

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Методические указания

*Для практических занятий
по дисциплине*

Производственная безопасность химико-технологических процессов

Направленность (профиль)	18.04.01 Химическая технология
Направленность (профиль)	Технология нефтехимического синтеза
Форма обучения	Очная
Год начала обучения	2026
Реализуется	3 семестр

Введение

Дисциплина «Производственная безопасность химико-технологических процессов» входит в перечень дисциплин по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология.

Целью изучения дисциплины является образование необходимой базы знаний о способах добычи, подготовки и переработки нефти, то есть тех знаний, которые являются базой по объектам будущей профессиональной деятельности выпускника (переработка природного газа), а также по видам деятельности: производственно-технологическая, управленческая, научно-исследовательская, проектная, эксплуатационная.

СОДЕРЖАНИЕ

Менеджмент риска на предприятии	4
Принципы формирования световой среды в рабочей зоне и зоне отдыха, быту, расчет освещения.....	7
Способы организации вентиляции и кондиционирования на рабочем месте.	13
Негативные воздействия физических факторов на человека.....	20
Практическое занятие. Отказ, вероятность отказа, качественный и количественный анализ опасностей.....	24
Понятие электробезопасности.....	28
Безопасность технологического и механического оборудования.	36
Прочность и коррозионная стойкость технологического оборудования.	38
Герметизация как условие предупреждения отравлений, взрывов и несчастных случаев.	40
Безопасность эксплуатации сосудов работающих под давлением.....	41
Практическое занятие. Учет требований охраны труда при разработке генерального плана предприятий.	44
Список литературы.....	46

МЕНЕДЖМЕНТ РИСКА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Ответственность работодателей, руководителей работ и работников за соблюдение нормативных условий и безопасность деятельности подчиненных, соблюдение нормативных воздействий производства на окружающую среду определена законодательством. За нарушения правил безопасности применяется дисциплинарная, административная и уголовная ответственность.

Существование рисков как неотъемлемой части предпринимательской деятельности привело к необходимости разработки конкретных методов и приемов их выявления при принятии и реализации управленческих решений. Предприятия работают в различных условиях конкурентной среды, имея разную внутреннюю среду, уровень производственного потенциала, кадровый состав и т.д. В связи с этим у каждого предприятия возникают риски, непосредственно присущие только данной компании и связанные со спецификой производственной, технологической, коммерческой, финансовой и других видов деятельности. Важно своевременно их выявить и определить вероятность наступления, время наступления, а также возможный ущерб.

Классификация рисков

Эффективность организации управления рисками во многом определяется их классификацией, которая создает возможности для эффективного применения соответствующих методов и приемов управления риском.

К природным рискам относятся риски стихийных бедствий, такие как землетрясения, наводнения, ураганы, тайфуны, удары молнии, извержения вулканов и т.д.

Техногенные риски связаны с хозяйственной деятельностью человека. Смешанными рисками являются события природного характера, ставшие результатом хозяйственной деятельности человека.

Чистые (простые) риски, или статические, практически всегда наносят предприятию ущерб, то есть связаны только с потерями для предпринимательской деятельности. Это риск потерь реальных активов вследствие нанесения ущерба собственности или неудовлетворительной организации.

Производственные риски — это риски, характерные для производственной деятельности и связанные с убытками от остановки производства по различным причинам, а также с неадекватным использованием техники и технологии, основных и оборотных фондов, производственных ресурсов и рабочего времени.

Предпринимательский риск связан со случайными потерями предпринимательской прибыли. Потери в предпринимательской деятельности разделяют на материальные, трудовые, финансовые, потери времени и специальные виды потерь.

Материальные потери проявляются в дополнительных затратах или прямых потерях оборудования, имущества, продукции, сырья, энергии и т.д. Материальные потери измеряются в тех же единицах, в которых измеряется количество данного вида материальных ресурсов, т.е. в физических единицах веса, объема, площади и др., а также в стоимостном выражении, в денежных единицах. Для этого потери в физическом измерении переводятся в стоимостные путем умножения его на цену единицы соответствующего материального ресурса. Для достаточного количества материальных ресурсов, стоимость которых заранее известна, потери можно сразу оценивать в денежном выражении. Трудовые потери представляют собой потери рабочего времени, вызванные случайными, непредвиденными обстоятельствами. В непосредственном измерении трудовые потери выражаются в человеко-часах, человеко-днях или просто часах рабочего времени. Перевод трудовых потерь в стоимостное, денежное выражение осуществляется путем умножения трудочасов на стоимость одного часа. Потери времени существуют тогда, когда процесс предпринимательской деятельности идет медленнее, чем было намечено. Прямая оценка таких потерь осуществляется в часах, днях, неделях, месяцах запаздывания в получении намеченного результата. Чтобы перевести оценку потерь времени в стоимостное измерение, необходимо установить, к каким потерям дохода и прибыли приводят случайные потери рабочего времени. Специальные виды потерь проявляются в виде нанесения ущерба здоровью и жизни людей, окружающей среде, престижу предприятия, а также в виде других неблагоприятных социальных и морально-психологических последствий, чаще всего их крайне трудно определить в количественном и тем более в стоимостном выражении.

Профессиональные риски связаны с выполнением должностными лицами своих профессиональных обязанностей.

Инвестиционные риски возникают при вложении инвесторами средств в инвестиционные объекты с целью получения прибыли. Различают систематический и несистематический риски; риски реального и финансового инвестирования.

Транспортные риски представляют собой риски, связанные с убытком по причине транспортировки товара; различают морские, воздушные и наземные.

Банковские риски представляют собой опасность потерь в банковских операциях, они могут иметь внешние причины возникновения (страновой и валютный) и внутренние, такие как риски пассивных и активных операций, риски, связанные со спецификой клиента.

Страховой риск связан с неэффективной страховой деятельностью как на этапе, предшествующем заключению договора страхования, так и на последующих этапах перестрахования, формирования страховых резервов и т.п.

Организация системы риск-менеджмента на предприятии

Одни и те же риски могут встречаться в различных областях производственно-хозяйственной деятельности. Поэтому при управлении рисками главное — идентифицировать возможные области риска применительно к исследуемому предприятию. Риск количественно характеризуется субъективной оценкой ожидаемой величины максимального и минимального доходов (убытков) от конкретного вложения капитала. При этом, чем больше диапазон между возможным максимальным и минимальным доходами (убытками) при равной вероятности их получения, тем выше степень риска. Степень риска — это вероятность наступления рискового события; чем больше неопределенность хозяйственной ситуации при принятии решения, тем больше и степень риска. Факторы, влияющие на величину степени риска, можно разделить на объективные и субъективные. К объективным факторам относятся причины, возникающие во внешней среде предприятия, то есть не зависящие непосредственно от деятельности фирмы. Например, политические, экономические и экологические кризисы, таможенная, налоговая, бюджетная политика государства. Субъективные факторы связаны непосредственно с внутренней средой фирмы и характеризуют ее деятельность: уровень производительности труда, уровень технического и технологического оснащения, производственный потенциал, система управления, организация труда, маркетинговая, ценовая, инвестиционная политика предприятия.

Риск-менеджмент характеризуется совокупностью методов, приемов и мероприятий, позволяющих в определенной степени прогнозировать наступление рисков и принимать решения по воздействию на них. Стратегия управления риском строится в зависимости от направлений деятельности предприятия. Для эффективного управления риском на предприятиях может создаваться специальное подразделение — отдел управления рисками. Во главе его стоит риск-менеджер, который занимается исключительно проблемами управления риском и координирует деятельность всех подразделений в плане регулирования риска и обеспечения компенсации возможных потерь и убытков. Риск-менеджер формирует организационную структуру управления риском на предприятии и разрабатывает основные положения и инструкции, связанные с этой деятельностью.

Субъект управления				Объект управления	
· предприниматель · риск-менеджер · финансовый менеджер · специалист по страхованию		Принципы		· риск · рисковые вложения капитала · экономические отношения	
		Методы			
		Способы			
Система риск-менеджмента					

Система управления риском

Разработка стратегии и принципов управления риском излагаются во внутренних нормативных документах:

Положение по управлению риском;

Руководство по управлению риском.

Положение по управлению риском содержит результаты анализа риска на предприятии и изложение ключевых моментов управленческой стратегии предприятия в данной области, оно выражает философию компании по управлению риском.

Управление рисками

Как система управления риск-менеджмент проявляется в совокупности взаимосвязанных процессов подготовки, принятия и организации выполнения управленческих решений, составляющих процесс управления риском. Анализ риска — это начальный этап получения необходимой информации о структуре, свойствах исследуемого объекта и имеющихся рисках. При выявлении рисков определяются все риски, присущие анализируемой системе. Оценка представляет собой качественное и количественное описание выявленных рисков, определение таких характеристик, как вероятность и размер возможного ущерба. Как экономическая категория любая рискованная операция может иметь три результата: отрицательный — это проигрыш, ущерб, убыток; нулевой и положительный, что означает выигрыш, выгоду, прибыль. Уровень риска зависит от многих факторов, в том числе от создания и функционирования организационно-правовых форм субъектов предпринимательской деятельности, размера компании (фирмы, корпорации), предмета их деятельности и т.д.

Для принятия оптимального решения по управлению риском важно иметь четкую информацию о том, какой объект подвергается риску. Прежде чем оценить риск и принять соответствующее решение, необходимо собрать исходную информацию об объекте — носителе риска. Данный процесс называется выявлением риска и включает два основных этапа:

- 1) сбор информации о структуре объекта риска;
- 2) выявление опасностей или инцидентов.

Опасность является одним из факторов риска, но не единственным. Риск представляет собой наступление определенного события. Каждое неблагоприятное событие обладает такими свойствами, как вероятность наступления, частота наступления и ущерб, выражаемый в натуральном или стоимостном выражении. Ущерб — это ухудшение или потеря свойств объекта. В качестве объекта, обладающего риском, могут выступать: человек (персонал, руководитель предприятия, население), имущество (различные объекты, информация, нематериальные активы) и имущественный интерес (прибыльность, рентабельность, финансовая устойчивость). Риск определяется в абсолютном и относительном выражении. Абсолютная величина риска — это возможные потери в материально-вещественном или стоимостном выражении. Для определения относительной величины риска возможные потери относят к некоторой базе, в качестве которой целесообразно принимать стоимость основных и оборотных средств предприятия, или общие затраты, или ожидаемый доход.

Для определения источников риска и его видов необходимо наличие надежного информационного обеспечения. Вся информация о характеристиках отдельных рисков может быть получена из различных источников: разовых и постоянных, официальных и неофициальных, приобретенных и полученных, достоверных и сомнительных и др. В то же время, информация, используемая в риск-менеджменте, должна быть достоверной, качественно полноценной и своевременной.

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

Внутренние

Данные производственного процесса
Бухгалтерский учет и **отчетность**
Материалы ревизий и аудита
Данные маркетинговых исследований
Личный опыт руководителя
Каталог факторов риска

Внешние

Статистические данные
Прогнозная информация
Экономическая, политическая,
демографическая ситуация
Сведения о конкурентах, партнерах,
поставщиках, потребителях в СМИ

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ И ЗОНЕ ОТДЫХА, БЫТУ, РАСЧЕТ ОСВЕЩЕНИЯ

Основные светотехнические характеристики.

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное психофизиологическое воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Ощущение зрения происходит под воздействием видимого излучения (света), которое представляет собой электромагнитное излучение с длиной волны 0,38...0,76 мкм. Чувствительность зрения максимальна к электромагнитному излучению с длиной волны 0,555 мкм (желто-зеленый цвет) и уменьшается к границам видимого спектра.

Освещение характеризуется количественными и качественными показателями. К количественным показателям относятся:

световой поток Φ – часть лучистого потока, воспринимаемая человеком как свет; характеризует мощность светового излучения, измеряется в люменах (лм);

сила света J – пространственная плотность светового потока; определяется как отношение светового потока $d\Phi$, исходящего от источника и равномерно распространяющегося внутри элементарного телесного угла $d\Omega$, к величине этого угла; $J = d\Phi/d\Omega$; измеряется в канделах (кд);

освещенность E – поверхностная плотность светового потока; определяется как отношение светового потока $d\Phi$, равномерно падающего на освещаемую поверхность dS (m^2), к ее площади: $E = d\Phi/dS$, измеряется в люксах (лк);

яркость L поверхности под углом α к нормали – это отношение силы света dJ_α , излучаемой, освещаемой или светящейся поверхностью в этом направлении, к площади dS проекции этой поверхности, на плоскость, перпендикулярную к этому направлению: $L = d\Phi/(dS \cos \alpha)$, измеряется в $кд \cdot m^{-2}$.

Для качественной оценки условий зрительной работы используют такие показатели как фон, контраст объекта с фоном, коэффициент пульсации освещенности, показатель освещенности, спектральный состав света.

Фон – это поверхность, на которой происходит различение объекта. Фон характеризуется способностью поверхности отражать падающий на нее световой поток. Эта способность (коэффициент отражения ρ) определяется как отношение отраженного от поверхности светового потока $\Phi_{отр}$ к падающему на нее световому потоку $\Phi_{пад}$; $\rho = \Phi_{отр}/\Phi_{пад}$. В зависимости от цвета и фактуры поверхности значения коэффициента отражения находятся в пределах 0,02...0,95; при $\rho > 0,4$ фон считается светлым; при $\rho = 0,2...0,4$ – средним и при $\rho < 0,2$ – темным.

Контраст объекта с фоном k – степень различения объекта и фона – характеризуется соотношением яркостей рассматриваемого объекта (точки, линии, знаки, пятна, трещины, риски или других элементов) и фона; $k = (L_{оп} - L_о)/L_о$ считается большим, если $k > 0,5$ (объект резко выделяется на фоне), средним при $k = 0,2...0,5$ (объект и фон заметно отличаются по яркости) и малым при $k < 0,2$ (объект слабо заметен на фоне).

Коэффициент пульсации освещенности k_E – это критерий глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока

$$K_E = 100(E_{\max} - E_{\min}) / (2E_{\text{ср}});$$

где $E_{\max}$, $E_{\min}$, $E_{\text{ср}}$ – максимальное, минимальное и среднее значения освещенности за период колебаний; для газоразрядных ламп $K_E = 25...65\%$, для обычных ламп накаливания $k_E \approx 7\%$, для галогенных ламп накаливания $K_E = 1\%$.

Показатель ослепленности P_o – критерий оценки слепящего действия, создаваемого осветительной установкой,

$$P_o = 1000(V_1/V_2 - 1),$$

где V_1 и V_2 – видимость объекта различения соответственно при экранировании и наличии ярких источников света в поле зрения.

Экранирование источников света осуществляется с помощью щитков, козырьков и т.п.

Видимость V характеризует способность глаза воспринимать объект. Она зависит от освещенности, размера объекта, его яркости, контраста объекта с фоном, длительности экспозиции. Видимость определяется числом пороговых контрастов в контрасте объекта с фоном, т.е. $V = k/k_{\text{пор}}$, где $k_{\text{пор}}$ – пороговый или наименьший различимый глазом контраст, при небольшом

уменьшении которого объект становится неразличим на этом фоне.

Системы и виды производственного освещения.

При освещении производственных помещений используют естественное освещение, создаваемое прямыми солнечными лучами и рассеянным светом небосвода и меняющемся в зависимости от географической широты, времени года и суток, степени облачности и прозрачности атмосферы; искусственное освещение, создаваемое электрическими источниками света, и совмещенное освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняют искусственным.

Конструктивно *естественное освещение* подразделяют на боковое (одно- и двухстороннее), осуществляемое через световые проемы в наружных стенах; верхнее – через аэрационные и зенитные фонари, проемы в кровле и перекрытиях; комбинированное – сочетание верхнего и бокового освещения.

Искусственное освещение по конструктивному исполнению может быть двух видов – общее и комбинированное. Систему *общего освещения* применяют в помещениях, где по всей площади выполняются однотипные работы (литейные, сварочные, гальванические цехи), а также в административных, конторских и складских помещениях. Различают общее равномерное освещение (световой поток распределяется равномерно по всей площади без учета расположения рабочих мест) и общее локализованное освещение (с учетом расположения рабочих мест).

При выполнении точных зрительных работ (например, слесарных, токарных, контрольных) в местах, где оборудование создает глубокие, резкие тени или рабочие поверхности расположены вертикально (штампы, гильотинные ножницы), наряду с общим освещением применяют *местное*. Совокупность местного и общего освещения называют комбинированным освещением. Применение одного местного освещения внутри производственных помещений не допускается, поскольку образуются резкие тени, зрение быстро утомляется и создается опасность производственного травматизма.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяют на рабочее, аварийное и специальное, которое может быть охранным, дежурным, эвакуационным, эритемным, бактерицидным и др.

Рабочее освещение предназначено для обеспечения нормального выполнения производственного процесса, прохода людей, движения транспорта и является обязательным для всех производственных помещений.

Аварийное освещение устраивают для продолжения работы в тех случаях, когда внезапное отключение рабочего освещения (при авариях) и связанное с этим нарушение нормального обслуживания оборудования могут вызвать взрыв, пожар, отравление людей, нарушение технологического процесса и т.д. Минимальная освещенность рабочих поверхностей при аварийном освещении должна составлять 5 % нормируемой освещенности рабочего освещения, но не менее 2 лк.

Эвакуационное освещение предназначено для обеспечения эвакуации людей из производственного помещения при авариях и отключении рабочего освещения; организуется в местах, опасных для прохода людей: на лестничных клетках, вдоль основных проходов производственных помещений, в которых работают более 50 чел. Минимальная освещенность на полу основных проходов и на ступеньках при эвакуационном освещении должна быть не менее 0,5 лк, на открытых территориях – не менее 0,2 лк.

Охранный свет устраивают вдоль границ территорий, охраняемых специальным персоналом. Наименьшая освещенность в ночное время 0,5 лк.

Сигнальный свет применяют для фиксации границ опасных зон; он указывает на наличие опасности, либо на безопасный путь эвакуации.

Условно к производственному освещению относят бактерицидное и эритемное облучение помещений. *Бактерицидное облучение* («освещение») создается для обеззараживания воздуха, питьевой воды, продуктов питания. Наибольшей бактерицидной способностью обладают ультрафиолетовые лучи с $\lambda = 0,254...0,257$ мкм. *Эритемное облучение* создается в производственных помещениях, где недостаточно солнечного света (северные районы, подземные сооружения). Максимальное эритемное воздействие оказывают электромагнитные лучи с $\lambda = 0,297$ мкм. Они стимулируют обмен веществ, кровообращение, дыхание и другие функции организма человека.

Основные требования к производственному освещению.

Основной задачей производственного освещения является поддержание на рабочем месте

освещенности, соответствующей характеру зрительной работы. Увеличение освещенности рабочей поверхности улучшает видимость объектов за счет повышения их яркости, увеличивает скорость различения деталей, что сказывается на росте производительности труда. Так, при выполнении отдельных операций на главном конвейере сборки автомобилей при повышении освещенности с 30 до 75 лк производительность труда повысилась на 8 %. При дальнейшем повышении до 100 лк – на 28 % (по данным проф. АЛ. Тарханова). Дальнейшее повышение освещенности не дает роста производительности.

При организации производственного освещения необходимо обеспечить равномерное распределение яркости на рабочей поверхности и окружающих предметах. Перевод взгляда с ярко освещенной на слабо освещенную поверхность вынуждает глаз переадаптироваться, что ведет к утомлению зрения и соответственно к снижению производительности труда. Для повышения равномерности естественного освещения больших цехов осуществляется комбинированное освещение. Светлая окраска потолка, стен и оборудования способствует равномерному распределению яркостей в поле зрения работающего.

Производственное освещение должно обеспечивать отсутствие в поле зрения работающего резких теней. Наличие резких теней искажает размеры и формы объектов различения и тем самым повышает утомляемость, снижает производительность труда. Особенно вредны движущиеся тени, которые могут привести к травмам. Тени необходимо смягчать, применяя, например, светильники со светорассеивающими молочными стеклами, при естественном освещении, используя солнцезащитные устройства (жалюзи, козырьки и др.).

Для улучшения видимости объектов в поле зрения работающего должна отсутствовать прямая и отраженная блескость. *Блескость* – это повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая нарушение зрительных функций (ослепленность), т.е. ухудшение видимости объектов. Блескость ограничивают уменьшением яркости источника света, правильным выбором защитного угла светильника, увеличением высоты подвеса светильников, правильном направлении светового потока на рабочую поверхность, а также изменением угла наклона рабочей поверхности. Там, где это возможно, блестящие поверхности следует заменять матовыми. Колебания освещенности на рабочем месте, вызванные, например, резким изменением напряжения в сети, обуславливают переадаптацию глаза, приводя к значительному утомлению. Постоянство освещенности во времени достигается стабилизацией плавающего напряжения, жестким креплением светильников, применением специальных схем включения газоразрядных ламп.

При организации производственного освещения следует выбирать необходимый спектральный состав светового потока. Это требование особенно существенно для обеспечения правильной цветопередачи, а в отдельных случаях для усиления цветовых контрастов. Оптимальный спектральный состав обеспечивает естественное освещение. Для создания правильной цветопередачи применяют монохроматический свет, усиливающий одни цвета и ослабляющий другие.

Осветительные установки должны быть удобны и просты в эксплуатации, долговечны, отвечать требованиям эстетики, электробезопасности, а также не должны быть причиной возникновения взрыва или пожара. Обеспечение указанных требований достигается применением защитного зануления или заземления, ограничением напряжения питания переносных и местных светильников, защитой элементов осветительных сетей от механических повреждений и т.п.

Нормирование производственного освещения.

Естественное и искусственное освещение в помещениях регламентируется нормами СНиП 23-05-95 в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном. Характеристика зрительной работы определяется наименьшим размером объекта различения (например, при работе с приборами – толщиной линии градуировки шкалы, при чертежных работах – толщиной самой тонкой линии). В зависимости от размера объекта различения все виды работ, связанные со зрительным напряжением, делятся на восемь разрядов, которые в свою очередь в зависимости от фона и контраста объекта с фоном делятся на четыре подряда.

Искусственное освещение нормируется количественными (минимальной освещенностью E_{min}) и качественными показателями (показателями ослепленности и дискомфорта, коэффициентом пульсации освещенности kE). Принято раздельное нормирование искусственного освещения в зависимости от применяемых источников света и системы освещения. Нормативное значение освещенности для газоразрядных ламп при прочих равных условиях из-за их большей светоотдачи

выше, чем для ламп накаливания. При комбинированном освещении доля общего освещения должна быть не менее 10 % нормируемой освещенности. Эта величина должна быть не менее 150 лк для газоразрядных ламп и 50 лк для ламп накаливания.

Для ограничения слепящего действия светильников общего освещения в производственных помещениях показатель ослепленности не должен превышать 20...80 единиц в зависимости от продолжительности и разряда зрительной работы. При освещении производственных помещений газоразрядными лампами, питаемыми переменным током промышленной частоты 50 Гц, глубина пульсаций не должна превышать 10...20 % в зависимости от характера выполняемой работы.

При определении нормы освещенности следует учитывать также ряд условий, вызывающих необходимость повышения уровня освещенности, выбранного по характеристике зрительной работы. Увеличение освещенности следует предусматривать, например, при повышенной опасности травматизма или при выполнении напряженной зрительной работы I...IV разрядов в течение всего рабочего дня. В некоторых случаях следует снижать норму освещенности, например, при кратковременном пребывании людей в помещении.

Естественное освещение характеризуется тем, что создаваемая освещенность изменяется в зависимости от времени суток, года, метеорологических условий. Поэтому в качестве критерия оценки естественного освещения принята относительная величина – коэффициент естественной освещенности КЕО, не зависящий от вышеуказанных параметров. КЕО – это отношение освещенности в данной точке внутри помещения $E_{вн}$ к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности $E_{н}$, создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженное в процентах, т.е. $КЕО = 100E_{вн}/E_{н}$.

Принято раздельное нормирование КЕО для бокового и верхнего естественного освещения. При боковом освещении нормируют минимальное значение КЕО в пределах рабочей зоны, которое должно быть обеспечено в точках, наиболее удаленных от окна; в помещениях с верхним и комбинированным освещением – по усредненному КЕО в пределах рабочей зоны. Нормированное значение КЕО с учетом характеристики зрительной работы, системы освещения, района расположения зданий на территории страны

$$e_n = КЕО_{мс},$$

где КЕО – коэффициент естественной освещенности; определяется по СНиП 23-05-95; m – коэффициент светового климата, определяемый в зависимости от района расположения здания на территории страны; c – коэффициент солнечности климата, определяемый в зависимости от ориентации здания относительно сторон света; коэффициенты m и c определяют по таблицам СНиП 23-05-95.

Совмещенное освещение допускается для производственных помещений, в которых выполняются зрительные работы I и II разрядов; для производственных помещений, строящихся в северной климатической зоне страны; для помещений, в которых по условиям технологии требуется поддерживать стабильными параметры воздушной среды (участки прецизионных металлообрабатывающих станков, электропрецизионного оборудования). При этом общее искусственное освещение помещений должно обеспечиваться газоразрядными лампами, а нормы освещенности повышаются на одну ступень.

Источники света и осветительные приборы.

Источники света, применяемые для искусственного освещения, делят на две группы – газоразрядные лампы и лампы накаливания. Лампы накаливания относятся к источникам света теплового излучения. Видимое излучение в них получается в результате нагрева электрическим током вольфрамовой нити. В газоразрядных лампах излучение оптического диапазона спектра возникает в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов и паров металлов, а также за счет явлений люминесценции, которое невидимое ультрафиолетовое излучение преобразует в видимый свет.

При выборе и сравнении источников света друг с другом пользуются следующими параметрами: номинальное напряжение питания U (В), электрическая мощность лампы P (Вт); световой поток, излучаемый лампой Φ (лм), или максимальная сила света J (кд); световая отдача $\psi = \Phi/P$ (лм/Вт), т.е. отношение светового потока лампы к ее электрической мощности; срок службы лампы и спектральный состав света.

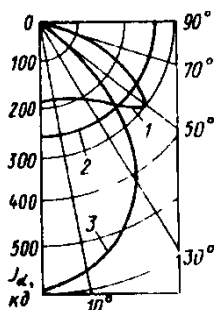
Благодаря удобству в эксплуатации, простоте в изготовлении, низкой инерционности при включении, отсутствию дополнительных пусковых устройств, надежности работы при колебаниях

напряжения и при различных метеорологических условиях окружающей среды лампы накаливания находят широкое применение в промышленности. Наряду с отмеченными преимуществами лампы накаливания имеют и существенные недостатки: низкая световая отдача (для ламп общего назначения $\psi = 7 \dots 20$ лм/Вт), сравнительно малый срок службы (до 2,5 тыс. ч), в спектре преобладают желтые и красные лучи, что сильно отличает их спектральный состав от солнечного света.

В последние годы все большее распространение получают галогеновые лампы – лампы накаливания с йодным циклом. Наличие в колбе паров йода позволяет повысить температуру накала нити, т.е. световую отдачу лампы (до 40 лм/Вт). Пары вольфрама, испаряющиеся с нити накаливания, соединяются с йодом и вновь оседают на вольфрамовую спираль, препятствуя распылению вольфрамовой нити и увеличивая срок службы лампы до 3 тыс. ч. Спектр излучения галогеновой лампы более близок к естественному.

Основным преимуществом газоразрядных ламп перед лампами накаливания является большая световая отдача 40...110 лм/Вт. Они имеют значительно больший срок службы, который у некоторых типов ламп достигает 8...12 тыс. ч. От газоразрядных ламп можно получить световой поток любого желаемого спектра, подбирая соответствующим образом инертные газы, пары металлов, люминоформ. По спектральному составу видимого света различают лампы дневного света (ЛД), дневного света с улучшенной цветопередачей (ЛЛД), холодного белого (ЛХБ), теплого белого (ЛТБ) и белого цвета (ЛБ).

Основным недостатком газоразрядных ламп является пульсация светового потока, что может привести к появлению стробоскопического эффекта, заключающегося в искажении зрительного восприятия. При кратности или совпадении частоты пульсации источника света и обрабатываемых изделий вместо одного предмета видны изображения нескольких, искажается направление и скорость движения, что делает невозможным выполнение производственных операций и ведет к увеличению опасности травматизма. К недостаткам газоразрядных ламп следует отнести также длительный период разгорания, необходимость применения специальных пусковых приспособлений, облегчающих зажигание ламп; зависимость работоспособности от температуры окружающей среды. Газоразрядные лампы могут создавать радиопомехи, исключение которых требует специальных устройств.

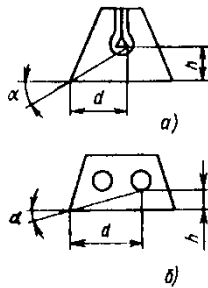


. Кривые распределения силы света в пространстве:
7 – широкая; 2 – равномерная; 3 – глубокая.

При выборе источников света для производственных помещений необходимо руководствоваться общими рекомендациями: отдавать предпочтение газоразрядным лампам как энергетически более экономичным и обладающим большим сроком службы; для уменьшения первоначальных затрат на осветительные установки и расходов на их эксплуатацию необходимо по возможности использовать лампы наибольшей мощности, но без ухудшения при этом качества освещения.

Создание в производственных помещениях качественного и эффективного освещения невозможно без рациональных светильников. *Электрический светильник* – это совокупность источника света и осветительной арматуры, предназначенной для перераспределения излучаемого источником светового потока в требуемом направлении, предохранения глаз рабочего от слепящего действия ярких элементов источника света, защиты источника от механических повреждений, воздействия окружающей среды и эстетического оформления помещения.

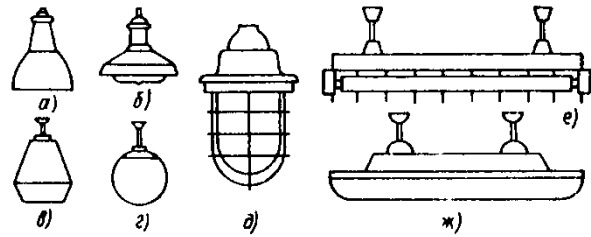
Для характеристики светильника с точки зрения распределения светового потока в пространстве строят график силы света в полярной системе координат (рис. 1.16). Степень предохранения глаз работников от слепящего действия источника света определяют защитным углом светильника. Защитный угол – это угол между горизонталью и линией, соединяющей нить канала (поверхность лампы) с противоположным краем отражателя (рис. 1.17). Важной характеристикой светильника является его коэффициент полезного действия – отношение фактического светового потока светильника Φ_f к световому потоку помещенной в него лампы Φ_p , т.е. $\eta_{св} = \Phi_f / \Phi_p$.



Защитный угол светильника

a – с лампой накаливания;

б – с люминесцентными лампами



Основные типы светильников:

a – «Универсаль»; *б* – «Глубокоизлучатель»; *в* – «Люцета»; *г* – «Молочный шарик»; *д* – взрывобезопасный типа ВЗГ; *е* – типа ОД; *ж* – типа ПВЛП

По распределению светового потока в пространстве различают светильники прямого, преимущественно прямого, рассеянного, отраженного и преимущественно отраженного света. Конструкция светильника должна надежно защищать источник света от пыли, воды и других внешних факторов, обеспечивать электро-, пожаро- и взрывобезопасность, стабильность светотехнических характеристик в данных условиях среды, удобство монтажа и обслуживания, соответствовать эстетическим требованиям. В зависимости от конструктивного исполнения различают светильники открытые, защищенные, закрытые, пылепроницаемые, влагозащитные, взрывозащищенные, взрывобезопасные. На рис. 1.18 приведены некоторые наиболее распространенные типы светильников (*a–д* – для ламп накаливания, *е–ж* – для газоразрядных ламп).

Расчет производственного освещения.

Основной задачей светотехнических расчетов является: для естественного освещения определение необходимой площади световых проемов; для искусственного – требуемой мощности электрической осветительной установки для создания заданной освещенности.

При естественном боковом освещении требуемая площадь световых проемов (m^2)

$$S_{\text{пр.ок}} = S_{\text{п}} \epsilon_{\text{ок}} k_{\text{зд}} k_{\text{з}} / (100 \tau_{\text{общ}})$$

где $S_{\text{п}}$ – площадь пола помещений, m^2 ; $\epsilon_{\text{ок}}$ – коэффициент световой активности оконного проема; $k_{\text{зд}}$ – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями; $k_{\text{з}}$ – коэффициент запаса; определяется с учетом запыленности помещения, расположения стекол (наклонно, горизонтально, вертикально) и периодичности очистки; ρ – коэффициент, учитывающий влияние отраженного света; определяется с учетом геометрических размеров помещения, светопроема и значений коэффициентов отражения стен, потолка, пола; $\tau_{\text{общ}}$ – общий коэффициент светопропускания; определяется в зависимости от коэффициента светопропускания стекол, потерь света в переплетах окон, слоя его загрязнения, наличия несущих и солнцезащитных конструкций перед окнами.

При выбранных светопроемах действительные значения коэффициента естественного освещения для различных точек помещения рассчитывают с использованием графоаналитического метода Данилюка по СНиП 23-05-95.

При проектировании искусственного освещения необходимо выбрать тип источника света, систему освещения, вид светильника; наметить целесообразную высоту установки светильников и размещения их в помещении; определить число светильников и мощность ламп, необходимых для создания нормируемой освещенности на рабочем месте, и в заключение проверить намеченный вариант освещения на соответствие его нормативным требованиям.

Расчет общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента использования светового потока. Световой поток (лм) одной лампы или группы люминесцентных ламп одного светильника

$$\Phi_k = E_n S_z k_z / (n \eta N),$$

где E_n – нормируемая минимальная освещенность по СНиП 23-05-95, лк; S – площадь освещаемого помещения, m^2 ; z – коэффициент неравномерности освещения, обычно $z = 1,1-1,2$; k_z – коэффициент запаса, зависящий от вида технологического процесса и типа применяемых источников света, обычно $k_z = 1,3 - 1,8$; n – число светильников в помещении; ηN – коэффициент использования

светового потока.

Коэффициент использования светового потока, давший название методу расчета, определяют по СНиП 23-05-95 в зависимости от типа светильника, отражательной способности стен и потолка, размеров помещения, определяемых индексом помещения

$$i = AB / [H(A+B)],$$

где A, B – длина и ширина помещения в плане, м; H – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м.

По полученному в результате расчета световому потоку по ГОСТ 2239-79* и ГОСТ 6825-91 выбирают ближайшую стандартную лампу и определяют необходимую электрическую мощность. При выборе лампы допускается отклонение светового потока от расчетного в пределах 10...20 %.

Для поверочного расчета местного освещения, а также для расчета освещенности конкретной точки наклонной поверхности при общем локализованном освещении применяют точечный метод. В основу точечного метода положено уравнение

$$E_A = J_a \cos \alpha / r^2,$$

где E_A – освещенность горизонтальной поверхности в расчетной точке A , лк; J_a – сила света в направлении от источника к расчетной точке A ; определяется по кривой распределения светового потока выбираемого светильника и источника света; α – угол между нормалью к поверхности, которой принадлежит точка, и направлением вектора силы света в точку A ; r – расстояние от светильника до точки A , м.

Учитывая, что $r = H / \cos \alpha$ и вводя коэффициент запаса k_z , получим $E_{\text{л}} = J_a \cos^3 \alpha / (H k_z)$. Критерием правильности расчета служит неравенство $E_{\text{л}} \geq E_n$.

СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ.

Эффективным средством обеспечения надлежащей чистоты и допустимых параметров микроклимата воздуха рабочей зоны является промышленная вентиляция. *Вентиляцией* называется организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения загрязненного воздуха и подачу на его место свежего.

По способу перемещения воздуха различают системы естественной и механической вентиляции. Система вентиляции, перемещение воздушных масс в которой осуществляется благодаря возникающей разности давлений снаружи и внутри здания, называется *естественной вентиляцией*. Разность давлений обусловлена разностью плотностей наружного и внутреннего воздуха (гравитационное давление, или тепловой напор ΔP_t) и ветровым напором ΔP_v , действующим на здание. Расчетный тепловой напор (Па)

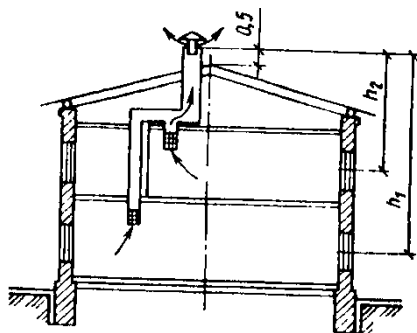
$$\Delta P_t = gh(\rho_n - \rho_v),$$

где g – ускорение свободного падения, м/с^2 ; h – вертикальное расстояние между центрами приточного и вытяжного отверстий, м; ρ_n, ρ_v – плотность наружного и внутреннего воздуха, кг/м^3 .

При действии ветра на поверхностях здания с подветренной стороны образуется избыточное давление, на наветренной стороне – разрежение. Распределение давлений по поверхности зданий и их величина зависят от направления и силы ветра, а также от взаиморасположения зданий. Ветровой напор (Па)

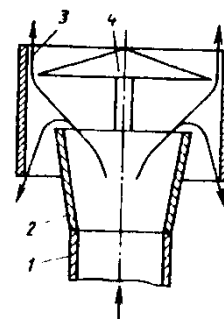
$$\Delta P_v = k_n \frac{W_v^2}{2} \rho_n,$$

где k_n , – коэффициент аэродинамического сопротивления здания; значение k_n не зависит от ветрового потока, определяется эмпирическим путем и для геометрически подобных зданий остается постоянным; W_v – скорость ветрового потока, м/с .



.Схема естественной канальной вытяжной вентиляции:

h_1 –нижний ярус окон; h_2 –верхний ярус окон



Принципиальная схема дефлектора ЦАГИ:

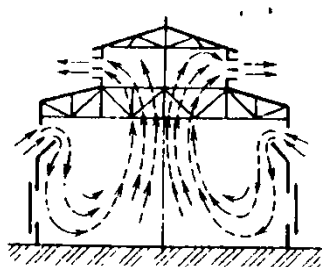
7–патрубок; 2–диффузор; 3–кольцо;

4–зонт

Неорганизованная естественная вентиляция –*инфильтрация*, или *естественное проветривание* – осуществляется сменой воздуха в помещениях через неплотности в ограждениях и элементах строительных конструкций благодаря разности давления снаружи и внутри помещения. Такой воздухообмен зависит от случайных факторов–силы и направления ветра, температуры воздуха внутри и снаружи здания, вида ограждений и качества строительных работ. Инфильтрация может быть значительной для жилых зданий и достигать 0,5...0,75 объема помещения в час, а для промышленных предприятий до 1...1,5 ч⁻¹.

Для постоянного воздухообмена, требуемого по условиям поддержания чистоты воздуха в помещении, необходима организованная вентиляция. Организованная естественная вентиляция может быть вытяжной без организованного притока воздуха (канальная) и приточно-вытяжной с организованным притоком воздуха (канальная и бесканальная аэрация). Канальная естественная вытяжная вентиляция без организованного притока воздуха широко применяется в жилых и административных зданиях. Расчетное гравитационное давление таких систем вентиляции определяют при температуре наружного воздуха +5 °С, считая, что все давление падает в тракте вытяжного канала, при этом сопротивление входу воздуха в здание не учитывается. При расчете сети воздухопроводов прежде всего производят ориентировочный подбор их сечений исходя из допустимых скоростей движения воздуха в каналах верхнего этажа 0,5...0,8 м/с, в каналах нижнего этажа и сборных каналах верхнего этажа 1,0 м/с и в вытяжной шахте 1...1,5 м/с.

Для увеличения располагаемого давления в системах естественной вентиляции на устье вытяжных шахт устанавливают насадки –дефлекторы (рис. 1.7). Усиление тяги происходит благодаря разрежению, возникающему при обтекании дефлектора ЦАГИ. Разрежение, создаваемое дефлектором, и количество удаляемого воздуха зависят от скорости ветра и могут быть определены с помощью номограмм.



. Схема аэрации промышленного здания

Аэрацией называется организованная естественная общеобменная вентиляция помещений в результате поступления и удаления воздуха через открывающиеся фрамуги окон и фонарей. Воздухообмен в помещении регулируют различной степенью открывания фрамуг (в зависимости от температуры наружного воздуха, скорости и направления ветра). Как способ вентиляции аэрация нашла широкое применение в промышленных зданиях, характеризующихся технологическими процессами с большими

тепловыделениями (прокатных цехах, литейных, кузнечных). Поступление наружного воздуха в цех в холодный период года организуют так, чтобы холодный воздух не попадал в рабочую зону. Для этого наружный воздух подают в помещение через проемы, расположенные не ниже 4,5 м от пола (рис. 1.8), в теплый период года приток наружного воздуха ориентируют через нижний ярус оконных проемов ($A = 1,5...2$ м).

При расчете аэрации определяют требуемую площадь проходного сечения проемов и аэрационных фонарей для подачи и удаления необходимого количества воздуха. Исходными данными являются конструктивные размеры помещений, проемов и фонарей, величины теплопродукции в помещении, параметры наружного воздуха. Согласно СНиП 2.04.05–91 расчет рекомендуется выполнять на действие гравитационного давления. Ветровой напор надлежит

учитывать только при решении вопросов защиты вентиляционных проемов от задувания. При расчете аэрации составляют материальный (по воздуху) и тепловой баланс помещения:

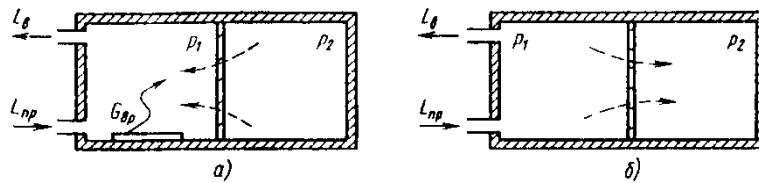
$$\sum_{i=1}^n G_{\text{пр}i} - \sum_{j=1}^m G_{\text{выт}j} = 0,$$

$$\Delta Q_{\text{изб}} + \sum_{i=1}^n G_{\text{пр}i} c_{pi} t_{\text{пр}i} - \sum_{j=1}^m G_{\text{выт}j} c_{pj} t_{\text{выт}j} = 0,$$

где $G_{\text{пр}i}$ и $G_{\text{выт}j}$ — масса поступающего и удаляемого воздуха, обладающего теплоемкостью c_p и температурой t .

Основным достоинством аэрации является возможность осуществлять большие воздухообмены без затрат механической энергии. К недостаткам аэрации следует отнести то, что в теплый период года эффективность аэрации может существенно падать вследствие повышения температуры наружного воздуха и, кроме того, поступающий в помещение воздух не очищается и не охлаждается.

Вентиляция, с помощью которой воздух подается в производственные помещения или удаляется из них по системам вентиляционных каналов с использованием для этого специальных механических побудителей, называется *механической вентиляцией*.



. Принципиальная схема вентиляции для выбора соотношения объемов приточного и удаляемого воздуха:
а — $L_{\text{в}} > L_{\text{пр}}$, $\rho_1 < \rho_2$; б — $L_{\text{в}} < L_{\text{пр}}$, $\rho_1 > \rho_2$

Механическая вентиляция по сравнению с естественной имеет ряд преимуществ: большой радиус действия вследствие значительного давления, создаваемого вентилятором; возможность изменять или сохранять необходимый воздухообмен независимо от температуры наружного воздуха и скорости ветра; подвергать вводимый в помещение воздух предварительной очистке, осушке или увлажнению, подогреву или охлаждению; организовывать оптимальное воздухораспределение с подачей воздуха непосредственно к рабочим местам; улавливать вредные выделения непосредственно в местах их образования и предотвращать их распространение по всему объему помещения, а также возможность очищать загрязненный воздух перед выбросом его в атмосферу. К недостаткам механической вентиляции следует отнести значительную стоимость сооружения и эксплуатации ее и необходимость проведения мероприятий по борьбе с шумом.

Системы механической вентиляции подразделяются на общеобменные, местные, смешанные, аварийные и системы кондиционирования.

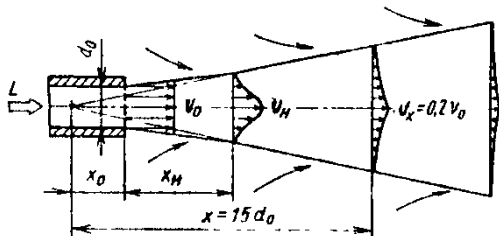
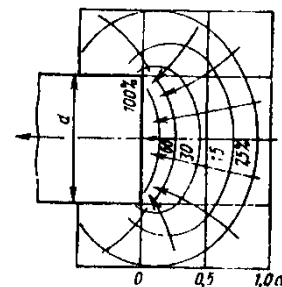


Схема истечения воздуха из круглого отверстия



Спектры скорости воздуха при всасывании в трубу

Общеобменная вентиляция предназначена для ассимиляции избыточной теплоты, влаги и вредных веществ во всем объеме рабочей зоны помещений. Она применяется в том случае, если вредные выделения поступают непосредственно в воздух помещения, рабочие места не фиксированы, а располагаются по всему помещению. Обычно объем воздуха $L_{\text{пр}}$, подаваемого в помещение при общеобменной вентиляции, равен объему воздуха $L_{\text{в}}$, удаляемого из помещения. Однако в ряде случаев возникает необходимость нарушить это равенство (рис. 1.9). Так, в особо чистых цехах электровакуумного производства, для которых большое значение имеет отсутствие пыли, объем

притока воздуха делается больше объема вытяжки, за счет чего создается некоторый избыток давления в производственном помещении, что исключает попадание пыли из соседних помещений. В общем случае разница между объемами приточного и вытяжного воздуха не должна превышать 10...15%.

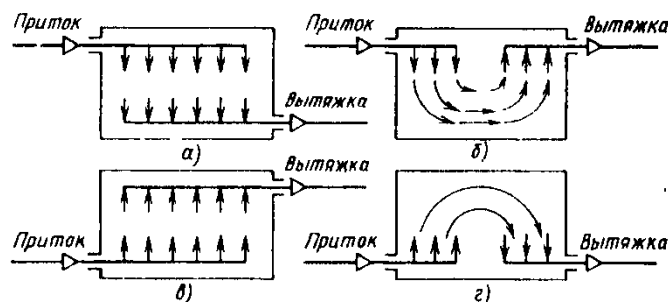
Существенное влияние на параметры воздушной среды в рабочей зоне оказывают правильная организация и устройство приточных и вытяжных систем.

Воздухообмен, создаваемый в помещении вентиляционными устройствами, сопровождается циркуляцией воздушных масс в несколько раз больших объема подаваемого или удаляемого воздуха. Возникающая циркуляция является основной причиной распространения и перемешивания вредных выделений и создания в помещении разных по концентрации и температуре воздушных зон. Так, приточная струя, входя в помещение, вовлекает в движение окружающие массы воздуха, в результате чего масса струи в направлении движения будет возрастать, а скорость падать. При истечении из круглого отверстия на расстоянии 15 диаметров от устья скорость струи составит 20 % от первоначальной скорости V_0 , а объем перемещаемого воздуха увеличится в 4,6 раза.

Скорость затухания движения воздуха зависит от диаметра выпускного отверстия d_0 : чем больше d_0 , тем медленнее затухание. Если нужно быстрее погасить скорость приточных струй, подаваемый воздух должен быть разбит на большое число мелких струй.

Существенное влияние на траекторию струи оказывает температура приточного воздуха: если температура приточной струи выше температуры воздуха помещения, то ось загибается вверх, если ниже, то вниз при изотермическом течении она совпадает с осью приточного отверстия.

К всасывающему отверстию (вытяжная вентиляция) воздух натекает со всех сторон, вследствие чего и падение скорости происходит весьма интенсивно. Так, скорость всасывания на расстоянии одного диаметра от отверстия круглой трубы равна 5 % V_0 .



Схемы организации воздухообмена при общеобменной вентиляции

Циркуляция воздуха в помещении и соответственно концентрация примесей и распределение параметров микроклимата зависит не только от наличия приточных и вытяжных струй, но и от их взаимного расположения. Различают четыре основные схемы организации воздухообмена при общеобменной вентиляции: сверху–вверх (сверху –вверх снизу –вверх снизу – вниз Кроме этих схем применяют комбинированные. Наиболее равномерное распределение воздуха достигается в том случае, когда приток равномерен по ширине помещения, а вытяжка сосредоточена.

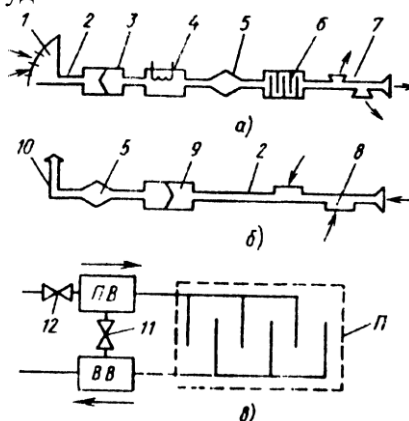
При организации воздухообмена в помещениях необходимо учитывать и физические свойства вредных паров и газов и в первую очередь их плотность. Если плотность газов ниже плотности воздуха, то удаление загрязненного воздуха происходит в верхней зоне, а подача свежего – непосредственно в рабочую зону. При выделении газов с плотностью большей плотности воздуха из нижней части помещения удаляется 60 ..70 % и из верхней части 30...40 % загрязненного воздуха. В помещениях со значительными выделениями влаги вытяжка влажного воздуха осуществляется в верхней зоне, а подача свежего в количестве 60 % –в рабочую зону и 40 % –в верхнюю зону.

По способу подачи и удаления воздуха различают четыре схемы общеобменной вентиляции : приточная, втяжная, приточно-вытяжная и системы с рециркуляцией. По приточной системе воздух подается в помещение - после подготовки его в приточной камере. В помещении при этом создается избыточное давление, за счет которого воздух уходит наружу через окна, двери или в другие помещения. Приточную систему применяют для вентиляции помещений, в которые нежелательно попадание загрязненного воздуха из соседних помещений или холодного воздуха извне.

Установки приточной вентиляции обычно состоят из следующих элементов: воздухозаборного устройства 1 для забора чистого воздуха; воздуховодов 2, по которым воздух подается в помещение, фильтров 3 для очистки воздуха от пыли, калориферов 4, в которых подогревается холодный наружный воздух; побудителя движения 5, увлажнителя-осушителя 6, приточных отверстий или насадков 7, через которые воздух распределяется по помещению. Воздух из помещения удаляется через неплотности ограждающих конструкций.

Вытяжная система предназначена для удаления воздуха из помещения. При этом в нем создается пониженное давление и воздух соседних помещений или наружный воздух поступает в данное помещение. Вытяжную систему целесообразно применять в том случае, если вредные выделения данного помещения не должны распространяться на соседние, например, для вредных цехов, химических и биологических лабораторий.

Установки вытяжной вентиляции состоят из вытяжных отверстий или насадков 8, через которые воздух удаляется из помещения; побудителя движения 5; воздуховодов 2, устройств для очистки воздуха от пыли или газов 9, устанавливаемых для защиты атмосферы, и устройства для выброса воздуха 10, которое располагается на 1...1.5 м выше конька крыши. Чистый воздух поступает в производственное помещение через неплотности в ограждающих конструкциях, что является недостатком данной системы вентиляции, так как неорганизованный приток холодного воздуха (сквозняки) может вызвать простудные заболевания.



. Схемы общеобменной вентиляции:

а – приточная вентиляция; *б* – вытяжная вентиляция; *в* – приточно-вытяжная вентиляция с рециркуляцией

Приточно-вытяжная вентиляция – наиболее распространенная система, при которой воздух подается в помещение приточной системой, а удаляется вытяжной; системы работают одновременно.

В отдельных случаях для сокращения эксплуатационных расходов на нагревание воздуха применяют системы вентиляции с частичной рециркуляцией. В них к поступающему снаружи воздуху подмешивают воздух, отсасываемый из помещения П вытяжной системой. Количество свежего и вторичного воздуха регулируют клапанами 11 и 12. Свежая порция воздуха в таких системах обычно составляет 20...10 % общего количества подаваемого воздуха. Систему вентиляции с рециркуляцией разрешается использовать только для тех помещений, в которых отсутствуют выделения вредных веществ или выделяющиеся вещества относятся к 4-му классу опасности и концентрация их в воздухе, подаваемом в помещение, не превышает 30 % ПДК. Применение рециркуляции не допускается и в том случае, если в воздухе помещений содержатся болезнетворные бактерии, вирусы или имеются резко выраженные неприятные запахи.

Отдельные установки общеобменной механической вентиляции могут не включать всех указанных выше элементов. Например, приточные системы не всегда оборудуются фильтрами и устройствами для изменения влажности воздуха, а иногда приточные и вытяжные установки могут не иметь сети воздуховодов.

Расчет требуемого воздухообмена при общеобменной вентиляции производят исходя из условий производства и наличия избыточной теплоты, влаги и вредных веществ. Для качественной оценки эффективности воздухообмена применяют понятие кратности воздухообмена k_v – отношение объема воздуха, поступающего в помещение в единицу времени L ($\text{м}^3/\text{ч}$), к объему вентилируемого помещения V_n (м^3). При правильно организованной вентиляции кратность воздухообмена должна быть значительно больше единицы.

При нормальном микроклимате и отсутствии вредных выделений количество воздуха при общеобменной вентиляции принимают в зависимости от объема помещения, приходящегося на одного работающего. Отсутствие вредных выделений – это такое их количество в технологическом оборудовании, при одновременном выделении которых в воздухе помещения концентрация вредных веществ не превысит предельно допустимую. В производственных помещениях с объемом воздуха на каждого работающего $V_{ni} < 20 \text{ м}^3$ расход воздуха на одного работающего L_i должен быть не менее 30 м³/ч. В помещении с $V_{ni} = 20 \dots 40 \text{ м}^3$ L_i – 20 м³/ч. В помещениях с $V_{ni} > 40 \text{ м}^3$ и при наличии естественной вентиляции воздухообмен не рассчитывают. В случае отсутствия естественной вентиляции (герметичные кабины) расход воздуха на одного работающего должен составлять не менее 60 м³/ч.

Необходимый воздухообмен для всего производственного помещения в целом

$$L = nL_i,$$

где n – число работающих в данном помещении.

При определении потребного воздухообмена для борьбы с теплоизбытками составляют баланс явной теплоты помещения:

$$\Delta Q_{\text{изб}} + G_{\text{пр}} c_p t_{\text{пр}} + G_{\text{в}} c_p t_{\text{ух}} = 0,$$

где $\Delta Q_{\text{изб}}$ – избытки явной теплоты всего помещения, кВт; $G_{\text{пр}} c_p t_{\text{пр}}$ и $G_{\text{в}} c_p t_{\text{ух}}$ – теплосодержание приточного и удаляемого воздуха, кВт; c_p – удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг·°C); $t_{\text{пр}}$ и $t_{\text{ух}}$ – температура приточного и уходящего воздуха, °C.

В летнее время вся теплота, которая поступает в помещение, является суммой теплоизбытков. В холодный период года часть тепловыделений в помещении расходуется на компенсацию теплопотерь

$$\Delta Q_{\text{изб}} = \sum_{i=1}^n Q_{\text{т}} - \sum_{j=1}^m Q_{\text{пот}},$$

где $Q_{\text{т}}$ – тепловыделения в помещении, кВт; $Q_{\text{пот}}$ – потери теплоты через наружные ограждения, кВт.

Температура наружного воздуха в теплый период года принимается равной средней температуре самого жаркого месяца в 13 ч. Расчетные температуры для теплого и холодного периодов года приведены в СНиП 2.04.05–91. Температура удаляемого из помещения воздуха

$$t_{\text{ух}} = t_{\text{рз}} + a(H-2),$$

где $t_{\text{рз}}$ – температура воздуха в рабочей зоне, °C; a – градиент температуры по высоте помещения, °C/м; для помещений с $q_{\text{в}} < 23 \text{ Вт/м}^3$ можно применять $a = 0,5 \text{ °C/м}$. Для «горячих» цехов с $q_{\text{в}} > 23 \text{ Вт/м}^3$ – $a = 0,7 \dots 1,5 \text{ °C/м}$; H – расстояние от пола до центра вытяжных отверстий, м.

Исходя из баланса явной теплоты помещения, определяют необходимый воздухообмен (°C/ч) для ассимиляции теплоизбытков

$$L = \frac{\Delta Q_{\text{изб}}}{c_p \rho_{\text{пр}} (t_{\text{ух}} - t_{\text{пр}})},$$

где $\rho_{\text{пр}}$ – плотность приточного воздуха, кг/м³.

При определении необходимого воздухообмена для борьбы с вредными парами и газами составляют уравнение материального баланса вредных выделений в помещении за время dt (с):

$$G_{\text{вр}} dt + L_{\text{пр}} c_{\text{пр}} dt - L_{\text{в}} c_{\text{в}} dt = V_{\text{п}} dc,$$

где $G_{\text{вр}} dt$ – масса вредных выделений в помещении, обусловленных работой технологического оборудования, мг; $L_{\text{пр}} c_{\text{пр}} dt$ – масса вредных выделений, поступающих в помещение вместе с приточным воздухом, мг; $L_{\text{в}} c_{\text{в}} dt$ – масса вредных выделений, удаляемых из помещения вместе с уходящим воздухом, мг; $V_{\text{п}} dc$ – масса вредных паров или газов, накопившихся в помещении за

время dt ; $C_{пр}$ и $C_{в}$ – концентрация вредных веществ в приточном и удаляемом воздухе, $мг/м^3$.

При равенстве масс приточного и удаляемого воздуха и, принимая, что благодаря вентиляции вредные вещества не накапливаются в производственном помещении, т.е. $dc/dt = 0$ и $C_{в} = C_{пдк}$, получим $L = G_{вп}/(C_{пдк} - C_{пр})$. Концентрация вредных веществ в удаляемом воздухе равна концентрации их в воздухе помещения и не должна превышать ПДК. Концентрация вредных веществ в приточном воздухе должна быть по возможности минимальной и не превышать 30 % ПДК. Необходимый воздухообмен для удаления избыточной влаги определяют исходя из материального баланса по влаге

$$L = \frac{G_{вп} \cdot 10^3}{\rho_{пр} (d_{ух} - d_{пр})},$$

где $G_{вп}$ – масса водяного пара, выделяющегося в помещение, $г/с$; $\rho_{пр}$ – плотность воздуха, поступающего в помещение, $кг/м^3$; $d_{ух}$ – допустимое содержание водяного пара в воздухе помещения при нормативной температуре и относительной влажности воздуха, $г/кг$; $d_{пр}$ – влажосодержание приточного воздуха, $г/кг$.

При одновременном выделении в рабочую зону вредных веществ, не обладающих односторонним действием на организм человека, например теплоты и влаги, необходимый воздухообмен принимают по наибольшей массе воздуха, полученной в расчетах для каждого вида производственных выделений.

При одновременном выделении в воздух рабочей зоны нескольких вредных веществ одностороннего действия (триоксид и диоксид серы; оксид азота совместно с оксидом углерода и др., см. СН 245–71) расчет общеобменной вентиляции надлежит производить путем суммирования объемов воздуха, необходимых для разбавления каждого вещества в отдельности до его условных предельно допустимых концентраций $[с_i]$, учитывающих загрязнения воздуха другими веществами. Эти концентрации меньше нормативных $C_{пдк}$ и определяются из уравнения $\sum_{i=1}^n$

С помощью *местной вентиляции* необходимые метеорологические параметры создаются на отдельных рабочих местах. Например, улавливание вредных веществ непосредственно у источника возникновения, вентиляция кабин наблюдения и т.д. Наиболее широкое распространение находит местная вытяжная локализирующая вентиляция. Основным методом борьбы с вредными выделениями заключается в устройстве и организации отсосов от укрытий.

Конструкции местных отсосов могут быть полностью закрытыми, полуоткрытыми или открытыми. Наиболее эффективны закрытые отсосы. К ним относятся кожухи, камеры, герметично или плотно укрывающие технологическое оборудование *а*). Если такие укрытия устроить невозможно, то применяют отсосы с частичным укрытием или открытые: вытяжные зонты, отсасывающие панели, вытяжные шкафы, бортовые отсосы и др.

Один из самых простых видов местных отсосов – вытяжной зонт). Он служит для улавливания вредных веществ, имеющих меньшую плотность, чем окружающий воздух. Зонты устанавливают над ваннами различного назначения, электро- и индукционными печами и над отверстиями для выпуска металла и шлака из вагранок. Зонты делают открытыми со всех сторон и частично открытыми: с одной, двух и трех сторон. Эффективность работы вытяжного зонта зависит от размеров, высоты подвеса и угла его раскрытия. Чем больше размеры и чем ниже установлен зонт над местом выделения веществ, тем он эффективнее. Наиболее равномерное всасывание обеспечивается при угле раскрытия зонта менее 60° .

Отсасывающие панели применяют для удаления вредных выделений, увлекаемых конвективными токами, при таких ручных операциях, как электросварка, пайка, газовая сварка, резка металла и т.п. Вытяжные шкафы – наиболее эффективное устройство по сравнению с другими отсосами, так как почти полностью укрывают источник выделения вредных веществ. Незакрытыми в шкафах остаются лишь проемы для обслуживания, через которые воздух из помещения поступает в шкаф. Форму проема выбирают в зависимости от характера технологических операций.

Необходимый воздухообмен в устройствах местной вытяжной вентиляции рассчитывают, исходя из условия локализации примесей, выделяющихся из источника образования. Требуемый часовой объем отсасываемого воздуха определяют как произведение площади приемных отверстий отсоса $F(м^2)$ на скорость воздуха в них. Скорость воздуха в проеме отсоса $v(м/с)$ зависит от класса опасности вещества и типа воздухоприемника местной вентиляции ($v = 0,5...5 м/с$).

Смешанная система вентиляции является сочетанием элементов местной и общеобменной вентиляции. Местная система удаляет вредные вещества из кожухов и укрытий машин. Однако

часть вредных веществ через неплотности укрытий проникает в помещение. Эта часть удаляется общеобменной вентиляцией.

НЕГАТИВНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЧЕЛОВЕКА.

Оценочные данные свидетельствуют о том, что ежегодно в мире на производстве от травмирующих факторов погибают около 200 тыс. человек и получают травмы 120 млн. человек. В нашей стране травматизм с летальным исходом на производстве, автодорогах, в быту непрерывно нарастает. Наибольшее число несчастных случаев отмечено на предприятиях и в организациях агропромышленного комплекса, угольной, лесной, бумажной промышленности. Тревогу вызывает рост травматизма с летальным исходом в отраслях, определяющих технический прогресс: машиностроении, радиоэлектронике, станкостроительной, оборонной промышленности. Негативное влияние региональных загрязнений на здоровье людей, продолжительность их жизни и младенческую смертность проявляется в крупных городах и промышленных центрах. По данным института географии РАН, в неблагоприятных условиях живет пятая часть населения России, в том числе 40% городских жителей. В условиях десятикратного превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) токсичных веществ в атмосферном воздухе проживает население более 70 городов с общей численностью более 50 млн. человек.

Практически все города с населением более 1 млн. человек, а также Санкт-Петербург и Москва должны быть отнесены к I или II категории экологического неблагополучия, которые оцениваются как «наиболее высокое» и «очень высокое». В группе городов с численностью населения от 250 до 500 тыс. человек – таких городов лишь 25%. Причем, как правило, это крупные промышленные центры с наиболее опасными отраслями производства – металлургией, химией и нефтехимией.

Чрезвычайно высокая насыщенность крупных городов транспортом вносит очень весомый вклад в их загрязнение. Доля выбросов автотранспорта в загрязнении воздушного бассейна, как правило, составляет 40–50% и более, в Москве приближается к 80%. В связи с бурным развитием автомобилизации в последние годы проблема загрязнения воздушного бассейна обостряется. Большая интенсивность движения транспортных потоков в улично-дорожной сети городов, достигающая 1000–3000 авт./ч и более при несовершенстве и чрезвычайной загруженности улично-дорожной сети, особенно в центральных районах, определяет их повышенное загрязнение основными компонентами автомобильных выбросов – оксидами азота, бензопиреном, оксидом углерода.

С негативным воздействием транспорта связано и шумовое загрязнение городов. Около 40–50% населения крупных городов живут в условиях акустического дискомфорта. На наиболее загруженных городских магистралях, вдоль железных дорог и в зонах влияния аэропортов допустимые уровни шума превышаются на 30–40 дБ, что представляет опасность для здоровья населения. Процесс урбанизации «наградил» крупные города факторами неблагополучия. Прежде всего, это нарушения микроклиматического режима, изменения режима подземных вод и определяемые этим процессы подтопления городских территорий, загрязнение подземных и поверхностных вод. В результате значительных антропогенных нагрузок в большинстве городов происходит дальнейшая деградация растительности, что ухудшает состояние городской среды. Загрязнение среды обитания вредными веществами неуклонно снижает качество потребляемых продуктов питания, воды, воздуха, способствует попаданию в организм человека вредных веществ, что сопровождается ростом числа отравлений и заболеваний, сокращением продолжительности жизни, ростом детской патологии и младенческой смертности.

Отдельные случаи чрезмерно высоких загрязнений компонент биосферы и их последствия

Место и год	Вредный фактор	Патология, обусловленная загрязнением	Число пострадавших
Лондон, Великобритания, 1952	Сильное загрязнение воздуха SO ₂ и взвешенными частицами серы	Увеличение числа случаев заболеваний сердца и легких	3 тыс. случаев смерти

Минамата, Япония, 1956	Загрязнение моря и рыбных продуктов ртутью	Неврологическое заболевание, «Блезнь Минамата»	200 случаев тяжелых заболеваний
Бхопал, Индия, 1985	Сильное загрязнение воздуха метилизоцианатом	Острые заболевания легких	2 тыс. случаев смерти, 200 тыс. случаев отравлений

Отравление – результат воздействия химического вещества на человека, приведший к заболеванию или летальному исходу.

Хорошо известны ситуации, когда загрязнение атмосферного воздуха или водоемов привело к заболеваниям или смерти значительного числа людей.

Влияние состава атмосферного воздуха на здоровье людей

Группа болезней	Показатели среднемесячной заболеваемости взрослого населения на 1 тыс. человек		
	средний	г. Липецк	г. Березники
Злокачественные новообразования	0,25	0,48	0,32
Болезни эндокринной системы	0,26	1,09	0,30
Болезни органов пищеварения	1,9	12,11	6,64
Болезни органов дыхания	14,7	32,29	24,96
Болезни системы кровообращения	3,06	18,85	11,70
Болезни кожи	0,76	2,4	1,3
Болезни органов чувств	1,18	4,1	3,2

Примечание. Превышение ПДК вредных веществ в воздухе г. Липецка достигало 2...6 раз; г.Березники – 2...4 раза.

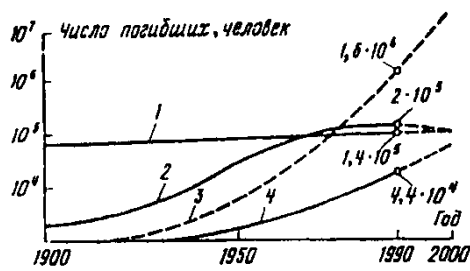
Резюмируя рассмотренные выше данные, можно утверждать, что в крупных городах, промышленных центрах и вокруг них формируются очаги патологии человеческих популяций. По данным специалистов, здоровье населения ухудшается на 60...70% из-за низкого качества окружающей среды и продуктов питания; при этом ежегодно от экологических заболеваний на планете умирает 1,6 млн. человек.

Качество среды обитания – степень соответствия параметров среды потребностям людей и других живых организмов. Их требования к качеству среды обитания достаточно консервативны, поэтому техносфера по качеству не должна значительно отличаться от природной среды.

Для многих стран мира стало типичным аварийное загрязнение среды обитания токсичными химическими веществами. Ряд чрезвычайных экологических ситуаций создают военные ведомства (Семипалатинский полигон на о. Новая Земля, в районе Челябинска и др.). Как правило, в зонах испытательных полигонов возникает и длительно действует комплекс повышенных негативных факторов: повышенный радиационный и химический фон, загрязнения токсичными веществами поверхностных и грунтовых вод, почвы и т.п. Качественное изменение значимости негативных факторов в XX в. показано на рис. Производственные негативные факторы (кривая 2) заявили о себе еще в XIX в., в нашем столетии достигнута их стабилизация. В ряде стран производственный травматизм с летальным исходом в последние годы снижается, что является результатом эффективности принимаемых мер защиты.

Оценивая влияние негативных воздействий техносферы на человека и природную среду, не следует забывать, что ряд негативных факторов не ограничивает свое влияние только первичным воздействием. Некоторые факторы способны вызывать вторичные негативные явления в окружающей среде. К ним, в первую очередь, относят:

- разрушение озонового слоя;
- образование фотохимического смога;
- выпадение кислотных дождей;
- возникновение парникового эффекта.



. Тенденции изменения в XX в. численности погибших вследствие:

1 – стихийных бедствий; 2 – воздействия производственных негативных факторов; 3 – загрязнения техносферы и биосферы; 4 – чрезвычайных ситуаций техногенного происхождения

рациональных режимах труда и отдыха.

Комфорт – оптимальное сочетание параметров микроклимата, удобств, благоустроенности и уюта в зонах деятельности и отдыха человека.

Комфортные и допустимые параметры воздушной среды в рабочих зонах регламентируются государственными стандартами и обеспечиваются в основном применением систем кондиционирования, вентиляции и отопления. Нормативные (оптимальные, допустимые) значения параметров микроклимата в рабочих зонах производственных помещениях зависят от категории выполняемых работ, периода года и некоторых других показателей.

Важную роль в достижении эффективной деятельности играет искусственное освещение. Рационально выполненное освещение оказывает психофизиологическое воздействие на человека, способствует повышению эффективности деятельности, снижает напряженность органов зрения, повышает безопасность деятельности.

Эффективность деятельности человека в значительной степени зависит от организации рабочего места, в том числе от:

- правильного расположения и компоновки рабочего места;
- обеспечения удобной позы и свободы движений;
- использования оборудования, отвечающего требованиям эргономики.

Важное значение при достижении максимально эффективной деятельности играют режимы труда и отдыха. Сохранение высокой работоспособности достигается правильным чередованием режимов труда и отдыха.

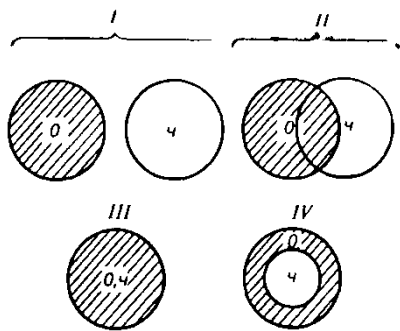
Опасные зоны и зоны пребывания человека. Вредные и травмирующие воздействия, генерируемые техническими системами, образуют в жизненном пространстве техносферы опасные зоны, где не реализуются условия (0.1)–(0.3). Для этих зон характерны соотношения: $C > ПДК$, $I > ПДУ$ и $R > R_{доп}$.

Одновременно с опасными зонами в жизненном пространстве существуют зоны деятельности (пребывания) человека. В быту – зона жилища, городская среда. В условиях производства – рабочая зона, рабочее место.

Начиная с середины XX столетия резко возросло воздействие на людей региональных негативных факторов крупных городов и промышленных центров. Ряд негативных воздействий имеют уже глобальное влияние. Нарастает влияние и негативных факторов техногенного происхождения, действующих в чрезвычайных ситуациях.

Основы проектирования техносферы по условиям безопасности жизнедеятельности. Это достигается обеспечением комфорта в зонах жизнедеятельности; правильным расположением источников опасностей и зон пребывания человека; сокращением размеров опасных зон; применением экобиозащитной техники и средств индивидуальной защиты.

Комфортность техносферы. Наилучшие показатели работоспособности и отдыха достигаются при комфортном состоянии среды обитания и при



Варианты взаимного положения зоны опасности (О) и зоны пребывания человека (Ч):

I – безопасная ситуация; II – ситуация кратковременной или локальной опасности; III – опасная ситуация; IV – условная безопасная ситуация

реализовано в любой момент, а в IV варианте – только при нарушении функциональной целостности средств защиты зоны пребывания человека (как правило, средств индивидуальной защиты – (СИЗ), кабин наблюдения и т.п.).

Радикальным способом обеспечения безопасности является защита расстоянием – разведение в пространстве опасных зон и зон пребывания человека. Разводить опасные зоны и зоны пребывания человека можно не только в пространстве, но и во времени, реализуя чередование периодов действия опасностей и периодов наблюдения за состоянием технических систем.

Сокращение размеров опасных зон. При воздействии вредных факторов сокращение размеров зон должно достигаться прежде всего совершенствованием технических систем, приводящим к уменьшению выделяемых ими отходов. Для ограничения вредного воздействия на человека и среду обитания к технической системе предъявляются требования по величине выделяемых в среду токсичных веществ в виде предельно допустимых выбросов или сбросов (ПДВ или ПДС), а также по величине энергетических загрязнений в виде предельно допустимых излучений в среду обитания. Значения ПДВ и ПДС определяют расчетом, исходя из значений ПДК в зонах пребывания человека. Величины предельных излучений находят, исходя из предельно допустимых уровней (ПДУ) воздействия загрязнения и расстояния между источником излучения и зоной пребывания человека.

Уменьшение отходов систем при их эксплуатации – радикальный путь к снижению воздействия вредных факторов.

Наибольшие трудности в ограничении размеров зон воздействия травмирующих факторов возникают при эксплуатации технических систем повышенной энергоемкости (хранилищ углеводородов, химических производств, АЭС и т.п.). При авариях на таких объектах травмоопасные зоны охватывают, как правило, не только производственные зоны, но и зоны пребывания населения. Основными направлениями в ограничении травмоопасности таких объектов являются:

- совершенствование систем безопасности объектов;
- дистанцирование промышленных и селитебных зон;
- активное использование защитных систем и устройств;
- непрерывный контроль источников опасности;
- достижение высокого профессионализма операторов технических систем.

Совершенство технической системы по травмоопасности оценивают величиной допустимого риска, который констатирует факт постоянного присутствия потенциального травмоопасного воздействия и определяет его нормативный уровень.

Снижение травмоопасности технических систем достигается их совершенствованием с целью реализации допустимого риска.

Экобиозащитная техника. Если совершенствованием технических систем не удастся обеспечить предельно допустимые воздействия на человека в зоне его пребывания, то необходимо применять экобиозащитную технику (пылеуловители, водоочистные устройства, экраны и др.). Для

Рабочая зона – пространство высотой 2 м над уровнем пола или площадки, на которой расположено рабочее место.

Рабочее место – зона постоянной или временной (более 50% или более 2 ч непрерывно) деятельности работающего.

Варьируя взаимным расположением опасных зон и зон пребывания человека в пространстве, можно существенно влиять на решение задач по обеспечению безопасности жизнедеятельности. Различают четыре принципиальных варианта взаимного расположения зон опасности и зоны пребывания человека (рис. 0.7).

Защита расстоянием. Полную безопасность гарантирует только I вариант взаимного расположения зон пребывания и действия негативных факторов – защита расстоянием, реализуемый при дистанционном управлении, наблюдении и т.п. Во II варианте негативное воздействие существует лишь в совмещенной части областей: если человек в этой части находится кратковременно (осмотр, мелкий ремонт и т.п.), то и негативное воздействие возможно только в этот период времени, в III варианте – негативное воздействие может быть

реализовано в любой момент, а в IV варианте – только при нарушении функциональной целостности средств защиты зоны пребывания человека (как правило, средств индивидуальной защиты – (СИЗ), кабин наблюдения и т.п.).

Радикальным способом обеспечения безопасности является защита расстоянием – разведение в пространстве опасных зон и зон пребывания человека. Разводить опасные зоны и зоны пребывания человека можно не только в пространстве, но и во времени, реализуя чередование периодов действия опасностей и периодов наблюдения за состоянием технических систем.

Сокращение размеров опасных зон. При воздействии вредных факторов сокращение размеров зон должно достигаться прежде всего совершенствованием технических систем, приводящим к уменьшению выделяемых ими отходов. Для ограничения вредного воздействия на человека и среду обитания к технической системе предъявляются требования по величине выделяемых в среду токсичных веществ в виде предельно допустимых выбросов или сбросов (ПДВ или ПДС), а также по величине энергетических загрязнений в виде предельно допустимых излучений в среду обитания. Значения ПДВ и ПДС определяют расчетом, исходя из значений ПДК в зонах пребывания человека. Величины предельных излучений находят, исходя из предельно допустимых уровней (ПДУ) воздействия загрязнения и расстояния между источником излучения и зоной пребывания человека.

Уменьшение отходов систем при их эксплуатации – радикальный путь к снижению воздействия вредных факторов.

Наибольшие трудности в ограничении размеров зон воздействия травмирующих факторов возникают при эксплуатации технических систем повышенной энергоемкости (хранилищ углеводородов, химических производств, АЭС и т.п.). При авариях на таких объектах травмоопасные зоны охватывают, как правило, не только производственные зоны, но и зоны пребывания населения. Основными направлениями в ограничении травмоопасности таких объектов являются:

- совершенствование систем безопасности объектов;
- дистанцирование промышленных и селитебных зон;
- активное использование защитных систем и устройств;
- непрерывный контроль источников опасности;
- достижение высокого профессионализма операторов технических систем.

Совершенство технической системы по травмоопасности оценивают величиной допустимого риска, который констатирует факт постоянного присутствия потенциального травмоопасного воздействия и определяет его нормативный уровень.

Снижение травмоопасности технических систем достигается их совершенствованием с целью реализации допустимого риска.

Экобиозащитная техника. Если совершенствованием технических систем не удастся обеспечить предельно допустимые воздействия на человека в зоне его пребывания, то необходимо применять экобиозащитную технику (пылеуловители, водоочистные устройства, экраны и др.). Для

уменьшения зон действия травмирующих факторов технических систем применяют экобиозащитную технику в виде различных ограждений, защитных боксов и т.п. В тех случаях, когда возможности экобиозащитной техники коллективного использования ограничены и не обеспечивают значений ПДК и ПДУ в зонах пребывания людей, для защиты применяют средства индивидуальной защиты.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ. ОТКАЗ, ВЕРОЯТНОСТЬ ОТКАЗА, КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ОПАСНОСТЕЙ.

Предмет анализа опасностей.

Объектом анализа опасностей является система «человек–машина–окружающая среда (ЧМС)», в которой в единый комплекс, предназначенный для выполнения определенных функций, объединены технические объекты, люди и окружающая среда, взаимодействующие друг с другом. Самым простым является локальное взаимодействие, которое осуществляется при контакте человека с техникой в домашних условиях, на работе и во время движения, а также взаимодействие между отдельными промышленными предприятиями. Далее можно выделить межрегиональное и глобальное взаимодействие. Взаимодействие может быть штатным и нештатным.

Нештатное взаимодействие объектов, входящих в систему ЧМС, может выражаться в виде чепе. Излагаемый ниже аппарат анализа опасностей построен на следующих определениях.

Чепе – нежелательное, незапланированное, непреднамеренное событие в системе ЧМС, нарушающее обычный ход вещей и происходящее в относительно короткий отрезок времени.

Несчастный случай – чепе, заключающееся в повреждении организма человека.

Отказ – чепе, заключающееся в нарушении работоспособности компонента системы.

Инцидент – вид отказа, связанный с неправильными действиями или поведением человека.

Анализ опасностей делает предсказуемыми перечисленные выше чепе и, следовательно, их можно предотвратить соответствующими мерами. К главным моментам анализа опасностей относится поиск ответов на следующие вопросы. Какие объекты являются опасными? Какие чепе можно предотвратить? Какие чепе нельзя устранить полностью и как часто они будут иметь место? Какие повреждения неустраняемые чепе могут нанести людям, материальным объектам, окружающей среде?

Анализ опасностей описывает опасности качественно и количественно и заканчивается планированием предупредительных мероприятий. Он базируется на знании алгебры логики и событий, теории вероятностей, статистическом анализе, требует инженерных знаний и системного подхода.

Основные понятия.

Чепе и высказывания обычно обозначают прописными буквами A, B, C, D и т. д., полагая, например, $A = 1$, если чепе A произошло или высказывание A истинно, и $A = 0$, если чепе не произошло или высказанное ложно. Тавтологично истинное высказывание и чепе, которое происходит всегда (достоверное событие), обозначают через I , а тавтологично ложное высказывание и невозможное чепе – через $\emptyset$. Для этих элементов всегда имеем: $I = 1, \emptyset = 0$. В табл. 4.1 представлены основные операции, которые могут быть применены к элементам A, B – чепе или высказываниям. С помощью этих операций строят логические функции, которые в анализе опасностей преобразуют определенным образом. Часто эти преобразования осуществляют, используя карты Карно.

Двухместные операции над высказываниями и чепе

Операция	Обозначение	Формула
НЕ (логическое отрицание, инверсия)	–	$\bar{A} = 1 - A$
ИЛИ (логическая сумма, дизъюнкция)	+	$A + B = \max(A, B) \quad (4.1)$
И (логическое произведение, конъюнкция)	*	$A * B = \min(A, B) \quad (4.1, a)$

Импликация	$\rightarrow$	$A \rightarrow B = \bar{A} + B \quad (4.2)$
Эквивалентность	$\leftrightarrow$	$A \leftrightarrow B = (A \rightarrow B) * (B \rightarrow A) = A * B + \bar{A} * \bar{B} \quad (4.2, a)$

Примечание. Для упрощения записи знак $\cdot$ часто опускают, например, вместо $A * B * C$ пишут ABC

Карта Карно состоит из квадратных ячеек, каждая из которых соответствует одному из 2^n одночленов, порожденных n переменными. На рис. представлена карта Карно для трех переменных. Значения переменных обозначают с внешней стороны карты посредством цифр двоичной системы счисления: 1 соответствует прямому значению переменной, 0 – инверсионному. Например, пересечение значений $XY = 01$ и $Z = 1$ соответствует конъюнкции $X * Y * Z$.

	xy			
z	00	01	11	10
0				
1				

Карта Карно для трех переменных

Карты Карно обычно заполняют в следующем порядке.

1. Преобразуют логическую функцию к дизъюнкции конъюнктивных составляющих, которые обычно располагают в алфавитном порядке и нумеруют.
2. В ячейках, соответствующих первой конъюнктивной составляющей, ставят единицы, затем находят ячейки, соответствующие второй конъюнктивной составляющей, и если среди них есть ячейки, в которых не проставлена единица, то последнюю проставляют. После чего переходят к нахождению ячеек следующей конъюнктивной составляющей. Таким образом все конъюнктивные составляющие функции оказываются нанесенными на карту Карно.

Группы чепе-несчастий

Обозначения	N – несчастный случай	N – нет несчастного случая
A – авария	$N * A$	$A * N$
$\bar{A}$ – нет аварии	Несчастный случай и авария $N * \bar{A}$ Несчастный случай и нет аварии	Авария и нет несчастного случая $\bar{A} * N$ Нет аварии и нет несчастного случая

В качестве примера на рис. 4.2 показаны этапы построения (I–V) карты Карно для функций

$$F(A, B, C, D) = A * C * D + A * B * C + A * B * D + C * D$$

В дальнейшем будут рассматриваться только те события, которые относятся к разряду случайных. Катастрофы, аварии, несчастные случаи образуют группу чепе, которую будем называть чепе-несчастьями или сокращенно – н-чепе. Отказы и инциденты обычно предшествуют н-чепе, но могут иметь и самостоятельное значение.

Группы н-чепе даны в табл. 4.2. Согласно принятой терминологии произведение $N * A = K$, где K обозначает катастрофу.

Все н-чепе определяются как повреждения. Вопрос состоит в том, что считать повреждением. Например, повреждение организма может привести к летальному исходу. Однако в других случаях повреждение может быть таким, что его трудно или невозможно будет диагностировать (например, при взрыве установки в рабочего попало мягкое резиновое уплотнение). В настоящее время отсутствует единица «количества повреждения», так как вред и степень повреждения часто нельзя или трудно измерить (см. ниже). С точки зрения анализа опасностей существенным является то, что любое «нулевое повреждение» принимается во внимание и исследуется (рис. 4.3).

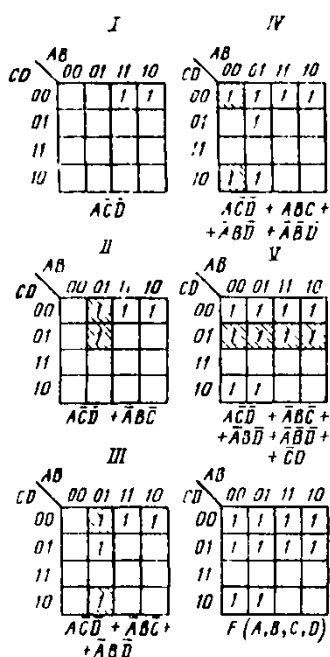


Рис. 4.2. Пример построения карты Карно

Для усвоения принятой терминологии приводим примеры с пешеходом.

1. Пешеход, видя на своем пути арбузную корку, осторожно, чтобы не столкнуться с другими прохожими, переступил через нее и, не сбавляя хода, продолжил путь.
 2. Пешеход наступил на арбузную корку, поскользнулся, но удержал свое равновесие и, не столкнувшись с прохожими, без повреждений продолжил путь.
 3. Пешеход, несший бутылку кефира, наступил на арбузную корку, поскользнулся, уронил и разбил бутылку, но удержался на ногах и, не причинив себе повреждений пошел дальше.
 4. Пешеход наступил на арбузную корку, поскользнулся, упал, порезав при этом палец.
 5. Пешеход наступил на арбузную корку, поскользнулся, упал, сломал руку и разбил бутылку.
- Согласно нашим определениям имеем: 1–отсутствие чепе; 2–наличие чепе (инцидент); 3 –авария; 4 –несчастный случай; 5 –катастрофа; 3, 4, 5 –чепе-несчастья.

Существуют другие классификации чепе. Например, по видам несчастных случаев нормативные документы определяют чепе следующим образом. Повреждение тканей классифицируется как травма, ожог или обморожение, повреждение организма при острых заболеваниях –как отравление, тепловой удар или острое профессиональное заболевание. Повреждение организма может привести к летальному исходу. Эта классификация представлена в табл. 4.3. Логическая формула имеет вид: $N=T+Z+D$.

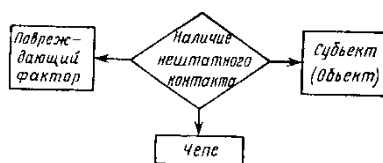


Схема возникновения повреждения

Рассмотрим такие понятия, как опасность, повреждающий фактор и ущерб. Слово опасность имеет несколько оттенков. В конструкциях: «существует опасность взрыва, ожога и т д.» речь прежде всего идет о возможности наступления соответствующего чепе. Здесь опасность и возможность как бы синонимы. В конструкциях типа: «опасность представляет сосуд под давлением», «опасность представляет короткое замыкание в электрической цепи» на первый план выводится отрицательная эмоция – страх. Здесь слова «опасность представляет» созвучны со словами «страх (угрозу) вызывает». Наконец, в предложениях: «основные опасности: движущиеся части (машины и оборудование), влажность, радиация...» под опасностью понимают что-то вполне материальное. Поэтому имеет смысл понятие «опасность» рассматривать как возможность чепе-несчастья и тех чепе, которые к нему ведут.

Вариант классификации несчастных случаев $N=(T+Z+D)$

Группа Г (повреждение тканей)	Группа Z (острые заболевания)	Группа D (повреждения при обстоятельствах)
Травма T_1 Ожог T_2	Острое профзаболевание Z_1 Отравление Z_2	При стихийных бедствиях D_1 При контактах с животными и насекомыми D_2
Обморожение T_3 Летальный исход L	Тепловой удар Z_3 Летальный исход L	При повреждении молнией D_3 Летальный исход, включая утопление L

Источник опасности –явление, откуда может произтекать опасность. Явление включает все, что

может предстать перед нашим взором или в мыслях.

Таким образом, понятие «опасность» включает степень незащищенности при наличии источника опасности. Соответствующими предупредительными мерами опасность или степень незащищенности можно уменьшить. Например, изоляция электрического провода или установка кожуха на движущиеся части машины уменьшает степень незащищенности несмотря на наличие источника опасности. Полное отсутствие опасности – это такое идеальное состояние, которое крайне редко может быть реализовано. Поэтому безопасность как противоположность опасности – это скорее всего вопрос и содержание защиты от опасности. В этой связи источник опасности условно считают неопасным, если известен риск (см. ниже), и этот риск считается приемлемым. Пространство, где риск не приемлем, и где существует возможность наступления н-чепе, – называют *опасной зоной*.

Наконец, мы говорим об опасности до ее перехода в действительность. После реализации чепе разговор об этой опасности есть абсурд: речь может идти о реальных причинах чепе, нанесенном ущербе и новом источнике опасности. Следовательно, анализ опасностей в первую очередь имеет дело с потенциальными повреждающими факторами и потенциальными чепе. Потенциальный повреждающий фактор до некоторой поры может быть скрытым, неявным. Его нелегко распознать, выявить. Однако, анализируя цепь потенциальных событий, можно выделить такое событие, которое позволяет его более четко разглядеть, зафиксировать, назвать или сблизить с повреждаемым объектом. Можно считать, что это событие – чепе представляет корень опасности. Примеры даны в табл. 4.4.

Источники опасности и повреждающие факторы

Источник опасности	Опасность (потенциальное чепе)	Повреждающий фактор
Сосуд с газом под давлением	Механический взрыв	Летающие осколки
	Утечка из сосуда	Токсичный газ
Электрическая установка	Замыкание на корпус	Электрический ток
Подъемный кран	Обрыв троса	Движущийся груз
Нагретый коллектор	Повреждение изоляции	Теплота
Ядерная установка	Вход в зону	Радиация
Взрывоопасная смесь	Химический взрыв	Ударная волна

Следует отметить, что деление на источник, потенциальное чепе и повреждающий фактор производится в зависимости от тех задач, которые ставятся. Например, летающие осколки (см. табл. 4.4) можно при необходимости отнести к понятию источник опасности. Тогда потенциальным чепе может стать попадание осколков в человека.

Общий подход к анализу опасностей.

Анализ опасностей позволяет определить источники опасностей, потенциальные н-чепе, чепе-инициаторы, последовательности развития событий, вероятности чепе, величину риска, величину последствий, пути предотвращения чепе и смягчения последствий.

На практике анализ опасностей начинают с грубого исследования, позволяющего идентифицировать в основном источники опасностей. Затем при необходимости исследования могут быть углублены и может быть проведен детальный качественный анализ. Выбор того или иного качественного метода анализа зависит от преследуемой цели, предназначения объекта и его сложности. Установление логических связей необходимо для расчета вероятностей чепе. Методы расчета вероятностей и статистический анализ являются составными частями количественного анализа опасностей. Когда удастся оценить ущерб, то можно провести численный анализ риска. При анализе опасностей всегда принимают во внимание используемые материалы, рабочие параметры системы, наличие и состояние контрольно-измерительных средств. Исследование заканчивают предложениями по минимизации или предотвращению опасностей. Главные этапы анализа опасностей показаны на рис. 4.6.

Качественные методы анализа опасностей включают: предварительный анализ опасностей, анализ последствий отказов, анализ опасностей с помощью дерева причин, анализ опасностей с помощью

дерева последствий, анализ опасностей методом потенциальных отклонений, анализ ошибок персонала, причинно-следственный анализ.

Предварительный анализ опасностей (ПАО) обычно осуществляют в следующем порядке:

- изучают технические характеристики объекта, системы, процесса, а также используемые энергетические источники, рабочие среды, материалы; устанавливают их повреждающие свойства;
- устанавливают законы, стандарты, правила, действия которых распространяются на данный технический объект, систему, процесс;
- проверяют техническую документацию на ее соответствие законам, правилам, принципам и нормам стандартов безопасности;
- составляют перечень опасностей, в котором указывают идентифицированные источники опасностей (системы, подсистемы, компоненты), повреждающие факторы, потенциальные чепе, выявленные недостатки.

При проведении ПАО особое внимание уделяют наличию взрыво-пожароопасных и токсичных веществ, выявлению компонентов объекта, в которых возможно их присутствие, потенциальным чепе от неконтролируемых реакций и при превышении давления. После того как выявлены крупные системы технического объекта, которые являются источниками опасности, их можно рассмотреть отдельно и более детально исследовать с помощью других методов анализа, описанных ниже.

Анализ последствий отказов (АЛО) – преимущественно качественный метод идентификации опасностей, основанный на системном подходе и имеющий характер прогноза.

ПОНЯТИЕ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ.

Действие электрического тока на живую ткань носит разносторонний и своеобразный характер. Проходя через организм человека, электроток производит термическое, электролитическое, механическое и биологическое действия.

Термическое действие тока проявляется ожогами отдельных участков тела, нагревом до высокой температуры органов, расположенных на пути тока, вызывая в них значительные функциональные расстройства. Электролитическое действие тока выражается в разложении органической жидкости, в том числе крови, в нарушении ее физико-химического состава. Механическое действие тока приводит к расслоению, разрыву тканей организма в результате электродинамического эффекта, а также многократного взрывоподобного образования пара из тканевой жидкости и крови. Биологическое действие тока проявляется раздражением и возбуждением живых тканей организма, а также нарушением внутренних биологических процессов.

Электротравмы условно разделяют на общие и местные. К общим относят электрический удар, при котором процесс возбуждения различных групп мышц может привести к судорогам, остановке дыхания и сердечной деятельности. Остановка сердца связана с фибрилляцией – хаотическим сокращением отдельных волокон сердечной мышцы (фибрилл). К местным травмам относят ожоги, металлизацию кожи, механические повреждения, электроофтальмии. Металлизация кожи связана с проникновением в нее мельчайших частиц металла при его расплавлении под влиянием чаще всего электрической дуги.

Исход поражения человека электротоком зависит от многих факторов: силы тока и времени его прохождения через организм, характеристики тока (переменный или постоянный), пути тока в теле человека, при переменном токе – от частоты колебаний.

Ток, проходящий через организм, зависит от напряжения прикосновения, под которым оказался пострадавший, и суммарного электрического сопротивления, в которое входит сопротивление тела человека. Величина последнего определяется в основном сопротивлением рогового слоя кожи, составляющее при сухой коже и отсутствии повреждений сотни тысяч ом. Если эти условия состояния кожи не выполняются, то ее сопротивление падает до 1 кОм. При высоком напряжении и значительном времени протекания тока через тело сопротивление кожи падает еще больше, что приводит к более тяжелым последствиям поражения током. Внутреннее сопротивление тела человека не превышает нескольких сот ом и существенной роли не играет.

На сопротивление организма воздействию электрического тока оказывает влияние физическое и психическое состояние человека. Нездоровье, утомление, голод, опьянение, эмоциональное возбуждение приводят к снижению сопротивления. Характер воздействия тока на человека в

зависимости от силы и вида тока приведен в таблице.

**Характер воздействия тока на человека
(путь тока рука – нога, напряжение 220 В)**

Ток, мА	Переменный ток, 50 Гц	Постоянный ток
0,6...1,5	Начало ощущения, легкое дрожание пальцев	Ощущений нет
2,0...2,5	Начало болевых ощущений	То же
5,0...7,0	Начало судорог в руках	Зуд, ощущение нагрева
8,0...10,0	Судороги в руках, трудно, но можно оторваться от электродов	Усиление ощущения нагрева
20,0...25,0	Сильные судороги и боли, неотпускающий ток, дыхание затруднено	Судороги рук, затруднение дыхания
50,0...80,0	Паралич дыхания	То же
90,0...100,0	Фибрилляция сердца при действии тока в течение 2–3 с, паралич дыхания	Паралич дыхания при длительном протекании тока
300,0	То же, за меньшее время	Фибрилляция сердца через 2–3 с, паралич дыхания

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Его величина зависит от скорости прохождения тока через тело человека: при длительности действия более 10с – 2 мА, при 10 с и менее – 6 мА. Ток, при котором пострадавший не может самостоятельно оторваться от токоведущих частей, называется неотпускающим.

Переменный ток опаснее постоянного, однако, при высоком напряжении (более 500 В) опаснее постоянный ток. Из возможных путей протекания тока через тело человека (голова –рука, голова – ноги, рука –рука, нога –рука, нога –нога и т. д.) наиболее опасен тот, при котором поражается головной мозг (голова–руки, голова– ноги), сердце и легкие (руки –ноги). Неблагоприятный микроклимат (повышенная температура, влажность) увеличивает опасность поражения током, так как влага (пот) понижает сопротивление кожных покровов.

При *гигиеническом нормировании* ГОСТ 12.1.038–82* устанавливает предельно допустимые напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека (рука – рука, рука – нога) при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц.

Спектр электромагнитных колебаний по частоте достигает 10^{21} Гц. В зависимости от энергии фотонов (квантов) его подразделяют на область неионизирующих и ионизирующих излучений. В гигиенической практике к неионизирующим излучениям относят также электрические и магнитные поля.

К ЭМП промышленной частоты относятся линии электропередач (ЛЭП) напряжением до 1150 кВ, открытые распределительные устройства, включающие коммутационные аппараты, устройства защиты и автоматики, измерительные приборы. Они являются источниками электрических и магнитных полей промышленной частоты (50 Гц). Длительное действие таких полей приводит к расстройствам, которые субъективно выражаются жалобами на головную боль в височной и затылочной области, вялость, расстройство сна, снижение памяти, повышенную раздражительность, апатию, боли в области сердца. Для хронического воздействия ЭМП промышленной частоты характерны нарушения ритма и замедление частоты сердечных сокращений. У работающих с ЭМП промышленной частоты могут наблюдаться функциональные нарушения в ЦНС и сердечно-сосудистой системе, в составе крови. Поэтому необходимо ограничивать время пребывания человека в зоне действия электрического поля, создаваемого токами промышленной частоты напряжением выше 400 кВ.

Нормирование ЭМП промышленной частоты осуществляют по предельно допустимым уровням напряженности электрического и магнитного полей частотой 50 Гц в зависимости от времени пребывания в нем и регламентируются «Санитарными нормами и правилами выполнения работ в

условиях воздействия электрических полей промышленной частоты» № 5802–91 и ГОСТ 12.1.002–84.

Пребывание в ЭП напряженностью до 5 кВ/м включительно допускается в течение всего рабочего дня. Допустимое время пребывания в ЭП напряженностью 5...20 кВ/м

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

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

Допустимое время пребывания в ЭП может быть реализовано однократно или дробно в течение рабочего дня. В остальное рабочее время напряженность ЭП не должна превышать 5 кВ/м. При напряженности ЭП 20...25 кВ/м время пребывания персонала в ЭП не должно превышать 10 мин. Предельно допустимый уровень напряженности ЭП устанавливается равным 25 кВ/м.

При нахождении персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью ЭП время пребывания

$$T_{\text{пр}} = 8 \left(\frac{t_{E_1}}{T_{E_1}} + \frac{t_{E_2}}{T_{E_2}} + \dots + \frac{t_{E_n}}{T_{E_n}} \right),$$

где $T_{\text{пр}}$ – приведенное время, эквивалентное по биологическому эффекту пребыванию в ЭП нижней границы нормируемой напряженности, ч ($T_{\text{пр}} \leq 8$ ч); $t_{E_1}, t_{E_2}, \dots, t_{E_n}$ – время пребывания в контролируемых зонах с напряженностью $E_1, E_2, \dots, E_n$, $T_{E_1}, T_{E_2}, \dots, T_{E_n}$ – допустимое время пребывания в ЭП для соответствующих контролируемых зон. Различие в уровнях напряженности ЭП контролируемых зон устанавливается 1 кВ/м.

Влияние электрических полей переменного тока промышленной частоты в условиях населенных мест (внутри жилых зданий, на территории жилой застройки и на участках пересечения воздушных линий с автомобильными дорогами) ограничивается «Санитарными нормами и правилами защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты» № 2971–84. В качестве предельно допустимых уровней приняты следующие значения напряженности электрического поля:

- внутри жилых зданий 0,5 кВ/м;
- на территории жилой застройки 1 кВ/м;
- в населенной местности, вне зоны жилой застройки (земли городов в пределах городской черты в границах их перспективного развития на 10 лет, пригородные и зеленые зоны, курорты, земли поселков городского типа, в пределах поселковой черты этих пунктов), а также на территории огородов и садов 5 кВ/м;
- на участках пересечения воздушных линий (ВЛ) с автомобильными дорогами I–IV категории 10 кВ/м;
- в ненаселенной местности (незастроенные местности, хотя бы и частично посещаемые людьми, доступные для транспорта, и сельскохозяйственные угодья) 15 кВ/м;
- в труднодоступной местности (не доступной для транспорта и сельскохозяйственных машин) и на участках, специально выгороженных для исключения доступа населения 20 кВ/м.

Воздействие *электростатического поля* (ЭСП) – статического электричества – на человека связано с протеканием через него слабого тока (несколько микроампер). При этом электротравм никогда не наблюдается. Однако вследствие рефлекторной реакции на ток (резкое отстранение от заряженного тела) возможна механическая травма при ударе о рядом расположенные элементы конструкций, падении с высоты и т. д.

Исследование биологических эффектов показало, что наиболее чувствительны к электростатическому полю ЦНС, сердечно-сосудистая система, анализаторы. Люди, работающие в зоне воздействия ЭСП, жалуются на раздражительность, головную боль, нарушение сна и др. Характерны своеобразные «фобии», обусловленные страхом ожидаемого разряда, склонность к психосоматическим расстройствам с повышенной эмоциональной возбудимостью и быстрой истощаемостью, неустойчивость показателей пульса и артериального давления.

Нормирование уровней напряженности ЭСП осуществляют в соответствии с ГОСТ 12.1.045–84 в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряженности ЭСП $E_{\text{пред}}$ равен 60 кВ/м в течение 1 ч. При напряженности менее 20 кВ/м

время пребывания в ЭСП не регламентируется. В диапазоне напряженности 20...60 кВ/м допустимое время пребывания персонала в ЭСП без средств защиты (ч)

$$t_{\text{доп}} = E^2_{\text{пред}} / E^2_{\text{факт}},$$

где $E_{\text{факт}}$ – фактическое значение напряженности ЭСП, кВ/м.

Допустимые уровни напряженности ЭСП и плотности ионного потока для персонала подстанций и ВЛ постоянного тока ультравысокого напряжения установлены СН № 6032–91.

Магнитные поля могут быть постоянными (ПМП) от искусственных магнитных материалов и систем, импульсными (ИМП), инфранизко-частотными (с частотой до 50 Гц), переменными (ПеМП). Действие магнитных полей может быть непрерывным и прерывистым.

Степень воздействия магнитного поля (МП) на работающих зависит от максимальной напряженности его в рабочем пространстве магнитного устройства или в зоне влияния искусственного магнита. Доза, полученная человеком, зависит от расположения рабочего места по отношению к МП и режима труда. Каких-либо субъективных воздействий ПМП не вызывают. При действии ПеМП наблюдаются характерные зрительные ощущения, так называемые фосфены, которые исчезают в момент прекращения воздействия.

При постоянной работе в условиях хронического воздействия МП, превышающих предельно допустимые уровни, развиваются нарушения функций нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, пищеварительного тракта, изменения в крови. При преимущественно локальном воздействии могут развиваться вегетативные и трофические нарушения, как правило, в областях тела, находящегося под непосредственным воздействием МП (чаще всего рук). Они проявляются ощущением зуда, бледностью или синюшностью кожных покровов, отечностью и уплотнением кожи, в некоторых случаях развивается гиперкератоз (ороговелость).

В соответствии с СН 1742–77 напряженность МП на рабочем месте не должна превышать 8 кА/м. Напряженность МП линии электропередачи напряжением до 750 кВ обычно не превышает 20...25 А/м, что не представляет опасности для человека.

Большую часть спектра неионизирующих *электромагнитных излучений* (ЭМИ) составляют радиоволны (3 Гц...3000 ГГц), меньшую часть – колебания оптического диапазона (инфракрасное, видимое, ультрафиолетовое излучения). В зависимости от частоты падающего электромагнитного излучения ткани организмов проявляют различные электрические свойства и ведут себя как проводник или как диэлектрик.

С учетом радиофизических характеристик условно выделяют пять диапазонов частот: от единиц до нескольких тысяч Гц, от нескольких тысяч до 30 МГц, 30 МГц... 10 ГГц, 10 ГГц...200 ГГц и 200 ГГц...3000 ГГц.

Действующим началом колебаний первого диапазона являются протекающие токи соответствующей частоты через тело как хороший проводник; для второго диапазона характерно быстрое убывание с уменьшением частоты поглощения энергии, а следовательно, и поглощенной мощности; особенностью третьего диапазона является «резонансное» поглощение. У человека такой характер поглощения возникает при действии ЭМИ с частотой, близкой к 70 МГц; для четвертого и пятого диапазонов характерно максимальное поглощение энергии поверхностными тканями, преимущественно кожей.

В целом по всему спектру поглощение энергии ЭМИ зависит от частоты колебаний, электрических и магнитных свойств среды. При одинаковых значениях напряженности поля коэффициент поглощения в тканях с высоким содержанием воды примерно в 60 раз выше, чем в тканях с низким содержанием. С увеличением длины волны глубина проникновения электромагнитных волн возрастает; различие диэлектрических свойств тканей приводит к неравномерности их нагрева, возникновению макро- и микротепловых эффектов со значительным перепадом температур.

В зависимости от места и условий воздействия ЭМИ различают четыре вида облучения: профессиональное, непрофессиональное, облучение в быту и облучение, осуществляемое в лечебных целях, а по характеру облучения – общее и местное.

Степень и характер воздействия ЭМИ на организм определяются плотностью потока энергии, частотой излучения, продолжительностью воздействия, режимом облучения (непрерывный, прерывистый, импульсный), размером облучаемой поверхности, индивидуальными особенностями организма, наличием сопутствующих факторов (повышенная температура окружающего воздуха, свыше 28 °С, наличие рентгеновского излучения). Наряду с

интенсивностно-временными параметрами воздействия имеют значение режимы модуляции (амплитудный, частотный или смешанный) и условия облучения. Установлено, что относительная биологическая активность импульсных излучений выше непрерывных.

Биологические эффекты от воздействия ЭМИ могут проявляться в различной форме: от незначительных функциональных сдвигов до нарушений, свидетельствующих о развитии явной патологии. Следствием поглощения энергии ЭМП является тепловой эффект. Избыточная теплота, выделяющаяся в организме человека, отводится путем увеличения нагрузки на механизм терморегуляции; начиная с определенного предела организм не справляется с отводом теплоты от отдельных органов и температура их может повышаться. Воздействие ЭМИ особенно вредно для тканей со слаборазвитой сосудистой системой или недостаточным кровообращением (глаза, мозг, почки, желудок, желчный и мочевой пузырь). Облучение глаз может привести к помутнению хрусталика (катаракте), причем развитие катаракты является одним из немногих специфических поражений, вызываемых ЭМИ радиочастот в диапазоне 300 МГц...300 ГГц при плотности потока энергии (ППЭ) свыше 10 мВт/см². Помимо катаракты при воздействии ЭМИ возможны ожоги роговицы.

Для длительного действия ЭМИ различных диапазонов длин волн при умеренной интенсивности (выше ПДУ) характерным считают развитие функциональных расстройств в ЦНС с нерезко выраженными сдвигами эндокринно-обменных процессов и состава крови. В связи с этим могут появиться головные боли, повышение или понижение давления, урежение пульса, изменение проводимости в сердечной мышце, нервно-психические расстройства, быстрое развитие утомления. Возможны трофические нарушения: выпадение волос, ломкость ногтей, снижение массы тела. Наблюдаются изменения возбудимости обонятельного, зрительного и вестибулярного анализаторов. На ранней стадии изменения носят обратимый характер, при продолжающемся воздействии ЭМИ происходит стойкое снижение работоспособности.

ОРГАНИЗАЦИЯ И ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА.

Разработка перечня работ с повышенной опасностью

К работам повышенной опасности относятся работы, при выполнении которых имеется или может возникнуть производственная опасность вне связи с характером выполняемой работы. Поэтому при выполнении таких работ, кроме обычных мер безопасности, необходимо выполнение дополнительных мероприятий, разрабатываемых отдельно для каждой конкретной производственной операции.

В каждой организации с учетом конкретных условий и особенностей технологии должен быть составлен и утвержден руководителем организации перечень работ повышенной опасности. Его составляют на основе примерного перечня работ с повышенной опасностью в соответствии с нормативными правовыми актами по охране труда – такими, например, как: СНиП 12-03-01 “Безопасность труда в строительстве”, “Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей”, “Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок”, “Положение. Работы с повышенной опасностью, организация проведения” (ПОТ РО-14000-005-98), “Межотраслевые правила по охране труда при работе на высоте” (ПОТ РМ-012-2000), “Правила по охране труда при эксплуатации коммунального водопроводно-канализационного хозяйства” и др.

Кроме вышеупомянутых, отдельные правила безопасности относят некоторые работы к работам повышенной опасности; их выполнение должно вестись с дополнительными мерами по обеспечению безопасности.

Кроме работ, предписанных нормативными актами к выполнению с оформлением наряда-допуска, в этот перечень предприятие может включать любые работы, которые оно считает нужным. Как правило, сюда дополнительно включаются работы, при выполнении которых часто случаются несчастные случаи или наблюдались инциденты и аварийные ситуации.

В соответствии с требованиями Трудового кодекса работники, осуществляющие отдельные виды деятельности, в том числе связанной с источниками повышенной опасности (с влиянием вредных веществ и неблагоприятных производственных факторов), а также работающие в условиях повышенной опасности, проходят обязательное психиатрическое освидетельствование не реже одного раза в пять лет в порядке, устанавливаемом Правительством Российской Федерации.

Порядок осуществления таких осмотров регламентируют следующие основные документы:

1. Постановление Правительства РФ от 23 сентября 2002 г. № 695 “О прохождении обязательного психиатрического освидетельствования работниками, осуществляющими отдельные виды деятельности, в том числе деятельность, связанную с источниками повышенной опасности (свлиянием вредных веществ и неблагоприятных производственных факторов), а также работающих в условиях повышенной опасности”.

2. Постановление Правительства РФ от 28 апреля 1993 г. № 377 “О реализации Закона Российской Федерации “О психиатрической помощи и гарантии прав граждан при ее оказании”” (вместе с “Перечнем медицинских психиатрических противопоказаний для осуществления отдельных видов профессиональной деятельности, связанной с источником повышенной опасности”).

Осмотры проводятся лечебно-профилактическими организациями, имеющими соответствующую лицензию на право ведения такой деятельности. Осмотр психиатром проводится в психоневрологическом диспансере (кабинете, отделении) по месту постоянной регистрации обследуемого.

Осмотры проводятся в целях предупреждения заболеваний, несчастных случаев и обеспечения безопасности труда, а также для профессионального отбора на соответствие медицинских противопоказаний той или иной профессии. Периодичность осмотров один раз в 1, 2 или 3 года в зависимости от выполняемой работы или профессии.

Выявление психиатрических противопоказаний проводится с этими же целями для работников отдельных видов профессиональной деятельности в условиях повышенной опасности. Такими противопоказаниями служат, например, наркомания, алкоголизм, эпилепсия, токсикомания, пограничная умственная отсталость, дефекты речи и заикание в тяжелой форме и др.

Порядок оформления допуска к работам с повышенной опасностью

Часть работ повышенной опасности, “узаконенная” локальными нормативными актами предприятия, требует оформления наряда-допуска.

Наряд-допуск – это задание на производство работ, оформленное на специальном бланке установленной формы и определяющее содержание, место работы, время ее начала и окончания, условия безопасного проведения, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность выполнения работы. Форма наряда-допуска несколько отличается для ведения разных работ, структура содержания остается одинаковой.

Обязательно указываются:

- подготовительные мероприятия и отметка об их выполнении;
- состав бригады;
- фиксируется проведение и прохождение целевого инструктажа;
- время начала и окончания работ;
- подтверждение окончания работ.

Наряд-допуск выдается на срок, необходимый для выполнения заданного объема работ (в ряде случаев – на рабочую смену). Выдача и возврат его регистрируются в журнале.

Наряд-допуск оформляется, как правило, в двух экземплярах. Один находится у лица, выдавшего наряд-допуск, другой выдается ответственному руководителю работ. При работах на территории предприятия-заказчика целесообразно оформлять наряд-допуск в трех экземплярах (3-й экземпляр выдается ответственному лицу действующего предприятия-заказчика). Кроме того, третий экземпляр наряда-допуска оформляется и в ряде случаев, оговоренных отдельными Правилами безопасности.

Исправления при заполнении наряда-допуска не допускаются.

В случае невыполнения работ в указанное в наряде-допуске время или изменения условий производства работ работы прекращаются, наряд-допуск закрывается, возобновление работ разрешается только после выдачи нового наряда-допуска.

Изменения в составе бригады регистрируются в приложении к наряду-допуску по специальной форме.

Окончание работ оформляется подписями в наряде-допуске, и он передается ответственному руководителю работ.

Срок хранения закрытого наряда-допуска – 30 дней.

Проведение инструктажа по безопасности фиксируется в наряде-допуске с подписью участников.

К самостоятельному выполнению работ повышенной опасности допускаются лица:

- не моложе 18 лет (в отдельных отраслях – не моложе 21 года);
- признанные годными к производству работ медицинским освидетельствованием;

- имеющие производственный стаж на указанных работах не менее одного года и тарифный разряд не ниже третьего;
- прошедшие обучение и проверку знаний правил, норм и инструкций по охране труда;
- имеющие удостоверение на право производства этих работ;
- получившие инструктаж на рабочем месте по безопасности при выполнении работ.

Рабочие, впервые допускаемые к работе повышенной опасности, в течение одного года, должны выполнять такие работы под непосредственным надзором опытных рабочих, назначенных для этого приказом по организации.

Право выдачи нарядов-допусков предоставляется специалистам (мастер, начальник участка и т.д.), аттестованным по охране труда и уполномоченным на это приказом руководителя организации, например техническому директору, главному инженеру, заместителям директоров, начальникам самостоятельных подразделений и их заместителям.

Лица, выдающие наряд-допуск, определяют необходимость и объем работ, условия безопасного выполнения этих работ, осуществляют контроль за выполнением мероприятий по обеспечению безопасности производства работ, определяют квалификацию ответственного руководителя работ, ответственного исполнителя работ, членов бригады.

Ответственными за организацию и производство работ повышенной опасности являются:

- лица, выдающие наряд-допуск;
- ответственные руководители работ;
- ответственные исполнители работ.

Ответственные руководители и исполнители должны быть аттестованы по охране труда.

Разрешается следующее совмещение обязанностей ответственных лиц:

- лицо, выдающее наряд-допуск, может быть одновременно ответственным руководителем работ;
- ответственный руководитель работ может быть одновременно ответственным исполнителем работ.

Ответственный руководитель работ несет ответственность за полноту и точное выполнение мер безопасности, указанных в наряде-допуске, квалификацию ответственного исполнителя работ и членов бригады (звена), включенных в наряд-допуск, а также за допуск исполнителей на место производства работ.

Ответственными исполнителями могут назначаться прорабы, мастера, бригадиры (звеньевые). Они несут ответственность за безопасное выполнение работ, соблюдение членами бригады мер безопасности, указанных в наряде-допуске, обязательное применение средств индивидуальной защиты, производственную и технологическую дисциплину.

Ответственный исполнитель работ не имеет права покинуть рабочее место. В случае возникновения такой необходимости его обязан заменить ответственный руководитель работ. При невозможности замены работы должны быть прекращены, а рабочие выведены с места производства работ.

Состав бригады работающих по наряду-допуску должен состоять не менее чем из 2 человек.

В ряде случаев по решению руководства некоторые работы (не предписанные нормативными документами, но требующие более жесткого контроля за их подготовкой и проведением) оформляются не нарядом-допуском, а разрешением с оформлением проведения этих работ в специальном журнале.

Проведение работ с повышенной опасностью

Учитывая большое многообразие работ повышенной опасности, привести единые требования к безопасному ведению работ не представляется возможным. Нужно лишь отметить, что на каждый вид выполняемых работ обязательно должна быть разработана и утверждена в установленном порядке соответствующая инструкция. Если существуют типовые инструкции по выполнению данного вида работ, то основой являются они.

Например, “Типовая инструкция по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных и взрывопожароопасных объектах” (РД 09-364-00) устанавливает основные требования по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных и взрывопожароопасных объектах (производства, цехи, отделения, установки, склады и т.п.), подконтрольных Ростехнадзору. Она определяет безопасное ведение операций, связанных с применением открытого огня, искрообразованием и нагреванием до температуры, способной вызвать воспламенение материалов и конструкций (электросварка, газосварка, безоперационная резка, паяльные работы, механическая обработка металла с образованием искр и т.п.).

Безопасное ведение газоопасных работ регулируется утвержденной постановлением Госгортехнадзора СССР от 20 февраля 1985 г. “Типовой инструкцией по организации безопасного проведения газоопасных работ”.

Порядок безопасного ведения работ на высоте определяется ПОТ РМ 012-2000 “Межотраслевые правила по охране труда при работе на высоте”.

Действия ответственного руководителя работ с повышенной опасностью примерно одинаковы. Практика подсказывает, что типичные обязанности руководителя работ с повышенной опасностью состоят в следующем.

Ответственный за безопасное выполнение работ с повышенной опасностью руководитель:

- осуществляет руководство работами, обеспечивая безопасную организацию работ и выполнение мероприятий по предотвращению случаев производственного травматизма и острых профессиональных заболеваний (отравлений, поражений);
- определяет объемы, время, продолжительность и характер порученных работ;
- определяет перечень опасных и вредных факторов, которые постоянно или случайно, в результате ошибочных или других непредусмотренных ситуаций, временно или постоянно могут присутствовать при производстве работ; оценивает степень опасности их воздействия на организм человека;
- определяет перечень средств индивидуальной и коллективной защиты, необходимых при производстве порученной работы, и обеспечивает ими работников, объяснив правила пользования ими;
- определяет перечень документов, инструкций по эксплуатации и безопасному производству работ, технологические, электрические или другие схемы, чертежи, технические описания и другую документацию, необходимую для производства работ, и обеспечивает ими работников;
- определяет перечень материалов, инструментов и контрольно-измерительных приборов, средств механизации и других приспособлений, применение которых связано с производством работ, и обеспечивает ими работников;
- определяет количественный и квалификационный состав работников для производства порученной работы;
- проводит специальный инструктаж со всеми работниками, оформляет наряд-допуск;
- не допускает к работе лиц, не прошедших обучение, инструктаж, проверку знаний и не имеющих допуск к самостоятельному ведению работ;
- допускает к самостоятельной работе только тех работников, которые присутствовали на получении наряда-допуска на производство работ;
- осуществляет необходимые согласования по установленной форме, организует доставку к месту производства работ и разъясняет работникам их обязанности, перечень, объемы, характер и продолжительность работ, распорядок работы, место и границы производства работ;
- обеспечивает рациональное размещение на рабочих местах машин и механизмов, материалов, запасных частей, инструмента, приспособлений, не допускает загромождения, захламления рабочих мест, проходов и проездов;
- знакомит работников с технологическими, электрическими или другими схемами, чертежами, техническими описаниями и другой документацией, материалами, инструментами и контрольно-измерительными приборами, машинами и механизмами и порядком их взаимодействия, средствами механизации и другими приспособлениями, привлеченными для производства работ, разъясняет правилами и порядок пользования ими;
- разъясняет работникам порядок и правила действия при возникновении чрезвычайных и нештатных ситуаций, опасных или несчастных случаев, правила эвакуации из опасной зоны и оказания первой помощи пострадавшим, правила пользования первичными средствами пожаротушения;
- проверяет наличие и применение работниками спецодежды и спецобуви, средств индивидуальной защиты, средств контроля за безопасностью окружающей производственной среды, предусмотренных правилами, нормами, инструкциями, и осуществляет контроль за правильным использованием их;
- осуществляет работу только в соответствии с полученным нарядом и паспортом работ;
- в установленном порядке осуществляет допуск и приступает к производству работ;
- обеспечивает соблюдение распорядка рабочего дня, трудовой и производственной дисциплины, правил технической эксплуатации и техники безопасности при производстве работ, управлении машинами и механизмами, производстве различных измерений, осмотрах состояния

оборудования, зданий и сооружений, перемещениях на различных видах транспорта, ведении технологических процессов, или, в зависимости от характера выполняемых работ, других действий;

- в начале, а также в течение выполнения работы проверяет все рабочие места, осуществляет контроль за воздушной средой, состоянием оборудования, механизмов, приспособлений, ограждений, предохранительных устройств, средств связи и сигнализации, средств противопожарной защиты;
- осуществляет непосредственное руководство работами в наиболее сложных и опасных местах;
- принимает меры по устранению выявленных в течение выполнения работ нарушений и отклонений; в случае невозможности немедленного устранения нарушений сообщает об этом вышестоящему руководству;
- при обнаружении нарушений, угрожающих жизни и здоровью работников, останавливает работы и выводит людей из опасной зоны; ставит в известность вышестоящее руководство;
- при возникновении нештатных ситуаций, в том числе изменений условий и обстоятельств производства работ, болезни или нарушениях работников правил безопасности, проявлении ими некомпетентности при выполнении порученной работы, осуществляет необходимые согласования и корректировки состава и характера работ и перемещения и перестановки работников;
- приостанавливает производство работ при возникновении противоречий с требованиями действующих нормативных документов или возникновении угрозы безопасности работников;- приостанавливает производство работ при обнаружении неисправностей оборудования, зданий и сооружений, машин и механизмов, инструментов и контрольно-измерительных приборов, неисправностей или отсутствии спецодежды и номенклатурных средств индивидуальной или коллективной защиты, в тех случаях, если такой отказ не создает угрозу безопасности работников;
- после визуального осмотра или – в зависимости от характера и категории работ – инструментальных замеров или соответствующих испытаний констатирует завершение работ, осуществляет документальное оформление завершения работ, информирует соответствующие службы и должностные лица и осуществляет эвакуацию работников с места производства работ;
- показывает личный пример и высокую компетентность в безусловном соблюдении требований охраны труда и безопасности производства.

БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО И МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.

Проведение работ с повышенной опасностью

Учитывая большое многообразие работ повышенной опасности, привести единые требования к безопасному ведению работ не представляется возможным. Нужно лишь отметить, что на каждый вид выполняемых работ обязательно должна быть разработана и утверждена в установленном порядке соответствующая инструкция. Если существуют типовые инструкции по выполнению данного вида работ, то основой являются они.

Например, “Типовая инструкция по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных и взрывопожароопасных объектах” (РД 09-364-00) устанавливает основные требования по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных и взрыво-, пожароопасных объектах (производства, цехи, отделения, установки, склады и т.п.), подконтрольных Ростехнадзору. Она определяет безопасное ведение операций, связанных с применением открытого огня, искрообразованием и нагреванием до температуры, способной вызвать воспламенение материалов и конструкций (электросварка, газосварка, безо-, керосинорезка, паяльные работы, механическая обработка металла с образованием искр и т.п.).

Безопасное ведение газоопасных работ регулируется утвержденной постановлением Госгортехнадзора СССР от 20 февраля 1985 г. “Типовой инструкцией по организации безопасного проведения газоопасных работ”.

Порядок безопасного ведения работ на высоте определяется ПОТ РМ 012-2000 “Межотраслевые правила по охране труда при работе на высоте”.

Действия ответственного руководителя работ с повышенной опасностью примерно одинаковы. Практика подсказывает, что типичные обязанности руководителя работ с повышенной опасностью состоят в следующем.

Ответственный за безопасное выполнение работ с повышенной опасностью руководитель:

- осуществляет руководство работами, обеспечивая безопасную организацию работ и выполнение мероприятий по предотвращению случаев производственного травматизма и острых профессиональных заболеваний (отравлений, поражений);
- определяет объемы, время, продолжительность и характер порученных работ;
- определяет перечень опасных и вредных факторов, которые постоянно или случайно, в результате ошибочных или других непредусмотренных ситуаций, временно или постоянно могут присутствовать при производстве работ; оценивает степень опасности их воздействия на организм человека;
- определяет перечень средств индивидуальной и коллективной защиты, необходимых при производстве порученной работы, и обеспечивает ими работников, объяснив правила пользования ими;
- определяет перечень документов, инструкций по эксплуатации и безопасному производству работ, технологические, электрические или другие схемы, чертежи, технические описания и другую документацию, необходимую для производства работ, и обеспечивает ими работников;
- определяет перечень материалов, инструментов и контрольно-измерительных приборов, средств механизации и других приспособлений, применение которых связано с производством работ, и обеспечивает ими работников;
- определяет количественный и квалификационный состав работников для производства порученной работы;
- проводит специальный инструктаж со всеми работниками, оформляет наряд-допуск;
- не допускает к работе лиц, не прошедших обучение, инструктаж, проверку знаний и не имеющих допуск к самостоятельному ведению работ;
- допускает к самостоятельной работе только тех работников, которые присутствовали на получении наряда-допуска на производство работ;
- осуществляет необходимые согласования по установленной форме, организует доставку к месту производства работ и разъясняет работникам их обязанности, перечень, объемы, характер и продолжительность работ, распорядок работы, место и границы производства работ;
- обеспечивает рациональное размещение на рабочих местах машин и механизмов, материалов, запасных частей, инструмента, приспособлений, не допускает загромождения, захламления рабочих мест, проходов и проездов;
- знакомит работников с технологическими, электрическими или другими схемами, чертежами, техническими описаниями и другой документацией, материалами, инструментами и контрольно-измерительными приборами, машинами и механизмами и порядком их взаимодействия, средствами механизации и другими приспособлениями, привлеченными для производства работ, разъясняет правилами и порядок пользования ими;
- разъясняет работникам порядок и правила действия при возникновении чрезвычайных и нештатных ситуаций, опасных или несчастных случаев, правила эвакуации из опасной зоны и оказания первой помощи пострадавшим, правила пользования первичными средствами пожаротушения;
- проверяет наличие и применение работниками спецодежды и спецобуви, средств индивидуальной защиты, средств контроля за безопасностью окружающей производственной среды, предусмотренных правилами, нормами, инструкциями, и осуществляет контроль за правильным использованием их;
- осуществляет работу только в соответствии с полученным нарядом и паспортом работ;
- в установленном порядке осуществляет допуск и приступает к производству работ;
- обеспечивает соблюдение распорядка рабочего дня, трудовой и производственной дисциплины, правил технической эксплуатации и техники безопасности при производстве работ, управлении машинами и механизмами, производстве различных измерений, осмотрах состояния оборудования, зданий и сооружений, перемещениях на различных видах транспорта, ведении технологических процессов, или, в зависимости от характера выполняемых работ, других действий;
- в начале, а также в течение выполнения работы проверяет все рабочие места, осуществляет контроль за воздушной средой, состоянием оборудования, механизмов, приспособлений, ограждений, предохранительных устройств, средств связи и сигнализации, средств противопожарной защиты;
- осуществляет непосредственное руководство работами в наиболее сложных и опасных местах;

- принимает меры по устранению выявленных в течение выполнения работ нарушений и отклонений; в случае невозможности немедленного устранения нарушений сообщает об этом вышестоящему руководству;
- при обнаружении нарушений, угрожающих жизни и здоровью работников, останавливает работы и выводит людей из опасной зоны; ставит в известность вышестоящее руководство;
- при возникновении нештатных ситуаций, в том числе изменений условий и обстоятельств производства работ, болезни или нарушениях работников правил безопасности, проявлении ими некомпетентности при выполнении порученной работы, осуществляет необходимые согласования и корректировки состава и характера работ и перемещения и перестановки работников;
- приостанавливает производство работ при возникновении противоречий с требованиями действующих нормативных документов или возникновении угрозы безопасности работников;
- приостанавливает производство работ при обнаружении неисправностей оборудования, зданий и сооружений, машин и механизмов, инструментов и контрольно-измерительных приборов, неисправностей или отсутствии спецодежды и номенклатурных средств индивидуальной или коллективной защиты, в тех случаях, если такой отказ не создает угрозу безопасности работников;
- после визуального осмотра или – в зависимости от характера и категории работ – инструментальных замеров или соответствующих испытаний констатирует завершение работ, осуществляет документальное оформление завершения работ, информирует соответствующие службы и должностные лица и осуществляет эвакуацию работников с места производства работ;
- показывает личный пример и высокую компетентность в безусловном соблюдении требований охраны труда и безопасности производства.

ПРОЧНОСТЬ И КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.

На другом газоперерабатывающем заводе разорвалась труба, изготовленная из стали 17ГС. Рабочее давление в трубопроводе составляло 3,5 МПа, среда — отбензиненный газ. В результате аварии газопроводы были сброшены с технологических эстакад..на участке длиной около 300 м, концы трубопроводов от места аварии были отброшены на расстояние до 32 м, произошла загорованность значительной части территории завода. Загорания газа при аварии не было. В соответствии с заключением комиссии, расследовавшей аварию, причиной разрыва трубы был износ стенки вследствие коррозии (толщина стенки уменьшилась с 8 до 2 мм) и возникновение трещины в тонкой части трубы в зоне заводского дефекта в виде расслоения металла и рваного заката. Трубопровод был проложен таким образом, что на участке длиной около 4 м при закрытой задвижке в нижней части его образовалась застойная зона жидкости, способствовавшая протеканию коррозионных процессов. Контрольных замеров толщины стенки трубы в застойной зоне не производили, тогда как в других точках были проведены контрольные засверловки трубопроводов и контрольные замеры толщин стенок, показавшие удовлетворительные результаты.

В ряде коррозионных процессов продукты коррозии образуются на поверхности металлов, поэтому характер коррозии и ее скорость в значительной мере определяются свойствами возникающих пленок. При образовании сплошной, плотной и прочно сцепляющейся с металлом пленки скорость коррозии замедляется и процесс может вообще прекратиться. Одним из основных условий формирования такой, так называемой пассивирующей пленки, является превышение объема образующегося химического соединения над объемом металла, из которого оно возникло. Образование стойких, беспористых, компактных пленок, предохраняющих металл от развития коррозионного процесса, позволяет, например, хранить некоторые концентрированные кислоты в стальных емкостях.

- нарушение допустимого содержания воды в составе хранимого продукта из-за изменения условий эксплуатации и, как следствие, увеличение скорости коррозионных процессов и охрупчивание стали;

Таким образом, при разработке интеллектуального обеспечения экспертных систем технической диагностики необходимо учитывать полученные закономерности адгезионных, диффузионных и коррозионных процессов. При рассмотрении вопросов надежности и работоспособности, особенно вновь создаваемых аппаратов, необходимо изучение теории механохимии конструкционных материалов с учетом обобщения опыта эксплуатации их в различных условиях технологических

процессов. Такая информация позволяет намного дополнить базу данных и знаний экспертной системы технической диагностики.

Таким образом, при разработке интеллектуального обеспечения экспертных систем технической диагностики необходимо учитывать полученные закономерности адгезионных, диффузионных и коррозионных процессов. При рассмотрении вопросов надежности и работоспособности, особенно вновь создаваемых аппаратов, необходимо изучение теории механохимии конструкционных материалов с учетом обобщения опыта эксплуатации их в различных условиях технологических процессов. Такая информация позволяет намного дополнить базу данных и знаний экспертной системы технической диагностики.

3.5.4.202. Периодичность испытания трубопроводов устанавливается нефтегазодобывающей организацией с учетом свойств транспортируемой среды, условий ее транспортировки и скорости коррозионных процессов.

Коррозионные процессы относятся к весьма сложным явлениям. Характер различных видов коррозии металла котельных установок в общем соответствует законам протекания аналогичных коррозионных процессов. Однако имеются и некоторые особенности, выражающиеся главным образом в большей интенсивности и скорости протекания процессов, обусловливаемых наличием теплового потока через металлическую стенку.

В практике встречаются весьма сложные коррозионные разрушения, обусловленные параллельным протеканием не одного, а нескольких коррозионных процессов. Так, например, в вертикально-водотрубном двухбарабанном котле (рабочее давление 17 ат) в левом заклепочном шве нижнего барабана, соединяющем днище с цилиндрической частью, вверху в теле корпуса образовалась сквозная трещина общей длиной 900 мм между 11 смежными заклепочными отверстиями. Котел проработал 20 лет. Сначала его питали сырой неочищенной водой, а последние 12 лет — химически обработанной, причем щелочность воды поддерживалась в пределах 16—20 мг-экв/л, сухой остаток 1800—2200 мг/л. Для поддержания неизменного состава котловой воды производились непрерывная и периодическая продувки. Накипи на стенках котла почти не было. Водный режим котла строго контролировался химической лабораторией. Повреждение было обнаружено в процессе эксплуатации котла: было замечено парение в районе кладки у левого днища. В результате специального обследования оказалось, что от большинства заклепочных отверстий, расположенных в водяном пространстве котла, в радиальном направлении в разные стороны расходятся глубокие трещины. Трещинами поражены все соединяемые В данном случае причины коррозионных разрушений следующие. Трещина обечайки возникла в результате межкристаллитной коррозии. Поперечные трещины в заклепках и трещины около заклепочных отверстий являются следствием совместного действия транскристаллитных и межкристаллитных коррозионных процессов, протеканию которых способствовала коррозионная усталость вследствие наличия деформированных участков и местной концентрации напряжений в местах заклепочных соединений, возникших при клепке.

К особым видам коррозии паровых котлов относятся межкристаллитная («каустическая хрупкость») и транс-кристаллитная («коррозионная усталость»). Происходящие при этом коррозионные явления весьма сложны и являются результатом как электрохимических, так и значительных знакопеременных термических напряжений в металле. Следствием коррозионных процессов являются главным образом трещины в металле котла, причем иногда весьма малозаметные, так называемые «волосные». Их обнаруживают в развальцованных концах кипятильных и экранных труб, в котельных барабанах, чаще в области заклепочных швов и в заклепках, в местах приклейки опускных труб, камер, штуцеров и в других элементах, часто малодоступных для осмотра.

Максимальное допускаемое пробное давление определено из условия предотвращения пластической деформаций на внутренней поверхности труб, в результате которой может иметь место интенсификация коррозионных процессов.

Вероятность опасных нарушений технологического режима P_t можно определить с учетом характера конкретного технологического процесса. В основу оценки вероятности коррозионного разрушения аппаратов и трубопроводов P_k может быть положена коррозионная стойкость, определяемая лабораторным способом, а также длительными наблюдениями характера коррозионного разрушения в действующих производствах. В конкретных условиях возможны случаи периодического повышения коррозионной активности среды при изменениях технологического режима, которое также должно учитываться при оценке вероятности

коррозионного разрушения; при наличии антикоррозионной защиты должны учитываться ее качество и вероятность разрушения. , .

Хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации электронасосы марки ЦНГ. Центробежные насосы этих марок представляют собой герметичные, горизонтальные моноблочные агрегаты взрывозащищенного исполнения (ВЗГ). Эти электронасосы предназначены для перекачивания маловязких, агрессивных, токсичных и взрывоопасных жидкостей без включений или содержащих твердые включения в количестве до 0,2% (масс.) с частицами размером до 0,2 мм. Коррозионная стойкость материалов проточной части и подшипников — не ниже 5-го балла по десятибалльной шкале коррозионной стойкости материалов (ГОСТ 13819—68). Детали, соприкасающиеся с перекачиваемой

От химической активности перекачиваемой жидкости зависит выбор материала проточной части насоса. Коррозионная стойкость материала этой части насоса должна быть от 1 до 5 баллов по десятибалльной шкале (ГОСТ 13819—68). Последствия недооценки этого положения можно проиллюстрировать приведенным ниже примером из производственной практики.

коррозионная стойкость материала в среде защищаемого аппарата;

ионной стойкости в данной среде. Причем, чем меньше давление срабатывания, тем тоньше должна быть мембрана, и, следовательно, тем больше должна быть ее коррозионная стойкость.

Диапазоны температур, давлений, химической активности и других свойств перекачиваемых сред, на которых работает арматура, непрерывно расширяются. При всем этом должно быть обеспечено соблюдение основных требований, предъявляемых к арматуре химических и нефтеперерабатывающих заводов: прочность, герметичность и надежность работы, взрывобезопасность и коррозионная стойкость.

ГЕРМЕТИЗАЦИЯ КАК УСЛОВИЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ОТРАВЛЕНИЙ, ВЗРЫВОВ И НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ.

Герметичность, как условие предупреждения аварий, отравлений и взрывов. Потеря герметичности происходит благодаря неплотностям, через которые происходят утечки продуктов в окружающую атмосферу, находящуюся под разряжением. Попадание воздуха в аппаратуру с горящим продуктом и утечка продукта из аппарата в атмосферу создают ядовитые взрывоопасные смеси. Наиболее вероятными местами утечек являются соединения отдельных деталей, вследствие диффузии через стенки и уплотняющие материалы (кожа, керамики, асбест, и другие, которые являются пористыми).

Степень герметичности - отклонение конечного давления к начальному, отнесенному к единице времени, выраженное в процентах.

Потерю герметичности определяют по формуле:

Герметичность – важное условие предупреждения аварий

$$N = 100/\tau(1 - P_2T_1/P_1T_2), \text{ где}$$

T1 - температура в начале испытания

T2 - температура в конце испытания

P1 - начальное давление

P2 - конечное давление

τ - продолжительность испытания.

Падение давления определяется проектом с учетом свойств транспортируемых веществ (токсичности, текучести, взрывоопасности) и геометрического объема испытываемой системы.

Так, например, для межцехового трубопровода диаметром 250мм допустимым считается потеря давления для токсичных газов - 0,1% в час, для прочих горючих газов - 0,2% в час. Для обнаружения мест утечек производится обмывание соединений мыльной водой, добавление в продукт радиоактивного вещества. Исправление обнаруженных дефектов производится только после полного стравливания избыточного давления. Аппаратура, работающая под вакуумом испытывается гидравлически под давлением 2 мс/см и пневматически воздухом или инертным газом под давлением кгс/см.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ СОСУДОВ РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ.

Требования к конструкциям сосудов, работающих под давлением

К установкам, работающим под давлением, относят паровые и водогрейные котлы, компрессоры, газовые баллоны, паропроводы, газопроводы, и др.

Паровые котлы применяются для производства пара, идущего на различные технологические нужды. Паровые и водогрейные котлы применяются также для отопления помещений. Газовые баллоны используют для хранения и использования различных газов в сжатом, сжиженном или растворенном состоянии. Для газовой резки и сварки металлов применяют различные горючие газы (например, ацетилен и кислород), находящиеся в сосудах под высоким давлением. Компрессорные установки применяют для производства сжатого воздуха. Последний используется в качестве носителя энергии для привода машины и технологического оборудования, а также ручного механизированного инструмента, применяющихся во взрывоопасной среде для распыления растворов и красок при их нанесении на различные поверхности и др.

Сосудом, работающим под давлением, называют герметически закрытую емкость, предназначенную для ведения химических и тепловых процессов, а также для хранения и перевозки сжатых сжиженных и растворенных газов и жидкостей под давлением. Границей сосуда являются входные и выходные штуцера.

Применение большого числа сосудов и аппаратов, работающих под давлением, выдвигает на первый план задачу создания здоровых и безопасных условий труда с одновременным решением вопросов профилактики производственного травматизма.

В ряде случаев разгерметизация сосудов, работающих под давлением, не только нежелательна с чисто технической точки зрения, но и опасна для обслуживающего персонала и производства в целом.

При разгерметизации сосудов, работающих под давлением, появляется опасность физического или химического взрыва.

Использование сосудов, работающих под давлением, требует инженерного решения комплекса мер по охране труда с точки зрения их безопасной эксплуатации:

конструкция сосудов должна быть надежной; обеспечивать безопасность при эксплуатации и предусматривать возможность осмотра, очистки, промывки, продувки и ремонта сосудов;

конструкция сосудов, обогреваемых горячими газами, должна обеспечивать надежное охлаждение стенок; находящихся под давлением, до расчетной температуры;

электрическое оборудование сосудов и заземление должны отвечать ПУЭ.

Особые требования предъявляются к выбору материала для изготовления сосудов (они должны хорошо свариваться, обладать прочностными и пластическими характеристиками, обеспечивающими надежную и долговечную работу сосудов в заданных условиях эксплуатации).

Для обеспечения безопасного монтажа и эксплуатации сосудов их изготовление и ремонт должны производиться по технологии, разработанной заводом-изготовителем, монтажной или ремонтной организацией до начала выполнения соответствующих работ.

Поэтому проектирование, изготовление и эксплуатация сосудов, работающих под давлением, регламентируются специальными правилами Госгортехнадзора, обеспечивающими поддержание определенного уровня их надежности.

Сосуды, на которые распространяются правила Госгортехнадзора, до начала эксплуатации должны быть зарегистрированы в его органах, в которые администрация предприятия предъявляет письменное заявление, паспорт сосуда, акт о монтаже и установке сосуда (в соответствии с правилами) в исправном его состоянии, схемы включения сосуда с указанием источника давления, параметров его рабочей среды, арматуры.

По характеру эксплуатации сосуды, работающие под давлением, могут быть стационарные и нестационарные. Основными причинами аварий стационарных сосудов, работающих под давлением, являются неправильное изготовление этих сосудов, нарушение технологического режима и правил эксплуатации, неисправность арматуры и приборов, разрушение сосудов в результате коррозии. Аварии сосудов происходят также в результате разрыва баллонов и отрыва крышек люков, а также разрыва или выпучивания стенок и днищ. «Правилами» Госгортехнадзора устанавливаются специальные требования к конструкции сосудов, к их изготовлению, установке, регистрации, техническому освидетельствованию, содержанию и обслуживанию.

Материалы, предназначенные для изготовления или ремонта сосудов, должны иметь сертификаты, подтверждающие, что качество материала соответствует требованиям Госгортехнадзора, а также специальным техническим условиям. Сварные швы должны быть выполнены только стыковыми и быть доступными для контроля при изготовлении, монтаже и эксплуатации сосудов. Конструкция сосудов должна быть надежной, обеспечивать безопасность при эксплуатации и предусматривать возможность осмотра, очистки и ремонта сосуда. Электрическое оборудование сосуда и заземление должны отвечать «Правилам устройства электроустановок».[8,9]

Основные требования безопасной эксплуатации сосудов

Безопасность эксплуатации паровых и водогрейных котлов. Основными причинами взрыва паровых котлов являются: 1) дефекты изготовления (несоответствие материалов котла условиям его эксплуатации, некачественная проверка швов, дефекты заклепочных соединений и т. п.); 2) перенапряжение материала стенок в результате длительного воздействия давления, превышающих расчетные значения давлений; 3) перегрев стенок котла в результате чрезмерного понижения уровня воды или отложения накипи, нарушающей теплоотвод от материала стенок. 4) старение котла из-за его длительной эксплуатации, появление коррозии, раковин и других дефектов, снижающих прочность материала стенок; 5) нарушение технических требований при обслуживании котельных установок малоквалифицированным персоналом.

Для избежания взрыва котлов необходимо, чтобы было высокое качество изготовления его и прежде всего сварных соединений. На паровых котлах обязательна установка приборов, сигнализирующих об уровне воды, ее температуре, давлении пара. Предусмотрена также установка приборов, которые автоматически включают звуковую или световую сигнализацию при снижении уровня воды до критической отметки.

Для измерения давления пара служат два манометра (рабочий и контрольный). Устанавливаются также запорный вентиль и обратный клапан на нагревательной линии питания котла водой, а также спускной вентиль и задвижка.

Котлы, работающие на газообразном топливе, оборудуются системами автоматики, отключающими подачу топлива к горелкам в случае понижения воды до критического уровня, а также при падении давления воздуха ниже допустимого значения.

Паровые и водогрейные котлы устанавливают в котельных, которые отделяются от смежных помещений несгораемыми стенами. Кровлю котельных устраивают из легкосбрасываемых элементов для снижения давления в помещении на случай взрыва котла. Такую же функцию выполняют конструкции оконных проемов. Котельные оборудуются естественным и искусственным освещением и имеют не менее двух выходов.

Персонал, обслуживающий котельные установки, проходит обучение по специальной программе и после аттестации квалификационной комиссией получает удостоверения на право работы.

Безопасность эксплуатации баллонов. На предприятиях автосервиса применяют баллоны, которые предназначены для транспортирования, хранения и использования различных газов: кислорода, водорода, а также ацетилена и других горючих газов. Газы в баллонах могут быть в сжатом, сжиженном или растворенном состоянии.

Причинами взрыва баллонов могут быть следующие обстоятельства: 1) чрезмерное переполнение баллонов сжиженными газами. Так как жидкости практически несжимаемы, то при повышении температуры баллона происходит их расширение, вызывающее перенапряжение материала стенок баллона и его взрыв. Для избежания этого наполнение сжиженными газами должно производиться не более чем на 90 % объема баллона; 2) значительный перегрев или переохлаждение стенок баллона. 3) попадание масел и других жировых веществ во внутреннюю полость баллонов, наполненных кислородом, приводящие к образованию взрывоопасных смесей; 4) образование коррозии и ржавчины внутри баллонов. 5) удары по стенке баллонов вследствие их падения, соударения при транспортировке и др. 6) неправильное наполнение баллонов, приводящее к образованию взрывоопасных сред (например, при наполнении водородных баллонов кислородом) Для предупреждения неправильного наполнения баллонов они должны иметь отличительную окраску и соответствующие надписи.

Газовые баллоны подвергают освидетельствованию и испытанию на заводах, производящих их наполнение. При этом определяют массу и объем баллонов. Для баллонов с газами, вызывающими коррозию, испытания проводят через каждые два года, а для баллонов с газами, не вызывающими коррозию, через пять лет.

Перевозка баллонов осуществляется с соблюдением тщательной предосторожности, исключающей их падение и удары. Транспортируют баллоны чаще в горизонтальном положении с

прокладками между ними деревянных брусков, резиновых или веревочных колец, войлочных полос. Ручная переноска баллонов запрещена. Их перевозят на тележках не более чем по два баллона одновременно. Совместная транспортировка кислородных и ацетиленовых баллонов не разрешается. Хранение газовых баллонов осуществляется в хорошо проветриваемых помещениях, в которые исключено попадание прямых солнечных лучей. Расстояние от баллонов до отопительных приборов не должно быть меньше 1 м.

Безопасность эксплуатации компрессорных установок. Для предотвращения взрывов компрессорных установок применяется ряд мер, к которым относится прежде всего использование для смазки термостойких масел. Смазка цилиндров воздушных компрессоров осуществляется маслами, имеющими температуру вспышки 216–242 °С и температуру самовоспламенения около 400 °С. Во всех случаях температура вспышки смазочного масла должна быть на 70 °С выше температуры компримируемых газов. Количество смазки строго ограничивается в соответствии с техническими требованиями.

С целью снижения температуры в компрессорных установках предусматривается бесперебойное и интенсивное охлаждение. В компрессорах малой производительности с низким давлением применяется воздушное охлаждение, в высокопроизводительных компрессорах охлаждающей средой является вода. Эти установки снабжаются системой автоматики, отключающей установку при превышении критической температуры охлаждающей жидкости.

Засасываемый в компрессор воздух тщательно очищается от механических примесей в высокоэффективных фильтрах (керамических, фетровых и др.).

Все компрессорные установки оборудуются защитной арматурой (предохранительные клапаны, манометры и др.), а также надежной системой заземления для отвода статических зарядов, образующихся вследствие трения в цилиндрах компрессоров. Компрессоры производительностью выше 20 м³/мин устанавливают в отдельных зданиях из огнестойких материалов, оборудованных легко-сбрасываемыми покрытиями. Воздухосборники (ресиверы) располагают вне здания, на открытом воздухе. Компрессорные установки обслуживает специально обученный персонал, имеющий соответствующие удостоверения.

Подъем и перемещение грузов относятся к наиболее опасным работам, так как при их выполнении часто происходят несчастные случаи. Безопасность эксплуатации грузоподъемных механизмов регламентируются нормами и правилами Госгортехнадзора, в частности «Типовым положением для инженерно-технических работников, осуществляющих надзор на предприятиях и организациях за содержанием и безопасной эксплуатацией подъемных сооружений» и другими документами.

Правила Госгортехнадзора определяют обязанности лиц, ответственных за безопасную эксплуатацию грузоподъемных механизмов и перемещение грузов; устанавливают сроки периодического осмотра и ремонта грузоподъемных машин; правила статических и динамических испытаний; порядок технического освидетельствования; порядок обучения и допуска к работе машинистов; правила эксплуатации, испытания грузозахватных приспособлений.

Администрация предприятия и органы Госгортехнадзора постоянно ведут надзор за соблюдением всех правил безопасности, эксплуатации грузоподъемных машин и такелажной оснастки. Эксплуатация грузоподъемной машины допускается только после проведения испытаний и последующего технического освидетельствования, сроки которого определены в правилах Госгортехнадзора. Техническое освидетельствование включает проверку работы: тормоза, электрооборудования, приборов управления и безопасности, состояния металлоконструкций, приводов, канатов и др. При испытании проверяется надежность работы механизмов, особенно тормозов и приводов. Периодическому осмотру, испытанию и освидетельствованию подлежат все грузозахватные приспособления: канаты, траверсы и др.

Предохранительные и сигнализирующие устройства предназначены для автоматического отключения машин и аппаратов при возникновении отклонения параметров технологического процесса от заданных, возникновения аварийной ситуации, появления человека в опасной зоне. К предохранительным устройствам относятся: предохранительные клапаны и мембраны сосудов, работающих под давлением; устройства для предотвращения падения материалов с транспортеров; схода лент транспортера с направляющих шкивов.

Широко распространены предохранительные тормозные устройства для экстренного торможения вращающихся механизмов в случае аварийной ситуации или при прекращении подачи электроэнергии.

Сигнализирующие устройства выдают информацию в виде звуковых или световых сигналов, поступающих на пульт управления технологической линией; аварийные сигналы могут дублироваться для диспетчера завода. Большое значение для обеспечения безопасности имеет так называемая предупредительная сигнализация, извещающая о наступлении предаварийного состояния.

Оградительные устройства предназначены для исключения появления человека в опасной зоне. Оградительные устройства применяются для ограждения движущихся частей машин и оборудования, горячих поверхностей, для защиты от шума, ультразвука, электромагнитных излучений, от падения людей с высоты при работе на подмостях и лесах. В оградительных устройствах предусматриваются блокировки и сигнальные устройства, предупреждающие об их неисправности или отсутствии.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ. УЧЕТ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА ПРЕДПРИЯТИЙ.

Требования охраны труда при проектировании производственных объектов

В соответствии с СНБ 1.03.02-96 «Состав, порядок разработки и согласования проектной документации в строительстве» на стадиях архитектурного или строительного проекта в составе проектной документации предусмотрена разработка раздела «Организация и условия труда работников».

В этом разделе рассматриваются:

- организационная структура управления предприятием или отдельных производств с ее информационным, функциональным и техническим обеспечением;
- автоматизация и механизация труда работников управления;
- расчеты численного и профессионально-квалификационного состава работающих;
- санитарно-гигиенические условия труда работающих;
- мероприятия по обеспечению безопасных и здоровых условий труда.

Требования к разработке раздела «Организация и условия труда работников» (далее ОиУТР) приведены в соответствующем пособии к СНБ 1.03.02-96 «Состав и содержание раздела «Организация и условия труда работников» в проектной документации объектов производственного назначения.

В настоящее время разрабатывается проект ТКП «Состав, содержание и порядок разработки раздела «Организация и условия труда работников объектов производственного назначения» с вводом его в действие в 2011г.

Требования этих документов являются обязательными для всех субъектов архитектурной и градостроительной деятельности, независимо от форм собственности и источника финансирования, при разработке проектной документации на объекты производственного назначения на территории Республики Беларусь.

Для разработки раздела ОиУТР проектной документации на строительство новых или реконструкцию объектов производственного назначения заказчик должен предоставить разработчику следующие документы:

- материалы по аттестации рабочих мест по условиям труда;
- список контингентов, подлежащих предварительным, при приеме на работу, и периодическим медицинским осмотрам;
- данные о санитарно-бытовом обеспечении работающих в соответствии с СНБ 3.02.03-03.

Раздел ОиУТР проектной документации подлежит представлению на государственную экспертизу условий труда вместе с общей пояснительной запиской, где приводится информация об объекте проектирования. На государственную экспертизу представляются проекты на строительство и реконструкцию уникальных и крупных производств и объектов с вредными и опасными условиями труда согласно Спискам №1 и №2.

Раздел ОиУТР должен содержать:

- краткую характеристику технологического процесса, используемых сырья и материалов, а также оборудования, генерирующего вредные и (или) опасные факторы производственной среды;
- проектные решения по производственным, административным и бытовым зданиям и сооружениям (при проектировании новых рабочих мест и изменении групп технологических процессов по санитарной характеристике);
- информацию о количестве рабочих мест и численности работающих;

- проектные решения по отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха;
- проектные решения по организации освещения производственных помещений;
- расчеты ожидаемых концентраций (уровней) факторов производственной среды на рабочих местах;
- расчеты тяжести и напряженности трудового процесса (при проектировании новых рабочих мест, а также при применении в ходе реконструкции объекта технических решений по механизации и автоматизации производственных операций);
- оценку условий труда на проектируемых рабочих местах;
- проектные решения по коллективным и индивидуальным средствам защиты работающих от воздействия вредных и (или) опасных факторов производственной среды;
- проектные решения по лечебно-профилактическому обслуживанию работающих;
- перечень рабочих мест, на которых запрещается применение труда женщин;
- проектные решения по компенсациям за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;
- проектные решения по предоставлению права на пенсии за работу с особыми условиями труда;
- проектные решения по внедрению мероприятий по охране труда.

Технологические решения при проектировании объектов производственного назначения должны обеспечивать:

- соответствие параметров микроклимата, освещенности, других факторов производственной среды гигиеническим нормативам;
- поточность производства;
- автоматизацию и механизацию производственных процессов, возможность дистанционного управления технологическим оборудованием и транспортом;
- установку систем автоматического контроля, сигнализации и управления технологическими процессами;
- изоляцию процессов, сопровождающихся выделением пыли, газов и паров, а также генерирующих другие факторы производственной среды;
- применение коллективных и индивидуальных средств защиты;
- соблюдение требований эргономики и технической эстетики к производственному оборудованию и эргономических требований к организации рабочих мест и трудового процесса.

Проектная документация по реконструкции производственных объектов должна предусматривать замену технологических процессов и операций, генерирующих вредные и (или) опасные факторы производственной среды, на безвредные и безопасные, а также использование в технологических процессах менее токсичных веществ или с их ограниченным содержанием в исходных материалах. Количество рабочих мест определяется исходя из запланированного объема выпускаемой продукции, с учетом сменности производства и категории работающих (основные и вспомогательные производственные рабочие, специалисты, служащие, руководители). Численность рабочих рассчитывается по утвержденным нормативам в соответствии с действующими ТНПА.

Количество выделяющихся в производственное помещение вредных производственных факторов принимается по данным технологической части проекта, нормам технологического проектирования, паспортам на технологическое оборудование, либо определяется расчетным путем.

Расчеты показателей тяжести и напряженности трудового процесса осуществляются с учетом технологии производственных процессов (операций), используемого инструмента и категории работ.

В проектах реконструкции производственных объектов должен быть проведен анализ оценочных показателей принятых проектных решений в сравнении с существующими.

Все перечисленные материалы предоставляются в виде таблиц по формам, указанным в вышеуказанных документах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Авлукова, Ю. Ф. Основы автоматизированного проектирования [Электронный ресурс] / Ю.Ф. Авлукова. - Минск : Вышэйшая школа, 2013. - 219 с. - ISBN 978-985-06-2316-4. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235668>.
2. Гартман, Т. Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов : учеб. пособие / Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. – М. : Академкнига, 2008. – 416 с. : ил. – Прил.: с. 410-412. – Библиогр.: с. 413-415. – ISBN 978-5-94628-280-2.
3. Капустин, В. М. Основы проектирования нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий / В. М. Капустин, М. Г. Рудин, А. М. Кудинов. – М. : Химия, 2012. – 440 с. : ил. – (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). – Библиогр.: с. 456-437. – ISBN 978-5-98109-104-9.

Дополнительная литература:

4. Основы современных компьютерных технологий : учеб. пособие для вузов / под ред. А. Д. Хомоненко. – 2-е изд. – СПб. : КОРОНА-принт, 2002. – 448 с. : ил. – Слов. терм.: с. 437-441. – ISBN 5-7931-0019-9.
5. Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования : учебник для вузов спец. "Информатика и выч. техника" / И.П. Норенков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002. – 336с. – (Информатика в техническом университете). – Библиогр.: с.324. – ISBN 5-7038-2090-1.
6. Маринченко, А. В. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для вузов / А. В. Маринченко. – 5-е изд., доп. и перераб. – Москва : Дашков и К`, 2013. – 360 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 358-359. – ISBN 978-5-394-02074-2.
7. Почакаева, Е. И. Безопасность окружающей среды и здоровье населения : учебное пособие для вузов / Е. И. Почакаева, Т. В. Попова. – Ростов н/Д : Феникс, 2013. – 443, [1] с. : табл. – Библиогр.: с. 436-440. – ISBN 978-5-222-20051-3.
8. Безопасность жизнедеятельности : учебник для вузов / [С. В. Белов, В. А. Девисилов, А. В. Ильиницкая и др.] ; под ред. С. В. Белова. – Изд. 8-е, стер. – М. : Высшая школа, 2008. – 616 с. : ил. – Библиогр. с. 613. – ISBN 978-5-06-004171-2.

Список дополнительной литературы:

9. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда : учеб.пособие / [П. П. Кукин, В. Л. Лапин, Н. Л. Пономарев, Н. И. Сердюк]. – Изд. 5-е, стер. – М. : Высшая школа, 2009. – 334 с. : ил. – Библиогр.: с. 333. – ISBN 978-5-06-006109-3.
10. Безопасность жизнедеятельности : учеб.пособие / [П. Э. Шлендер, В. М. Маслова, С. И. Подгаецкий] ; под ред. П. Э. Шлендера. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва : Вузовский учебник, 2009. – 302 с. : ил. – Библиогр.: с. 300. – ISBN 978-5-9558-0121-6.
3. Безопасность жизнедеятельности : учебник / [Э. А. Арустамов, А. Е. Волощенко, Г. В. Гуськов и др.] ; под ред. Э. А. Арустамова. – 15-е изд., перераб. и доп. – Москва : Дашков и К`, 2009. – 452 с. : ил. – Библиогр.: с. 449-451. – ISBN 978-5-394-00181-9.