

Производственная санитария и гигиена на производстве

В процессе труда на человека кратковременно или длительно воздействуют разнообразные неблагоприятные факторы (например, пыль, шум, пары, газы, вредные красители и пр.), которые могут привести к заболеванию и потере трудоспособности [21].

Изучением технологических процессов, условий труда, окружающей обстановки, в которой происходит работа человека, занимаются службы производственной санитарии. Для устранения причин, условий и факторов, отрицательно влияющих на здоровье человека, разрабатываются организационные, санитарно-гигиенические и лечебно-профилактические мероприятия. Они направлены на оздоровление условий труда и повышение его производительности на всех стадиях технологического процесса.

Условия и факторы, неблагоприятно влияющие на организм человека, можно разбить на три основных вида: физические (высокая или низкая температура, тепловые излучения, шум, вибрация и пр.), химические (пыль, газы, ядовитые вещества и пр.), биологические (инфекционные заболевания). Факторы, которые неблагоприятно влияют на организм человека в условиях его труда и нарушают его здоровье, называются профессиональными вредностями. Задачей службы производственной санитарии является выполнение комплекса мероприятий, направленных на оздоровление условий труда рабочих и повышение его производительности на всех стадиях технологического процесса, устранение неблагоприятно действующих на здоровье рабочих факторов и предупреждение профессиональных заболеваний.

Санитарными нормами предприятия предусматриваются предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Эти

концентрации являются максимально разовыми и в пределах 8-часового рабочего времени и всего рабочего стажа не могут вызвать у работающих заболевания или каких-либо отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования в процессе работы в отдаленные сроки.

В комплекс вопросов, решаемых в рамках производственной санитарии и гигиены труда, входят:

- обеспечение санитарно-гигиенических требований к воздуху рабочей зоны;
- обеспечение параметров микроклимата на рабочих местах;
- обеспечения нормативной естественной и искусственной освещенности;
- защита от шума и вибрации на рабочих местах;
- защита от ионизирующих излучений и электромагнитных полей;
- обеспечение спецпитанием, защитными пастами и мазями, спецодеждой и спецобувью, средствами индивидуальной защиты (противогазы, респираторы и т.п.);
- обеспечение согласно норм санитарно-бытовыми помещениями и др.

В условиях промышленного производства на человека нередко воздействуют низкая и высокая температура воздуха, сильное тепловое излучение, пыль, вредные химические вещества, шум, вибрация, электромагнитные волны, а также самые разнообразные сочетания этих факторов, которые могут привести к тем или иным нарушениям в состоянии здоровья, к снижению работоспособности. Для предупреждения у устранения этих неблагоприятных воздействий и их последствий проводится изучение особенностей производственных процессов, оборудования и обрабатываемых материалов (сырье, вспомогательные, промежуточные, побочные продукты, отходы производства) с точки зрения их влияния на организм работающих; санитарных условий труда (метеорологические факторы, загрязнение воздуха пылью и газами, шум, вибрация, ультразвук и др.); характера и организации трудовых процессов, изменений физиологических функций в процессе работы. Детально исследуется состояние здоровья работающих (общая и профзаболеваемость), а также состояние и гигиеническая эффективность санитарно-технических устройств и установок (вентиляционных, осветительных), санитарно-бытового оборудования, средств индивидуальной защиты.

Производственная санитария – система организационных, профилактических и санитарно-гигиенических мероприятий и средств, направленных на предотвращение воздействия на рабочих вредных производственных факторов.

Трудовая деятельность может выполняться на открытом воздухе и в помещениях.

Производственные помещения – замкнутые пространства в любых зданиях и сооружениях, где в течение рабочего времени постоянно или периодически осуществляется трудовая деятельность людей в различных видах производства. Человек может осуществлять работу в различных помещениях одного или нескольких зданий и сооружений. При таких условиях труда необходимо говорить о рабочем месте или рабочей зоне. Рабочей зоной считается пространство высотой до 2 м. над уровнем пола, площадки, в которой находятся рабочие места.

Рабочее место – это место постоянного или временного пребывания рабочих лиц в процессе трудовой деятельности, оснащенное необходимыми техническими средствами для безопасного выполнения работы или операций в соответствии с проектной документацией. Характер выполняемой работы определяет размеры рабочей зоны. Так при ведении монтажных работ на строительной площадке рабочая зона включает пространство, охватывающее выполняемые операции монтажниками и работу технологического оборудования. Производственная среда рабочего помещения определяется комплексом факторов. Наличие этих факторов (вредностей) в рабочей среде может повлиять не только на состояние организма, но и на производительность, качество, безопасность труда, привести к снижению работоспособности, вызвать функциональные изменения в организме и профессиональные заболевания. Вредности можно разделить на две группы:

1. Вредности, обусловленные метеорологическими условиями.
2. Вредности, обусловленные внешней производственной средой (газ, пыль, пары, ионизирующие излучения и т.д.)

В современных условиях автоматизации труда на организм действует комплекс слабо выраженных факторов, изучение эффекта взаимодействия крайне затруднено, поэтому промсанитария и гигиена труда решают следующие задачи:

- учет влияния факторов трудовой среды на здоровье и работоспособность;
- совершенствование методов оценки работоспособности и состояния здоровья;
- разработка организационно-технологических, инженерных, социально-экономических мероприятий по рационализации производственной среды;
- разработка профилактических и оздоровительных мероприятий;
- совершенствовать методику обучения.

Выполнение любой работы в течение продолжительного времени сопровождается утомлением организма, проявляемым в снижении работоспособности человека. Наряду с физической и умственной работой значительное воздействие на утомление оказывает и окружающая производственная среда, то есть условия, в которых протекает его работа.

Условия труда – это совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на функциональное состояние организма работающих, их здоровье и работоспособность в процессе труда. Они определяются применяемым оборудованием, технологией, предметами и продуктами труда, системой защиты рабочих, обслуживанием рабочих мест и внешними факторами, зависящими от состояния производственных помещений, создающими определенный микроклимат. Таким образом, исходя из характера выполняемых работ, условия труда специфичны как для каждого производства, цеха и участка, так и для каждого рабочего места.

Несчастные случаи на производстве и профессиональные заболевания являются не только человеческой трагедией, но и причиной наиболее серьезных экономических потерь.

Факторы, формирующие условия труда, можно разделить на следующие группы:

- санитарно-гигиенические;
- психофизиологические;
- эстетические;
- социально-психологические;
- организационно-экономические.

Санитарно-гигиенические условия формируются под влиянием на человека окружающей среды (вредные химические вещества, запыленность воздуха, вибрация, освещение, уровень шума, инфразвук, ультразвук, электромагнитное поле, лазерное, ионизирующее, ультрафиолетовое излучение, микроклимат, микроорганизмы, биологические факторы). Приведение этих факторов в соответствие с современными нормами, нормативами и стандартами является предпосылкой нормальной работоспособности человека.

Благоприятные санитарно-гигиенические условия труда способствуют сохранению здоровья человека и поддержанию устойчивого уровня его работоспособности. Работа по улучшению условий труда предполагает в первую очередь совершенствование техники, технологии и физико-химических свойств сырья, а также дальнейшее совершенствование производственных процессов с учетом комплекса санитарных норм, стандартов и требований.

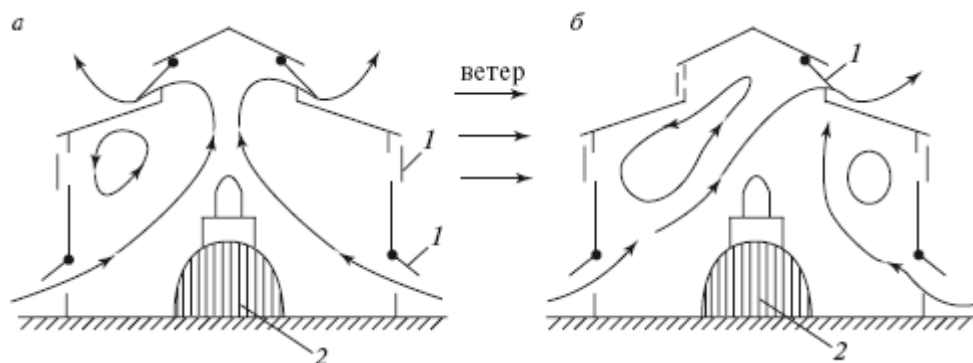
Гигиена труда или профессиональная гигиена – раздел гигиены, изучающий воздействие трудового процесса и окружающей производственной среды на организм работающих с целью разработки санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических нормативов и мероприятий, направленных на создание более благоприятных условий труда, обеспечение здоровья и высокого уровня трудоспособности человека. В комплекс вопросов, решаемых в рамках производственной санитарии и гигиены труда, входят:

- обеспечение санитарно-гигиенических требований к воздуху рабочей зоны;
- обеспечение параметров микроклимата на рабочих местах;
- обеспечения нормативной естественной и искусственной освещенности;
- защита от шума и вибрации на рабочих местах;
- защита от ионизирующих излучений и электромагнитных полей;
- обеспечение спецпитанием, защитными пастами и мазями, спецодеждой и спецобувью, средствами индивидуальной защиты (противогазы, респираторы и т.п.);
- обеспечение согласно норм санитарно-бытовыми помещениями.

В целях обеспечения в помещениях санитарно – гигиенических требований, соответствующих ГОСТ 12.1.005-88, предусматривается вентиляция.

Вентиляцией называется комплекс взаимосвязанных устройств и процессов для создания требуемого воздухообмена в производственных помещениях. Основное назначение вентиляции – удаление из рабочей зоны загрязненного или перегретого воздуха и подача чистого воздуха, в результате чего в рабочей зоне создаются необходимые благоприятные условия воздушной среды. Одна из главных задач, возникающих при устройстве вентиляции – определение воздухообмена, т. е. количество вентиляционного воздуха, необходимого для обеспечения оптимального санитарно-гигиенического уровня воздушной среды помещений. В зависимости от способа перемещения воздуха в производственных помещениях вентиляция делится на естественную и искусственную (механическую). Возможно и их сочетание – смешанная вентиляция. Если в помещении нет вредных выделений, то вентиляция должна обеспечивать воздухообмен не менее 30 м³/ч на каждого работающего (для помещений с объемом до 20 м³ на одного работающего). При выделении вредных веществ в воздух рабочей зоны необходимый воздухообмен определяют исходя из условий их разбавления до ПДК, а при наличии тепловых избытков – из условий поддержания допустимой температуры в рабочей зоне.

Естественная вентиляция производственных помещений осуществляется за счет разности температур в помещении и наружного воздуха (тепловой напор) или действия ветра (ветровой напор). Естественная вентиляция может быть организованной и неорганизованной. При неорганизованной естественной вентиляции воздухообмен осуществляется за счет вытеснения внутреннего теплого воздуха наружным холодным воздухом через окна, форточки, фрамуги и двери. Организованная естественная вентиляция (или аэрация) обеспечивает воздухообмен в заранее рассчитанных объемах, регулируемый в соответствии с метеорологическими условиями. Бесканальная аэрация осуществляется при помощи проемов в стенах и потолке и рекомендуется в помещениях большого объема со значительными избытками теплоты. Для получения расчетного воздухообмена вентиляционные проемы в стенах, а также в кровле здания (аэрационные фонари) оборудуют фрамугами, которые открываются и закрываются с пола помещения. Манипулируя фрамугами, можно регулировать воздухообмен при изменении наружной температуры воздуха или скорости ветра (рисунок 1).



а – при безветрии;

б – при ветре;

1 – вытяжные и приточные отверстия;

2 – тепловыделяющий агрегат

Рисунок 1 - Естественная вентиляция здания

В производственных помещениях небольшого объема, а также в помещениях, расположенных в многоэтажных производственных зданиях, применяют канальную аэрацию, при которой загрязненный воздух удаляется через вентиляционные каналы в стенах. Для усиления вытяжки на выходе из каналов на крыше здания устанавливают дефлекторы – устройства, создающие тягу при обдувании их ветром. Естественная вентиляция дешева и проста в эксплуатации. Основной ее недостаток заключается в том, что приточный воздух

вводится в помещение без предварительной очистки и подогрева, а удаляемый воздух не очищается и загрязняет атмосферу. Естественная вентиляция применима там, где нет больших выделений вредных веществ в воздух рабочей зоны [25].

Искусственная (механическая) вентиляция устраняет недостатки естественной вентиляции. При механической вентиляции воздухообмен осуществляется за счет напора воздуха, создаваемого вентиляторами (осевыми и центробежными); воздух в зимнее время подогревается, в летнее – охлаждается и, кроме того, очищается от загрязнений (пыли, вредных паров и газов). Механическая вентиляция бывает приточной, вытяжной, приточно-вытяжной, а по месту действия – общеобменной и местной.

При приточной системе вентиляции производится забор воздуха извне с помощью вентилятора через калорифер, где воздух нагревается и при необходимости увлажняется, а затем подается в помещение. Количество подаваемого воздуха регулируется клапанами или заслонками, устанавливаемыми в ответвлениях. Загрязненный воздух выходит через двери, окна, фонари и щели неочищенным.

При вытяжной системе вентиляции загрязненный и перегретый воздух удаляется из помещения через сеть воздуховодов с помощью вентилятора. Загрязненный воздух перед выбросом в атмосферу очищается. Чистый воздух подсасывается через окна, двери, неплотности конструкций.

Приточно-вытяжная система вентиляции состоит из двух отдельных систем – приточной и вытяжной, которые одновременно подают в помещение чистый воздух и удаляют из него загрязненный. Приточные системы вентиляции также возмещают воздух, удаляемый местными отсосами и расходуемый на технологические нужды: огневые процессы, компрессорные установки, пневмотранспорт и др.

При общеобменной вентиляции, применяемой во всех учебных помещениях, выделяющие вредные вещества разбавляются подаваемым чистым воздухом до ПДК.

Местная вентиляция бывает вытяжная и приточная. Вытяжную вентиляцию устраивают, когда загрязнения можно улавливать непосредственно у мест их возникновения. Для этого применяют вытяжные шкафы, зонты, завесы, бортовые отсосы у ванн, кожухи, отсосы у станков и т. д. К приточной вентиляции относятся воздушные души, завесы, оазисы.

Вытяжные шкафы работают с естественной или механической вытяжкой. Для удаления из шкафа избытков тепла или вредных примесей естественным путем необходимо наличие подъемной силы, которая возникает, когда температура воздуха в шкафу превышает температуру воздуха в помещении. Удаляемый воздух должен иметь достаточный запас энергии для преодоления аэродинамического сопротивления на пути от входа в шкаф до места выброса в атмосферу.

Для обеспечения нормальных условий труда и чистоты воздуха на рабочем месте в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 выбираем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию. Количество воздуха рассчитываем по кратности воздухообмена, установленным нормативным документом по формуле:

$$L = k \times V_n \times 0.8, \quad (7.1)$$

где L – количество воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$;

k - кратность воздухообмена, ч^{-1} ;

V_n - объем помещения, где происходит воздухообмен, м^3

Выбираем $k = 5 \text{ ч}^{-1}$, $V_n = 3200 \text{ м}^3$, тогда

$$L = 5 \times 3200 \times 0.8 = 12800 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Вентилятор выбираем по свободному графику для набора радиальных (центробежных) вентиляторов Ц – 4 – 70 и Ц – 76. По расчетному значению $L = 12800 \text{ м}^3/\text{ч}$ и при давлении $72 \text{ кг}/\text{м}^2$ выбираем вентилятор типа Ц – 4 – 70, вид исполнения А – 6.3095 – 1, КПД вентилятора $\eta = 0,805$.

Необходимую мощность на валу электродвигателя при перемещении чистого воздуха определяем по формуле:

$$N = \frac{L \times P_{\text{раб}}}{3600 \times 102 \times \eta_v \times \eta_n} \quad (7.2)$$

где η_n - КПД передачи при непосредственной насадке колеса, вентилятора на вал электродвигателя, $\eta_n = 1$.

$$N = \frac{12800 \times 72}{3600 \times 102 \times 0,805 \times 1} = 3.12 \text{ кВт}$$

Находим установленную мощность электродвигателя по формуле:

$$N_y = k_3 \times N \quad (7.3)$$

где k_3 – коэффициент запаса мощности, $k_3 = 1,3$;

$$N = 1,3 \times 3,12 = 4,1 \text{ кВт}$$

Для обеспечения при точно-вытяжной общеобменной вентиляции выбираем вентилятор типа Ц 4 –70 №63095 –1 с электродвигателем закрытого типа А 02-42-Н, производительностью 12800 м³/ч, число оборотов 1450 об/мин.

В холодное время для подачи теплого воздуха в помещении предусмотрены системы отопления, которые представляют собой калорифер, совмещенный с приточной вентиляцией, обогреваемые горячей теплофикационной водой с температурой от 60°C до 90°C – прямая т/ф вода и от 40°C до 70°C (в зависимости от температуры окружающего воздуха). Все взрывоопасные помещения оборудованы аварийной вентиляцией, которая включается одновременно с подачей звукового сигнала. В соответствии с СНиП 41.01-03 в производственном помещении предусматриваются воздушные системы отопления, которые представляют собой калорифер, совмещенный с приточной вентиляцией, обогреваемый горячей и теплофикационной водой.

Отопительные системы бывают центральные и местные. В системах центрального отопления энергия вырабатывается за пределами отапливаемых помещений, а затем распределяется по системе труб между потребителями. Центральное отопление в зависимости от вида теплоносителя бывает водяным, воздушным, паровым. В малокомплектных школах (с числом учащихся до 500 и площадью до 1000м²) возможно применение местных систем отопления, основой которых является совмещение генератора энергии с отопительным прибором. В настоящее время в качестве местного отопления используют газовое или электрическое. В отапливаемых помещениях для обогрева устанавливают отопительные приборы. Тип прибора зависит от системы отопления: при воздушном отоплении это калориферы, в системах водяного отопления – радиаторы, конвекторы, гладкие и ребристые трубы. В системах лучистого и панельного отопления функции отопительных приборов выполняют стены, потолок и т. д. Отопительные приборы с температурой теплоносителя выше 100С⁰ должны быть ограждены во избежание ожогов людей при случайном прикосновении. В системах воздушного отопления нагретый в калориферах воздух подается в отапливаемое помещение. В промышленных зданиях при воздушном отоплении используется рециркулируемый воздух, а в большинстве случаев – наружный воздух. В школьных мастерских допускается совмещение воздушного отопления с приточной вентиляцией при температуре подаваемого воздуха не более 60С⁰.

В настоящее время для поддержания комфортных условий в зоне пребывания людей все более широко используют кондиционирование. Системой кондиционирования называют совокупность технических средств, служащих для приготовления, перемещения и распределения воздуха, а также для автоматического регулирования его параметров. Системы кондиционирования включают средства для очистки от пыли, для нагрева, охлаждения и увлажнения воздуха, автоматического регулирования его параметров, контроля и управления.

Для освещения производственных и бытовых помещений используются естественные и искусственные источники света. Достаточность освещения в помещениях регламентируется СНиП 23-05-95. При расчете естественного освещения определяем площадь световых проемов для операторной при боковом освещении – S₀.

Нормативное значение КЕО, который для III климатической зоны с устойчивым снежным покровом I^{III}_н = 1,2;

коэффициент, учитывающий затемнение окон противостоящими зданиями k = 1;

коэффициент светопропускания (общий), τ₀ = 0,34;

коэффициент, учитывающий затемнение окон противостоящими зданиями k = 1;

коэффициент светопропускания (общий), τ₀ = 0,34;

коэффициент, учитывающий отражение света при боковом освещении, τ₁ = 2;

световая характеристика окна для бокового освещения h₀ = 25. Площадь пола помещения S_п = 10 × 24 = 240 м².

Определяем размеры оконных проемов:

$$S = \frac{I_n \times S_n \times h_0 \times k}{\tau_1 \times \tau_0 \times 100} = \frac{1,2 \times 240 \times 25 \times 1}{2 \times 0,34 \times 100} = 106 \text{ м}^2$$

При недостаточности естественного освещения предусматривается искусственное освещение. Расчет искусственного освещения производится в следующей последовательности: выбираем газоразрядные лампы ЛХБ, в зависимости от характера работы высокой точности устанавливаем общую систему освещения – разряд зрительной работы – III, контраст объекта различения с фоном – средний, характеристика фона – светлый, номинальный размер объекта различения 0,3 - 0,5 мм; коэффициент использования светового потока E_n – 50 Лк

Индекс помещения:

$$I = \frac{A \times B}{h \times (A + B)}, \quad (7.4)$$

где А, В – длина, ширина помещения;

h – высота подвески светильника под рабочей поверхностью, h = 1,5 м.

$$I = \frac{10 \times 24}{1,5(10 + 24)} = 4,7$$

Отражение пола – 70%, отраженность стен – 50%, для светильника типа ЛХБ коэффициент использования светового потока $\eta = 0,6$; коэффициент запаса, учитывающий снижение освещенности при эксплуатации k = 1,5; поправочный коэффициент светильника Z = 1,1; световой поток F = 3000 Лм при 40 Вт. Определяем общее количество светильников для люминесцентных ламп:

$$N = \frac{E_n \times S_n \times Z \times k}{F \times \eta \times m} = \frac{50 \times 240 \times 1,1 \times 1,5}{3000 \times 0,6 \times 2} = 55 \text{ шт.},$$

Степень защиты оболочки IP 54, Для освещения отделения насосной используем лампы В 3r-150. Световой поток F = 2000 Лм, мощность 150 Вт, напряжение 220В:

$$N = \frac{300 \times 1200 \times 1,1 \times 1,5}{0,4 \times 2000 \times 2} = 171 \text{ шт.}$$

При отключении рабочего освещения применяется аварийное освещение, которое составляет 5% от нормируемого значения освещенности, но не менее 2 Лк внутри здания и не менее 1 Лк по территории предприятия. Для работы в аппаратах и для местного освещения при ремонтных работах применяют переносное освещение с напряжением 36 В и лампы типа «шахтер». Свет и рациональное освещение влияют на самочувствие и здоровье человека, на повышение производительности труда и качество выпускаемой продукции. В данном помещении предусмотрено естественное и искусственное освещение. Производственное помещение освещается естественным светом через оконные проемы.

Электротравматизм по сравнению с другими видами производственного травматизма составляет небольшой процент (2–3 %), однако по числу травм с тяжелым и, особенно, летальным исходом занимает одно из первых мест. Электротравмы происходят по следующим причинам:

- организационные (нарушение требований правил и инструкций, недостатки в обучении персонала);
- технические (ухудшение электрической изоляции, отсутствие ограждений, сигнализации и блокировки, дефекты монтажа и др.);

психофизиологические (переутомление, несоответствие психофизиологических показаний данной профессии и др.).

Виды травм, связанных с воздействием электрической энергии на человека, могут быть различны по тяжести и зависят от ряда факторов, в том числе от строения организма, напряжения, рода и частоты тока, длительности действия тока и пути его протекания, схемы включения тела человека в электрическую цепь, условий окружающей среды.

Проходя через организм человека, электрический ток оказывает термическое, электролитическое, биологическое, механическое и световое действие. Термическое действие тока вызывает нагрев и ожоги участков тела. Электролитическое действие тока заключается в электролитическом разложении жидкостей в организме человека, в том числе и крови. Биологическое действие тока проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей и сопровождается непроизвольным судорожным сокращением мышц легких и сердца. Это ответные реакции организма, которые обусловлены нарушением биоэлектрических процессов, протекающих в организме человека. Механическое действие приводит к разрыву тканей организма, световое – к поражению глаз. Раздражающее действие тока на ткани организма может быть прямым или косвенным. Прямое действие обусловлено прохождением тока непосредственно через ткани, испытывающие раздражение. Косвенное или рефлекторное действие проявляется в возбуждении тканей, по которым ток и не протекает.

Электрический ток приводит к двум видам поражения: электрическим травмам и электрическим ударам.

Электрические травмы – это местные поражения тканей и органов. К ним относятся: электрические ожоги, электрические знаки и электрометаллизация кожи, механические повреждения в результате непроизвольных судорожных сокращений мышц при протекании тока (разрывы кожи, кровеносных сосудов и нервов, вывихи суставов, переломы костей), а также электроофтальмия – воспаление глаз в результате воздействия ультрафиолетовых лучей электрической дуги. Различные виды электротравм могут сопутствовать друг другу. Наиболее опасным принято считать электрический удар, приводящий к остановке работы сердца и легких.

Степень воздействия электрического тока на живой организм, как уже было сказано, зависит от величины и длительности протекания тока, электрического сопротивления человека, рода, частоты и пути прохождения тока. Основным поражающим фактором является сила тока, протекающего через тело человека, обуславливающая различную реакцию организма: от ощущения легкого зуда (0,6–1,5 мА переменного тока частоты 50 Гц и 5–7 мА постоянного тока) до непроизвольного судорожного сокращения тканей мышц (25 мА переменного и 80 мА постоянного тока), а также фибрилляция сердца и его остановка (100 мА и выше).

При выборе и расчете технических устройств и других средств защиты учитываются три основных параметра: сила тока I , протекающего через тело человека, напряжение прикосновения U и длительность протекания тока t . Напряжение прикосновения – это разность потенциалов двух точек электрической цепи, которых одновременно касается человек. Если человек одновременно касается двух проводников электрической цепи, то напряжение прикосновения будет равно напряжению источника. В случае прикосновения человека к поврежденной установке, имеющей заземление, напряжение прикосновения будет существенно ниже напряжения источника, так как любое заземляющее устройство снижает потенциал корпуса электроустановки, оказавшегося под напряжением, до допустимого значения (при условии выполнения требований к конструкции и величине сопротивления заземляющего устройства согласно Правилам устройства электроустановок – ПУЭ). Шаговое напряжение – это разность электрических потенциалов двух точек на поверхности земли, на которых одновременно (двумя ногами) стоит человек. Методы и средства защиты от поражения электрическим током в электроустановках. Электроустановками называется совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другие виды энергии. Конструкция электроустановок должна удовлетворять требованиям ПУЭ в соответствии с их назначением.

Для обеспечения безопасности персонала, обслуживающего электроустановки, используются как отдельные защитные средства и способы, так и их сочетания, т. е. системы защиты. Защитой от прикосновения к токоведущим частям электроустановок является изоляция проводов, ограждения, блокировка и защитные средства. Изоляция проводов характеризуется ее электрическим сопротивлением. Высокое сопротивление изоляции проводов относительно земли и корпусов электроустановок создает безопасные условия для обслуживающего персонала. Во время работы электроустановок состояние электрической изоляции ухудшается за счет нагревания, механических повреждений, влияния климатических условий и окружающей производственной среды (химически активных веществ и кислот, температуры, давления, большой влажности или чрезмерной сухости). Ограждения применяются

сплошные и сетчатые. Они должны быть огнестойкими. В установках напряжением выше 1000В должны соблюдаться наименьшие допустимые расстояния от токоведущих частей до ограждений, нормированные в ПУЭ. Блокировка применяется в электроустановках с огражденными токоведущими частями. Она автоматически обеспечивает снятие напряжения с токоведущих частей электроустановок при несанкционированном проникновении за ограждение. Защитой от напряжения, появившегося на корпусах электроустановок в результате нарушения изоляции, являются защитное заземление, зануление и защитное отключение. Защитное заземление устраивается в электрических сетях с изолированной и с заземленной нейтралью. Оно представляет собой преднамеренное соединение с землей нетоковедущих металлических корпусов электроустановок. Защитное заземление необходимо для снижения напряжения относительно земли до безопасной величины на металлических корпусах электроустановок, нормально не находящихся под напряжением и оказавшихся под таковым в результате повреждения изоляции. В зависимости от напряжения, мощности и режима нейтрали электроустановки в ПУЭ приводятся допустимые значения сопротивления заземляющего устройства. Зануление – это преднамеренное электросоединение с нулевым защитным проводником (НЗП), который многократно заземлен и соединен с глухозаземленной нейтралью трансформатора, металлических нетоковедущих частей ЭУ или другого ЭО, которые могут оказаться под напряжением.

Зануление ЭУ следует выполнять при напряжении 380В и выше \sim тока и 440В и выше \sim тока во всех ЭУ.

Занулению подлежат:

- корпуса ЭУ, приводы электрических аппаратов;
- вторичные обмотки измерительных трансформаторов;
- каркасы РП и щитов;
- металлические конструкции и части электрических линий;
- металлические корпуса передвижных и переносных ЭУ;
- ЭУ, размещенные на движущихся частях станков, машин и механизмов.

Рассчитаем отключающую способность проектируемого зануления ЭУ цеха и определим требуемое сопротивление ЭУ нейтрали трансформатора, если известно, что электропитание осуществляется по трехжильному кабелю от сухого трансформатора с вторичным напряжением 400/230 В; для защиты ЭД с короткозамкнутым ротором установлены плавкие предохранители с кратностью тока 4; в кабеле использованы медные жилы.

Исходные данные:

Трансформатор:

- мощность $S=1000\text{кВА}$;
- соединение обмоток Y/Y_0 ;
- напряжение на высокой стороне 20-35 кВ;
- номинальная мощность ЭД $P_d=125\text{кВт}$;
- длина проводов $l_n=400\text{м}$

Расчет по заданию:

Сечение фазных проводов по току нагрузки зануляемой ЭУ.

Ток нагрузки I_d (А), электродвигателя

$$I_d = \frac{1000 \times P}{\sqrt{3} \times U_{\text{лн}} \times \text{CoS}\phi \times \mu_{\text{д}}} = \frac{1000 \times 125}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,93 \times 0,92} = 210,9 \text{ (A)}$$

где $U_{\text{лн}} = 400 \text{ В}$ - номинальное линейное напряжение

$\text{CoS}\phi = 0,93$ – коэффициент мощности электродвигателя

$\mu_{\text{д}} = 0,92$ – КПД электродвигателя

Расчетный ток плавкой вставки $I_{\text{пв}}^1 \geq \frac{I_{\text{н}}}{2,5} = 2 \times 210,9 = 421,8 \text{ (A)}$

где $I_{\text{н}}$ – пусковой ток

По величине $I_{\text{пв}}$ принимаем проектный ток ПВ и выбираем плавкий предохранитель ПН-2-600 с номинальным током ПВ 500А

Сечение фазных проводов через экономическую плотность тока $i_{\text{фп}}$

$$S_{\text{фп}} = \frac{I_d}{i_{\text{фп}}} = \frac{210,9}{2,5} = 84,36 \text{ мм}^2 \text{ (7.5)}$$

По таблице выбираем сечение фазных проводов $S_{\text{фп}} = 95 \text{ мм}^2$, а допустимый ток $I = 175 \text{ А}$

Требуемый по ПУЭ ток однофазного кз:

$$I_{\text{кз}}^{\text{н}} = K \times I_{\text{н}} = 4 \times 500 = 2000 \text{ (A)} \text{ (7.6)}$$

Сопротивление петли «фаза-нуль»:

$$Z_{\text{н}} = \sqrt{(R_{\text{ф}} + R_{\text{нзп}})^2 + (X_{\text{ф}} + X_{\text{нзп}} + X_{\text{н}})^2} \text{ (7.6)}$$

где $R_{\text{ф}} = \frac{\rho \times l}{S_{\text{ф}}} = 0,018 \times 400 / 95 = 0,076 \text{ Ом}$ – активное сопротивление фазного проводника;

$R_{\text{нзп}}$ – активное сопротивление нулевого защитного проводника;

$X_{\text{ф}}$ - внутренне сопротивление фазного проводника;

$X_{\text{нзп}}$ - внутреннее индуктивное сопротивление нзп;

$X_{\text{н}}$ - внешнее индуктивное сопротивление

В качестве н.з.п. выбираем жилу кабеля сечением:

$S_{\text{изп}} \geq 0,5 \times S_{\text{фп}} \geq 0,5 \times 95 = 47,5 \text{ мм}^2$ (по таблице принимаем $S_{\text{изп}} = 50 \text{ мм}^2$), тогда $R_{\text{нзп}} = 0,018 \times 400 / 50 = 0,144 \text{ Ом}$, а величинами $X_{\text{ф}}$, $X_{\text{нзп}}$, $X_{\text{н}}$ пренебрегаем из- за их малых величин

$$Z_{\text{н}} = \sqrt{(0,076 + 0,144)^2} = 0,22 \text{ Ом}$$

Фактический ток при однофазном коротком замыкании $I_{\text{кз}}^{\text{ф}}$

$$I_{\text{кз}}^{\text{ф}} = \frac{U}{Z_{\text{м/з}} + Z_{\text{н}}} = 230 / 0,009 + 0,22 = 1040 \text{ (A)},$$

где $Z_{m/3}$ - полное сопротивление трансформатора=0,009Ом по таблице для сухих трансформаторов;

$U_{\text{ф}}$ - фазное напряжение

Полученное значение $I_{\text{кз}}^{\text{ф}} < I_{\text{кз}}^{\text{т}}$ - условие не выполняется, следовательно нужно вместо предохранителя применять автомат с кратностью тока 1.25, тогда $I_{\text{кз}}^{\text{м}} = K \cdot I_{\text{н}} = 1,25 \times 500 = 625 \text{ (A)}$

$I_{\text{кз}}^{\text{ф}} < I_{\text{кз}}^{\text{т}}$ - условие выполняется, следовательно отключающая способность конструируемого заземления обеспечена.

Потребное сопротивление ЗУ нейтрали трансформатора:

$$R_0 = R_{\text{зм}} \times U_{\text{пр.доп.}} / U_{\text{ф}} - U_{\text{пр.доп.}} = 20 \times 20 / 230 - 20 = 0,19 \text{ Ом},$$

где $R_{\text{зм}}$ - сопротивление замыкания фазы на землю ($R_{\text{зм}} \geq 20 \text{ Ом}$)

$U_{\text{пр.доп.}} = 20\text{В}$ – предельно допустимое напряжение прикосновения, выбирается по таблице

$$R_0 = 0,19 < R_{\text{н0}} = 4 \text{ Ом} - \text{условие выполняется}$$

Конструктивное решение по результатам расчета.

Таким решением является схема зануления цеховой электросети 400/230В для конкретного электродвигателя с расчетными данными по заданию. ПУЭ при организации проектного зануления рекомендует:

- присоединение нейтрали генератора, трансформатора на стороне до 1 кВ к заземлителю или ЗУ при помощи зануляющего проводника сечением не менее 2,5 мм² для алюминиевого изолированного проводника, ЗУ располагается в непосредственной близости от генератора или трансформатора. Его сопротивление в любое время года не должно превышать 4 Ом. Присоединение зануляемых частей ЭУ или других установок к глухозаземленной нейтральной точке, выводу или средней точке обмоток источника тока при помощи НЗП. Его проводимость должна быть не менее 50% проводимости вывода фаз. Этот проводник должен быть выполнен:

- при выводе фаз шинами – шиной на изоляторах;

- при выводе фаз кабелем – жилой кабеля. В кабелях с алюминиевой оболочкой допускается использовать ее в качестве НЗП вместо четвертой жилы.

Электрозащитные средства (рисунок 2) предназначены для защиты людей, работающих в электроустановках. К ним относятся:

- изолирующие штанги (оперативные, для наложения заземления, измерительные);

- изолирующие (для операций с предохранителями) и электроизмерительные клещи;

- указатели напряжения и фазировки;

- диэлектрические перчатки, боты, галоши, коврики;

- изолирующие накладки и подставки;

- переносные заземления;

- плакаты и знаки безопасности.

При работе в электроустановках при необходимости применяются также средства индивидуальной защиты (очки, каски, противогазы, монтажные пояса, страховочные канаты и др.) [14].



Рисунок 2 - Электрозащитные средства

Защитное заземление электроустановок

Исходные данные:

- напряжение электроустановки – до 1000 В;
- мощность – $P = 160$ кВт;
- удельное сопротивление грунта – $\rho = 40$ Ом·м;
- длина вертикальных электродов – $l = 2,5$ м;
- диаметр электродов – $d = 0,025$ м;
- ширина соединительной полосы – $b = 0,04$ м;
- расстояние от поверхности земли до верха электрода – $t_0 = 0,8$ м;
- коэффициент сезонности для вертикальных электродов – 1,5;
- коэффициент сезонности для горизонтального электрода – 3;
- расстояние между вертикальными электродами – $C = 2,5$ м;
- расположение вертикальных: в ряд.

При расчете необходимо:

- 1) определить количество вертикальных электродов;
- 2) разместить электроды на плане и разрезе, выполненных в соответствии с требованиями ЕСКД.

Последовательность расчета:

1 Расчет сопротивления растеканию тока одиночного вертикального заземлителя

$$R_{\text{за.з}} = \frac{\rho'}{2\pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right) \cdot \hat{H} \quad (7.7)$$

$$R_{\text{за.а}} = 21,441 \hat{\Omega} \quad (7.8)$$

2. Расчет минимального количества вертикальных электродов

$$n_{\text{а.в.г}} = \frac{R_{\text{за.а}}}{r_{\text{г}} \cdot \eta_{\text{а}}} \quad (7.9)$$

$r_{\text{г}}$ – нормируемое сопротивление = 4 Ом.

$$n_{\text{а.в.г}} = 5,36$$

принимаю $n_{\text{а.в.г}} = 6$.

3. Определяем по справочнику коэффициент использования вертикальных электродов группового заземлителя. Принимаю 1 заземлитель, следовательно, 0,65.

4. Расчет необходимого количества вертикальных электродов при $\eta_{\text{в}} = 0,65$

$$n_{\text{а.т.}} = \frac{R_{\text{за.а}}}{r_{\text{г}} \cdot \eta_{\text{а}}} = 8,246$$

принимаю $n_{\text{а.т.}} = 9$.

5. Расчет длины горизонтальной полосы, соединяющей вертикальные электроды

$$L = (n_{\text{а.т.}} - 1) \cdot \tilde{N} = 20 \text{ м} \quad (7.10)$$

6. Расчет сопротивления растеканию тока горизонтального электрода (полосы) без учета влияния вертикальных электродов

$$R_{\text{за.а}} = \frac{\rho''}{2\pi L} \cdot \ln \left(\frac{L^2}{d_1 \cdot t_0} \right) \cdot \hat{\Omega} \quad (7.11)$$

$$\rho'' = \psi_2 \cdot \rho = 3 \cdot 40 = 120 \hat{\Omega} \cdot \text{м} \quad (7.12)$$

$$d_1 = 0,5 \cdot b = 0,5 \cdot 0,04 = 0,02 \text{ м} \quad (7.13)$$

$$R_{\text{за.а}} = \frac{120}{2 \cdot 3,14 \cdot 20} \cdot \ln \left(\frac{20^2}{0,02 \cdot 0,8} \right) = 9,675 \hat{\Omega}$$

7. По справочнику вычисляем коэффициент использования горизонтального электрода (полосы) = 0,64.

8. Расчет сопротивления заземляющего устройства

$$R = \frac{R_{\text{за.а}} \cdot R_{\text{за.а}}}{R_{\text{за.а}} \cdot \eta_{\text{а}} + R_{\text{за.а}} \cdot \eta_{\text{а}} \cdot n_{\text{а.т.}}} = 2,95 \hat{\Omega}$$

9. Сравниваем полученную величину сопротивления заземляющего устройства R с нормируемой величиной сопротивления заземления $r_{\text{г}}$: $2,95 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$, т.о. расчет закончен (рисунок 3)



Рисунок 3 – Заземляющее устройство здания

Пространство, в котором расположены электрические и электронные системы, должно быть разделено на зоны различной степени защиты. Зоны характеризуются существенным изменением электромагнитных параметров на границах. В общем случае, чем выше номер зоны, тем меньше значения параметров электромагнитных полей, токов и напряжений в пространстве зоны.

Зона 0 - зона, где каждый объект подвержен прямому удару молнии, и поэтому через него может протекать полный ток молнии. В этой области электромагнитное поле имеет максимальное значение.

Зона 0_E - зона, где объекты не подвержены прямому удару молнии, но электромагнитное поле не ослаблено и также имеет максимальное значение.

Зона 1 - зона, где объекты не подвержены прямому удару молнии и ток во всех проводящих элементах внутри зоны меньше, чем в зоне 0_E ; в этой зоне электромагнитное поле может быть ослаблено экранированием.

Прочие зоны устанавливаются, если требуется дальнейшее уменьшение тока и/или ослабление электромагнитного поля; требования к параметрам зон определяются в соответствии с требованиями к защите различных зон объекта.

Общие принципы деления защищаемого пространства на зоны молниезащиты показаны на рисунке 4

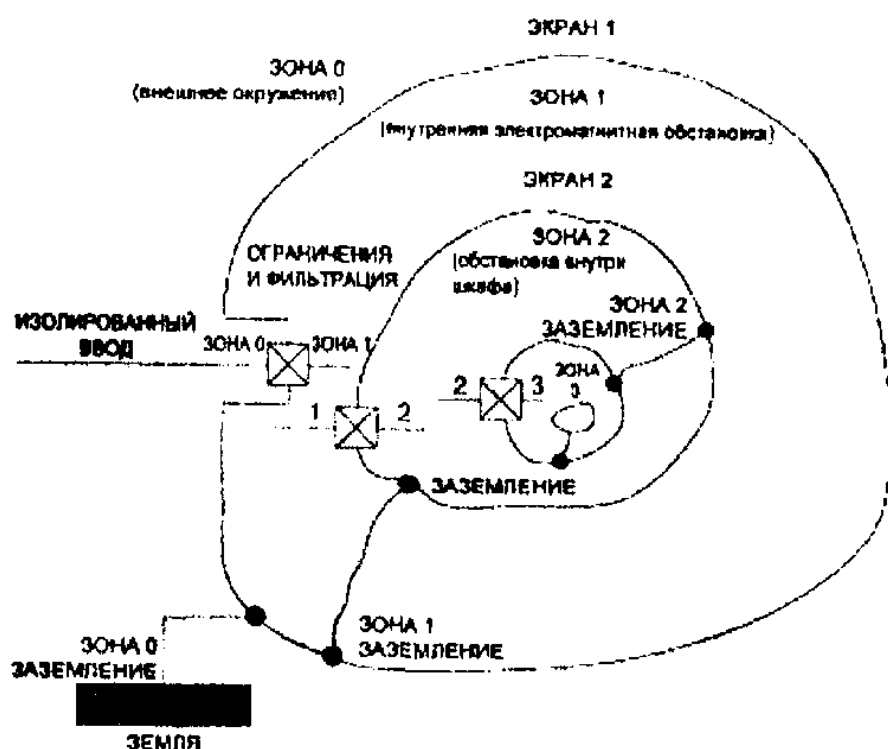


Рисунок 4- Зоны защиты от воздействия молнии

На границах зон должны осуществляться меры по экранированию и соединению всех пересекающих границу металлических элементов и коммуникаций.

Две пространственно разделенные зоны 1 с помощью экранированного соединения могут образовать общую зону (рисунок 5).

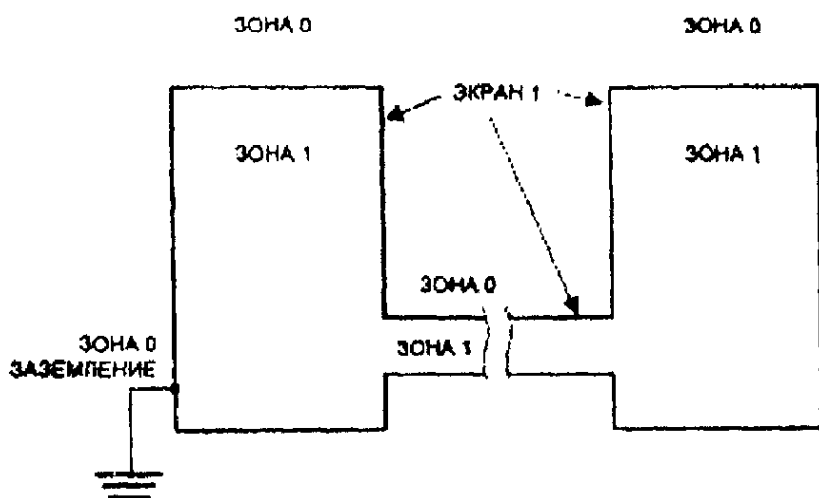


Рисунок 5 - Объединение двух зон

Ожидаемое количество поражений молниями в год зданий и сооружений, не оборудованных молниезащитой, определяется по формуле:

$$N=(S+6h) \times (L+6h) \times n \times 10^{-6}, \quad (7.14)$$

где $S=30\text{м}$ – ширина защищаемого объекта;

$L=48\text{м}$ – длина защищаемого объекта;

$n=6$ – среднее число ударов молний в год на 1 км^2 земной поверхности в месте расположения объекта;

$h=18 \text{ м}$ – наибольшая высота объекта;

$$N=(30+6 \times 18) \times (48+6 \times 18) \times 6 \times 10^{-6}=0,21$$

Так как ожидаемое количество поражений не превышает 1 раза, устанавливаем минимальную зону защиты Б;

$S=30\text{м}$ – ширина защищаемого объекта;

$L=48\text{м}$ – длина защищаемого объекта;

$h_x=18 \text{ м}$ – наибольшая высота объекта;

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой до 150м

Необходимая высота молниеотвода:

$$h=(r_x+1,63 \times h_x)/1,5=(23,43+1,63 \times 18)/1,5=35,18\text{м};$$

$$r_x=\sqrt{L^2+S^2}/2=\sqrt{48^2+30^2}/2=28,3 \text{ м};$$

Высота конуса h_0 :

$$h_0 = 0,8 \times h \quad (7.15)$$

$$h_0 = 0,8 \times 35,18 = 28,1 \text{ м}$$

Радиус защиты на уровне земли:

$$r = 1,5h = 1,5 \times 35,18 = 52,77 \text{ м}$$

Стандартной зоной защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h является круговой конус высотой $h_0 < h$, вершина которого совпадает с вертикальной осью молниеотвода. Габариты зоны определяются двумя параметрами: высотой конуса h_0 и радиусом конуса на уровне земли r_0 .

Для зоны защиты требуемой надежности радиус горизонтального сечения r_x на высоте h_x определяется по формуле:

$$r_x = \frac{r_0 (h_0 - h_x)}{h_0} \quad (7.16)$$

$$r_x = 52,77 \times (28,1 - 18) / 28,1 = 19 \text{ м}$$

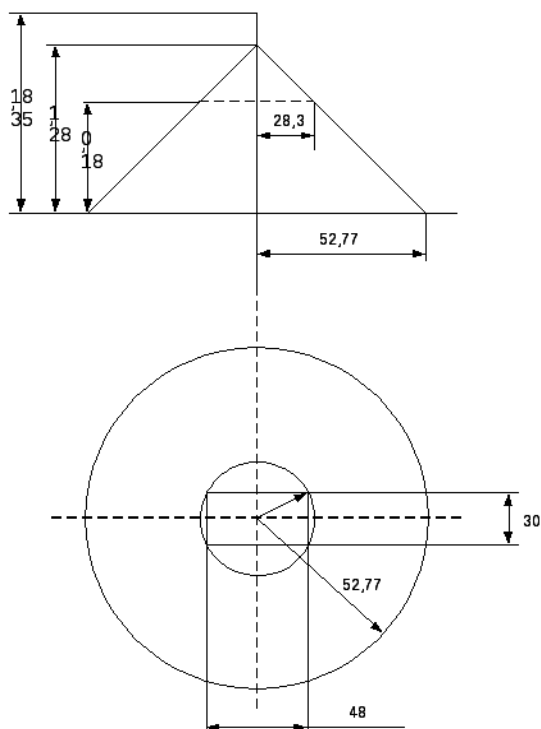


Рисунок 7.5 – Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода

Выбранный молниеотвод обеспечит защиту от прямых поражений молний.

Микроклимат производственных помещений - это климат внутренней среды таких помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями состава, температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Метеорологические условия рабочей среды (микроклимат) оказывают влияние на процесс теплообмена и характер работы. Длительное воздействие на человека неблагоприятных метеорологических условий резко ухудшает самочувствие, снижает производительность труда и приводит к заболеваниям. При нормировании метеорологических условий в помещениях учитывают время года и физическую тяжесть выполняемых работ. Под временем года подразумевают два периода: холодный (среднесуточная температура наружного воздуха составляет +10С и ниже) и теплый (соответствующее значение превышает +10С). Для создания благоприятных условий работы, соответствующих физиологическим потребностям человеческого организма, санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в помещении.

Оптимальные микроклиматические условия представляют собой сочетание количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального теплового состояния его организма без напряжения механизмов терморегуляции. Они обеспечивают ощущение теплового комфорта и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия представляют собой сочетание количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать преходящие и быстро нормализующиеся изменения теплового состояния его организма, сопровождающиеся напряжением организма терморегуляции, не выходящим за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает ухудшения или нарушения состояния здоровья, но могут наблюдаться дискомфортные теплоощущения, ухудшение самочувствия и снижение работоспособности.

В состав атмосферного воздуха входит азот (78,08 %), кислород (20,95 %), углекислый газ (0,03 %), аргон и другие газы (0,94 %). Кислород необходим для поддержания жизнедеятельности человека. При дыхании поступающая в легкие венозная кровь освобождается от углекислоты и обогащается кислородом. В процессе движения по телу кровь отдает тканям кислород и отбирает образовавшуюся в них углекислоту. Газообмен происходит нормально при давлениях, близких к атмосферному. Азот – газ физиологически безвредный. Углекислый газ слабо ядовит, но опасен тем, что, замещая кислород, уменьшает его содержание в воздушной среде. В состав воздуха, кроме того, входят водяные пары, пыль и другие примеси. Небольшие отклонения в содержании указанных газов, в первую очередь уменьшение концентрации кислорода и увеличение содержания углекислоты снижают работоспособность, а при значительных отклонениях от нормы атмосфера становится опасной для жизни человека. Существенное влияние на организм человека оказывают изменения (повышение или понижение) атмосферного давления. Влияние повышенного давления связано с механическим (компрессионным) и физико-химическим действием газовой среды. Оптимальная диффузия кислорода в кровь из газовой смеси в легких осуществляется при атмосферном давлении около 760 мм рт. ст. Проникающий эффект при повышенном атмосферном давлении может привести к токсическому действию кислорода и индифферентных газов, повышение содержания которых в крови может вызвать наркотическую реакцию. При увеличении парциального давления кислорода в легких более чем на 0,8–1,0 атм. проявляется его токсическое действие – поражение легочной ткани, судороги, коллапс. Понижение давления оказывает на организм еще более выраженное действие. Значительное уменьшение парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, а затем в альвеолярном воздухе, крови и тканях через несколько секунд приводит к потере сознания, а через 4–5 минут к гибели человека. Постепенное нарастание дефицита кислорода приводит к расстройству функций жизненно важных органов, затем к необратимым структурным изменениям и гибели организма.

Самочувствие человека в значительной мере зависит и от температурного режима. Высокая температура воздуха способствует быстрой утомляемости, может привести к перегреву организма, тепловому удару или профессиональному заболеванию. Низкая температура воздуха может вызвать местное или общее охлаждение организма, стать причиной простудного заболевания либо обморожения. В связи с этим СанПиН 2.4.2.1178—02 «Гигиенические требования к условиям обучения в общеобразовательных учреждениях» устанавливают допустимую температуру классов, кабинетов, лабораторий учебных заведений (18–20С), гимнастических залов, вестибюлей, коридоров (16–18С). На самочувствие человека оказывает влияние и влажность воздуха. Высокая относительная влажность (отношение содержания водяных паров в 1 м³ воздуха к их максимально возможному содержанию в этом же объеме) при высокой температуре воздуха способствует перегреванию организма, при низкой же температуре она усиливает теплоотдачу с поверхности кожи, что ведет к переохлаждению организма. Низкая влажность вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей человека. По санитарным нормам допустимая влажность в учебных помещениях должна быть 40–60%.

Немаловажно для самочувствия человека движение окружающего воздуха. Оно эффективно способствует теплоотдаче организма человека и положительно проявляется при высоких температурах, но отрицательно при низких. Проветривание учебных помещений во время перемен, а рекреационных – во время уроков осуществляется открытием форточек и фрамуг, площадь которых должна быть не менее 1/50 площади пола. Форточки и фрамуги должны функционировать в любое время года, забивать их гвоздями и заклеивать запрещается.

Средние скорости движения воздуха в производственных и учебных заведениях должны составлять 0,2–0,5 м/с в холодное и переходное время года и 0,5–1,5 м/с в теплое время года. Ощущать воздушные потоки человек начинает со скорости движения воздуха 0,15 м/с. Указанные выше параметры даны для рабочей

зоны, под которой понимается пространство высотой до 2м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания человека. Такие параметры считаются допустимыми для учебных помещений в образовательных учреждениях.

Одним из вредных производственных факторов является шум – беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности (силы), возникающих при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах. Шум отрицательно влияет на организм человека, в первую очередь на его центральную нервную и сердечно-сосудистую системы. Длительное воздействие шума снижает остроту слуха и зрения, повышает кровяное давление, утомляет центральную нервную систему, в результате чего ослабляется внимание, увеличивается количество ошибок в действиях работающего, снижается производительность труда. Воздействие шума приводит к появлению профессиональных заболеваний и может явиться также причиной несчастного случая. Источниками производственного шума являются машины, оборудование и инструмент. Органы слуха человека воспринимают звуковые волны с частотой от 16 до 20 000 Гц. Колебания с частотой ниже 20 Гц (инфразвук) и выше 20 000 Гц (ультразвук) не вызывают слуховых ощущений, но оказывают биологическое воздействие на организм. При звуковых колебаниях частиц среды в ней возникает переменное давление, которое называют звуковым давлением P . Распространение звуковых волн сопровождается переносом энергии, величина которой определяется интенсивностью звука I . Минимальное звуковое давление P_0 и минимальная интенсивность звука I_0 , различаемые ухом человека, называются пороговыми. Интенсивности едва слышимых звуков (порог слышимости) и интенсивность звуков, вызывающих болевые ощущения (болевой порог), отличаются друг от друга более чем в миллион раз. Поэтому для оценки шума удобно измерять не абсолютные значения интенсивности и звукового давления, а относительные их уровни в логарифмических единицах, взятые по отношению к пороговым значениям P_0 и I_0 . За единицу измерения уровней звукового давления и интенсивности звука принят децибел (дБ). Диапазон звуков, воспринимаемых органом слуха человека, от 0 до 140дБ. Звуковые колебания различных частот при одинаковых уровнях звукового давления по-разному воздействуют на органы слуха человека. Наиболее благоприятно воздействие звуков более высоких частот.

По частоте шумы подразделяются на низкочастотные (максимум звукового давления в диапазоне частот ниже 400Гц), среднечастотные (400—1000Гц) и высокочастотные (свыше 1000Гц). Для определения частотной характеристики шума звуковой диапазон по частоте разбивают на октавные полосы частот, где верхняя граничная частота равна удвоенной нижней частоте. По характеру спектра шум подразделяется на широкополосный с непрерывным спектром шириной более одной октавы и тональный, в спектре которого имеются выраженные дискретные тона. По временным характеристикам шум подразделяется на постоянный и непостоянный (колеблющийся во времени, прерывистый, импульсный).

Постоянным считается шум, уровень которого за восьмичасовой рабочий день изменяется во времени не более чем на 5 дБ, непостоянным – более чем на 5 дБ. ГОСТ 12.1.003—83 устанавливает предельно-допустимые условия постоянного шума на рабочих местах, при которых шум, действуя на работающего в течение восьмичасового рабочего дня, не приносит вреда здоровью. Нормирование ведется в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

Для измерения уровней шума на рабочих местах в октавных полосах частот и общего уровня шума применяют различные типы шумоизмерительной аппаратуры. Наибольшее распространение получили шумомеры, состоящие из микрофона, воспринимающего звуковую энергию и преобразующего ее в электрические сигналы, усилителя, корректирующих фильтров, детектора и стрелочного индикатора со шкалой, градуированной в децибелах.

Производственный шум нарушает информационные связи, что вызывает снижение не только эффективности, но и безопасности деятельности человека, так как высокий уровень шума мешает услышать предупреждающий сигнал опасности. Кроме того, шум вызывает обычную усталость. При действии шума снижаются способность сосредоточения внимания, точность выполнения работ, связанных с приемом и анализом информации, и производительность труда. При постоянном воздействии шума работники жалуются на бессонницу, нарушение зрения, вкусовых ощущений, расстройство органов пищеварения и т. д. У них отмечается повышенная склонность к неврозам. Энергозатраты организма при выполнении работы в условиях шума больше, т. е. работа оказывается более тяжелой. Шум, отрицательно воздействуя на слух человека, может вызвать три возможных исхода: временно (от минуты до нескольких месяцев) снизить чувствительность к звукам определенных частот, вызвать повреждение органов слуха или мгновенную глухоту. Уровень звука в 130дБ вызывает болевое ощущение, а в 150дБ приводит к поражению слуха при любой частоте. Предельно допустимые уровни (ПДУ) действия шума на человека гарантируют, что остаточное понижение слуха после 50 лет работы у 90 % работающих будет менее 20дБ, т. е. ниже того предела, когда это начинает мешать человеку в повседневной жизни. Потеря слуха на 10

дБ практически не замечается. Предельные уровни шума при воздействии в течение 20 мин следующие (таблица 7.1)

Таблица 7.1 - Предельные уровни шума

Частота, Гц	1-7	8-11	12-20	20-200
Предельные уровни шума, Дб	150	145	40	35