

ЛЕКЦИЯ 4

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ОПАСНОСТИ

4.1. ВРЕДНЫЕ И ОПАСНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ

Вредное вещество - это вещество, которое в случае нарушения требований безопасности может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящих и последующих поколений.

С точки зрения БЖД при оценке состояния воздушной среды наибольшее значение имеет: 1) *газовый состав воздуха*; 2) *уровень его атмосферного давления*; 3) *присутствие в воздухе механических и токсичных примесей*.

Газовый состав воздуха. Наиболее благоприятен для дыхания атмосферный воздух, содержащий (% по объему) азота - 78.08, кислорода - 20.95, инертных газов - 0.93, углекислого газа - 0.03, прочих газов - 0.01.

Вредные вещества, выделяющиеся в воздух рабочей зоны, изменяют его состав, в результате чего он существенно может отличаться от состава атмосферного воздуха.

Из химических компонентов воздуха для организма человека важным является содержание кислорода в воздухе. Главными источниками выделения кислорода являются планктонная пленка океана и растительный мир. Его снижение до 17 % приводит к ухудшению состояния человека, дальнейшее снижение вызывает смерть. Высокое содержание кислорода резко повышает взрыво- и пожароопасность среды.

Ядовитые газы — окись углерода (CO), сернистый газ (SO₂), аммиак (NH₃), сероводород (H₂S), пыль, копоть, дым, бактерии. Наиболее загрязнен воздух в крупных промышленных центрах.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются промышленные предприятия (CO, SO₂, H₂S и др.), котельные ТЭЦ (пыль, дым, SO₂ и др.), железнодорожный, автомобильный транспорт, почва, особенно при несовершенстве уличных покрытий (пыль, микроорганизмы).

Сернистый газ (Диоксид серы) — бесцветный, с удушливым и острым запахом газ. Встречается в воздухе населенных пунктов и крупных городов. Основным источником загрязнения атмосферного воздуха сернистым газом являются сернокислотная и металлургическая промышленность, сжигание каменного угля в топках электростанций, предприятий и др.

Мировой выброс SO_2 в атмосферу составляет около 147 млн. тонн.

Как правило, в воздухе городов содержание сернистого газа незначительно, однако длительное вдыхание воздуха даже с минимальными концентрациями его не безразлично для организма.

При соприкосновении с влажной поверхностью слизистых оболочек верхних дыхательных путей SO_2 образует нестабильную сернистую кислоту, окисляющуюся до серной, что и определяет первичный характер его токсического действия. Раздражающее действие сернистого ангидрида на слизистые оболочки приводит к развитию хронических ринитов, воспалениям слухового прохода и евстахиевой трубы, хроническим бронхитам, преимущественно с астматическими компонентами. При высоких концентрациях сернистый ангидрид вызывает раздражение слизистых глаз, в редких случаях даже потерю сознания. При длительном воздействии в малых концентрациях наблюдаются изменения со стороны органов пищеварения, имеют место функциональные нарушения щитовидной железы.

Сернистый газ — яд и для многих растений, особенно хвойных и фруктовых деревьев.

Таким образом, загрязнение атмосферного воздуха сернистым газом с гигиенической точки зрения вредно. С целью уменьшения выбросов сернистого газа заменяют (если это возможно) многосернистый уголь на уголь с меньшим содержанием серы, производят очистку выбросов и др. Предельно допустимая концентрация сернистого газа для атмосферного воздуха (среднесуточная) $0,15 \text{ мг/м}^3$.

Окись углерода — газ без цвета и запаха. Образуется при производственных процессах (доменное производство, литейные цехи), при работе автотранспорта, а также в жилищах при неполном сгорании органических

веществ, содержащих углерод, при курении и т. д. Окись углерода обладает повышенным сродством к гемоглобину крови, которое в 200—300 раз превышает сродство гемоглобина к кислороду. При отравлении окисью углерода в тканях возникает кислородное голодание. Концентрации окиси углерода в атмосферном воздухе обычно не настолько высоки, чтобы вызвать острое отравление, однако постоянное воздействие даже малых концентраций неблагоприятно для здоровья.

Исследованиями гигиенистов установлено, что у регулировщиков уличного движения в местах большого скопления автотранспорта после 8-часового пребывания на посту в крови содержится карбоксигемоглобин, следствием чего являются головные боли и общее недомогание. В жилые и коммунальные помещения окись углерода может поступать при раннем закрытии печных труб; в газифицированных зданиях она может накапливаться при плохой вентиляции, неосторожном пользовании газом. Значительные концентрации окиси углерода обнаруживаются в кабине шофера, когда машина долго стоит с работающим мотором. Все сказанное вызывает необходимость проведения соответствующих мероприятий по предупреждению поступления окиси углерода в атмосферный воздух.

Для уменьшения загрязнения атмосферного воздуха городов окисью углерода можно применять специальные приспособления на выхлопной трубе автомобилей для дожигания газов. Эффективным мероприятием является перевод автомобильного транспорта на сжиженный газ и электрические двигатели, устройство воздушных эстакад, строительство кольцевых автомобильных дорог вокруг городов.

Предельно допустимая среднесуточная концентрация окиси углерода для атмосферного воздуха 1 мг/м^3 .

Наряду с перечисленными газами атмосферный воздух может быть загрязнен окислами азота, хлором и др., которые также оказывают раздражающее действие на верхние дыхательные пути. Свинец и фтор, загрязняющие атмосферу, постепенно накапливаются в организме и оказывают хроническое неблагоприятное воздействие.

Метан выделяется из пластов угля, торфяников. Это газ без цвета и запаха, является основной составной частью рудничного газа. В угле метан находится под давлением 20-30 атмосфер и при разработке пласта вследствие разности давления выделяется в атмосферу выработок. При значительных скоплениях метана в забое возможно вытеснение кислорода и создание условий для возникновения асфиксии у работающих (асфиксия - удушье). Основная опасность выделения метана - способность образовывать с кислородом смесь, которая при наличии источников высокой температуры взрывается. Взрыв имеет максимальную силу при содержании в воздухе 9.5% метана.

Свинец - кумулятивный яд. Он постепенно накапливается в организме человека, поскольку скорость его выведения очень низка.

Воздух в городах заполнен частицами свинца, образующимися при сгорании бензина (50% общего неорганического свинца, попадающего в организм). Уличная пыль, в которой тоже обнаружены высокие уровни соединений свинца, - еще один источник попадания его в организм человека.

Содержание свинца, измеренное в городском воздухе за месячный срок, составляет 5 мкг/м³. При такой концентрации у жителей городов пороговые уровни свинца, при которых проявляются признаки свинцового отравления, достигаются быстрее. Свинец уменьшает скорость образования эритроцитов в костном мозге; он также блокирует синтез гемоглобина. У детей пороговый уровень составляет половину уровня взрослых и они оказываются гораздо более чувствительными к отравлению свинцом. Развитие заболевания у ребенка характеризуется постоянными запорами, рвотой, припадками и обмороками.

Ртуть - вещество при комнатной температуре представляет собой тяжёлую серебристо-белую летучую жидкость, пары которой чрезвычайно ядовиты.

Единственный металл, который при нормальных условиях находится в жидком агрегатном состоянии. Применяется в различных областях науки, техники и медицины. К наиболее распространенным источникам, способным выделять ртуть в окружающую среду, относятся ртутные термометры, ртутные лампы, энергосберегающие газоразрядные лампы, промышленные процессы и оборудование, строительные и отделочные материалы. Помимо всего прочего

ртуть выделяется в атмосферу при сжигании ископаемых видов топлива (уголь, нефть) и их производных горючих материалов.

Воздействие на организм: Степень токсического действия ртути определяется в первую очередь тем, какое количество металла успело прореагировать в организме, прежде чем его оттуда вывели, т.е. опасна не сама ртуть, а соединения, которые она образует. При поступлении в организм в повышенных концентрациях ртуть обладает способностью накапливаться во внутренних органах: почках, сердце, мозге. Интоксикация происходит, главным образом, через дыхательные пути, порядка 80% вдыхаемых паров ртути задерживается в организме. Соли и кислород, содержащиеся в крови, способствуют поглощению ртути, ее окислению и образованию ртутных солей. Острое отравление солями ртути проявляется в расстройстве кишечника, рвоте, набухании десен. Характерен упадок сердечной деятельности, пульс становится редким и слабым, возможны обмороки. При хроническом отравлении ртутью и ее соединениями появляются металлический привкус во рту, рыхлость десен, сильное слюнотечение, легкая возбудимость, ослабление памяти. Вероятность такого отравления есть во всех помещениях, где ртуть находится в контакте с воздухом. При длительном воздействии даже относительно малых концентраций (порядка сотых и тысячных мг/м³) происходит поражение нервной системы. Основная симптоматика характеризуется головной болью, повышенной возбудимостью, раздражительностью, снижением работоспособности, быстрой утомляемостью, расстройством сна и ухудшением памяти.

Кадмий - один из самых токсичных тяжелых металлов. В окружающую среду поступает с процессами рассеивания минеральных веществ и удобрений, сжигания пластмасс, в которые он добавляется для увеличения прочностных характеристик, и с процессом сжигания, практически, всех видов топлива. Высокотемпературные технологические процессы, характерные многим промышленным областям, так же являются источниками выделения кадмия в атмосферный воздух. Применяется в различных областях науки и техники.

Воздействие на организм: Кадмий - вещество, отнесенное

международным агентством по изучению рака к первому классу канцерогенов. Соединения кадмия ядовиты. Особенно опасным случаем является вдыхание паров его оксида (CdO). Кадмий - кумулятивный яд, он способен накапливаться в организме. Период полужизни кадмия в организме составляет 10 лет. Растворимые соединения кадмия после всасывания в кровь поражают центральную нервную систему, печень и почки, нарушают фосфорно-кальциевый обмен. Хроническое отравление приводит к анемии и разрушению костей. Имеются доказательные данные, подтверждающие влияние вдыхаемого с воздухом кадмия на развитие рака легкого у человека и животных. Кадмий попадает в организм человека и в процессе курения.

Никель - металл.

Основными источниками, загрязняющими атмосферу, являются горнодобывающие предприятия, металлургические комбинаты, машиностроительные, металлообрабатывающие, химические предприятия, предприятия энергетики и другие производства, использующие в качестве источника энергии ископаемые углеводородные топливные материалы и их производные. Помимо всего прочего, источниками никеля являются табачный дым, строительные и отделочные материалы.

Воздействие на организм: Никель - канцерогенное вещество, относящееся ко второму классу опасности. Цельный металлический никель - не опасен для живых организмов. Пыль, пары никеля и его соединений - токсичны. Помимо общетоксических эффектов хроническая интоксикация приводит к возникновению заболеваний носоглотки, легких, появлению злокачественных новообразований и аллергическим поражениям в виде дерматитов и экзем.

Углеводороды - выбрасываются в атмосферу в виде капелек и паров.

Треть годового выброса углеводородов в атмосферу приходится на выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания. Другим источником является работа нефтеперегонных заводов.

Воздействие на организм углеводородов бензинового ряда выражается в нарушениях функционального состояния центральной нервной системы. В наибольшей степени страдает высшая нервная деятельность, что связано с

наркотическим действием углеводов. Даже в очень низких концентрациях действие углеводов приводит к функциональным расстройствам нервной системы, неврастении, вегетоневрозам, вспыльчивости и раздражительности - вплоть до сильного головокружения при резких движениях головой. Углеводороды, выбрасываемые в воздух при работе автотранспорта с газобаллонными установками, вызывают общую слабость, головные боли, реже - ощущение шума в голове. ПАУ (полициклические ароматические углеводороды - антрацен, фенантрен) - входят в состав различных мастик для гидроизоляции (на гудронной основе), наклейки паркета, некоторых клеев, пластификаторов, некоторых пропиток для натурального дерева, подложки паркетной доски/ламината. Входят в состав: изделий из пластика и смол, утеплителя.

Стирол - вещество II класса опасности (высоко-опасные), входящее в состав растворителей, пластиков.

Может выделяться из клеев, лаков, пластиков (полистирол), резиновых изделий. Наиболее распространенные источники: резиновые линолеумы, пенорезиновые основы ковров, полистирол, полимеры стирола, АБС-пластики, вспененные полистиролы, стеклопластики, лаки и клеи на основе полиэфирных смол; ПАУ и стирол обладают рефлекторно-резорбтивным действием, характеризующим направленность биологического действия вещества. Под рефлекторным действием понимается реакция со стороны рецепторов верхних дыхательных путей - ощущение запаха, раздражение слизистых оболочек, задержка дыхания и т.п. Указанные эффекты возникают при кратковременном воздействии вредных веществ. Под резорбтивным действием понимают возможность развития общетоксических, гонадотоксических, эмбриотоксических, мутагенных, канцерогенных и других эффектов, возникновение которых зависит не только от концентрации вещества в воздухе, но и длительности ее вдыхания.

Для предотвращения негативных последствий воздействий загрязняющих веществ необходимо знать их предельные уровни, при которых возможна нормальная жизнедеятельность и функционирование организма. Основной

величиной экологического нормирования содержания вредных химических соединений в компонентах природной среды, в частности в атмосферном воздухе, является ПДК - предельно-допустимая концентрация. ПДК загрязняющих веществ в воздухе устанавливаются в законодательном порядке или рекомендуются компетентными учреждениями. В России ПДК загрязняющего вещества в атмосферном воздухе - гигиенический норматив, утверждаемый постановлением Главного государственного врача РФ по рекомендации Комиссии по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию при Минздраве РФ (Минздрав России, Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.695-98).

Газообразные продукты распада радиоактивных веществ (эманации) - радон, торен и актинон - весьма опасные примеси рудничного воздуха. Они встречаются в рудниках, разрабатывающих урановые и ториевые месторождения. Все эманации являются изотопами, которые имеют разные периоды полураспада. Так, радон имеет период полураспада 3.825 суток и способен распространяться на значительные расстояния от источника.

Уровень атмосферного давления воздуха. Уровень атмосферного давления воздуха зависит от высоты местности и температуры воздуха. Нормальное давление воздуха равно 101 кПа (1 Па = 0,0075 мм рт. ст. Или 1 мм рт. ст. = 133,3 Па). В системе СГС 760 мм рт. ст. эквивалентно 1,01325 бар (1013,25 мбар) или 101 325 Па в Международной системе единиц (СИ). Но в одной и той же местности давление воздуха меняется в течение суток. Для безопасности человека важно не само давление, а скорость его (73-126 кПа; 547,6-945 мм рт. ст.) снижения или повышения. Около 23% населения при изменении давления жалуются на головную боль и слабость, особенно страдающие сердечнососудистыми заболеваниями. При подъеме на высоту и работе в условиях высокогорья давление понижается (на высоте 5.5 км давление падает в 2 раза). Разреженный воздух вызывает у человека кислородное голодание. При работе в горной местности человеку необходимо адаптироваться к данным условиям в течение 3-4 недель. Повышенное давление на рабочих местах может быть при работе в шахтах, либо в кессоне (фр. ящик).

При нахождении людей под давлением выше атмосферного, кровь и ткани человека поглощают азот. Быстрое снижение давления до нормального атмосферного вызывает кессонную болезнь (боль в ушах, головокружение и т.д.). Для предупреждения этой болезни необходимо руководствоваться Правилами безопасности при производстве кессонных работ (под сжатым воздухом).

Присутствие в воздухе механических и токсических примесей. При проведении различных технологических процессов в воздух выделяются твердые и жидкие частицы, а также пары и газы. Пары и газы образуют с воздухом смеси, а твердые и жидкие частицы - аэродисперсные системы - аэрозоли. Аэрозолями называют воздух или газ, содержащие в себе взвешенные твердые или жидкие частицы. Аэрозоли принято делить на дым и туман. Дымы - это системы, состоящие из воздуха или газа и распределенных в них частиц твердого вещества, а туманы - системы, образованные воздухом или газом и частицами жидкости.

Для гигиенической оценки пыли важным признаком является степень ее дисперсности (размеры пылеватых частиц). Размеры твердых частиц пыли превышают 1 мкм, а размеры твердых частиц дыма меньше этого значения. Различают крупнодисперсную (размер твердых частиц более 50 мкм), среднедисперсную (от 10 до 50 мкм) и мелкодисперсную (размер частиц менее 10 мкм) пыль. Наиболее опасными для человека являются частицы размером от 0,2 до 5 мкм. Они попадают в легкие при дыхании, задерживаются в них и, накапливаясь, могут стать причиной заболевания.

Биологическая активность пыли зависит от ее химического состава. Фиброгенность пыли определяется содержанием в ней свободной двуокиси кремния (SiO_2). Пыль железной руды содержит до 30% свободной SiO_2 . Чем больше содержание в пыли свободной двуокиси кремния, тем она более агрессивна.

Существуют различные классификации вредных веществ, в основу которых положено их действие на человеческий организм. В соответствии с наиболее распространенной (по Е.Я. Юдину и С.В. Белову) классификацией

вредные вещества делятся на шесть групп: *общетоксические, раздражающие, сенсibilизирующие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную (детородную) функцию человеческого организма.*

Общетоксические вещества вызывают отравление всего организма. Это оксид углерода, свинец, ртуть, мышьяк и его соединения, бензол и др.

Раздражающие вещества вызывают раздражение дыхательного тракта и слизистых оболочек человеческого организма. К этим веществам относятся: хлор, аммиак, пары ацетона, оксиды азота, озон и ряд других веществ.

Сенсibilизирующие вещества действуют как аллергены, т.е. приводят к возникновению аллергии у человека. Этим свойством обладают формальдегид, различные нитро соединения, гексахлоран и др. (Сенсibilизация - повышение реактивной чувствительности клеток и тканей человеческого организма).

Воздействие *канцерогенных веществ* на организм человека приводит к возникновению и развитию злокачественных опухолей (раковых заболеваний). Канцерогенными являются оксиды хрома, 3,4-бензпирен, бериллий и его соединения, асбест и др.

Мутагенные вещества при воздействии на организм вызывают изменение наследственной информации. Это радиоактивные вещества, марганец, свинец и т.д.

Среди *веществ, влияющих на репродуктивную функцию человеческого организма*, следует в первую очередь назвать ртуть, свинец, стирол, марганец, ряд радиоактивных веществ и др.

Характер действия вредных веществ на организм человека.

Проникновение вредных веществ в организм человека происходит через дыхательные пути (основной путь), а также через кожу, с пищей, если человек принимает ее, находясь на рабочем месте. Действие этих веществ следует рассматривать как воздействие опасных или вредных производственных факторов, так как они оказывают негативное (токсическое) действие на организм человека. В результате воздействия этих веществ у человека возникает отравление - болезненное состояние, тяжесть которого зависит от

продолжительности воздействия, концентрации и вида вредного вещества. Пыль, попадая в организм человека, оказывает фиброгенное воздействие, заключающееся в раздражении слизистых оболочек дыхательных путей. Оседая в легких, пыль задерживается в них. При длительном вдыхании пыли возникают профессиональные заболевания легких - *пневмокониозы*. При вдыхании пыли, содержащей свободный диоксид кремния (SiO_2), развивается наиболее известная форма пневмокониоза - силикоз.

Для воздуха рабочей зоны производственных помещений и открытых площадок в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 устанавливают предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ. ПДК выражаются в миллиграммах (мг) вредного вещества, приходящегося на 1 кубический метр

воздуха, т. е. $\text{мг}/\text{м}^3$. В соответствии с указанным выше ГОСТом установлены ПДК для более чем 1300 вредных веществ. Еще приблизительно для 500 вредных веществ установлены ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ).

По ГОСТ 12.1.005-88 все вредные вещества по степени воздействия на организм человека подразделяются на следующие классы:

- 1 - *чрезвычайно опасные (ПДК менее 0,1 мг/м куб),*
- 2 - *высоко опасные (ПДК 0,1 до 1 мг/м куб),*
- 3 — *умеренно опасные (ПДК 1 до 10 мг/м куб),*
- 4 - *малоопасные (ПДК более 10 мг/м куб).*

Например, к *чрезвычайно опасным* с ПДК менее 0,1 мг/м относится ртуть металлическая, свинец, соединения хлора и др., *малоопасные* с ПДК более 10 мг/м - аммиак, бензин, керосин, спирт этиловый и т.д.

Опасность устанавливается в зависимости от величины ПДК, средней смертельной дозы и зоны острого или хронического действия. Если в воздухе содержится вредное вещество, то его концентрация не должна превышать величины ПДК. Примеры предельно допустимых концентраций различных веществ представлены в табл.

Предельно допустимые концентрации некоторых вредных веществ

Название вещества	Химическая формула	ПДК, мг/м	Класс опасное ти	Агрегатное состояние
Бензпирен	C ₁₂ H ₁₂	0,00015	1	Пары
Бериллий и его соединения (в пересчете на бериллий)	Be	0,001	1	Аэрозоль
	Pb	0,01	1	Аэрозоль
Хлор	Cl ₂	1,0	2	Газ
Серная кислота	H ₂ SO ₄	1,0	2	Пары
Хлорид водорода	HCl	5,0	2	Газ
Диоксид азота	NO ₂	2,0	3	Газ
Спирт метиловый	CH ₃ OH	5,0	3	Пары
Оксид углерода	CO	20	4	Газ
Топливный бензин	C ₇ H ₁₆	100	4	Пары
Ацетон	CH ₃ COCH ₃	200	4	Пары

Оздоровление воздушной среды.

Оздоровление воздушной среды достигается снижением содержания в ней вредных веществ до безопасных значений (не превышающих величины ПДК на данное вещество), а также поддержанием требуемых параметров микроклимата в производственном помещении.

Большое значение имеет надежная герметизация оборудования, например, устройств для транспорта пылящих материалов, которые исключают попадание вредных различных веществ в воздух рабочей зоны или значительно снижает в нем концентрацию их.

Использование увлажненных сыпучих материалов. Наиболее часто применяется гидроорошение с помощью форсунок тонкого распыла воды. Для поддержания в воздухе безопасной концентрации вредных веществ используют различные системы вентиляции.

Если перечисленные мероприятия не дают ожидаемых результатов, рекомендуется автоматизировать производство или перейти к дистанционному управлению технологическими процессами.

В ряде случаев для защиты от воздействия вредных веществ, находящихся в воздухе рабочей зоны, рекомендуется использовать индивидуальные средства защиты работающих (респираторы, противогазы), однако следует учитывать, что при этом существенно снижается производительность труда персонала.

Рассмотрим основные индивидуальные средства защиты, предназначенные для защиты органов дыхания человека от вредных веществ, находящихся в воздухе рабочей зоны. Указанные средства защиты делятся на фильтрующие и изолирующие.

В фильтрующих устройствах вдыхаемый человеком, загрязненный воздух предварительно фильтруется, а в изолирующих чистый воздух подается по специальным шлангам к органам дыхания человека от автономных источников. Фильтрующими приборами (респираторами и противогазами) пользуются при невысоком содержании вредных веществ в воздухе рабочей зоны (не более 0,5% по объему) и при содержании кислорода в воздухе не менее 18%. Один из наиболее распространенных отечественных респираторов - бесклапанный респиратор ШБ-1 «Лепесток» - предназначен для защиты от воздействия мелкодисперсной и среднedisперсной пыли. Различные модификации «Лепестка» применяются для защиты от пыли, если ее концентрация в воздухе рабочей зоны в 5-200 раз превышает величину ПДК. Промышленные фильтрующие противогазы предназначены для защиты органов дыхания от различных газов и паров. Они состоят из полумаски, к которой подведен шланг с загубником, присоединенный к фильтрующим коробкам. Они наполнены поглотителями вредных газов или паров. Каждая коробка в зависимости от поглощаемого вещества окрашена в определенный цвет (табл.).

Таблица

Характеристика фильтрующих коробок промышленных противогазов

Марка	Отличительная окраска коробки	Вещество, от которого противогаз защищает
А	Коричневая	Органические пары
В	Желтая	Кислотные газы
Г	Желто-черная	Пары ртути
Е	Черная	Мышьяковистый и фосфористый водород
КД	Серая	Аммиак и сероводород
СО	Белая	Оксид углерода
М	Красная	Все газы, включая оксид углерода

Изолирующие противогазы применяются в тех случаях, когда содержание кислорода в воздухе менее 18%, а содержание вредных веществ более 2%. Различают автономные и шланговые противогазы. Автономный противогаз

состоит из ранца, наполненного воздухом или кислородом, шланг от которого соединен с лицевой маской. В шланговых изолирующих противогазах чистый воздух подается по шлангу в лицевую маску от вентилятора, причем длина шланга может достигать нескольких десятков метров.

Для контроля запыленности воздуха рабочей зоны могут быть использованы различные методы (фильтрационные, седиментационные (седиментация - осаждение), электрические) и др. Весьма перспективны новые методы измерения концентрации пыли в воздухе рабочей зоны с использованием лазерной техники. В нашей стране наиболее распространен прямой весовой (гравиметрический) метод измерения концентрации пыли в воздухе рабочей зоны. Он заключается в отборе всей находящейся в зоне дыхания пыли на специальные аэрозольные фильтры типа АФА ВП. Отбор проб осуществляется с помощью различных аспираторов. Определение концентрации вредных веществ, присутствующих в воздухе в виде паров и газов, может также осуществляться различными методами, например, с использованием переносных газоанализаторов типа УГ-1 или УГ-2.

Вопросы для самоконтроля

- 1. Что такое аэрозоли?*
- 2. Каковы основные пути проникновения вредных веществ в организм человека?*
- 3. Как действуют вредные вещества на организм человека?*
- 4. Представьте классификацию вредных веществ.*
- 5. Что такое фиброгенное действие пыли на организм человека?*
- 6. Дайте определение понятия «предельно допустимая концентрация» (ПДК).*
- 7. Как обеспечить поддержание в воздухе безопасной концентрации вредных веществ?*
- 8. Перечислите индивидуальные средства защиты от воздействия*

вредных веществ.

9. *Как осуществляется контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны?*

10. *Как устроены фильтрующие и изолирующие противогазы? Какова область их применения?*

11. *Как маркируются и окрашиваются фильтрующие коробки отечественных фильтрующих противогазов?*

4.2. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Производственное освещение - неотъемлемый элемент условий трудовой деятельности человека. При правильно организованном освещении рабочего места обеспечивается сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства. Производительность труда находится в прямой зависимости от рациональности освещения и повышается на 10-12%.

С физиологической точки зрения свет является возбудителем органа зрения человека (зрительного анализатора). Мы уже знаем, что около 90% информации, которую человек получает от внешнего мира, поступает через зрительный канал. Поэтому качество информации, получаемой посредством зрения, во многом зависит от освещения.

Освещение, удовлетворяющее гигиеническим и экономическим требованиям, называется *рациональным*. Рациональность производственного освещения определяется взаимодействием триады *видимое излучение* - источник света, *зрительный анализатор* - глаз как оптический прибор, и *зрительная работа* - объект восприятия.

Основные светотехнические величины.

К ним относятся следующие:

Световой поток (Φ). Часть лучистого потока, воспринимаемая органами зрения человека как свет, называется *световым потоком*, обозначается буквой

Φ и измеряется в люменах (лм). С физической точки зрения световой поток - это мощность видимого излучения, т.е. световая энергия, излучаемая по всем направлениям за единицу времени. Но так как измерение светового потока основывается на зрительном восприятии, то световой поток - величина не только физическая, но и физиологическая.

Световой поток есть световая энергия, которая излучается от точечного источника и выражается в пространственных углах (**сила света**), т.к. зависит от расстояния. Интенсивность света (сила света) измеряется в канделах, световой поток - в люменах, а **освещенность** - в люксах.

Luminous flux - lumen, lm - **люмен**, Лм

Единицу измерения *световой поток* можно понимать как *количество света*, общее количество света. Например, обыкновенная лампа накаливания 40 ватт создает световой поток 415 люмена.

Какую оптическую систему ни ставь вокруг источника света, количество света - люменов - не изменится: например, зеркальную колбу вокруг спирали накаливания в спот-лампочке, линзу вокруг кристалла в светодиоде.

Если источник света излучает свет равномерно по всем направлениям, то канделлы, умноженные на полный телесный угол, дадут люмены.

Световой поток равен cd·sr.

sr - стерадиан, конус прибл. 65,541°.

Поэтому если на источнике света для ненаправленного освещения не указано количество люменов, то это кот в мешке.

Сила света (I). Пространственную плотность светового потока называют *силой света* и измеряют в канделах (кд). Она характеризует неравномерность распространения светового потока в пространстве.

Логичнее было бы назвать единицу *силы света* угловым световым потоком.

Luminous intensity - candela (lm/sr), cd - **кандела**, Кд, "свеча", люмены деленные на стерадиан.

Силу света также называют candlepower.

Интересно, что в древности 60-ваттную лампочку часто называли 60-свечёвой, но света она давала вовсе не 60 Кд.

Если с одной стороны спирали лампочки поставить рефлектор, поделив сферу пополам, то сила света увеличится в 2 раза. Например, бытовая матовая криптоновая лампа накаливания под брэндом General Electric 75W 230V даёт световой поток 865 люмен. Вогнутое зеркало, делящее сферу пополам, увеличит силу света в 2 раза. Зеркало в форме параболоида вокруг лампочки увеличит силу света до бесконечности, что конечно же, из-за не бесконечно малых размеров невозможно.

Зато возможно в фокусе оптической системы источник света-зеркало увеличить до бесконечности яркость. На практике полную бесконечность получить невозможно, а вот расплавить золото - можно.

Освещенность (E). Освещенность характеризует поверхностную плотность. Освещенностью поверхности называется величина, измеряемая отношением светового потока Φ , падающего на поверхность, к площади поверхности S . Освещенность измеряется в люксах (лк).

Illuminance - lux, lx - lm/m²

Единицы освещенности применяется для освещенных поверхностей (светящихся отраженным светом), но не для поверхностей, излучающих свет: например, люминофора люминисцентных ламп, мониторов, матовых плафонов осветительных приборов (светильников).

Освещенность - это световой поток, деленный на площадь: люмены на квадратные метры.

Например, освещенность Луны 135000 люкс.

Мощный 5-ваттный светодиод освещает (световой поток [мощного светодиода 100 люменов](#)) кубическую комнату 3Х3Х3 м без окна: площадь пола - 9 м², но светодиод освещает ВСЮ площадь поверхности комнаты - стен, потолка, пола - 54 квадратных метра. В среднем, стены комнаты ПОЛУЧАЮТ освещенность 100 люменов/54 кв. м = 1,85 люкса.

Но если линзочка - оптическая система светодиода имеет остронаправленную характеристику и будет освещать круг на стене диаметром 1 м (0,78 кв.м), то освещенность в круге света будет равна 128 люкс.

Яркость (L). Яркость используется для характеристики протяженного источника света, обладающего светящейся поверхностью. Яркость протяженного источника света определяется отношением силы света в данное направление к поверхности источника, видимой поэтому направлению. Название внесистемной (СИ) единицы яркости измерения - нит (1нт=1кд/1м²).

Например, лист белой бумаги, освещенной настольной лампой мощностью 60 Вт, имеет яркость равной 30-40 кд/м².

Рассмотренные светотехнические величины относятся к количественным показателям производственного освещения.

Luminance - cd/m² - кандели на площадь/

Физический смысл яркости - при освещении - туманен: сколько люменов на телесный угол приходится на площадку в один метр, то есть, это характеристика, как освещает источник света поверхность на некотором расстоянии; или светящийся экран телевизора освещает глаз.

Физический смысл яркости освещенной поверхности (при отражении) - свет падает на стену, и как ярко он освещает другую стену или хрусталик глаза, или объектив фотоаппарата, через который свет попадает на светочувствительную матрицу фотоаппарата.

Человек начинает воспринимать цвета при яркостях более 100 кд/м² - дневное зрение. Ночное зрение - при яркости примерно 10⁻³ кд/м².

Яркость имеет смысл скорее единица измерения для прикладных целей или физиологических целей.

ПРИМЕРЫ ЗНАЧЕНИЙ ОСВЕЩЕННОСТИ

Открытый космос, около орбиты Земли, на Луне (экватор, полдень) - 135000 люкс.

Освещенность в яркий солнечный день примерно 100000 lux (прямые солнечные лучи, радиально через чистую атмосферу).

Ясный солнечный день в тени - 10000-25000 люкс.

На открытом месте в пасмурный день освещенность 1000 люкса

Свет в средней полосе (широта около 50°) на улице в полдень в декабре-январе - 4000-5000 люкса

Освещенность в светлой комнате вблизи окна - 100 люкс.

Освещенность, необходимая для чтения - 30-50 люксов.

Освещенность от полной луны - 0,2 люкса.

К слову, для многих растений достаточно освещенности 500 люкс, достаточность очень зависит от спектра света - см. [PAR фотосинтез](#).

Про восприятие цвета человеком - см. Википедию - [цвета и восприятие яркости](#).

Также - см. спектр "глазом" в [статье про PAR](#).

СВЕТИМОСТЬ

Luminous emittance - единица измерения lux, lm/m², **излучаемый** поверхностью свет.

Например, разогретый докрасна топор может светиться и в 1 люкс.

Виды производственного освещения.

Различают следующие виды производственного освещения: естественное, искусственное и совмещенное.

Естественное освещение осуществляется за счет прямого и отраженного света неба. С физиологической точки зрения естественное освещение наиболее благоприятно для человека. Естественное освещение в течение дня меняется в достаточно широких пределах в зависимости от состояния атмосферы (облачность). Различают боковое естественное освещение - через световые проемы (окна) в наружных стенах, и верхнее естественное освещение, при котором световой поток поступает через световые проемы, расположенные в верхней части (крыше) здания (аэрационные и зенитные фонари и т.д.). Если используется оба вида освещения, то оно называется комбинированным.

Естественное освещение характеризуется изменяющейся освещенностью на рабочих местах в течение суток года, которое обуславливается световым климатом. Поэтому данное освещение нормируется по «коэффициенту естественной освещенности» (КЕО) или (e) *естественного* освещения.

Коэффициент естественной освещенности равен: $(E/E_0) \cdot 100\%$,

где E - освещенность (измеренная) на рабочем месте, лк; E_0 - освещенность на улице (при среднем состоянии облачности), лк. Величины КЕО для различных помещений лежат в пределах 0,1-12%.

Эти количественные показатели характеризуют условия труда работающих. Их величину заносят в санитарно-технические паспорта производственных объектов (цехов, лабораторий, гаражей и других помещений). Величину освещенности на рабочем месте определяют с помощью прибора люксметра. В отечественной практике наиболее часто применяют люксметры марок Ю-16, Ю-116, Ю-117. Эти приборы измеряют фототок, возникающий в цепи селенового фотоэлемента и соединенного с ним измерительного прибора под влиянием падающего на чувствительный слой светового потока. Прибор градуирован в люксах.

Искусственное освещение осуществляется светильниками и прожекторами. Оно может быть общим, местным или комбинированным. Общее

предназначено для освещения всего производственного помещения.

Местное при необходимости дополняет общее и концентрирует дополнительный световой поток на рабочих местах. Сочетание местного и общего освещения называют комбинированным. Если в светлое время суток уровень естественного освещения не соответствует нормам, то его дополняют искусственным. Такой вид освещения называют совмещенным. В производственных условиях для характеристики искусственного освещения используется показатель «освещенность» (Е).

По функциональному назначению различают следующие виды искусственного освещения: рабочее (обязательное), аварийное (не менее 2 лк), охранное (не менее 0.5 лк) и дежурное. Основное требование к аварийному освещению - независимый источник питания: аккумуляторная батарея, резервный дизель-генератор, ЛЭП от другой подстанции. Аварийное освещение устраивается в помещениях и на открытых пространствах. Охранное освещение предусматривается вдоль границ, охраняемых в ночное время для освещения территорий, для предупреждения авиационных аварийных ситуаций с высокими объектами (буровых вышек и мачт, ретрансляторов, высоких опор линий электропередач и т.д.).

Нормирование освещенности.

Нормирование освещенности производится в соответствии с межотраслевыми нормами и правилами СНиП 23-05-95. В нормах регламентируется ряд требований к качеству освещения:

- равномерное распределение яркости и отсутствие резких теней;
- в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость;
- освещенность должна быть постоянной во времени;
- оптимальная направленность светового потока;

освещенность должна иметь спектр, близкий к естественному.

СНиП 23-05-95 устанавливает минимальные (нормативные) показатели освещенности в наименее освещенных точках рабочих поверхностей.

В соответствии нормативным документом (СНиП 23-05-95) в зависимости от степени зрительного напряжения все работы делятся на восемь разрядов (1 - УШ) и четыре подразряда (а, б, в, г).

Для определения норм освещенности для некоторых *производственных помещений* можно воспользоваться табл. 2 СНиПа, фрагмент которой приведен в табл.

Необходимо задать в данном случае характеристику помещения. Предположим, нас интересует норма освещенности в учебной аудитории колледжа. По табл. 2 СНиПа 23-05-95 находим, что освещенность доски в аудитории при искусственном освещении должна составлять 500 лк, а освещенность на рабочих столах и партах, расположенных на высоте 0.8 м от уровня пола, - 300 лк. Соответственно, величина КЕО должна составлять 1,5% при боковом освещении и 4% - при верхнем или комбинированном освещении.

Таблица

Нормы естественного и искусственного освещения для некоторых производственных помещений (по СНиП 23-05-95, табл. 2)

	Помещение	Высота плоскости над полом, м	Искусственное освещение	Естественное освещение	
			Освещенность рабочих поверхностей, Е, лк	КЕО, %	
				Верхнее или комбинированное	Боковое
4	Общеобразовательные школы и школы интернаты, профессионально-технические, средние специальные и высшие учебные заведения Классные комнаты, аудитории, учебные кабинеты: а) на доске (середина) б) на рабочих столах и партах	В - на доке	500		
		Г-0,8	300	4	1,5

Освещение помещений считается достаточным, если выполняется условия: для естественного освещения $e > e_n$, для искусственного освещения

$E > E_n$ (реальное освещение выше нормируемого).

Осветительные приборы.

В современных осветительных установках, предназначенных для освещения производственных помещений, в качестве источников света применяют лампы накаливания (источники теплового излучения), газоразрядные (люминесцентные), галогенные и светодиодные.

К преимуществам ламп накаливания следует отнести простоту их изготовления и схемы включения, удобство в эксплуатации (любые внешние условия среды). Основные недостатки ламп накаливания - сравнительно короткий срок службы (около 1 тыс. ч.), невысокая светоотдача и большая теплоотдача. Кроме того, спектр ламп накаливания, в котором преобладают желтые и красные лучи, значительно отличается от спектра естественно солнечного света, что вызывает искажение цветопередачи. Данные лампы не рекомендуют использовать для освещения тех работ, для которых требуется различение оттенков цветов. Свечение ламп накаливания осуществляется за счет нагрева вольфрамовой нити, а газозаполнитель может быть разный (аргон, азот и т.д.). Для освещения производственных помещений в настоящее время используют лампы накаливания следующих типов:

- вакуумные (НВ);
- газонаполненные биспиральные (НБГ);
- рефлекторные (НР), являющиеся лампами-светильниками (часть колбы такой лампы покрыта зеркальным слоем);
- кварцевые галогенные лампы (КГ), обладающие большой мощностью и др.

Газоразрядные лампы также широко применяются для освещения производственных помещений. По сравнению с лампами накаливания они обладают повышенной световой отдачей, большим сроком службы (до 10 тыс. ч). Спектр их излучения близок к спектру естественного света.

К недостаткам разрядных ламп в первую очередь следует отнести

пульсацию светового потока (периодическое его изменение при работе лампы), ухудшающую условия зрительной работы.

Для стабилизации светового потока необходимо использовать дополнительную аппаратуру. Для включения разрядных ламп применяют специальные пусковые устройства. Кроме того, эти лампы при работе могут создавать радиопомехи, для подавления которых устанавливают фильтры. Все это приводит к повышению затрат при монтаже осветительной сети из разрядных ламп.

Из разрядных источников света на промышленных предприятиях широко применяют различные люминесцентные лампы (ЛЛ), дуговые ртутные лампы (ДРЛ), рефлекторные дуговые ртутные лампы с отражающим слоем (ДРЛР) и ряд других.

В настоящее время разработаны и используются для освещения компактные люминесцентные и светодиодные лампы. Особенностью этих разрядных и светодиодных ламп является то, что они предназначены для замены ламп накаливания, так как снабжены стандартным резьбовым цоколем и могут вворачиваться в электрический патрон, как обыкновенные лампы накаливания. Компактные люминесцентные лампы дают большую экономию электроэнергии. Современные разрядные источники света постепенно вытесняют из обихода лампы накаливания. В развитых странах мира разрядные лампы создают более половины светового потока и предполагается, что в будущем эта доля будет возрастать.

В настоящее время разработан новый способ освещения промышленных и общественных зданий с помощью осветительных устройств большой протяженности - *целевых световодов*. Они представляют собой полые цилиндрические трубы. Внутренняя поверхность этих труб, за исключением светопропускающей щели, покрыта зеркально отражающим слоем. Источником света может служить мощная лампа накаливания или газоразрядная лампа, которая помещается в оба конца трубы.

При выборе источников света для производственных помещений предпочтение следует отдавать газоразрядным лампам как энергетически более

экономичным и обладающим большим сроком службы. При этом обращают внимание на следующие параметры: *мощность (Вт), величина светового потока (лм), светоотдача (отношение светового потока к мощности, лм/Вт).*

Источники света располагают в специальной осветительной аппаратуре. Основная функция ее - перераспределение светового потока лампы с целью повышения эффективности осветительной установки. Комплекс, состоящий из источника света и осветительной арматуры, называют *светильником* или осветительным прибором. Осветительные приборы дальнего действия - прожектора.

Тщательный и регулярный уход за установками освещения имеет большее значение для создания рациональных условий освещенности (обеспечение требуемых величин освещенности без дополнительных затрат электроэнергии). Чистка светильников по нормам производится от 4 до 12 раз в год в зависимости от запыленности производственного помещения. По истечении срока службы источника света необходима его замена.

Вопросы для самоконтроля

- 1. Охарактеризуйте основные световые величины.*
- 2. Какие виды производственного освещения вы знаете?*
- 3. Что такое коэффициент естественного освещения (КЕО)?*
- 4. Какие разновидности имеет искусственное освещение?*
- 5. Охарактеризуйте источники искусственного освещения.*
- 6. Как нормируется производственное освещение?*
- 7. Как рассчитывается световой поток от лампы или группы ламп?*
- 8. Как измеряется освещенность в производственном помещении?*