



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Промышленная теплоэнергетика и экология»

ОХРАНА ТРУДА

Пособие

**для студентов специальности 1-43 01 05
«Промышленная теплоэнергетика»
заочной формы обучения**

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2007

УДК 658.382.3(075.8)
ББК 65.246я73
О-92

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
энергетического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 4 от 20.02.2006 г.)*

Автор-составитель: *Н. В. Овсянник*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Обработка материалов давлением»
ГГТУ им. П. О. Сухого *Н. И. Стрикель*

О-92 **Охрана** труда : пособие для студентов специальности 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» заоч. формы обучения / авт.-сост. Н. В. Овсянник. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2007. – 47 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://gstu.local/lib>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-420-581-6.

Рассматриваются теоретические вопросы по основным разделам дисциплины «Охрана труда», учитывается специфика работы энергетика промышленного предприятия.

Для студентов специальности 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» заочной формы обучения.

УДК 658.382.3(075.8)
ББК 65.246я73

ISBN 978-985-420-581-6

© Овсянник Н. В., составление, 2007

© Учреждение образования

«Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2007

ВВЕДЕНИЕ

Охрана труда – это система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособность человека в процессе труда.

Полностью безопасных и безвредных производств не существует. Задача охраны труда – свести к минимальной вероятности поражения или заболевания работающего с одновременным обеспечением комфорта при максимальной производительности труда. Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасных и вредных производственных факторов.

Опасным производственным фактором называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или к другому внезапному, резкому ухудшению здоровья.

Вредным производственным фактором называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности.

Примерами опасных факторов могут служить открытые токоведущие части оборудования, движущиеся детали машин и механизмов, раскаленные тела, возможность падения с высоты самого работающего либо деталей и предметов, наличие емкости со сжатием или вредными веществами и т. п. Примерами вредных факторов являются вредные примеси в воздухе, неблагоприятные метеорологические условия, лучистая теплота, недостаточное освещение, вибрации, шум, ультра- и инфразвук, ионизирующие и лазерные излучения, электромагнитные поля, повышенные напряженность и тяжесть труда, наличие вредных микроорганизмов или насекомых и т. д.

Между опасными и вредными факторами часто нельзя провести четкой границы. Один и тот же фактор может привести к несчастному случаю.

Несчастный случай на производстве – случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении им трудовых обязанностей или заданий руководителя работ. Воздействие на человека вредного производственного фактора может привести к профессиональному заболеванию.

Администрация предприятий (учреждений) обязана обеспечивать надлежащее техническое оборудование всех рабочих мест и создавать на них условия работы, соответствующие правилам по охране труда (правилам по технике безопасности, санитарным нормам и правилам и др.).

Действующее трудовое законодательство устанавливает, что ответственность за организацию труда в целом по предприятию несут директор и главный инженер. По отдельным подразделениям такая ответственность возложена на руководителей цехов, участков, служб и т. д. Непосредственное руководство организацией охраны труда осуществляет главный инженер предприятия.

На предприятиях и в организациях в коллективных договорах, которые ежегодно от имени коллектива рабочих и служащих заключаются профсоюзными комитетами с администрацией, должна предусматриваться конкретная работа в области охраны труда.

Кроме того, проведение текущих мероприятий по охране труда отражается в соглашениях по охране труда, являющихся официальным приложением, составной частью коллективных договоров, а также в единых комплексных планах оздоровительных мероприятий. Ежегодные соглашения по охране труда – это важная правовая форма планирования и проведения мероприятий по охране труда. В соглашениях по охране труда уточняются и дополняются мероприятия по охране труда по цехам, участкам, агрегатам, устанавливаются сроки проведения каждого мероприятия, указываются лица, ответственные за их проведение.

Инструктаж и обучение правилам безопасных приемов и методов работы должны быть организованы обязательно на всех предприятиях независимо от характера и степени опасности производства, а также квалификации и стажа работы лиц, выполняющих работу.

Существует несколько видов инструктажа: вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый, текущий.

Вводный инструктаж обязаны пройти все вновь поступающие на предприятие, а также командированные и учащиеся, прибывшие на практику. Его проводит инженер по охране труда.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводят со всеми вновь принятыми на предприятие, переводимыми из одного подразделения в другое, командированными и др.

Повторный инструктаж проводится не реже чем через шесть месяцев. Цель этого инструктажа – восстановить в памяти рабочего

правила по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики цеха или предприятия.

Внеплановый инструктаж проводят при изменении технологического процесса, изменении правил по охране труда, внедрении новой техники, нарушении работниками требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару; при перерывах в работе – для работ, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда более чем на 30 календарных дней, для остальных работ – 60 дней.

Текущий инструктаж проводят с работниками перед производством работ, на которые оформляется допуск-наряд. Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый, текущий проводит непосредственный руководитель работ. Сведения о проведенных инструктажах заносят в журнал регистрации вводного инструктажа, журнал (личная карточка) регистрации инструктажа на рабочем месте или в допуск-наряд.

Должностные лица, виновные в нарушении законодательства об охране труда, в невыполнении обязательств по коллективным договорам и соглашениям по охране труда или в воспрепятствовании деятельности профессиональных союзов, несут юридическую ответственность (дисциплинарную, административную, уголовную и материальную) в порядке, установленном законодательством Республики Беларусь.

1. МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА

Главными задачами анализа травматизма являются установление закономерностей, вызывающих несчастные случаи, и разработка на этой основе эффективных профилактических мероприятий. Для производственного травматизма применяют четыре основных метода: статистический, топографический, монографический и экономический.

Статистический метод основан на изучении причин травматизма по документам, в которых регистрируются несчастные случаи за определенный период времени. Этот метод позволяет получить общую картину состояния травматизма, определить его динамику, выявить связи, закономерности между обстоятельствами и причинами возникновения несчастных случаев.

Топографический метод состоит в изучении причин несчастных случаев по месту их происшествия. Все несчастные случаи система-

тически наносят условными знаками на планы цехов, в результате чего наглядно видны рабочие места, участки с повышенной травмоопасностью, требующие особого внимания, тщательного обследования и проведения профилактических мероприятий.

Монографический метод изучения травматизма включает детальное исследование всего комплекса условий труда, в которых произошел несчастный случай: трудового и технологического процесса, рабочего места, основного и вспомогательного оборудования, средств коллективной и индивидуальной защиты и т. д. При монографическом анализе широко применяют также технические способы и средства исследования (испытание оборудования, контроль параметров производственной среды и др.).

В результате такого исследования выявляются не только причины происшедших несчастных случаев, но и, что особенно важно, причины, которые могут привести к травматизму.

Экономический метод заключается в определении потерь, вызванных производственным травматизмом, а также в оценке социально-экономической эффективности мероприятий по предупреждению несчастных случаев.

Наиболее полные и объективные результаты позволяют получить комплексные методы исследования производственного травматизма, сочетающие рассмотренные выше методы.

2. ПРИЧИНЫ И ХАРАКТЕР ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Атмосферный воздух в своем составе содержит (% по объему): азота – 78,08; кислорода – 20,95; аргона, неона и других инертных газов – 0,93; углекислого газа – 0,03; прочих газов – 0,01. Воздух такого состава наиболее благоприятен для дыхания.

Наряду с химическим составом важно также, чтобы воздух имел определенный ионный состав. В воздухе содержатся отрицательные и положительные ионы, которые по подвижности разделяют на легкие и тяжелые. Тяжелые ионы образуются в результате оседания легких ионов на различные частицы: пылинки, капли тумана и т. п. В незагрязненном воздухе преимущественно находятся легкие ионы, а в загрязненном – тяжелые. На жизнедеятельность организма человека благотворное влияние оказывают отрицательные ионы кислорода воздуха.

Воздух рабочей зоны редко имеет приведенный выше химический состав, так как многие технологические процессы сопровожда-

ются выделением в воздух производственных помещений вредных веществ – паров, газов, твердых и жидких частиц.

Пары и газы образуют с воздухом смеси, а твердые и жидкие частицы вещества – дисперсные системы – аэрозоли, которые делятся на пыль (размер твердых частиц более 1 мкм), дым (менее 1 мкм) и туман (размер жидких частиц менее 10 мкм). Пыль бывает крупно- (размер частиц более 50 мкм), средне- (50–10 мкм) и мелкодисперсной (менее 10 мкм).

Вредные вещества проникают в организм человека главным образом через дыхательные пути, а также через кожу и с пищей. Большинство этих веществ относится к опасным и вредным производственным факторам, поскольку они оказывают токсическое действие на организм человека. Эти вещества, хорошо растворяясь в биологических средах, способны вступать с ними во взаимодействие, вызывая нарушение нормальной жизнедеятельности. В результате их действия у человека возникает болезненное состояние – отравление, опасность которого зависит от продолжительности воздействия, концентрации q (мг/м³) и вида вещества.

По характеру воздействия на организм человека эти вредные вещества подразделяются на:

– *общетоксические* – вызывающие отравление всего организма (окись углерода, цианистые соединения, свинец, ртуть, бензол, мышьяк и его соединения и др.);

– *раздражающие* – вызывающие раздражение дыхательного тракта и слизистых оболочек (хлор, аммиак, сернистый газ, фтористый водород, окислы азота, озон, ацетон и др.);

– *сенсibilизирующие* – действующие как аллергены (формальдегид, различные растворители и лаки на основе нитро- и нитрозосоединений и др.);

– *канцерогенные* – вызывающие раковые заболевания (никель и его соединения, амины, окислы хрома, асбест и др.);

– *мутагенные* – приводящие к изменению наследственной информации (свинец, марганец, радиоактивные вещества и др.);

– *влияющие на репродуктивную (детородную) функцию* (ртуть, свинец, марганец, стирол, радиоактивные вещества и др.).

По Гигиеническим нормам Республики Беларусь № 9.106–98 установлены предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

3. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ИХ НОРМИРОВАНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Метеорологические условия, или микроклимат, в производственных условиях определяются следующими параметрами: 1) температурой воздуха t ($^{\circ}\text{C}$); 2) относительной влажностью φ (%); 3) скоростью движения воздуха на рабочем месте v (м/с).

Кроме этих параметров, являющихся основными, не следует забывать об атмосферном давлении P , которое влияет на парциальное давление основных компонентов воздуха (кислорода и азота), а следовательно, и на процесс дыхания.

Жизнедеятельность человека может проходить в довольно широком диапазоне давлений 734–1267 гПа (550–950 мм рт. ст.). Однако здесь необходимо учитывать, что для здоровья человека опасно быстрое изменение давления, а не сама величина этого давления. Например, быстрое снижение давления всего на несколько гектопаскалей по отношению к нормальной величине 1013 гПа (760 мм рт. ст.) вызывает болезненное ощущение.

Необходимость учета основных параметров микроклимата может быть объяснена на основании рассмотрения теплового баланса между организмом человека и окружающей средой производственных помещений.

Величина тепловыделения Q организмом человека зависит от степени физического напряжения в определенных метеорологических условиях и составляет от 85 Дж/с (в состоянии покоя) до 500 Дж/с (тяжелая работа).

Человек постоянно находится в процессе теплового взаимодействия с окружающей средой. Для того чтобы физиологические процессы в его организме протекали нормально, выделяемая организмом теплота должна отводиться в окружающую человека среду. Соответствие между количеством этой теплоты и охлаждающей способностью среды характеризует ее как комфортную. В условиях комфорта у человека не возникает беспокоящих его температурных ощущений холода или перегрева.

Отдача теплоты организмом человека в окружающую среду происходит в результате теплопроводности через одежду $Q_{\text{т}}$, конвекции у тела $Q_{\text{к}}$, излучения на окружающие поверхности $Q_{\text{и}}$, испарения

влаги с поверхности кожи $Q_{\text{исп}}$. Часть теплоты расходуется на нагрев вдыхаемого воздуха $Q_{\text{в}}$.

Количество теплоты, отдаваемое организмом человека различными путями, зависит от величины того или иного параметра микроклимата. Так, теплоотдача конвекцией зависит от температуры окружающего воздуха и скорости его движения на рабочем месте. Излучение теплоты происходит в направлении окружающих человека поверхностей, имеющих более низкую температуру, чем температура поверхности одежды (27–31 °С) и открытых частей тела человека (около 33,4 °С). При высоких температурах окружающих поверхностей (30–35 °С) теплоотдача излучением полностью прекращается, а при более высоких температурах теплообмен идет в обратном направлении – от поверхностей к человеку. Отдача теплоты за счет испарения зависит от относительной влажности и скорости движения воздуха. В состоянии покоя при температуре окружающего воздуха 18 °С доля $Q_{\text{к}}$ составляет около 30 % всей отводимой теплоты, $Q_{\text{и}} \sim 45 \%$, $Q_{\text{исп}} \sim 20 \%$ и $Q_{\text{в}} \sim 5 \%$.

При изменении температуры воздуха, скорости его движения и влажности, при наличии вблизи человека нагретых поверхностей, в условиях физической работы и т. д. эти соотношения существенно изменяются.

Нормальное тепловое самочувствие (комфортные условия), соответствующее данному виду работы, обеспечивается при соблюдении теплового баланса: $Q = Q_{\text{т}} + Q_{\text{к}} + Q_{\text{и}} + Q_{\text{исп}} + Q_{\text{в}}$, поэтому температура внутренних органов человека остается постоянной (около 36,6° С). Эта способность человеческого организма поддерживать постоянной температуру при изменении параметров микроклимата и при выполнении различной по тяжести работы называется *терморегуляцией*.

Влажность воздуха оказывает большое влияние на терморегуляцию организма. Повышенная влажность ($\varphi > 85 \%$) затрудняет терморегуляцию из-за снижения испарения пота, а слишком низкая влажность ($\varphi < 20 \%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей. Оптимальные величины относительной влажности составляют 40–60 %.

Движение воздуха в помещениях является важным фактором, влияющим на тепловое самочувствие человека. В жарком помещении движение воздуха способствует увеличению отдачи теплоты организ-

мом и улучшает его состояние, что оказывает неблагоприятное воздействие при низкой температуре воздуха в холодный период года.

Минимальная скорость движения воздуха, ощущаемая человеком, составляет 0,2 м/с. В зимнее время года скорость движения воздуха не должна превышать 0,2–0,5 м/с, а летом – 0,2–1,0 м/с. В горячих цехах допускается увеличение скорости обдува рабочих (воздушное душирование) до 3,5 м/с.

Устанавливаются оптимальные и допустимые метеорологические условия для рабочей зоны помещения, при выборе которых учитываются: время года, категория работы, характеристика помещения по избыткам явной теплоты.

4. ЗАЩИТА ОТ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОВЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи нагретого металла, пламени, горячих поверхностей и т. п., подвергаются действию теплоты, излучаемой этими источниками. В результате поглощения падающей энергии повышается температура кожи и лежащих глубже тканей.

Интенсивность облучения рабочих в ряде случаев составляет значительную величину (до 3000–6000 Вт/м² и более), и в этих случаях лучистый поток теплоты становится основным вредным производственным фактором. Действие лучистого потока теплоты не ограничивается изменениями, происходящими на облучаемом участке тела, – на облучение реагирует весь организм. Под влиянием облучения в организме происходят биохимические сдвиги, наступают нарушения деятельности сердечно-сосудистой и нервной систем. Длительное воздействие инфракрасных лучей с длиной волны 0,72–1,5 мкм вызывает катаракту глаз (помутнение хрусталика).

Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, перекрытие, оборудование, в результате чего температура воздуха внутри помещения повышается, что также ухудшает условия работы. У большинства производственных источников максимум излучаемой энергии приходится на длинноволновую часть спектра (инфракрасные лучи длиной волны $\lambda > 0,78$ мкм).

Расчет теплового облучения работающих производится в следующей последовательности.

Определяют интенсивность облучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$) на рабочем месте, зная источник излучения и расстояние до работающего:

$$E_{\text{обл}} = 5,7 \left[(T/100)^4 - A \right] \varepsilon_{\text{пр}} \varphi_0 \cos \alpha_0,$$

где T – температура излучающей поверхности, К; A – эмпирический коэффициент (для кожи человека и хлопчатобумажной ткани $A = 85$, для сукна $A = 110$); $\varepsilon_{\text{пр}}$ – приведенная степень черноты, учитывающая неполное поглощение лучистого потока теплоты реальными (серыми) телами и отраженные потоки.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \frac{1}{1/\varepsilon_1 + 1/\varepsilon_2 - 1},$$

где ε_1 и ε_2 – степень черноты излучающего предмета и облучаемого человека; φ_0 – коэффициент облученности, показывающий, какая часть лучистого потока теплоты от излучающего тела попадает на тело человека; этот коэффициент зависит от относительного расстояния $l = l/a$ (l – расстояние от источника излучения до человека; a – сторона квадрата или эквивалентный размер излучателя); при близком расположении человека к источнику $\varphi_0 = 1$; обычно $\varphi_0 < 1$ (определяется по справочникам); α_0 – угол между нормалью к излучающей поверхности и направлением от центра этой поверхности к рабочему месту.

Подсчитанную величину интенсивности облучения сравнивают с допустимой по нормам. Если $E_{\text{обл}} > 348 \text{ Вт}/\text{м}^2$ [$300 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$], то возникает необходимость в проведении мероприятий по уменьшению действия излучения на работающих.

Способы защиты от лучистого потока теплоты следующие: теплоизоляция нагретых поверхностей, экранирование тепловых излучений, применение воздушного душирования, защитной одежды, организация рационального отдыха в период работы.

Теплоизоляция является эффективным мероприятием не только по уменьшению интенсивности теплового излучения от нагретых поверхностей, но также для предотвращения ожогов при прикосновении к этим поверхностям. По действующим санитарным нормам температура нагретых поверхностей оборудования, ограждений на рабочих местах не должна превышать $45 \text{ }^\circ\text{C}$. Для теплоизоляции применяют самые разнообразные материалы и конструкции (специальные бетоны и кирпич, минеральную и стеклянную вату, асбест, войлок и т. д.).

Задачей вентиляции является обеспечение чистоты воздуха и заданных метеорологических условий в производственных помещениях. Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

По способу перемещения воздуха вентиляция бывает с естественным побуждением (естественной) и с механическим (механической). Возможно также сочетание естественной и механической вентиляции (смешанная вентиляция).

В зависимости от того, для чего служит система вентиляции, – для подачи (притока) или удаления (вытяжки) воздуха из помещения или (и) для того и другого одновременно, она называется приточной, вытяжной или приточно-вытяжной.

По месту действия вентиляция бывает общеобменной и местной. Действие общеобменной вентиляции основано на разбавлении загрязненного, нагретого, влажного воздуха помещения свежим воздухом до предельно допустимых норм. Эту систему вентиляции наиболее часто применяют в случаях, когда вредные вещества, теплота, влага выделяются равномерно по всему помещению. При такой вентиляции обеспечивается поддержание необходимых параметров воздушной среды во всем объеме помещения.

Если помещение очень велико, а число людей, находящихся в нем, мало, причем место их нахождения фиксировано, не имеет смысла (по экономическим соображениям) оздоравливать все помещение полностью, можно ограничиться оздоровлением воздушной среды только в местах нахождения людей.

Для эффективной работы системы вентиляции важно, чтобы еще на стадии проектирования были выполнены следующие технические и санитарно-гигиенические требования.

1. Количество приточного воздуха $L_{пр}$ должно соответствовать количеству удаляемого (вытяжки) $L_{выт}$; разница между ними должна быть минимальной.

2. Приточные и влажные системы в помещении должны быть правильно размещены. Свежий воздух необходимо подавать в те части помещения, где количество вредных выделений минимально (или их нет вообще), а удалять, где выделения максимальны.

3. Система вентиляции не должна вызывать переохлаждения или перегрева работающих.

4. Система вентиляции не должна создавать шум на рабочих местах, превышающий предельно допустимые уровни.

5. Система вентиляции должна быть электро-, пожаро- и взрывобезопасна, проста по устройству, надежна в эксплуатации и эффективна.

5. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает возможность нормальной производственной деятельности. Сохранность зрения человека, состояние его центральной нервной системы и безопасность на производстве в значительной мере зависят от условий освещения.

Часть электромагнитного спектра с длинами волн 10–340 000 нм называется оптической областью спектра, которая делится на инфракрасное излучение с длинами волн 340 000–770 нм, видимое излучение 770–380 нм, ультрафиолетовое излучение 380–10 нм. В пределах видимой части спектра излучения различной длины волн вызывают различные световые и цветовые ощущения: от фиолетового ($\lambda = 400$ нм) до красного ($\lambda = 750$ нм) цветов. Наибольшая чувствительность зрения к излучению с длиной волны 555 нм (желто-зеленый цвет) и уменьшается к границам видимого спектра.

Освещение характеризуется количественными и качественными показателями. К количественным показателям относятся: световой поток, сила света, освещенность, яркость.

При освещении производственных помещений используют *естественное* освещение, создаваемое светом неба (прямым и отраженным), *искусственное*, осуществляемое электрическими лампами, и *совмещенное*, при котором в светлое время суток недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

В спектре естественного (солнечного) света в отличие от искусственного гораздо больше необходимых для человека ультрафиолетовых лучей; для естественного освещения характерна высокая диффузность (рассеянность) света, весьма благоприятная для зрительных условий работы.

Естественное освещение подразделяют на *боковое*, осуществляемое через световые проемы в наружных стенах; *верхнее*, осуществляемое через аэрационные и зенитные фонари, проемы в перекрытиях, а также через световые проемы в местах перепада высот смежных пролетов зданий; *комбинированное*, когда к верхнему освещению добавляется боковое.

По конструктивному исполнению искусственное освещение может быть двух систем – *общее* и *комбинированное*, когда к общему освещению добавляется местное, концентрирующее световой поток непосредственно на рабочих местах.

В качестве источников света для освещения промышленных предприятий применяют газоразрядные лампы и лампы накаливания. Лампы накаливания относятся к источникам света теплового излучения и пока еще являются распространенными источниками света. Это объясняется следующими их преимуществами: удобны в эксплуатации; не требуют дополнительных устройств для включения в сеть; просты в изготовлении.

Наряду с отмеченными преимуществами лампы накаливания имеют и существенные недостатки: низкая световая отдача (для ламп общего назначения она составляет 7–20 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. Они искажают цветопередачу, поэтому их не применяют при работах, требующих различения цветов.

В осветительных установках используют лампы накаливания многих типов: вакуумные (НВ), газонаполненные биспиральные (НБ), биспиральные с криптоксеноновым наполнением (НБК), зеркальные с диффузно-отражающим слоем, местного освещения и др.

В последние годы получают все большее распространение лампы накаливания с йодным циклом – галоидные лампы. Наличие в колбе паров йода дает возможность повысить температуру накала спирали; образующиеся при этом пары вольфрама соединяются с йодом и вновь оседают на вольфрамовую спираль, препятствуя распылению вольфрамовой нити. Срок службы этих ламп до 3 тыс. ч, световая отдача достигает до 40 лм/Вт, спектр излучения близок к естественному.

Газоразрядные лампы – это приборы, в которых излучение оптического диапазона спектра возникает в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов и паров металлов, а также за счет явления люминесценции. Основным преимуществом газоразрядных ламп перед лампами накаливания является большая световая отдача – 40–110 лм/Вт (натриевые до 110, металло-галогенные до 100, люминесцентные до 75, ртутные до 60, ксеноновые до 40 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 практически в любой части спектра, подбирая соответствующим образом инертные газы и пары металлов, в атмосфере которых происходит разряд.

Самыми распространенными газоразрядными лампами являются люминесцентные, имеющие форму цилиндрической трубки.

6. ЗАЩИТА ОТ ШУМА, ИНФРА- И УЛЬТРАЗВУКА

Вопросы борьбы с шумом в настоящее время имеют большое значение во всех областях техники, особенно в машиностроении, на транспорте, в энергетике.

Шумом является всякий нежелательный для человека звук. В качестве звука мы воспринимаем упругие колебания, распространяющиеся волнообразно в твердой, жидкой или газообразной среде. Звуковые волны возникают при нарушении стационарного состояния среды вследствие воздействия на нее какой-либо возмущающей силы. Частицы среды при этом начинают колебаться относительно положения равновесия, причем скорость таких колебаний (колебательная скорость v) значительно меньше скорости распространения волны (скорости звука c).

В газообразной среде скорость звука:

$$c_{\text{газ}} = \sqrt{\chi P_{\text{ст}} / \rho},$$

где χ – показатель адиабаты (для воздуха $\chi = 1,41$); $P_{\text{ст}}$ – давление; ρ – плотность газа.

При нормальных атмосферных условиях ($T = 293 \text{ К}$ и $P_{\text{ст}} = 1034 \text{ гПа}$) скорость звука c в воздухе равна 344 м/с .

Уровень интенсивности звука (дБ) определяют по формуле:

$$L_I = 10 \lg I / I_0,$$

где I_0 – интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости ($I_0 = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2$) на частоте 1000 Гц .

Величина уровня звукового давления (дБ):

$$L = 10 \lg \overline{p^2} / p_0^2 = 20 \lg \sqrt{\overline{p^2}} / p_0 = 20 \lg p / p_0,$$

где p_0 – пороговое звуковое давление, выбранное таким образом, чтобы при нормальных атмосферных условиях уровни звукового давления были равны уровням интенсивности, т. е. $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$ на частоте 1000 Гц ; p – среднеквадратичная величина звукового давления.

Зная, от чего зависит уровень звукового давления в расчетной точке, для снижения шума можно применить следующие методы: уменьшение шума в источнике; изменение направленности излучения; рациональная планировка предприятий и цехов; акустическая обработка помещений; уменьшение шума на пути его распространения.

7. ИСТОЧНИКИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Источниками электромагнитных полей являются: атмосферное электричество, радиоизлучения солнца и галактик, квазистатические, электрические и магнитные поля земли, искусственные источники (электротермические установки с машинными генераторами, клистронные и магнетронные генераторы и т. п.).

Линии электропередач (ЛЭП) напряжением до 1150 кВ, открытые распределительные устройства, включающие коммутационные аппараты, устройства защиты и автоматики, измерительные приборы, сборные, соединительные шины и вспомогательные устройства являются источниками электрических полей промышленной частоты.

Электромагнитное поле, создаваемое источниками, характеризуется непрерывным распределением в пространстве, способностью распространяться со скоростью света, воздействовать на заряженные частицы и токи, вследствие чего энергия поля преобразуется в другие виды энергии.

Воздействие электромагнитных полей на человека зависит от напряженностей электрического и магнитного полей, потока энергии, частоты колебаний, размера облучаемой поверхности тела и индивидуальных особенностей организма.

Электромагнитное поле воздействует следующим образом: в электрическом поле атомы и молекулы, из которых состоит тело человека, поляризуются, полярные молекулы (например, воды) ориентируются по направлению распространения электромагнитного поля; в электролитах, которыми являются жидкие составляющие тканей, крови и т. п., после воздействия внешнего поля появляются ионные токи. Переменное электрическое поле вызывает нагрев тканей человека как за счет переменной поляризации диэлектрика (сухожилия, хрящи и т. д.), так и за счет появления токов проводимости. Тепловой эффект является следствием поглощения энергии электромагнитного поля. Чем больше напряженность поля и время воздействия, тем сильнее проявляются указанные эффекты.

Избыточная теплота отводится до известного предела путем увеличения нагрузки на механизм терморегуляции. Однако начиная с величины $I = 10 \text{ мВт/см}^2$, называемой тепловым порогом, организм не справляется с отводом образующейся теплоты, и температура тела повышается, что приносит вред здоровью.

Ослабление мощности электромагнитного поля на рабочем месте можно достигнуть путем увеличения расстояния между источником излучения и рабочим местом; уменьшения мощности излучения генератора, а также установки отражающего или поглощающего экранов между источником и рабочим местом; применением индивидуальных средств защиты.

8. ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Проходя через организм, электрический ток оказывает термическое, электролитическое и биологическое воздействие.

Термическое воздействие выражается в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов, нервов и других тканей. Электролитическое воздействие выражается в разложении крови и других органических жидкостей, что вызывает значительные нарушения их физико-химических составов.

Биологическое воздействие является особым специфическим процессом, свойственным лишь живой материи. Оно выражается в раздражении и возбуждении живых тканей организма (что сопровождается произвольными судорожными сокращениями мышц), а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, протекающих в нормально действующем организме и теснейшим образом связанных с его жизненными функциями. В результате могут возникнуть различные нарушения в организме, в том числе нарушение и даже полное прекращение деятельности органов дыхания и кровообращения. Раздражающее действие тока на ткани организма может быть прямым, когда ток проходит непосредственно по этим тканям, и рефлекторными, т. е. через центральную нервную систему, когда путь тока лежит вне этих тканей.

Это многообразие действий электрического тока нередко приводит к различным электротравмам, которые условно можно свести к двум видам: местным электротравмам и общим электротравмам (электрическим ударам).

Воздействие тока зависит от ряда факторов, в том числе от значения и длительности протекания через тело человека тока, рода и частоты тока и индивидуальных свойств человека. Электрическое сопротивление тела человека и приложенное к нему напряжение также

вливают на исход поражения, но лишь постольку, поскольку они определяют значение тока, проходящего через тело человек.

Значение тока, протекающего через тело человека, является главным фактором, от которого зависит исход поражения: чем больше ток, тем опаснее его действие. Человек начинает ощущать протекающий через него ток промышленной частоты (50 Гц) относительно малого значения: 0,6–1,5 мА. Этот ток называется *пороговым осязательным током*.

Ток 10–15 мА (при 50 Гц) вызывает сильные и весьма болезненные судороги мышц рук, которые человек преодолеть не в состоянии, т. е. он не может разжать руку, которой касается токоведущей части, не может отбросить провод от себя и оказывается как бы прикованным к токоведущей части. Такой ток называется *пороговым неотпускающим*.

При 25–50 мА действие тока распространяется и на мышцы грудной клетки, что приводит к затруднению и даже прекращению дыхания. При длительном воздействии этого тока – в течение нескольких минут – может наступить смерть вследствие прекращения работы легких.

При 100 мА ток оказывает непосредственное влияние также и на мышцу сердца; при длительности протекания более 0,5 с такой ток может вызвать остановку или фибрилляцию сердца, т. е. быстрые хаотические и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы (фибрилл), при которых сердце перестает работать как насос. В результате в организме прекращается кровообращение и наступает смерть. Этот ток называется *фибрилляционным*.

Случаи поражения человека током возможны лишь при замыкании электрической цепи через тело человека или, иначе говоря, при прикосновении человека не менее чем к двум точкам цепи, между которыми существует некоторое напряжение.

Опасность такого прикосновения, оцениваемая значением тока, проходящего через тело человека, или же напряжением прикосновения, зависит от ряда факторов: схемы включения человека в цепь, напряжения сети, схемы самой сети, режима ее нейтрали, степени изоляции токоведущих частей от земли, а также от значения емкости токоведущих частей относительно земли и т. п.

Схемы включения человека в электрическую цепь могут быть различными. Однако наиболее характерными являются две схемы включения: между двумя проводами и между одним проводом и зем-

лей. Разумеется, во втором случае предполагается наличие электрической связи между сетью и землей.

Применительно к сетям переменного тока первую схему обычно называют двухфазным включением, а вторую – однофазным.

Двухфазное включение, т. е. прикосновение человека одновременно к двум фазам, как правило, более опасно, поскольку к телу человека прикладывается наибольшее в данной сети напряжение – линейное, и поэтому через тело человека пойдет больший ток (А):

$$I_h = 1,73 U_{\phi} / R_h = U_{\pi} / R_h,$$

где U_{π} – линейное напряжение, т. е. напряжение между фазными проводами сети, равное $\sqrt{3} U_{\phi}$, В; U_{ϕ} – фазное напряжение, т. е. напряжение между началом и концом одной обмотки источника тока (трансформатора, генератора) или между фазным и нулевым проводами, В.

Нетрудно представить, что двухфазное включение является одинаково опасным в сети как с изолированной, так и с заземленной нейтралью. При двухфазном включении опасность поражения не уменьшится и в том случае, если человек надежно изолирован от земли, т. е. если он имеет на ногах резиновые галоши или боты либо стоит на изолирующем (деревянном) полу, или на диэлектрическом коврике.

Однофазное включение происходит значительно чаще, но является менее опасным, чем двухфазное, поскольку напряжение, под которым оказывается человек, не превышает фазного. Соответственно меньше оказывается ток, проходящий через тело человека.

Основные причины несчастных случаев от воздействия электрического тока следующие:

- 1) случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- 2) появление напряжения на металлических конструктивных частях электрооборудования – корпусах, кожухах и т. п. – в результате повреждения изоляции и других причин;
- 3) появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного включения установки;
- 4) возникновение шагового напряжения на поверхности земли в результате замыкания провода на землю.

Основными мерами защиты от поражения током являются: обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением, для случайного прикосновения; электрическое разделение сети; устранение опасности поражения при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования, что достигается применением малых напряжений, использованием двойной изоляции, выравниванием потенциала, защитным заземлением, занулением, защитным отключением и др.; применение специальных электротехнических средств – переносных приборов и приспособлений; организация безопасной эксплуатации электроустановок.

Недоступность токоведущих частей электроустановок для случайного прикосновения может быть обеспечена рядом способов: изоляцией токоведущих частей, размещением их на недоступной высоте, ограждением и др.

Электрическое разделение сети – это разделение электрической сети на отдельные электрически не связанные между собой участки с помощью специальных разделяющих трансформаторов. В результате изолированные участки сети обладают большим сопротивлением и малой емкостью проводов относительно земли, за счет чего значительно улучшаются условия безопасности.

Применение малого напряжения. При работе с переносным ручным электроинструментом – дрелью, гайковертом, зубилом и т. п., а также ручной переносной лампой человек имеет длительный контакт с корпусами этого оборудования. В результате для него резко повышается опасность поражения током в случае повреждения изоляции и появления напряжения на корпусе, особенно если работа производится в помещении с повышенной опасностью, особо опасном или вне помещения.

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Назначение защитного заземления – устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения на конструктивных частях электрооборудования, т. е. при замыкании на корпус.

Принцип действия защитного заземления – снижение до безопасных значений напряжений прикосновения и шага, обусловленных замыканием на корпусе. Это достигается уменьшением потенциала заземленного оборудования, а также выравниванием потенциалов за счет

подъема потенциала основания, на котором стоит человек, до потенциала, близкого по значению к потенциалу заземленного оборудования.

В качестве заземляющих проводников, предназначенных для соединения заземляемых частей с заземлителями, применяют полосу и круглую сталь. Прокладку заземляющих проводников производят открыто по конструкциям зданий, в том числе по стенам на специальных опорах.

Присоединение заземляемого оборудования к магистрали заземления осуществляют с помощью отдельных проводников. При этом последовательное включение заземляемого оборудования не допускается.

Согласно требованиям Правил устройства электроустановок сопротивление защитного заземления в любое время года не должно превышать:

– 4 Ом – в установках напряжением до 1000 В; если мощность источника тока (генератора или трансформатора) 100 кВ · А и менее, то сопротивление заземляющего устройства допускается 10 Ом;

– 0,5 Ом – в установках напряжением выше 1000 В с эффективно заземленной нейтралью;

– $250/I_3$, но не более 10 Ом – в установках напряжением выше 1000 В с изолированной нейтралью; если заземляющее устройство одновременно используют для электроустановок напряжением до 1000 В, то сопротивление заземляющего устройства не должно превышать $125/I_3$, но не более 10 Ом (или 4 Ом, если это требуется для установок до 1000 В). Здесь I_3 – ток замыкания на землю, А.

Занулением называется преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Нулевым защитным проводником называется проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока или ее эквивалентом. Нулевой защитный проводник следует отличать от нулевого рабочего проводника, который также соединен с глухозаземленной нейтральной точкой источника тока, но предназначен для питания током электроприемников, т. е. по нему проходит рабочий ток.

Задача зануления та же, что и защитного заземления: устранение опасности поражения людей током при замыкании на корпус. Принцип действия зануления – превращение замыкания на корпусе в однофазное короткое замыкание, т. е. замыкание между фазным и нулевым проводами с целью создания большого тока, способного обеспе-

чить срабатывание защиты и тем самым автоматически отключить поврежденную установку от питающей сети. Такой защитой являются плавкие предохранители или автоматические выключатели, устанавливаемые перед потребителями энергии для защиты от токов короткого замыкания. Скорость отключения поврежденной установки, т. е. время с момента появления напряжения на корпусе до момента отключения установки от питающей электросети, составляет 5–7 с при защите установки плавкими предохранителями и 1–2 с при защите автоматами.

Кроме того, поскольку зануленные части оказываются заземленными через нулевой защитный проводник, то в аварийный период, т. е. с момента возникновения замыкания фазы на корпус и до автоматического отключения поврежденной установки от сети, появляется защитное свойство этого заземления. Иначе говоря, заземление зануленных частей через нулевой защитный проводник снижает в аварийный период их напряжение относительно земли.

Статическое электричество – это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности и в объеме диэлектрических и полупроводниковых веществ, материалов изделий или на изолированных проводниках.

При изготовлении, обработке и транспортировке, например, пневмотранспортом диспергированных материалов происходит электризация частиц при их соударении друг с другом, а также со стенками технологического оборудования. Чем ниже относительная влажность воздуха, выше дисперсность, удельное электрическое сопротивление материала и кинетическая энергия частиц, тем интенсивнее процесс электризации.

Перекачка диэлектрических жидкостей (бензина, керосина, бензола, толуола и др.) по трубопроводам и перевозка в емкостях сопровождаются значительной электризацией. Она особенно опасна при транспортировании легковоспламеняющихся жидкостей с удельным сопротивлением более 10^{10} Ом · м. Диэлектрические жидкости обычно содержат примеси, являющиеся носителями электрического заряда. Электризация жидкости связана с механическим разделением двойного электрического слоя на границе жидкой и твердой фаз. Интенсивность образования зарядов возрастает с увеличением скорости движения жидкости, ее удельного сопротивления и площади контакта с твердой поверхностью. Например, значительная электризация на-

блюдается при фильтрации за счет большой площади контакта жидкости с элементами фильтра.

Разбрызгивание жидкостей, например, при заполнении резервуаров свободно падающей струей сопровождается электризацией капель, вследствие чего появляется опасность электрического заряда и воспламенения паров жидкости.

Образование электрических зарядов в струе газа при его истечении из сопел, аппаратов или баллонов обусловлено наличием в нем примесей или продуктов конденсации. Значительный заряд образуется, например, при утечке растворенного ацетилен, содержащего обычно капельки ацетона.

Статическое электричество на производстве может вызывать пожары и взрывы, вероятность их возникновения зависит от концентрации горючей смеси и зажигающей способности электрических разрядов.

Воздействие статического электричества на человека может проявляться в виде слабого длительно протекающего тока или в форме кратковременного разряда через его тело. Такой разряд вызывает у человека рефлекторное движение, что в ряде случаев может привести к попаданию работающего в опасную зону производственного оборудования и закончиться несчастным случаем. Кроме того, электростатическое поле повышенной напряженности отрицательно влияет на организм человека, вызывая функциональные изменения со стороны центральной нервной, сердечно-сосудистой и других систем организма.

9. ГЕРМЕТИЧНЫЕ УСТРОЙСТВА И УСТАНОВКИ

Устройства и установки, в которых используется в процессе работы принцип герметичности, можно сокращенно называть герметичными.

Внутренние объемы герметичных устройств и установок ограничивают среду, которая может быть либо рабочим телом, либо исполнять роль той среды, в которой протекают основные рабочие процессы. Поэтому параметры ее состояния (как и сама среда) различны. Так, среда может быть сильно нагретой (иметь температуру несколько тысяч градусов) или быть сильно охлажденной (иметь температуру, близкую к абсолютному нулю); давление внутри устройства может измеряться тысячами мегапаскалей или иметь значения, характерные для глубокого вакуума.

В ряде случаев нарушение герметичности, т. е. разгерметизация устройств и установок, не только нежелательна с технической точки зрения, но и опасна для обслуживающего персонала и производства в целом.

Из множества герметичных устройств и установок можно выделить те, которые наиболее широко применяются в промышленности. К ним следует отнести: трубопроводы; баллоны для хранения и перевозки сжатых, сжиженных и растворенных газов; сосуды для сжиженных газов; газгольдеры; котлы.

10. ПОБОЧНЫЕ ПРОЦЕССЫ В УСТРОЙСТВАХ И УСТАНОВКАХ

Коррозия – разрушение металла, начинающееся на поверхности под действием среды, омывающей металл. Коррозионные процессы отличаются большой сложностью и зависят от активности среды и корродирующего металла, температурного режима и давления, наличия в среде ингибиторов и стимуляторов.

Различают следующие основные виды коррозии: сплошную (общую); местную (локальную), примером которой может служить язвенная коррозия, приводящая к образованию сквозного отверстия; межкристаллитную, при которой разрушение происходит по границам зерен (кристаллов) металла; избирательную, при которой разъеданию подвергаются только отдельные компоненты сплава.

Язвенная коррозия ведет непосредственно к нарушению герметичности. Однако наиболее опасна сплошная коррозия, особенно в тех случаях, когда она протекает равномерно, т. е. происходит равномерное утончение стенки, которое нелегко обнаружить. Утончение стенки может привести к внезапному взрыву.

Методы борьбы с коррозией следующие: изменение коррозионной среды в сторону уменьшения ее агрессивности; например, если в качестве рабочей среды используется вода, то ее обескислороживают; увеличение коррозионной стойкости конструктивного металла, что достигается изоляцией металлических поверхностей от среды путем нанесения соответствующих покрытий или применением коррозионно-стойкого конструктивного материала.

Образование накипи. Во многих установках в качестве теплоносителя используется вода. При нагревании воды может образовываться

ся накипь. Это приводит к ухудшению теплообмена и в конечном счете может привести к аварии.

К наиболее распространенным накипеобразующим соединениям относятся: двууглеродистые кальций и магний, сернокислый кальций – гипс и хлористый магний.

Двууглеродистые кальций и магний имеют положительный термический коэффициент растворимости и поэтому отлагаются в виде шлама на менее нагретых поверхностях. В противоположность им растворимость, например, гипса уменьшается с увеличением температуры, и поэтому сернокислый кальций (гипс) откладывается на самых горячих поверхностях установки.

С целью уменьшения образования накипи в установках жесткость применяемой воды обычно ограничивают.

11. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защиты. Понятие пожарной профилактики включает комплекс мероприятий, необходимых для предупреждения возникновения пожара или уменьшения его последствий. Под активной пожарной защитой понимаются меры, обеспечивающие успешную борьбу с возникающими пожарами или взрывоопасной ситуацией.

Горение – это химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением теплоты и света. Для возникновения горения требуется наличие трех факторов: горючего вещества, окислителя (обычно кислород воздуха) и источника загорания (импульса). Окислителем может быть не только кислород, но и хлор, фтор, бром, йод, окислы азота и т. д.

В зависимости от свойств горючей смеси горение бывает гомогенным и гетерогенным. При гомогенном горении исходные вещества имеют одинаковое агрегатное состояние (например, горение газов). Горение твердых и жидких горючих веществ является гетерогенным.

Вспышка – быстрое сгорание горючей смеси, не сопровождающееся образованием сжатых газов.

Возгорание – возникновение горения под воздействием источника зажигания.

Воспламенение – возгорание, сопровождающееся появлением пламени.

Самовозгорание – явление резкого увеличения скорости экзотермических реакций, приводящее к возникновению горения вещества (материала, смеси) при отсутствии источника зажигания. Сущность и различия процессов возгорания и самовозгорания пояснены ниже.

Самовоспламенение – самовозгорание, сопровождающееся появлением пламени.

Взрыв – чрезвычайно быстрое химическое (взрывчатое) превращение, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных производить механическую работу.

Температура самовоспламенения характеризует минимальную температуру вещества или материала, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающееся возникновением пламенного горения.

Температурой вспышки называется самая низкая (в условиях специальных испытаний) температура горючего вещества, при которой над поверхностью образуются пары и газы, способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания, но скорость их образования еще недостаточна для последующего горения.

Температура воспламенения – температура горючего вещества, при которой оно выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что после воспламенения их от источника зажигания возникает устойчивое горение.

Температурные пределы воспламенения – температуры, при которых насыщенные пары вещества образуют в данной окислительной среде концентрации, равные соответственно нижнему и верхнему концентрационным пределам воспламенения жидкостей.

Все производства делят по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности на следующие категории:

1. Категория А – взрывопожароопасные; к этой категории относятся производства, в которых применяются горючие газы с нижним пределом воспламенения 10 % и ниже, жидкости с температурой вспышки до 28 °С включительно при условии, что указанные газы и жидкости могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % объема помещения; вещества, которые способны взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом; такими производствами являются многие окрасочные цехи, объекты с наличием сжиженных газов и т. д.

2. Категория Б – взрывопожароопасные; к этой категории относятся производства, в которых используются горючие газы, нижний

предел воспламенения которых выше 10 %, а также жидкости с температурой вспышки выше 28 и до 61 °С включительно или нагретые до температуры вспышки и выше; горючие пыли или волокна, нижний концентрационный предел воспламенения которых 65 г/м³ и ниже, при условии, что указанные газы, жидкости и пыли могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % объема помещения; например, производства с наличием аммиака, с возможностью образования газозвесей древесной или другой горючей пыли.

3. Категория В – пожароопасные; к этой категории относятся производства, в которых применяются жидкости с температурой вспышки выше 61 °С и горючие пыли или волокна, нижний предел воспламенения которых более 65 г/м³, твердые сгораемые вещества и материалы, способные только гореть, но не взрываться при контакте с воздухом, водой или друг с другом.

4. Категория Г – к этой категории относятся производства, в которых используются негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, а также твердые вещества, жидкости и газы, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

5. Категория Д – это производства, в которых обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии (цехи холодной обработки материалов и т. д.).

6. Категория Е – взрывоопасные; к этой категории относятся производства, в которых применяются взрывоопасные вещества (горючие газы без жидкой фазы и взрывоопасные пыли) в таком количестве, при котором могут образовываться взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % объема воздуха в помещении, и в котором по условиям технологического процесса возможен только взрыв (без последующего горения); вещества, способные взрываться (без последующего горения) при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом.

11.1. Пожарная профилактика при проектировании и строительстве промышленных предприятий

Здание считается правильно спроектированным в том случае, если наряду с решением функциональных, прочностных, санитарных и других технических и экономических требований обеспечены условия пожарной безопасности.

Все строительные материалы по возгораемости подразделяют на три группы:

1) негоряемые, которые под действием огня или высоких температур не возгораются и не обугливаются (к ним относят многие металлы и материалы минерального происхождения);

2) трудногоряемые, которые способны возгораться и продолжать гореть только при постоянном воздействии постороннего источника возгорания (например, конструкции из древесины, пропитанные или покрытые огнезащитными составами);

3) сгораемые, которые способны самостоятельно гореть после удаления источника возгорания (к ним относят многие пластические материалы, в том числе применяемые в строительстве).

Огнестойкость конструкций характеризуется *пределом огнестойкости*, представляющим собой время в часах от начала испытания конструкции по стандартному температурному режиму до возникновения одного из следующих признаков: образование в конструкции трещин или отверстий, сквозь которые проникают продукты горения или пламя; повышение температуры на необогреваемой поверхности конструкции в среднем более чем на 140 °С; потери конструкцией своей несущей способности; переход горения в смежные конструкции или помещения; разрушение узлов крепления конструкции.

Мероприятие по зонированию территории заключается в группировании при генеральной планировке предприятий в отдельные комплексы объектов, родственных по функциональному назначению и признаку пожарной опасности. Для таких комплексов на промышленной площадке отводят определенные участки. При этом сооружения с повышенной пожарной опасностью располагаются с подветренной стороны.

При зонировании учитывают рельеф местности, направление и силу господствующих ветров и т. п. Например, склады ЛВЖ и резервуары с горючим размещают в более низких местах, чтобы разлившаяся при пожаре ЛВЖ не могла стекать к низлежащим цехам и строениям.

При проектировании зданий необходимо предусмотреть безопасную эвакуацию людей на случай возникновения пожара. При возникновении пожара люди должны покинуть здание в течение минимального времени, которое определяется кратчайшим расстоянием от места их нахождения до выхода наружу.

Число эвакуационных выходов из зданий, помещений и с каждого этажа зданий определяется расчетом, но должно составлять не менее двух. Эвакуационные выходы должны располагаться рассредоточено. При этом лифты и другие механические средства транспортирования людей при расчетах не учитывают. Ширина участков путей эвакуации должна быть не менее 1 м, а дверей на путях эвакуации – не менее 0,8 м. Ширина наружных дверей лестничных клеток должна быть не менее ширины марша лестницы, высота прохода на путях эвакуации – не менее 2 м. При проектировании зданий и сооружений для эвакуации людей должны предусматриваться следующие виды лестничных клеток и лестниц: незадымляемые лестничные клетки (сообщающиеся с наружной воздушной зоной или оборудованные техническими устройствами для подпора воздуха); закрытые клетки с естественным освещением через окна в наружных стенах; закрытые лестничные клетки без естественного освещения; внутренние открытые лестницы (без ограждающих внутренних стен); наружные открытые лестницы. Для зданий с перепадами высот следует предусматривать пожарные лестницы.

11.2. Организация пожарной охраны предприятия

Ответственность за соблюдение необходимого противопожарного режима и своевременное выполнение противопожарных мероприятий возлагается на руководителя предприятия и начальников цехов (лабораторий, мастерских, складов и т. д.).

Руководителям предприятий представлено право налагать дисциплинарные взыскания на нарушителей правил и требований пожарной безопасности.

Рабочие и служащие, вновь принятые на работу, могут быть допущены на работу только после прохождения первичного противопожарного инструктажа. Первичный противопожарный инструктаж проводят по направлению отдела кадров предприятия, а лицо, производившее инструктаж, делает об этом отметку на направлении и записывает в журнал фамилию, инициалы и другие данные работника,

проходившего инструктаж и принимаемого на работу. Первичный инструктаж проводят в индивидуальном или групповом порядке.

Начальник цеха (участка, лаборатории, мастерской) проводит повторный инструктаж вновь принятого непосредственно на месте его будущей работы.

Во время проведения повторного инструктажа рабочего знакомят с общими правилами пожарной безопасности для данного участка производства, с пожарной опасностью технологических установок и т. д. Повторный пожарный инструктаж проводят также с рабочими и служащими, которых переводят с одного участка работы на другой. Кроме того, его проводят периодически не реже одного раза в год. При проведении инструктажей необходимо добиваться того, чтобы инструктируемые умели практически пользоваться первичными средствами тушения пожаров и средствами связи.

12. ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА И БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАРОВЫХ И ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ

Настоящие Правила устанавливают требования к проектированию, конструкции, материалам, изготовлению, монтажу, наладке и эксплуатации, включая ремонт и техническое диагностирование паровых котлов, автономных пароперегревателей и экономайзеров с рабочим давлением более 0,07 МПа (0,7 кгс/см²), водогрейных котлов и автономных экономайзеров с температурой воды выше 115 °С.

Конструкция котла и его основных элементов должна обеспечивать надежность, долговечность и безопасность эксплуатации на расчетных параметрах в течение расчетного ресурса безопасной работы котла (элемента), принятого в технических условиях (техническом задании), а также возможность технического освидетельствования, очистки, промывки, ремонта и эксплуатационного контроля металла.

Участки элементов котлов и трубопроводов с повышенной температурой поверхности, с которыми возможно непосредственное соприкосновение обслуживающего персонала, должны быть покрыты тепловой изоляцией, обеспечивающей температуру наружной поверхности не более 55 °С (в соответствии с ГОСТ 2.53–65) при температуре окружающей среды не более 25 °С.

Конструкция котла должна обеспечивать возможность удаления воздуха из всех элементов, находящихся под давлением, в которых могут образоваться воздушные пробки при заполнении котла водой.

Устройство газоходов должно исключать возможность образования взрывоопасного скопления газов, а также обеспечивать необходимые условия для очистки газоходов от отложений продуктов сгорания.

Нижний допустимый уровень воды в газотрубных (жаротрубных) котлах должен быть не менее чем на 100 мм выше верхней точки поверхности нагрева котла.

Для барабанов и коллекторов должны применяться лючки и лазы, отвечающие следующим требованиям.

В барабанах лазы должны быть круглой, эллиптической или овальной формы: диаметр круглого лаза должен быть не менее 400 мм, а размер осей эллиптического или овального лаза – не менее 300×400 мм.

Крышка лаза массой более 30 кг должна быть снабжена приспособлением для облегчения открывания и закрывания.

В стенках топки и газоходов должны быть предусмотрены лазы и гляделки, обеспечивающие возможность контроля за горением и состоянием поверхностей нагрева, обмуровки, а также за изоляцией обогреваемых частей барабанов и коллекторов.

Прямоугольные лазы должны быть размером не менее 400×450 мм, круглые – диаметром не менее 450 мм и обеспечивать возможность проникновения внутрь котла для осмотра поверхностей его элементов (за исключением газотрубных и жаротрубных котлов).

В качестве лазов могут использоваться топочные дверцы и амбразуры горелочных устройств при условии, что их размеры будут не менее указанных в настоящей статье.

Дверцы и крышки лазов, лючков и гляделок должны быть прочными, плотными и должны исключать возможность самопроизвольного открывания.

На котлах с избыточным давлением газов в топке, в газоходах лючки должны быть оснащены устройствами, исключающими выбивание газов наружу при их открывании.

Котел с камерным сжиганием топлива (пылевидного, газообразного, жидкого) или с шахтной топкой для сжигания торфа, опилок, стружек и других мелких производственных отходов должен быть снабжен взрывными предохранительными устройствами. Эти устройства следует устанавливать в стенке топки последнего газохода котла, экономайзера и золоуловителя. Взрывные предохранительные устройства должны быть размещены и устроены так, чтобы было исключено травмирование людей.

Каждый котел должен иметь трубопроводы:

- а) подвода питательной или сетевой воды;
- б) продувки котла и спуска воды при остановке котла;
- в) удаления воздуха из котла при заполнении его водой и растопке;
- г) продувки пароперегревателя и паропровода;
- д) отбора проб воды и пара;
- е) ввода в котловую воду корректирующих реагентов в период эксплуатации и моющих реагентов при химической очистке котла;
- ж) отвода воды или пара при растопке и остановке;
- з) разогрева барабанов при растопке.

Горелочные устройства должны обеспечивать безопасную и экономическую эксплуатацию котлов.

Горелочные устройства должны обеспечивать надежное воспламенение и устойчивое горение топлива без отрыва и проскока пламени в заданном диапазоне режимов работы, не допускать выпадения капель жидкости топлива на пол, а также сепарации угольной пыли (если не приняты специальные меры по ее дожиганию в объеме топки).

Подвод топлива к горелкам, требования к запорной, регулирующей и отсечной (предохранительной) арматуре, перечень необходимых защит и блокировок, а также требования к приготовлению и подаче топлива регламентируются для каждого вида топлива.

Контроль качества сварки и сварных соединений включает:

- а) проверку аттестации персонала;
- б) проверку сборочно-сварочного, термического и контрольного оборудования, аппаратуры, приборов и инструментов;
- в) контроль качества основных материалов;
- г) контроль качества сварочных материалов и материалов для дефектоскопии;
- д) операционный контроль технологии сварки;
- е) неразрушающий контроль качества сварных соединений;
- ж) разрушающий контроль;
- з) контроль исправления дефектов.

Виды контроля определяются конструкторской организацией в соответствии с требованиями настоящих Правил, НД на изделие и сварку и указываются в конструкторской документации котла.

Основными методами неразрушающего контроля металла и сварных соединений являются:

- визуальный и измерительный;
- радиографический;
- ультразвуковой;
- радиоскопический;
- гидравлические испытания.

Контроль оборудования и металлов неразрушающими методами должен проводиться предприятиями и организациями, имеющими разрешение органа технадзора на выполнение этих работ.

Результаты по каждому виду контроля и места контроля (в том числе и операционного) должны фиксироваться в отчетной документации (журналах, формулах, маршрутных паспортах и т. д.).

Визуальному и измерительному контролю подлежат каждое изделие и все его сварные соединения с целью выявления наружных дефектов, не допускаемых настоящими Правилами, конструкторской документацией, а также НД (ПТД).

Радиографический и ультразвуковой методы контроля должны применяться для выявления внутренних дефектов в сварных соединениях (трещин, непроваров, пор, шлаковых включений и т. д.).

Радиографический контроль качества сварных соединений должен проводиться в соответствии с ГОСТ 7512 и НД.

Ультразвуковой контроль качества сварных соединений должен проводиться в соответствии с ГОСТ 14782 и НД.

Гидравлическому испытанию подлежат все котлы, пароперегреватели, экономайзеры и их элементы после изготовления.

Котлы, изготовление которых заканчивается на месте установки, транспортируемые на место монтажа отдельными деталями, элементами или блоками, подвергаются гидравлическому испытанию на месте монтажа.

Минимальное значение пробного давления p_h при гидравлическом испытании для котлов, пароперегревателей и экономайзеров, а также трубопроводов в пределах котла принимается:

- при рабочем давлении не более 0,5 МПа (5 кгс/см²):
 $p_h = 1,5 p$, но не менее 0,2 МПа (2 кгс/см²);
- при рабочем давлении более 0,5 МПа (5 кгс/см²):
 $p_h = 1,25 p$, но не менее $p + 0,3$ МПа (3 кгс/см²).

При проведении гидравлического испытания барабанных котлов, а также их пароперегревателей и экономайзеров за рабочее дав-

ление принимается давление в барабане котла, а для безбарабанных и прямоточных котлов с принудительной циркуляцией – давление питательной воды на входе в котел, установленное конструкторской документацией.

Минимальное значение пробного давления устанавливается расчетами на прочность по НД, согласованной с органом технадзора.

Для управления работой, обеспечения безопасных условий и расчетных режимов эксплуатации котлы должны быть оснащены:

- а) устройствами, предохраняющими от повышения давления (предохранительными устройствами);
- б) указателями уровня воды;
- в) манометрами;
- г) приборами для измерения температуры среды;
- д) запорной и регулирующей арматурой;
- е) приборами безопасности;
- ж) питательными устройствами.

В проекте котла должно быть предусмотрено такое количество арматуры, средств измерения, автоматики и защит, которое необходимо для обеспечения регулировки режимов, контроля параметров, отключения котла, надежной эксплуатации, безопасного обслуживания, ремонта.

Каждый элемент котла, внутренний объем которого ограничен запорными органами, должен быть защищен предохранительными устройствами, автоматически предотвращающими повышение давления сверх допустимого путем выпуска рабочей среды в атмосферу или утилизационную систему.

В качестве предохранительных устройств допускается применять:

- а) рычажно-грузовые предохранительные клапаны прямого действия;
- б) пружинные предохранительные клапаны прямого действия;
- в) импульсные предохранительные устройства (ИПУ).

Использование других защитных устройств допускается после согласования с органом технадзора Беларуси.

На паровых котлах давлением выше 4 МПа (40 кгс/см²) (за исключением передвижных котлов и котлов паропроизводительностью менее 35 т/ч) должны устанавливаться только импульсные предохранительные клапаны; на передвижных котлах и котлах паропроизводи-

тельностью менее 35 т/ч должны устанавливаться пружинные предохранительные клапаны.

На каждом паровом котле, за исключением прямоточных, должно быть установлено не менее двух указателей уровня воды прямого действия. Допускается дополнительно в качестве дублирующих устанавливать указатели уровня воды непрямого действия. Количество и места установки указателей уровня воды в котлах, в том числе со ступенчатым испарением в барабанах или с выносным сепаратором, определяется организацией, проектирующей котел.

Каждый указатель уровня воды должен иметь самостоятельное подключение к барабану котла.

На паровых котлах паропроизводительностью более 10 т/ч и водогрейных котлах теплопроизводительностью более 21 ГДж/ч (5 Гкал/ч) обязательна установка регистрирующего манометра.

Манометр должен быть установлен на барабане котла, а при наличии у котла пароперегревателя – и за пароперегревателем, до главной задвижки.

На прямоточных котлах манометр должен быть установлен за перегревателем, перед запорным органом.

Манометр должен быть установлен так, чтобы его показания были отчетливо видны обслуживающему персоналу, при этом шкала его должна быть расположена вертикально или с наклоном вперед до 30° для улучшения видимости показаний.

Номинальный диаметр манометров, устанавливаемых на высоте до 2 м от уровня площадки наблюдения за манометром, должен быть не менее 100 мм, на высоте от 2 до 5 м – не менее 160 мм, на высоте более 5 м – не менее 250 мм. При установке манометра на высоте более 5 м должен быть установлен сниженный манометр в качестве дублирующего.

На каждом котле должны быть предусмотрены приборы безопасности, обеспечивающие своевременное и надежное автоматическое отключение котла или его элементов при недопустимых отклонениях от заданных режимов эксплуатации.

Паровые котлы с камерным сжиганием топлива должны быть оборудованы автоматическими устройствами, прекращающими подачу топлива к горелкам при снижении уровня, а для прямоточных котлов – расхода воды в котле ниже допустимого.

В котлах со слоевым сжиганием топлива автоматические устройства должны отключать в указанных выше случаях тягодутьевые устройства и топливоподающие механизмы топки.

Водогрейные котлы с многократной циркуляцией и камерным сжиганием топлива должны быть оборудованы приборами, автоматически прекращающими подачу топлива к горелкам, а со слоевым сжиганием топлива – приборами, отключающими тягодутьевые устройства при снижении давления воды в системе до значения, при котором создается опасность гидравлических ударов, и при повышении температуры воды выше установленного предела.

Водогрейные котлы с камерным сжиганием топлива должны быть оборудованы автоматическими приборами, предотвращающими подачу топлива в топку котла, а при слоевом сжигании топлива – отключающим тягодутьевые устройства и топливоподающие механизмы топки в случаях:

а) повышения давления воды в выходном коллекторе котла более чем на 5 % расчетного или разрешенного давления;

б) понижения давления воды в выходном коллекторе котла до значения, соответствующего давлению насыщения при максимальной температуре воды на выходе из котла;

в) повышения температуры воды на выходе из котла до значения, указанного заводом-изготовителем в инструкции по монтажу и эксплуатации. При отсутствии таких указаний эта температура принимается на 20 °С ниже температуры насыщения при рабочем давлении в выходном коллекторе.

Стационарные котлы должны устанавливаться в зданиях и помещениях, отвечающих требованиям СНиП II-35–76 «Котельные установки», СНиП II-58–75 «Электростанции тепловые» и «Правил устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов».

Устройство помещений и чердачных перекрытий над котлами не допускается.

Внутри производственных помещений допускается установка:

а) прямоточных котлов паропроизводительностью не более 4 т/ч каждый;

б) котлов, удовлетворяющих условию: $t = 100 \text{ }^\circ\text{C}$, $V \leq 100 \text{ м}^3$ (для каждого котла), где t – температура насыщенного пара при рабочем давлении, °С; V – водяной объем котла, м³;

в) водогрейных котлов теплопроизводительностью каждый не более 10,5 ГДж/ч (2,5 Гкал/ч), не имеющих барабанов;

г) котлов-утилизаторов – без ограничений.

Помещения котельной должны быть обеспечены достаточным естественным светом, а в ночное время – электрическим освещением.

Места, которые по техническим причинам нельзя обеспечивать естественным светом, должны иметь электрическое освещение. Освещенность должна соответствовать СНиП II-4-79 «Естественное и искусственное освещение».

Помимо рабочего освещения, в котельных должно быть аварийное электрическое освещение.

Подлежат обязательному оборудованию аварийным освещением следующие места:

- а) фронт котлов, а также проходы между котлами, сзади котлов и над котлами;
- б) щиты и пульты управления;
- в) водоуказательные и измерительные приборы;
- г) зольные помещения;
- д) вентиляторные площадки;
- е) дымососные площадки;
- ж) помещения для баков и деаэраторов;
- з) оборудование водоподготовки;
- и) площадки и лестницы котлов;
- к) насосные помещения.

Рабочее и аварийное освещение, электрическое оборудование и его заземление должны соответствовать требованиям Правил устройства электроустановок.

Расстояние от фронта котлов или выпускающих частей топок до противоположной стены котельной должно составлять не менее 3 м, при этом для котлов, работающих на газообразном или жидком топливе, расстояние от выпускающих частей горелочных устройств до стены котельного помещения должно быть не менее 1 м, а для котлов, оборудованных механизированными топками, расстояние от выпускающих частей топок должно быть не менее 2 м.

Для котлов паропроизводительностью не более 2,5 т/ч расстояние от фронта котлов или выступающих частей топок до стены котельной может быть уменьшено до 2 м в следующих случаях:

- а) если топка с ручной загрузкой твердого топлива обслуживается с фронта и имеет длину не более 1 м;
- б) при отсутствии необходимости обслуживания топки с фронта;
- в) если котлы работают на газообразном или жидком топливе (при сохранении расстояния от горелочных устройств до стены котельной не менее 1 м).

Для удобного и безопасного обслуживания котлов, пароперегревателей и экономайзеров должны быть установлены постоянные площадки и лестницы с перилами высотой не менее 0,9 м со сплошной обшивкой по низу не менее 100 мм.

Переходные площадки и лестницы должны иметь перила с обеих сторон. Площадки длиной более 5 м должны иметь не менее двух лестниц, расположенных в противоположных концах.

Площадки и ступени лестниц могут быть выполнены:

- а) из просечно-вытяжного листа;
- б) из рифленой листовой стали или из листа с негладкой поверхностью, полученной наплавкой или другим способом;
- в) из сотовой или полосовой (на ребро) стали с площадью про света ячеек не более 12 см^2 .

Применение гладких площадок и ступеней лестниц, а также выполнение их из прутковой (круглой стали) запрещаются.

Площадки и ступени лестниц в котельной полуоткрытого и открытого типов должны быть выполнены из просечно-вытяжного листа, сотовой или полосовой стали.

Лестницы должны иметь ширину не менее 600 мм, высоту между ступенями не более 200 мм, ширину ступеней не менее 80 мм. Лестницы большой высоты должны иметь промежуточные площадки. Расстояние между площадками должно быть не более 4 м.

Лестницы высотой более 1,5 м должны иметь угол наклона к горизонтали не более 50° .

Ширина свободного прохода площадок должна быть не менее 600 мм, а для обслуживания арматуры, контрольно-измерительных приборов и другого оборудования – не менее 800 мм.

Свободная высота над полом площадок и ступенями лестниц в котельной должна быть не менее 2 м.

К обслуживанию котлов могут быть допущены лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, обученные, аттестованные и имеющие удостоверение на право обслуживания котлов.

Периодическая проверка знаний персонала, обслуживающего котлы, должна проводиться не реже одного раза в 12 месяцев.

Внеочередная проверка знаний проводится:

- а) при переходе на другое предприятие;
- б) в случае перевода на обслуживание котлов другого типа;
- в) при переводе котла на сжигание другого вида топлива;
- г) по решению администрации или по требованию инспектора технадзора.

Комиссия по периодической и внеочередной проверке знаний начинается приказом по предприятию, участие в ее работе инспектора технадзора определяется этим органом.

Результаты проверки знаний обслуживающего персонала формируются протоколом за подписью председателя и членов комиссии с отметкой в удостоверении.

Котел должен быть немедленно остановлен и отключен действием защит или персоналом в случаях, предусмотренных производственной инструкцией, и, в частности, в случаях:

- а) обнаружения неисправности предохранительного клапана;
- б) если давление в барабане котла поднялось выше разрешенного на 10 % и продолжает расти;
- в) снижения уровня воды ниже низшего допустимого уровня, в этом случае подпитка котла водой категорически запрещена;
- г) повышения уровня воды выше высшего допустимого уровня;
- д) прекращения действия всех питательных насосов;
- е) прекращения действия всех указателей уровня воды прямого действия;
- ж) если в основных элементах котла (барабане, коллекторе, камере, пароводоперепускных и водоопускных трубах, паровых и питательных трубопроводах, жаровой трубе, огневой коробке, кожухе топки, трубной решетке, внешнем сепараторе, арматуре) будут обнаружены трещины, выпучины, пропуски в их сварных швах, обрыв анкетного болта или связи;
- з) недопустимого повышения или понижения давления в тракте прямого котла до встроенных задвижек;
- и) погасания факелов в топке при камерном сжигании топлива;
- к) снижения расхода воды через водогрейный котел ниже минимального допустимого значения;
- л) снижения давления воды в тракте водогрейного котла ниже допустимого;
- м) повышения температуры воды на выходе из водогрейного котла до значения на 20 °С ниже температуры насыщения, соответствующей рабочему давлению воды в выходном коллекторе котла;
- н) неисправности автоматики безопасности или аварийной сигнализации, включая исчезновение напряжения на этих устройствах;
- о) возникновения в котельной пожара, угрожающего обслуживающему персоналу или котлу.

Порядок аварийной остановки котла должен быть указан в производственной инструкции. Причины аварийной остановки котла должны быть записаны в сменном журнале.

Котлы до пуска в работу должны быть зарегистрированы в органе технадзора. Автономные экономайзеры и пароперегреватели регистрируются как отдельные котлы.

Каждый котел должен подвергаться техническому освидетельствованию экспертом органа технадзора до пуска в работу, периодически в процессе эксплуатации и в необходимых случаях – внеочередному освидетельствованию.

Технические освидетельствования котлов, не регистрируемых в органах технадзора, проводятся лицом, ответственным за исправное состояние и безопасную эксплуатацию котлов.

Освидетельствование пароперегревателей и экономайзеров, составляющих с котлом один агрегат, производится одновременно с котлом.

13. ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА И БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ ПАРА И ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ

Правила устанавливают требования к проектированию, изготовлению, реконструкции, наладке, монтажу, ремонту и эксплуатации трубопроводов, транспортирующих водяной пар с рабочим давлением более 0,07 МПа (0,7 кгс/см²) или горячую воду с температурой выше 115 °С, а также к их конструкции и материалам.

Все трубопроводы, на которые распространяются требования настоящих Правил, делятся на четыре категории (табл. 1).

Таблица 1

Категории и группы трубопроводов

| Категория трубопровода | Группа | Рабочие параметры среды | |
|------------------------|--------|-------------------------|--------------------------------------|
| | | Температура, °С | Давление, МПа (кгс/см ²) |
| I | 1 | Выше 560 | Не ограничено |
| | 2 | Выше 520 до 560 | Не ограничено |
| | 3 | Выше 450 до 520 | Не ограничено |
| | 4 | До 450 | Более 8,0 (80) |
| II | 1 | Выше 350 до 450 | До 8,0 (80) |
| | 2 | До 350 | Более 4,0 (40) до 8,0 (80) |
| III | 1 | Выше 250 до 350 | До 4,0 (40) |
| | 2 | До 250 | Более 1,6 (16) до 4,0 (40) |
| IV | – | Выше 115 до 250 | Более 0,07 (0,7) до 1,6 (16) |

Категория трубопровода определяется по рабочим параметрам среды на входе в него (при отсутствии на нем устройств, изменяющих эти параметры), относится ко всему трубопроводу независимо от его протяженности и должна быть указана в проектной документации.

Возможные отступления от требований настоящих Правил должны быть согласованы с органом технадзора.

Расчеты трубопроводов на прочность с учетом всех нагружающих факторов (давление, вес, температурное расширение и т. д.), а также компенсации теплового расширения должны производиться по нормам, согласованным с органом технадзора.

Трубопроводы должны быть спроектированы так, чтобы имелась возможность выполнения всех видов контроля, требуемых настоящими Правилами.

Соединение деталей трубопроводов должно производиться сваркой.

Все сварные соединения трубопроводов (включая швы приварных деталей) должны располагаться так, чтобы была обеспечена возможность их контроля методами, предусмотренными настоящими Правилами и НД на изделие.

Проект прокладки трубопроводов должен разрабатываться проектной организацией с учетом требований настоящих Правил, СНиП и СНБ.

Подземная прокладка трубопроводов I категории в одном канале совместно с другими технологическими трубопроводами запрещается.

При прокладке трубопроводов в полупроходных каналах высота каналов в свету должна быть не менее 1,5 м, ширина прохода между изолированными трубопроводами – не менее 0,6 м.

При прокладке трубопроводов в проходных тоннелях (коллекторах) высота тоннеля (коллектора) в свету должна быть не менее 2 м, а ширина прохода между изолированными трубопроводами – не менее 0,7 м.

В местах расположения запорной арматуры (оборудования) ширина тоннеля должна быть достаточной для удобного обслуживания установленной арматуры (оборудования). При прокладке в тоннелях нескольких трубопроводов их взаимное размещение должно обеспечивать удобное проведение ремонта трубопроводов и замены отдельных их частей.

При надземной открытой прокладке трубопроводов допускается совместная прокладка трубопроводов всех категорий с технологическими трубопроводами разного назначения, за исключением случаев, когда такая прокладка противоречит другим правилам безопасности.

Камеры для обслуживания подземных трубопроводов должны иметь не менее двух люков с лестницами или скобами.

Прходные каналы должны иметь входные люки с лестницей или скобами. Расстояние между люками должно быть не более 300 м, а в случае совместной прокладки с другими трубопроводами – не более 50 м. Входные люки должны предусматриваться также во всех конечных точках тупиковых участков, на поворотах трассы и в узлах установки арматуры.

Горизонтальные участки трубопровода должны иметь уклон не менее 0,002; для трубопроводов тепловых сетей допускается уклон не менее 0,001.

Трассировка должна исключать возможность образования водяных застойных участков.

Каждый участок трубопровода между неподвижными опорами должен быть рассчитан на компенсацию тепловых удлинений, которая может осуществляться за счет самокомпенсации или путем установки компенсаторов. Применение чугунных сальниковых компенсаторов не разрешается.

В нижних точках каждого отключаемого задвижками участка трубопровода должны предусматриваться спускные штуцера, снабженные запорной арматурой, для опорожнения трубопровода.

Для отвода воздуха в верхних точках трубопроводов должны быть установлены воздушники.

Каждый трубопровод в целях обеспечения безопасных условий эксплуатации должен быть оснащен приборами для измерения давления и температуры рабочей среды, а в необходимых случаях – запорной и регулирующей арматурой, редуцированными и предохранительными устройствами, средствами защиты и автоматизации.

Предохранительные устройства должны быть рассчитаны и отрегулированы так, чтобы давление в защищаемом элементе не превышало расчетное более чем на 10 %, а при расчетном давлении до 0,5 МПа (5 кгс/см²) – не более чем на 0,05 МПа (0,5 кгс/см²).

Манометры должны иметь класс точности не ниже:

2,5 – при рабочем давлении до 2,5 МПа (25 кгс/см²);

1,5 – при рабочем давлении от 2,5 МПа (25 кгс/см²) до 14 МПа (140 кгс/см²);

1,0 – при рабочем давлении более 14 МПа (140 кгс/см²).

Шкала манометров выбирается с условием, чтобы при рабочем давлении стрелка манометра находилась в средней трети шкалы.

На шкале манометра должна быть нанесена красная черта, указывающая допустимое давление. Вместо красной черты допускается

прикреплять к корпусу манометра металлическую пластинку, окрашенную в красный цвет и плотно прилегающую к стеклу манометра.

Манометр должен быть установлен так, чтобы его показания были отчетливо видны обслуживающему персоналу, при этом шкала его должна быть расположена вертикально или с наклоном вперед до 30°.

Номинальный диаметр манометров, устанавливаемых на высоте до 2 м от уровня площадки наблюдения за манометрами, должен быть не менее 100 мм, на высоте от 2 до 3 м – не менее 160 мм и на высоте от 3 до 5 м – не менее 250 мм. При расположении манометра на высоте более 5 м должен устанавливаться сниженный манометр в качестве дублирующего.

Гидравлическому испытанию с целью проверки прочности и плотности трубопроводов и их деталей, а также всех сварных и других соединений подлежат:

а) все детали трубопроводов (их гидравлическое испытание не является обязательным, если они подвергались 100%-му контролю радиографией, ультразвуком или иным равноценным методом неразрушающей дефектоскопии);

б) блоки трубопроводов (их гидравлическое испытание не является обязательным, если все составляющие детали были подвергнуты испытанию в соответствии с пунктом «а» настоящей статьи, а все выполненные при их изготовлении и монтаже сварные соединения проверены методами неразрушающей дефектоскопии – ультразвуковым или радиографией – по всей протяженности);

в) трубопроводы всех категорий после окончания монтажа.

Для гидравлического испытания должна применяться вода с температурой не ниже +5 °С и не выше +40 °С.

Гидравлическое испытание трубопроводов должно производиться при плюсовой температуре окружающего воздуха. При гидравлическом испытании паропроводов, работающих под давлением 10 МПа (100 кгс/см²) и выше, температура их стенок должна быть не менее +10 °С.

Давление в трубопроводе следует повышать плавно. Скорость подъема давления должна быть указана в НД на изготовление трубопровода.

Использование сжатого воздуха для подъема давления не допускается.

Давление при испытании должно контролироваться двумя манометрами. При этом выбираются манометры одного типа с одинаковым классом точности, пределом измерения и ценой деления.

На каждый трубопровод после его регистрации (в органе технадзора или на предприятии) в специальные таблички форматом не менее 400×300 мм должны быть внесены следующие данные: регистрационный номер; разрешенное давление; температура среды; дата (месяц и год) следующего наружного осмотра.

На каждом трубопроводе должно быть *не менее трех табличек*, которые должны устанавливаться по концам и в середине трубопровода. Если один и тот же трубопровод размещается в нескольких помещениях, табличка должна быть на трубопроводе в каждом помещении.

В зависимости от назначения трубопровода и параметров среды поверхность трубопровода должна быть окрашена в соответствующий цвет и иметь маркировочные надписи.

Окраска, условные обозначения, размеры букв и расположение надписей должны соответствовать ГОСТ 14202.

На трубопроводы должны наноситься надписи следующего содержания:

а) на магистральных линиях – номер магистрали (римской цифрой) и стрелка, указывающая направление движения рабочей среды. В случае, если при нормальном режиме возможно движение ее в обе стороны, наносятся две стрелки, направленные в обе стороны;

б) на ответвлениях вблизи магистралей – номер магистрали (римской цифрой), номер агрегата (арабскими цифрами) и стрелки, указывающие направление движения рабочей среды;

в) на ответвлениях от магистралей вблизи агрегатов – номер магистрали (римской цифрой) и стрелки, указывающие направление движения рабочей среды.

Число надписей на одном трубопроводе не нормируется. Надписи должны быть хорошо видны с места управления вентилями, задвижками и т. п. В местах выхода и входа трубопроводов в другое помещение надписи обязательны.

При покрытии поверхности изоляции трубопровода металлической обшивкой (листами алюминия, оцинкованного железа и другими коррозионно-стойкими металлами) окраска обшивки по всей длине может не производиться. В этом случае в зависимости от транспортируемой среды должны наноситься соответствующие условные обозначения.

Литература

1. Лазаренков, А. М. Охрана труда : учебник / А. М. Лазаренков. – Минск : БНТУ, 2004. – 497 с.
2. Михнюк, Т. Ф. Безопасность и жизнедеятельность / Т. Ф. Михнюк. – Минск : Дизайн ПРО, 1988.
3. Охрана труда в машиностроении / под ред. Е. Я. Юдина, С. В. Белова. – Москва : Машиностроение, 1983.
4. Охрана труда / под ред. Б. А. Князевского. – Москва : Высш. шк., 1982.
5. Трудовой кодекс Республики Беларусь от 26.07.1999 г. // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 1999. – № 80. – 2/70.
6. Положение о расследовании и учете несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний от 3 июля 1999 г. // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 1999. – № 8/430.
7. СН Респ. Беларусь № 9.89–98. Шум на рабочих местах. Предельно допустимые уровни. – Минск, 1998.
8. СанПиН № 9.94–98. Санитарные правила и нормы производственных предприятий. – Минск, 1998.
9. СанПиН Респ. Беларусь № 9.80–98. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – Минск, 1998.
10. СанПиН Респ. Беларусь № 11.19–94. Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны веществ. – Минск, 1994.
11. ГН Респ. Беларусь № 9.106–98. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны. – Минск, 1998.
12. СТБ 11.0.02–95. Пожарная безопасность. Общие термины и определения. – Минск, 1995.
13. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов (ПУБЭ М 0.00.1.08–96). – Минск : Проматомнадзор МЧС Респ. Беларусь, 1997.
14. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. – Минск : ООО «Асобны дах», 1998.
15. Правила устройства и безопасной эксплуатации компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов. – Минск : ДИЭКОС, 2000.
16. Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды. – Минск : ДИЭКОС, 1999.
17. Буренков, В. Ф. Измерение параметров защитного заземления и сопротивления изоляции электрических систем : практ. пособие к лаб. занятию по курсу «Охрана труда» для студентов машиностро-

ит. специальностей / В. Ф. Буренков. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухо-го, 1998.

18. Стрикель, Н. И. Производственный травматизм, вибрация и шум : практ. пособие к лаб. занятиям по курсу «Охрана труда» для студентов машиностроит. специальностей / Н. И. Стрикель,. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 1999. – Ч. 3.

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение | 3 |
| 1. Методы анализа производственного травматизма | 5 |
| 2. Причины и характер загрязнения воздуха рабочей зоны..... | 6 |
| 3. Метеорологические условия и их нормирование в производственных помещениях | 8 |
| 4. Защита от источников тепловых излучений..... | 10 |
| 5. Производственное освещение..... | 13 |
| 6. Защита от шума, инфра- и ультразвука..... | 15 |
| 7. Источники и характеристики электромагнитных полей | 16 |
| 8. Действие электрического тока на организм человека | 17 |
| 9. Герметичные устройства и установки..... | 23 |
| 10. Побочные процессы в устройствах и установках | 24 |
| 11. Пожарная безопасность | 25 |
| 11.1. Пожарная профилактика при проектировании и строительстве промышленных предприятий | 28 |
| 11.2. Организация пожарной охраны предприятия..... | 29 |
| 12. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов | 30 |
| 13. Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды..... | 40 |
| Литература..... | 45 |

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

ОХРАНА ТРУДА

Пособие

**для студентов специальности 1-43 01 05
«Промышленная теплоэнергетика»
заочной формы обучения**

Автор-составитель: **Овсянник** Наталья Владимировна

Редактор

Н. В. Гладкова

Компьютерная верстка

Н. В. Широглазова

Подписано в печать 04.06.07.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Цифровая печать. Усл. печ. л. 2,79. Уч. - изд. л. 2,8.

Изд. № 59.

E-mail: ic@gstu.gomel.by

<http://www.gstu.gomel.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:

Издательский центр

учреждения образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0131916 от 30.04.2004 г.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.

