Помещения со значительными избытками явной теплоты характеризуются избытками теплоты более 23 Вт/м³.

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м² при облучении 50 % поверхности человека и более, 70 Вт/м² - при облучении 25...50 % поверхности и 100 Вт/м² - при облучении не более 25 % поверхности тела.

Интенсивность теплового облучения работающих от открытых источников (нагретого металла, стекла, открытого пламени и др.) не должна превышать 140 Вт/м², при этом облучению не должно подвергаться более 25% поверхности тела и обязательно использование средств индивидуальной защиты.

В рабочей зоне производственного помещения согласно [ГОСТ 12.1.005-88](#) могут быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия.

Оптимальные микроклиматические условия - это такое сочетание параметров микроклимата, которое при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивает ощущение теплового комфорта и создает предпосылки для высокой работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия - это такие сочетания параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать напряжение реакций терморегуляции и которые не выходят за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает нарушений в состоянии здоровья, не наблюдаются дискомфортные теплоощущения, ухудшающие самочувствие и понижение работоспособности. Оптимальные параметры микроклимата в производственных помещениях обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые параметры - обычными системами вентиляции и отопления.

Вибрация

Вибрация – малые механические колебания, возникающие в упругих телах или телах, находящихся под воздействием переменного физического поля.

Воздействие вибрации классифицируется по:

1) Способу передачи колебаний:

а) общую, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека;

б) локальную, передающуюся через руки или ноги человека;

2) По направлению действия:

а) вертикальную по оси X, перпендикулярной к опорной поверхности;

б) горизонтальную по оси Y, от спины к груди;

с) горизонтальную, распространяющуюся по оси Z, от правого плеча к левому.

3) По временной характеристике:

а) постоянную, для которой контролируемый параметр за время наблюдения изменяется не более, чем в 2 раза (6дБ);

б) непостоянную, изменяющуюся по контролируемым параметрам более, чем в 2 раза.

Вибрация относится к факторам, обладающим высокой биологической активностью.

Развитие вибрационных патологий зависит от мощности колебательного процесса в зоне контакта и времени этого контакта, частоты и амплитуды колебаний, места приложения и направления оси вибрационного воздействия, явлений резонанса.

При повышении частоты колебаний более 0,7 Гц возможны резонансные колебания в органах человека. (голова, сидя при вертикальных вибрациях 20-30 Гц, горизонтальных 1,5-2 Гц, глазные яблоки 60-90 Гц, внутренние органы 3-3,5 Гц).

Выделяют 3 вида вибрационной патологии от воздействия общей, локальной и толчкообразной вибрации.

При действии на организм общей вибрации страдает в первую очередь нервная система и анализаторы: вестибулярный, зрительный, тактильный. Общая низкочастотная

вибрация оказывает влияние на обменные процессы, проявляющиеся изменением углеводного, белкового, ферментного, витаминного и холестерина обмена, биохимических показателей крови.

Толчкообразная вибрация вызывает микротравмы различных тканей с последующими реактивными изменениями.

Вибрационная болезнь от воздействия этих двух видов вибрации регистрируется у водителей транспорта и операторов транспортно-технологических машин и агрегатов, на заводах ЖБИ.

Локальная вибрация вызывает спазмы сосудов кисти, предплечий, нарушая снабжение их кровью; также действует на нервные окончания, мышечные и костные ткани, вызывает снижение кожной чувствительности, отложение солей в суставах пальцев, деформируя и уменьшая подвижность суставов. Таким вибрациям подвергаются, главным образом, люди, работающие с ручным механизированным инструментом (формовщики, бурильщики, заточники).

Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственных вибраций и правила работы с вибрационными механизмами и оборудованием ГОСТ 12.1.012 – 90. «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования». СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96. «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

Эти документы устанавливают классификацию вибраций, методы гигиенической оценки, нормируемые параметры и их допустимые значения, режимы труда лиц вибрационных профессий, требования к обеспечению вибробезопасности и к вибрационным характеристикам машин.

Акустические колебания.

1. звуковые 16 Гц – 20 кГц, воспринимаемые человеком;
2. инфразвуковые <16 Гц;
3. ультразвуковые >20 кГц.

Распространяясь в пространстве, звуковые колебания создают акустическое поле.

Шум - это совокупность аperiodических звуков различной интенсивности и частоты.

Шум влияет на весь организм человека: угнетает ЦНС, вызывает изменение скорости дыхания и пульса, способствует нарушению обмена веществ, возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонической болезни, может приводить к профессиональным заболеваниям.

Шум с уровнем звукового давления:

до 30 – 35 дБ – привычен для человека и не беспокоит;

до 40 – 70 дБ – создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывает ухудшение самочувствия, при длительном действии может быть причиной неврозов;

>75 дБ – может привести к потере слуха;

>140 дБ – возможен разрыв барабанных перепонки, контузия;

>160 дБ – смерть.

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены ГОСТ 12.1.003 – 83 и СН 2.2.4/2.1.8562 – 96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Документы дают классификацию шумов :

по спектру: на широкополосные и тональные;

по временным характеристикам: постоянные и непостоянные.

Для нормирования постоянных шумов применяют допустимые уровни звукового давления (УЗД) в девяти октавных полосах частот в зависимости от вида производимой деятельности.

Непостоянные шумы делятся на колеблющиеся во времени, прерывистые и импульсные. Нормируемой характеристикой таких шумов является эквивалентный по энергии уровень звука (ДБА).

В производственных условиях нередко возникает опасность комбинированного влияния высокочастотного шума и низкочастотного ультразвука, например, при работе реактивной техники, при плазменных технологиях.

Ультразвук как упругие волны не отличается от слышимого звука, однако частота колебательного процесса способствует большему затуханию колебаний вследствие трансформации энергии в теплоту.

Длительное систематическое влияние ультразвука, распространяющегося в воздухе, вызывает функциональные нарушения нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, слухового и вестибулярного анализаторов. Контактное воздействие высокочастотного ультразвука на руки приводит к периферическим неврологическим нарушениям (нарушениям капиллярного кровообращения в кистях рук, к снижению болевой чувствительности).

Ультразвуковые колебания могут вызывать изменения костной структуры с разрежением плотности костной ткани.

Гигиенические нормативы ультразвука определяет ГОСТ 12.1.001 – 89.

Инфразвук – область акустических колебаний с частотой ниже 16 – 20 Гц.

В условиях производства инфразвук сочетается с низкочастотным шумом, в ряде случаев – с низкочастотной вибрацией.

При воздействии инфразвука на организм уровнем 110 – 150 дБ могут возникать неприятные субъективные ощущения и многочисленные реактивные изменения: нарушения в ЦНС, сердечно-сосудистой и дыхательной системах, вестибулярном анализаторе. При воздействии инфразвука с уровнем 105 дБ отмечены психофизиологические реакции в форме повышения тревожности, эмоциональной неустойчивости.

Производственный шум и вибрации оказывают более агрессивное действие, чем инфразвук сопоставимых параметров.

Гигиеническая регламентация инфразвука производится по санитарным нормам СН 2.2.4/2.1.8.583 – 96, которые задают предельно допустимый уровень звукового давления (УЗД) на рабочих местах для различных видов работ, а также в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки.

Ударная волна

Ударная волна, по определению из Большой Советской Энциклопедии, - это скачок уплотнения, распространяющаяся со сверхзвуковой скоростью тонкая переходная область, в которой происходит резкое увеличение плотности, давления и скорости вещества.

Например, при взрыве взрывоопасных веществ образуются высоконагретые продукты, обладающие большой плотностью и находящиеся под высоким давлением. В начальный момент они окружены покоящимся воздухом при нормальной плотности и атмосферном давлении. Расширяющиеся продукты взрыва сжимают окружающий воздух, причём в каждый момент времени сжатым оказывается лишь воздух, находящийся в определённом объёме; вне этого объёма воздух остаётся в невозмущённом состоянии. С течением времени объём сжатого воздуха возрастает.

Звук представляет собой колебания плотности среды, распространяющиеся в пространстве. Уравнение состояния обычных сред таково, что в области повышенного давления скорость звука (скорость распространения возмущений) возрастает. Это неизбежно приводит к явлению опрокидывания решений, которые и порождают ударные волны.

В силу этого механизма, ударная волна в обычной среде - это всегда волна сжатия. Однако в тех системах, в которых скорость распространения возмущений уменьшается с ростом плотности, будет наблюдаться ударная волна разрежения.

Описанный механизм предсказывает неизбежное превращение любой звуковой волны в слабую ударную волну. Однако в повседневных условиях для этого требуется слишком большое время, так что звуковая волна успевает затухнуть раньше, чем нелинейности становятся заметны. Для быстрого превращения колебания плотности в ударную волну требуются сильные начальные отклонения от равновесия. Этого можно добиться либо

созданием звуковой волны очень большой громкости, либо механически, путём околосвукового движения объектов в среде. Именно поэтому ударные волны возникают при взрывах, при сверхзвуковых движениях тел (течение газа, при котором в рассматриваемой области скорости V его частиц больше местных значений скорости звука A), при мощных электрических разрядах и т.д.

Введение понятия ударной волны приписывают немецкому ученому Бернхарду Риману (1876).

Структура ударной волны

Типичная ширина ударной волны в воздухе - 10^{-4} мм (порядка нескольких длин свободного пробега молекул). Малая толщина такой волны дает возможность во многих задачах считать ее поверхностью разрыва. Но в некоторых случаях имеет значение структура ударной волны. Такая задача представляет и теоретический интерес. Для слабых ударных волн хорошее согласие эксперимента и теории дает модель, учитывающая вязкость и теплопроводность среды. Для ударных волн достаточно большой интенсивности структура должна учитывать (последовательно) стадии установления термодинамического равновесия поступательных, вращательных, для молекулярных газов еще и колебательных степеней свободы, в определенных условиях - диссоциацию и рекомбинацию молекул, химические реакции, процессы с участием электронов (ионизацию, электронное возбуждение).

Параметры УВ

Для характеристики ударной волны при взрыве газозвудушных смесей используются параметры по своему физическому содержанию аналогичные параметрам ударной волны при взрыве конденсированных взрывоопасных веществ.

Параметры ударной волны представлены в таблице 1.

Параметры ударной волны ЯВ мощностью 30 Кт

Таблица 1

Параметры	Расстояние от центра взрыва (км)					
	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5
Избыточное давление во фронте, кПа	35	75	48	26	17	12
Скорость фронта, м/с	94	43	40	37	36	35

Скорость		18	12	68	43	31
воздуха во фронте, м/с	10	9	4			

Условия на фронте ударной волны

При переходе через ударную волну должны выполняться общие законы сохранения массы, импульса и энергии. Соответствующие условия на поверхности волны - непрерывность потока вещества, потока импульса и потока энергии:

ρ - плотность,

u - скорость,

p - давление,

h - энтальпия, теплосодержание) газа. Индексом «0» отмечены параметры газа перед ударной волной, индексом «1» - за ней.

Эти условия носят название условий Ренкина - Гюгонио, поскольку первыми из опубликованных работ, где были сформулированы эти условия, считаются работы британского инженера Вильяма Ренкина (1870) и французского баллистика Пьера Анри Гюгонио (1889).

Воздействия ударной волны на людей, здания, сооружения

В случае возникновения ударной волны люди, здания, сооружения могут находиться под прямым или косвенным воздействием ударной волны. Прямое воздействие ударной волны на человека носит травматический характер, а при воздействии на здания, сооружения -- разрушительный характер.

Прямое воздействие ударной волны на человека приводит к травматическим последствиям, тяжесть которых зависит от величины давления во фронте ударной волны. Все травмы подразделяются по степени тяжести на легкие, средние, тяжелые и крайне тяжелые.

Открыто расположенные люди получают легкие травмы при избыточном давлении во фронте ударной волны 20-40 кПа. В этом случае человек может получить незначительные повреждения: ушибы, вывихи конечностей, временное повреждение слуха, легкие контузии.

Средние травмы человек получает при давлении 40-60 кПа, которые характеризуются серьезными контузиями, повреждениями слуха, кровотечением из носа и ушей, вывихами, переломами конечностей.

Тяжелые травмы наступают при давлении 60-100 кПа и характеризуются тяжелыми контузиями, значительными переломами конечностей, сильным кровотечением из носа и ушей.

Крайне тяжелые травмы человек получает при избыточном давлении более 100 кПа и такие травмы, как правило, оканчиваются летальным исходом.

Прямое воздействие избыточного давления во фронте ударной волны и скоростной напор на здания, сооружения и т. д. приводит к их частичному или полному разрушению. Разрушения зданий, сооружений в зависимости от величины давления могут быть слабыми, средними, сильными и полными.

Степень разрушения производственных комплексов в зависимости от избыточного давления может быть оценена следующим образом:

1. Для промышленного здания с металлическим или железобетонным каркасом: при избыточном давлении 50...60кПа - сильное, 40...50кПа - среднее, 20...40кПа - слабое;
2. Для кирпичного многоэтажного здания с остеклением: при избыточном давлении 20...30кПа - сильное, 10...20кПа - среднее, 8..10кПа - слабое;
3. Для кирпичного одно- двухэтажного здания с остеклением: при избыточном давлении 25...35кПа - сильное, 15...25кПа - среднее, 8...15кПа - слабое;
4. Для приборных стоек: при избыточном давлении 50...70кПа - сильное, 30...50кПа - среднее, 10...30кПа - слабое;
5. Для антенных устройств: при избыточном давлении 40кПа - сильное, 20...40кПа - среднее, 10...20кПа - слабое;
6. Для открытых складов с железобетонным перекрытием: при избыточном давлении 200кПа - сильное.

Косвенное воздействие ударной волны происходит за счет действия на людей, здания, сооружения и другие объекты обломков (зданий, сооружений, падающих деревьев и др.), появляющихся в результате действия прямой ударной волны.

Для уменьшения поражающего действия ударной волны необходимо выполнять требования строительных норм и при строительстве не допускать отклонений от проекта в сторону ухудшения прочностных характеристик для удешевления строительства.

Под воздействием ударной волны создаются очаги поражения, разрушения, размеры которых зависят от мощности и вида взрыва, рельефа местности.

Граница очага поражения на равнинной местности условно ограничивается радиусом с избыточным давлением во фронте ударной волны 10 кПа (0,1 кгс/см).

Средства и способы защиты от ударных волн

Личный состав закрытых боевых постов (на примере корабля) защищен от воздействия скоростного напора ударной волны самой конструкцией корабля. При нахождении на открытых боевых постах в целях ослабления воздействия ударной волны

личный состав должен лечь на палубу, укрываясь надо тройкой, башней или другой материальной частью.

В береговых условиях для защиты от ударной волны необходимо использовать окопы, рвы, траншеи и естественные укрытия, а при их отсутствии лечь на землю ногами к взрыву. При таком положении площадь поверхности тела, испытывающая прямой удар волны, уменьшается в несколько раз и вследствие этого снижается действие скоростного напора.

На параметры ударной волны заметное влияние оказывают рельеф местности, лесные массивы и растительность. На скатах, обращенных к взрыву с крутизной более 10° , давление увеличивается: чем круче скат, тем больше давление. На обратных скатах возвышенностей имеет место обратное явление. В лощинах, траншеях и других сооружениях земляного типа, расположенных перпендикулярно к направлению распространения ударной волны, метательное действие значительно меньше, чем на открытой местности. Давление в ударной волне внутри лесного массива выше, а метательное действие меньше, чем на открытой местности. Это объясняется сопротивлением деревьев воздушным массам, движущимся с большой скоростью за фронтом ударной волны.

Укрытие личного состава за холмами и насыпями, в оврагах, выемках и молодых лесах, использование фортификационных сооружений, танков, БМП, БТР и других боевых машин снижает степень его поражения ударной волной. Так, личный состав в открытых траншеях поражается ударной волной на расстояниях в 1,5 раза меньше, чем находящийся открыто на местности. Вооружение, техника и другие материальные средства от воздействия ударной волны могут быть повреждены или полностью разрушены. Поэтому для их защиты необходимо использовать естественные неровности местности (холмы, складки и т. п.) и укрытия.

Поражающее действие ударной волны воздушного ядерного взрыва больше чем наземного той же мощности, так как при воздушном взрыве дополнительно образуется отраженная волна, которая на некотором удалении от взрыва сливается с прямой волной и, соответственно, избыточное давление во фронте ударной волны увеличивается.

Электромагнитное поле и излучение

Электромагнитное поле (ЭМП) радиочастот характеризуется способностью нагревать материалы, распространяться в пространстве и отражаться от границы раздела двух сред, взаимодействовать с веществом.

Электромагнитные волны лишь частично поглощаются тканями биологического объекта, поэтому биологический эффект зависит от физических параметров ЭМП радиочастот: длины волны (частоты колебаний), интенсивности и режима излучения

(непрерывный, прерывистый, импульсно-модулированный), продолжительности и характера облучения организма (постоянное, интермиттирующее), а также от площади облучаемой поверхности и анатомического строения органа или ткани. Степень поглощения энергии тканями зависит от их способности к ее отражению на границах раздела, определяемой содержанием воды в тканях и другими их особенностями. При воздействии ЭМП на биологический объект происходит преобразование электромагнитной энергии внешнего поля в тепловую, что сопровождается повышением температуры тела или локальным избирательным нагревом тканей, органов, клеток, особенно с плохой терморегуляцией (хрусталик, стекловидное тело, семенники и др.). Тепловой эффект зависит от интенсивности облучения. Действие ЭМП радиочастот на центральную нервную систему при плотности потока энергии (ППЭ) более 1 мВт/см² свидетельствует о ее высокой чувствительности к электромагнитным излучениям. Изменения в крови наблюдаются, как правило, при ППЭ выше 10 мВт/см². При меньших уровнях воздействия наблюдаются фазовые изменения количества лейкоцитов, эритроцитов и гемоглобина (чаще лейкоцитоз, повышение эритроцитов и гемоглобина). При длительном воздействии ЭМП происходит физиологическая адаптация. Поражение глаз в виде помутнения хрусталика — катаракты — является одним из наиболее характерных специфических последствий воздействия ЭМП в условиях производства. Помимо этого следует иметь в виду и возможность неблагоприятного воздействия ЭМП-облучения на сетчатку и другие анатомические образования зрительного анализатора. Клинико-эпидемиологические исследования людей, подвергавшихся производственному воздействию СВЧ-облучения при интенсивности ниже 10 мВт/см², показали отсутствие каких-либо проявлений катаракты. Воздействие ЭМП с уровнями, превышающими допустимые, может приводить к изменениям функционального состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, нарушению обменных процессов и др. При воздействии значительных интенсивностей СВЧ могут возникать более или менее выраженные помутнения хрусталика глаза. Нередко отмечаются изменения в составе периферической крови. Начальные изменения в организме обратимы. При хроническом воздействии ЭМП изменения в организме могут прогрессировать и приводить к патологии. Интенсивность электромагнитных полей радиочастот на рабочих местах персонала, проводящего работы с источниками ЭМП, и требования к проведению контроля регламентируют специальные ГОСТы. ЭМП радиочастот в диапазоне частот 60 кГц — 300 МГц оценивается напряженностью электрической и магнитной составляющих поля; в диапазоне частот 300 МГц — 300 ГГц — поверхностной плотностью потока энергии (ППЭ) излучения и создаваемой им энергетической нагрузкой (ЭН). Максимальное значение ППЭ не должно превышать 10 Вт/м² (1000 мкВт/см²). Средства и методы защиты от ЭМП

подразделяются на три группы: организационные, инженерно-технические и лечебно-профилактические. Организационные мероприятия предусматривают предотвращение попадания людей в зоны с высокой напряженностью ЭМП, создание санитарно-защитных зон вокруг антенных сооружений различного назначения. Общие принципы, положенные в основу инженерно-технической защиты, сводятся к следующему: электрогерметизация элементов схем, блоков, узлов установки в целом с целью снижения или устранения электромагнитного излучения; защита рабочего места от облучения или удаление его на безопасное расстояние от источника излучения. Для экранирования рабочего места используют различные типы экранов: отражающие и поглощающие. В качестве средств индивидуальной защиты рекомендуются специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани, и защитные очки. Лечебно-профилактические мероприятия должны быть направлены прежде всего на раннее выявление нарушений в состоянии здоровья работающих. Для этой цели предусмотрены предварительные и периодические медицинские осмотры лиц, работающих в условиях воздействия СВЧ, — 1 раз в 12 месяцев, УВЧ и ВЧ-диапазона — 1 раз в 24 месяца. Электрические поля токов промышленной частоты. Источниками электрических полей (ЭП) токов промышленной частоты являются линии электропередачи высокого и сверхвысокого напряжения, открытые распределительные устройства (ОРУ). При длительном хроническом воздействии ЭП возможны субъективные расстройства в виде жалоб невротического характера (чувство тяжести и головная боль в височной и затылочной областях, ухудшение памяти, повышенная утомляемость, ощущение вялости, раздражительность, боли в области сердца, расстройства сна; угнетенное настроение, апатия, своеобразная депрессия с повышенной чувствительностью к яркому свету, резким звукам и другим раздражителям), проявляющиеся к концу рабочей смены.

Расстройства в состоянии здоровья работающих, обусловленные функциональными нарушениями в деятельности нервной и сердечнососудистой систем астенического и астеновегетативного характера, являются одним из первых проявлений профессиональной патологии. Допустимые уровни напряженности электрических полей установлены в специальном ГОСТе ССБТ. Стандарт устанавливает предельно допустимые уровни напряженности электрического поля частотой 50 Гц для персонала, обслуживающего электроустановки и находящегося в зоне влияния создаваемого ими ЭП, в зависимости от времени пребывания и требований к проведению контроля уровней напряженности ЭП на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряженности воздействующего ЭП равен 25 кВ/м. Пребывание в ЭП напряженностью более 25 кВ/м без средств защиты не

допускается. Допустимое время пребывания в ЭП напряженностью свыше 5 до 20 кВ/м включительно определяется по формуле

$$T = \frac{50}{E} - 2,$$

где T — допустимое время пребывания в ЭП при соответствующем уровне напряженности, ч;

E — напряженность воздействующего ЭП в контролируемой зоне, кВ/м.

Расчет допустимой напряженности в зависимости от времени пребывания в ЭП производится по формуле

$$E = \frac{50}{T + 2}.$$

Допустимое время пребывания в ЭП может быть одноразово или дробно в течение рабочего дня. В остальное рабочее время напряженность ЭП не должна превышать 5 кВ/м. Требования ГОСТа действительны при условии исключения возможности воздействия электрических зарядов на персонал, а также при условии применения защитного заземления всех изолированных от земли предметов, машин и механизмов, к которым возможно прикосновение работающих в зоне влияния ЭП. Средства защиты от электрического поля частотой 50 Гц:

- стационарные экранирующие устройства (козырьки, навесы, перегородки);
- переносные (передвижные) экранирующие средства защиты (инвентарные навесы, палатки, перегородки, щиты, зонты, экраны и т. д.).

К индивидуальным средствам защиты относятся: защитный костюм — куртка и брюки, комбинезон; экранирующий головной убор — металлическая или пластмассовая каска для теплого времени года и шапка-ушанка с прокладкой из металлизированной ткани для холодного времени года; специальная обувь, имеющая электропроводящую резиновую подошву или выполненная целиком из электропроводящей резины.

Комплекс лечебно-профилактических мероприятий для работающих аналогичен требованиям как при действии ЭМП диапазона радиочастот.

Статическое электричество — это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности и в объеме диэлектрических и полупроводниковых материалов или на изолированных проводниках. Постоянное электростатическое поле (ЭСП) — это поле неподвижных зарядов, осуществляющее взаимодействие между ними. Возникновение

зарядов статического электричества происходит при относительном перемещении двух находящихся в контакте тел, кристаллизации, а также вследствие индукции.

ЭСП характеризуется напряженностью (E), определяемой отношением силы, действующей в поле на точечный электрический заряд, к величине этого заряда. Единицей измерения напряженности ЭСП является вольт на метр (В/м). Электрические поля создаются в энергетических установках и при электротехнологических процессах. В зависимости от источников образования они могут существовать в виде собственно электростатического поля (поля неподвижных зарядов) или стационарного электрического поля (электрическое поле постоянного тока).

Исследования биологических эффектов показали, что наиболее чувствительны к электростатическим полям нервная, сердечно-сосудистая, нейрогуморальная и другие системы организма.

У людей, работающих в зоне воздействия электростатического поля, встречаются разнообразные жалобы: на раздражительность, головную боль, нарушение сна, снижение аппетита и др. Характерны своеобразные "фобии", обусловленные страхом ожидаемого разряда. Склонность к "фобиям" обычно сочетается с повышенной эмоциональной возбудимостью.

Допустимые уровни напряженности электростатических полей установлены в специальном ГОСТе ССБТ. Они зависят от времени пребывания на рабочих местах.

Предельно допустимый уровень напряженности электростатических полей ($E_{\text{пред}}$) равен 60 кВ/м в 1 ч.

При напряженности электростатических полей менее 20 кВ/м время пребывания в электростатических полях не регламентируется.

В диапазоне напряженности от 20 до 60 кВ/м допустимое время пребывания персонала в электростатическом поле без средств защиты t (ч) определяется по формуле

$$t_{\text{доп}} = \frac{E_{\text{пред}}^{-2}}{E_{\text{факт}}},$$

где $E_{\text{факт}}$ — фактическое значение напряженности электростатического поля. кВ/м.

Применение средств защиты работающих обязательно в тех случаях, когда фактические уровни напряженности электростатических полей на рабочих местах превышают 60 кВ/м.

Одним из распространенных средств защиты от статического электричества является уменьшение генерации электростатических зарядов или их отвод с наэлектризованного материала, что достигается:

- заземлением металлических и электропроводных элементов оборудования;
- увеличением поверхностной и объемной проводимости диэлектриков;
- установкой нейтрализаторов статического электричества.

Заземление проводится независимо от использования других методов защиты.

Более эффективным средством защиты является увеличение влажности воздуха до 65-75%, если позволяют условия технологического процесса.

В качестве индивидуальных средств защиты могут применяться: антистатическая обувь, антистатический халат, заземляющие браслеты для защиты рук и другие средства, обеспечивающие электростатическое заземление тела человека.

Профессиональные вредности радиоволн

Искусственными источниками электромагнитных полей ВЧ, УВЧ, СВЧ могут являться различные типы генераторов, индукторы, блоки передатчиков, фидерные линии, конденсаторы, антенные системы и др. Лица, работающие с генератором и передающей системой электромагнитных колебаний радиочастот, могут подвергаться воздействию различных диапазонов ВЧ, УВЧ, СВЧ. При конструировании, испытании, настройке и эксплуатации станций, отдельных блоков, генерирующих электромагнитную энергию, возможно излучение волн в рабочее помещение. Иногда возможно облучение персонала и населения, не связанного профессионально с излучающей аппаратурой, но попадающего под воздействие радиоволн от мощных антенных систем.

В целях предотвращения переоблучения и сохранения здоровья трудящихся введены «Санитарные нормы и правила при работе с источниками электромагнитных полей высоких, ультравысоких и сверхвысоких частот», устанавливающие предельно допустимые уровни систематического облучения радиоволнами с уровнями, превышающими допустимые, может привести к значительным изменениям некоторых систем организма человека. Отмечается развитие астенического синдрома различной степени выраженности. При этом характерны жалобы на головные боли, понижение работоспособности, расстройство сна, раздражительность, повышенную потливость, ослабление памяти, иногда снижение половой потенции. При длительных и частых облучениях выше предельно допустимых уровней могут возникать тремор век и пальцев вытянутых рук, повышение сухожильных рефлексов, вегетативные расстройства (красный стойкий дермографизм, акроцианоз, гипергидроз и др.), чувство страха, галлюцинации, обморочное состояние и др. Результаты

электроэнцефалограммы указывают на функциональные сдвиги в виде развития торможения в корковых клетках.

Со стороны сердечнососудистой системы изменения чаще идут по типу нейроциркуляторной дистонии с характерными жалобами: боли в области сердца, одышка, особенно при физической нагрузке, ощущение сердцебиения и «замирания» сердца. Объективно: брадикардия, гипотония, приглушение первого тона сердца, иногда систолический шум на верхушке, синусовая аритмия, признаки гипоксии миокарда и др. Иногда наблюдается лейкопения, относительный лимфоцитоз, эозинофилия, увеличение числа эритроцитов. Однако изменения состава периферической крови не являются стойкими, а иногда по своим показателям противоречивы.

Отмечаются слезотечение, резь в глазах, ощущение «песка» за веками, конъюнктивиты. При грубых нарушениях техники безопасности при работе с источниками излучения может развиваться катаракта.

Со стороны эндокринной системы отмечено усиление функции гипофиза и коры надпочечников, а также повышение активности щитовидной железы.

Необходимо иметь в виду, что клиническая картина при воздействии электромагнитного поля различных диапазонов (ВЧ, УВЧ, СВЧ) имеет свои особенности и может значительно варьировать. Все вышеперечисленные изменения в большинстве своем обратимы.

Действие инфракрасных излучений на организм человека и их нормирование

Инфракрасное излучение (ИК) – часть спектра электромагнитных излучений с длиной волны от 780 нм до 1000 мкм, энергия которых при поглощении веществом вызывает тепловой эффект. В зависимости от биологического действия ИК диапазон спектра по длине волны подразделяется на три области: ИК-А – от 780 до 1400 нм, ИК-В – от 1400 до 3000 нм и ИК-С – от 3000 нм до 1000 мкм.

В производственных условиях гигиеническое значение имеет диапазон от 0,76 до 70 мкм.

Длинноволновое излучение обжигает сильнее, чем коротковолновое.

Коротковолновая радиация проникает глубоко в ткани и вызывает повышение температуры глуболежащих тканей. Максимальной проникающей способностью обладают красные лучи видимого спектра и короткие инфракрасные лучи с длиной волны до 1,5 мкм, мало поглощаемые поверхностью кожи. Коротковолновые ИК могут фокусироваться на сетчатке, вызывая ее повреждение.

Характер теплового ощущения и время переносимости в зависимости от интенсивности теплового потока приведены в табл. 2.

Характер теплового ощущения и время переносимости в зависимости от интенсивности теплового потока

Таблица 2

Интенсивность теплового потока, Вт/м ²	Характер теплового ощущения	Время переносимости анализатором, с
277-555	Слабое	Неопределенно долго
556-1027	Умеренное	180-300
1028-1583	Среднее	40-60
1584-2083	Значительное	20-30
2084-2777	Высокое	12-24
2778-3472	Сильное	8-10
3473	Очень сильное	2-5

Биологическое действие инфракрасного излучения помимо усиления теплового воздействия на организм работающего имеет и специфическое влияние, зависящее от интенсивности энергии излучения отдельных участков его спектра.

ИК могут вызывать изменения в миокарде, водно-электролитном балансе организма, влиять на состояние верхних дыхательных путей.

Под влиянием ИК в организме человека происходят биохимические сдвиги и изменения функционального состояния ЦНС:

- образуются специфические биологически активные вещества типа гистамина, холина, повышается уровень фосфора и натрия в крови, усиливается секреторная функция желудка, поджелудочной и слюнной желез;
- развиваются тормозные процессы, уменьшается нервно-мышечная возбудимость, понижается общий обмен веществ.

Нормируется ИК по интенсивности допустимых суммарных потоков излучения в зависимости от длины волны, размера облучаемой площади, защитных свойств спецодежды в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 “Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений”.

Действие видимого (светового) излучения

Видимое (световое) излучение – диапазон электромагнитных колебаний от 780 до 400 нм. Этот вид излучения может представлять опасность для кожи и глаз при высоких уровнях энергии. Пульсация яркого света вызывает сужение поля зрения у человека, ухудшает зрение, оказывает влияние на ЦНС. Световой импульс большой энергии может привести к ожогам открытых участков тела. Может происходить повреждение сетчатки при длительном воздействии света умеренной интенсивности голубой части спектра. Желто-зеленые лучи воспринимаются глазом как самые яркие, красные и фиолетовые кажутся самыми слабыми.

Исследования ученых по воздействию цветового спектра на организм человека позволили сделать следующие выводы:

- красный цвет стимулирует нервные центры, левое полушарие, заряжает энергией печень и мышцы. Однако при длительном воздействии может вызвать усталость и учащение сердцебиения. Противопоказан красный цвет при лихорадке, нервном возбуждении, гипертонии, воспалительных процессах, невритах, плохо воздействует он и на ярко-рыжих людей;

- желтый и лимонный цвета активизируют двигательные центры, генерируют энергию для мышц, стимулируют работу печени, кишечника, кожи, обладают слабительными и желчегонными действиями, вызывают радостное настроение. Эти цвета противопоказаны при повышенной температуре тела, невралгии, перевозбуждении, воспалительных процессах и зрительных галлюцинациях;

- зеленый цвет устраняет спазмы кровеносных сосудов и понижает кровяное давление, расширяет капилляры, стимулирует гипофиз, способствует хорошему настроению;

- синий цвет способствует спазму сосудов и повышает кровяное давление. Обладает противомикробным действием, используется при дезинфекции помещений, лечении болезней уха, горла, носа, желудочно-кишечного тракта. При длительном воздействии темно-синий цвет может вызвать усталость и депрессию;

- белый цвет – холодный, спокойный, создает впечатление праздничности и торжественности и в то же время скромности и простоты. Помещения с белыми стенами светлые, уютные и вместе с тем достаточно парадные;

- серый цвет – унылый, вызывает апатию, скуку. Темно-серый цвет действует угнетающе;

- черный цвет – мрачный, тяжелый. Ассоциируется с ночью, темнотой. Действует угнетающе, резко снижает настроение и работоспособность.

Характеристики воздействия на организм фиолетового цвета примерно те же, что и синего цвета.

Видимые и инфракрасные излучения больших уровней могут приводить к истощению обменных процессов и развитию атеросклероза в организме.

Лазерное излучение

Лазер, или оптический квантовый генератор, — это генератор электромагнитного излучения оптического диапазона, основанный на использовании вынужденного (стимулированного) излучения.

В зависимости от характера активной среды лазеры подразделяются на твердотельные (на кристаллах или стеклах), газовые, лазеры на красителях, химические, полупроводниковые и др.

По степени опасности лазерного излучения для обслуживающего персонала лазеры подразделяются на четыре класса:

- класс I (безопасные) — выходное излучение не опасно для глаз;
- класс II (малоопасные) — опасно для глаз прямое или зеркально отраженное излучение;
- класс III (среднеопасные) — опасно для глаз прямое, зеркально, а также диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности и (или) для кожи прямое или зеркально отраженное излучение;
- класс IV (высокоопасные) — опасно для кожи диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

Классификация определяет специфику воздействия излучения на орган зрения и кожу. В качестве ведущих критериев при оценке степени опасности генерируемого лазерного излучения приняты величина мощности (энергии), длина волны, длительность импульса и экспозиции облучения.

Лазеры широко применяются в различных областях промышленности, науки, техники, связи, сельском хозяйстве, медицине, биологии и др.

Работа с лазерами в зависимости от конструкции, мощности и условий эксплуатации может сопровождаться воздействием на персонал неблагоприятных производственных факторов, которые разделяют на основные и сопутствующие. К основным факторам относятся прямое, зеркально и диффузно отраженное и рассеянное излучения. Степень выраженности их определяется особенностями технологического процесса. К сопутствующим относится комплекс физических и химических факторов, возникающих при работе лазеров, которые имеют гигиеническое значение и могут усиливать неблагоприятное действие излучения на организм, а в ряде случаев имеют самостоятельное значение. Поэтому при оценке условий труда персонала учитывают весь комплекс факторов производственной среды.

Действие лазеров на организм зависит от параметров излучения (мощности и энергии излучения на единицу облучаемой поверхности, длины волны, длительности импульса, частоты следования импульсов, времени облучения, площади облучаемой поверхности), локализации воздействия и анатомо-физиологических особенностей облучаемых объектов.

Действие лазерных излучений наряду с морфофункциональными изменениями тканей непосредственно в месте облучения вызывает разнообразные функциональные изменения в организме: в центральной нервной, сердечно-сосудистой, эндокринной системах, которые могут приводить к нарушению здоровья. Биологический эффект воздействия лазерного излучения усиливается при неоднократных воздействиях и при комбинациях с другими неблагоприятными производственными факторами.

Предельно допустимые уровни лазерного излучения регламентированы Санитарными нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров № 5804-91, которые позволяют разрабатывать мероприятия по обеспечению безопасных условий труда при работе с лазерами. Санитарные нормы и правила позволяют определять величины ПДУ для каждого режима работы, участка оптического диапазона по специальным формулам и таблицам. Нормируется и энергетическая экспозиция облучаемых тканей.

Предупреждение поражений лазерным излучением включает систему мер инженерно-технического, планировочного, организационного, санитарно-гигиенического характера.

При использовании лазеров II—III классов для исключения облучения персонала необходимо либо ограждение лазерной зоны, либо экранирование пучка излучения.

Лазеры IV класса опасности размещают в отдельных изолированных помещениях и обеспечивают дистанционным управлением.

К индивидуальным средствам защиты, обеспечивающим безопасные условия труда при работе с лазерами, относятся специальные очки, щитки, маски, снижающие облучения глаз до ПДУ.

Работающим с лазерами необходимы предварительные и периодические (1 раз в год) медицинские осмотры терапевта, невропатолога, окулиста.

Ультрафиолетовое излучение

Ультрафиолетовое излучение (УФ) представляет собой невидимое глазом электромагнитное излучение, занимающее в электромагнитном спектре промежуточное положение между светом и рентгеновским излучением (200—400 нм).

УФ-лучи обладают способностью выдавать фотоэлектрический эффект, проявлять фотохимическую активность (развитие фотохимических реакций), вызывать люминесценцию и отличаются значительной биологической активностью.

Известно, что при длительном недостатке солнечного света возникают нарушения физиологического равновесия организма, развивается своеобразный симптомокомплекс, именуемый "световое голодание".

Наиболее часто следствием недостатка солнечного света являются авитаминоз D, ослабление защитных иммунобиологических реакций организма, обострение хронических заболеваний, функциональные расстройства нервной системы.

УФ-облучение малыми дозами оказывает благоприятное стимулирующее действие на организм.

Активизируется деятельность сердца, улучшается обмен веществ, понижается чувствительность к некоторым вредным веществам из-за усиления окислительных процессов в организме (марганец, ртуть, свинец) и более быстрого выведения их из организма, улучшается кроветворение, снижается заболеваемость простудными заболеваниями, снижается утомляемость, повышается работоспособность. УФ-излучение от производственных источников (электросварка, ртутно-кварцевые лампы) может стать причиной острых и хронических заболеваний и поражений. Наиболее уязвимым для УФ-излучений являются органы зрения (фотоофтальмия, хронический конъюнктивит, катаракта хрусталика). Может наблюдаться острое воспаление кожных покровов, иногда с отеком и образованием пузырей, повышение температуры тела, озноб, головные боли, возможен рак кожи.

Для защиты кожи от УФ-излучения используют защитную одежду, противосолнечные экраны (навесы и т. п.), специальные покровные кремы.

Важное гигиеническое значение имеет способность УФ-излучения производственных источников изменять газовый состав атмосферного воздуха вследствие его ионизации. При этом в воздухе образуются озон и оксиды азота. Эти газы, как известно, обладают высокой токсичностью и могут представлять большую опасность, особенно при выполнении сварочных работ, сопровождающихся УФ-излучением, в ограниченных, плохо проветриваемых помещениях или в замкнутых пространствах.

С целью профилактики отравлений окислами азота и озоном соответствующие помещения должны быть оборудованы местной или общеобменной вентиляцией, а при сварочных работах в замкнутых объемах необходимо подавать свежий воздух непосредственно под щиток или шлем.

Интенсивность УФ-излучения на промышленных предприятиях установлена Санитарными нормами ультрафиолетового излучения в производственных помещениях № 4557-88.

Защитная одежда из поплина или других тканей должна иметь длинные рукава и капюшон. Глаза защищают специальными очками со стеклами, содержащими оксид свинца, но даже обычные стекла не пропускают УФ-лучи с длиной волны короче 315 нм.

Профессиональные заболевания, травмы

Травма (с греч. — рана, повреждение) — это нарушение анатомической целостности или физиологических функций тканей или органов человека, вызванное внезапным внешним воздействием.

Случай с работающим, связанный с воздействием на него опасного производственного фактора и сопровождающийся травмированием и потерей трудоспособности, рассматривается законодательством РФ как несчастный случай на производстве.

Профессиональным заболеванием называют нарушение здоровья работающего, вызванное влиянием на него вредных условий труда, а также длительным воздействием неблагоприятных производственных условий.

По социальной значимости все травмы можно разделить на производственные и непроизводственные.

По источнику и характеру повреждений травмы бывают:

- механические (вывих, перелом, порез, ушиб и т. п.);
- термические (тепловой ожог и обморожение);
- химические (химический ожог, отравление);
- электрические (электрические ожоги и знаки, металлизация кожи, электроофтальмия, параличи и т. п.);
- психические (испуг, нервное потрясение);
- лучевые (радиационные ожоги).

По степени тяжести последствий травмы можно подразделить:

- на микротравмы — ликвидируют непосредственно на рабочем месте.

Потеря трудоспособности не превышает одной рабочей смены;

- легкие — временная потеря трудоспособности с ее последующим полным восстановлением в процессе лечения;
- тяжелые — постоянная частичная или полная потеря трудоспособности и перевод пострадавшего на инвалидность (определяют врачи лечебных учреждений согласно Схеме определения тяжести несчастных случаев на производстве, в которую включены переломы костей свода и основания черепа, челюстей, повреждения органов грудной и брюшной полости, вывихи позвонков и т. п.);

- смертельные — приводят к смерти пострадавшего, которая может наступить как в момент происшествия, так и через какой-либо промежуток времени после него, например в процессе лечения.

По локализации различают травмы глаз, ног, головы (кроме глаз), туловища, пальцев рук, рук (кроме пальцев), а также множественные.

Профессиональные заболевания или отравления наступают в результате воздействия производственных вредных факторов.

Острое профессиональное отравление характеризуется поступлением в организм относительно больших количеств вредных веществ в течение одной рабочей смены и яркими клиническими проявлениями непосредственно в момент действия яда или через относительно небольшой (несколько часов) скрытый (латентный) период.

Хронические профессиональные отравления возникают постепенно при длительном действии производственных ядов, проникающих в организм в относительно небольших количествах.

Острое профессиональное заболевание возникает после однократного (не более одной рабочей смены) воздействия высоких концентраций химических веществ, содержащихся в воздухе рабочей зоны, а также уровней и доз других неблагоприятных факторов.

Хроническое профессиональное заболевание возможно при длительном влиянии на организм человека вредных или неблагоприятных условий труда.

При постановке диагноза профессионального отравления или заболевания врачи руководствуются перечнем заболеваний, которые могут быть признаны профессиональными: хронические пылевые бронхиты; инфекционные и паразитарные заболевания, однородные с той инфекцией, с которой работники находятся в контакте во время работы (бруцеллез, туберкулез, бешенство и др.); профессиональные новообразования (опухоли кожи, рак легких и т.п.); острые и хронические заболевания кожи; хронические рецидивирующие ларингиты, писчий спазм и др. Окончательный диагноз хронических форм заболеваний (отравлений) устанавливают в центрах профессиональной патологии на основании клинических данных о состоянии здоровья работника, выписки из медицинской карты больного, сведений о результатах предварительного и периодических медицинских осмотров, санитарно-гигиенической характеристики условий труда и копии трудовой книжки. После этого специалисты центра составляют медицинское заключение и посылают соответствующие извещения в орган государственного санитарно-эпидемиологического надзора, работодателю, страховщику и в учреждение здравоохранения, направившее больного.

Ионизирующие излучения. Источники радиации.

Ионизирующими излучениями называются такие виды лучистой энергии, которые, попадая в определенные среды или проникая через них, производят в них ионизацию.

Ионизация – это процесс превращение атомов и молекул в ионы.

Ионизирующие излучения возникают при распаде ядер некоторых химических элементов или в результате ядерных реакций. Этот процесс называется ионизацией, а само такое излучение – ионизирующим излучением.

Все источники радиации можно условно разделить на два вида:

-Естественные источники радиации (природного происхождения);

-Искусственные источники радиации (созданные человеком) [2].

Под влиянием ионизирующих излучений у человека возникает лучевая болезнь.

Главной целью радиационной безопасности является охрана здоровья населения, включая персонал, от вредного воздействия ионизирующего излучения путем соблюдения основных принципов и норм радиационной безопасности без необоснованных ограничений полезной деятельности при использовании излучения в различных областях хозяйства, в науке и медицине.

Нормы радиационной безопасности (НРБ-2000) применяются для обеспечения безопасности человека в условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного или природного происхождения.