

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

Г.П. Разживина, Н.И.Макридин, И.Х. Идрисов

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Рекомендовано Редсоветом университета
в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по направлению 270800.62 «Строительство»

Под общей редакцией доктора технических наук,
профессора Ю.П. Скачкова

Пенза 2013

УДК 658.382.2:504.54:725

ББК 38.2+20.1я73

P17

*Учебное пособие подготовлено в рамках реализации проекта
«ПГУАС – региональный центр повышения качества подготовки
высококвалифицированных кадров строительной отрасли»
(конкурс Министерства образования и науки Российской Федерации –
«Кадры для регионов»)*

Рецензенты: кафедра "Техносферная безопасность"
Пензенского государственного университета (зав. кафедрой доктор технических наук, профессор Н.Н. Вершинин);
доктор технических наук, профессор
Ю.Г. Иващенко (Саратовский ГТУ)

Разживина Г.П.

P17 Безопасность жизнедеятельности при проектировании предприятий строительной отрасли: учеб. пособие / Г.П. Разживина, Н.И. Макридин, И.Х. Идрисов; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 272 с.

Приведены сведения об опасных и вредных производственных факторах, требования безопасности к производственным процессам и техническому оборудованию предприятий строительной отрасли. Рассмотрены мероприятия по обеспечению безопасных условий труда и санитарно-гигиенических условий, а также по пожаро- и взрывобезопасности. Раскрыты вопросы по защите атмосферного воздуха от загрязнений, охране водных ресурсов, утилизации и ликвидации промышленных отходов. Даны расчеты экономической эффективности мероприятий по охране производственной и окружающей среды.

Способствует умению использовать нормативные правовые документы в своей деятельности. Направлено на овладение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий, на освоение знаний нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест.

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Инженерная экология» и базовой кафедре ООО «НПП Геотек», предназначено для использования студентами, обучающимися по направлению 270100.62 «Строительство», при выполнении дипломного проектирования по курсу «Безопасность жизнедеятельности».

© Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2013

© Разживина Г.П., Макридин Н.И., Идрисов И.Х., 2013

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях главными качествами инженера-строителя являются умение анализировать опасные и вредные факторы и разрабатывать мероприятия, направленные на устранение и ограничение действия этих факторов на организм человека и на окружающую среду, а также обеспечивающие безопасные условия труда для работающих.

Рассмотрение в дипломных проектах вопросов производственной и экологической безопасности должно помочь будущим специалистам закрепить полученные теоретические знания и приобрести практические инженерные навыки в решении задач профилактики травматизма и профессиональных заболеваний, предупреждения пожаров и взрывов, а также воспитать чувство ответственности за сохранение жизни и здоровья человека.

При проектировании промышленных предприятий строительной отрасли или отдельных производств (а в строительной отрасли сосредоточено производство основных строительных материалов – цемента, вяжущих, стеновых материалов, асбестоцементных изделий, строительной керамики, тепло- и звукоизоляционных материалов, строительного и технического сырья, нерудных строительных материалов и др.) следует предусматривать такие технологические процессы и производственное оборудование, которые обеспечивали бы:

а) минимальные выделения (или отсутствие) в воздух рабочих помещений, в атмосферу и в сточные воды вредных веществ или минимальные выделения (отсутствие) тепла и влаги в рабочие помещения;

б) минимальное образование (или отсутствие) шума, вибрации и статического электричества.

При разработке технологической части проектов промышленных предприятий следует предусматривать:

– замену вредных веществ безвредными или менее вредными, сухих способов переработки пылящих материалов – мокрыми, процессов и операций, связанных с возникновением шума, вибрации и других вредных факторов, процессами или операциями, при которых будет обеспечено отсутствие или меньшая интенсивность отрицательного влияния факторов;

– герметизацию и максимальное уплотнение стыков и соединений в оборудовании и трубопроводах для предотвращения выделения вредных веществ в процессе производства;

– тепловую изоляцию нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и трубопроводов;

– комплексную механизацию, автоматизацию и дистанционное управление, а также автоматическую сигнализацию о ходе отдельных процессов и операций, связанных с возможностью выделения вредных веществ;

– непрерывность процессов производства;

– укрытие механического транспорта, а также применение гидро- и пневмотранспорта при транспортировке пылящих материалов;

– автоблокировку технологического оборудования и санитарно-технических устройств, а также применение оборудования со встроенными местными отсосами и светильниками;

– шумоглушение и амортизацию вибрации;

– рациональную организацию рабочих мест и защиту их от воздействия электромагнитных, инфракрасных, ионизирующих и других излучений;

– использование процессов, при которых максимально сокращается количество сточных вод.

Следует учитывать, что профилактика и предупреждение аварий, взрывов и пожаров, профессиональных отравлений и заболеваний начинается с инженерных решений, закладываемых еще на стадии проектирования производственных процессов и при выполнении конструкторских разработок. Разработку мероприятий по безопасности на стадии проектирования осуществляют в следующей последовательности:

- изучают сущность явления при выполнении работ и использовании предметов и средств труда;

- определяют потенциально опасные и вредные производственные факторы и их характеристики;

- анализируют причины возникновения профессиональных заболеваний, производственного травматизма и снижения работоспособности;

- проектируют инженерные защитные средства;

- разрабатывают комплекс организационных, технических, санитарно-гигиенических и других профилактических мероприятий, направленных на ликвидацию или уменьшение степени воздействия неблагоприятных факторов на человека и окружающую среду.

При рассмотрении вопросов экологической безопасности изучают сведения и рекомендации по защите воздушного бассейна от загрязнений вентиляционными выбросами, а также по защите и рациональному использованию водных ресурсов и по охране почв от отходов производства.

При рассмотрении вопросов реконструкции существующих предприятий, цехов или участков, а также модернизации или применения нового оборудования подбирают материал по действительным условиям работы и на основании полученных данных детально разрабатывают решения по оздоровлению условий труда и мероприятия по переходу к безопасной технологии.

Если тема проекта исследовательская (экспериментальная работа), то аппаратура, техника, способы и общие условия проведения экспериментов должны обеспечивать выполнение требований безопасности труда и противопожарной защиты. По каждому мероприятию следует представить обоснованные рекомендации. Обязательной мерой является составление инструкции по безопасной эксплуатации разработанного прибора или технологического процесса.

1. ОХРАНА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

1.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов

В соответствии с ГОСТ 12.0.002-80 ССБТ "Термины и определения" производственные факторы подразделяются на опасные и вредные. Воздействие опасных факторов может вызвать у работающего производственную травму, а вредных – профессиональное заболевание.

Согласно классификации, приведенной в ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ, в зависимости от природы действия различают следующие группы опасных и вредных производственных факторов:

- физические;
- химические;
- биологические;
- психофизиологические.

К группе основных физических факторов, существующих в строительной отрасли, относятся движущиеся машины и механизмы, различные подъемно-транспортные устройства и перемещаемые грузы, подвижные элементы производственного оборудования (приводные и передаточные механизмы, режущие инструменты, вращающиеся приспособления и др), а также системы, находящиеся под давлением. Наличие на предприятии большого количества электрооборудования потенциально опасно для человека, так как может привести к поражению его электрическим током. При падении с высоты, переноске тяжестей, складировании изделий, нерациональном размещении материалов и оборудования рабочий тоже может получить травмы.

Возникновение профессиональных заболеваний возможно вследствие воздействия таких физически опасных и вредных для здоровья человека факторов, как:

- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- влажность и скорость движения воздуха;
- повышенные уровни шума и вибрации, электромагнитных и ионизирующих излучений;
- повышенный уровень статического электричества;
- недостаточное или нерациональное освещение;
- повышенная запыленность или загазованность воздуха рабочей зоны.

К группе химически опасных и вредных производственных факторов, которые могут проникать в организм человека через органы дыхания, пищеварения и кожу, относятся:

- токсические (ядовитые);

- раздражающие;
- сенсibiliрующие (повышающие чувствительность организма к воздействию каких-либо веществ, например аллергенов);
- канцерогенные (способствующие возникновению злокачественных опухолей);
- мутагенные (вызывающие изменения наследственности), а также факторы, влияющие на репродуктивную функцию (то есть на способность воспроизводства потомства).

К группе биологически опасных и вредных производственных факторов относятся макроорганизмы (растения и животные), микроорганизмы (бактерии, вирусы, грибки и др.), а также продукты их жизнедеятельности.

К группе психофизиологических опасных и вредных производственных факторов относятся физические (статические и динамические) и нервно-психические перегрузки (перенапряжение анализаторов и умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, монотонность труда и др.).

Следует иметь в виду, что один и тот же опасный или вредный производственный фактор по природе своего действия может одновременно относиться к различным группам.

Некоторые вредные производственные факторы, воздействующие на работающих в строительной отрасли, представлены в табл.1.

Т а б л и ц а 1

Рабочие процессы	Характер воздействия вредных факторов	Профессиональные заболевания, вызванные воздействием вредных факторов
1	2	3
Обжиг в печах, кузнечные работы, работа на кранах и экскаваторах в застекленной кабине; работы в зимних условиях на открытом воздухе и др.	Отклонения от допустимых параметров микроклимата: – систематическое переохлаждение, – простудные факторы	Тепловой и солнечный удары, ангионеврозы, обморожение, хронические артриты и т.п.
Дробление и измельчение твердых материалов в дробилках и шаровых мельницах, работа с пневматическими инструментами, работа вблизи вибрационных машин и др.	Производственный шум, превышающий допустимый уровень звукового давления (85 дБ); сильные или резкие звуки	Притупление слуха, глухота, резко выраженные хронические ларингиты

Продолжение табл. 1

1	2	3
<p>Виброуплотнение вручную бетонных смесей в формах, работа с применением пневматических и электрических вибрирующих инструментов и др.</p>	<p>Систематическая вибрация и сотрясения с параметрами, неблагоприятными для организма человека</p>	<p>Ангионеврозы, вибрационная болезнь с необратимыми патологическими изменениями</p>
<p>Дробление и транспортирование сыпучих материалов, буровзрывные работы, электросварочные работы, разведка и добыча радиоактивных руд, добыча в карьерах камня, асбеста и т.д. Малярные и другие отделочные работы, травление, пропитка дерева и изоляционных материалов, производство кровельных материалов (толь, рубероид), работы с асфальтом, битумом и подобными материалами без применения средств защиты Работы по дефектоскопии и металлорентгенографии различных конструкций, сварных стыков, магистральных трубопроводов и др. Электросварочные и газосварочные работы, работы с применением ТВЧ (магнитодефектоскопия) без средств защиты</p>	<p>Производственная пыль (длительное вдыхание пыли, содержащей двуокись кремния в свободном или связанном состоянии, пыли угольной и электросварочной, радиоактивных руд и др.) Токсичные вещества и материалы; длительное соприкосновение с продуктами перегонки каменного угля, нефти и сланцев, с раздражающими химическими веществами (скипидар, лаки, растворители, минеральные масла и др.) Ионизирующее излучение радиоактивных веществ и изотопов, а также рентгеновских лучей Лучистая энергия значительной систематической интенсивности (например инфракрасное излучение, токи высокой частоты и др.)</p>	<p>Поражение органов дыхания; пневмокониозы в чистом виде или в сочетании с туберкулезом, бронхиальная астма Отравления (в том числе хронические) и их последствия, пневмосклерозы, поражения кожи Острые и хронические заболевания кожи (дерматиты, экземы, язвы), а также онкологические заболевания и лучевая болезнь Болезни глаз (катаракта, конъюнктивиты)</p>
<p>Работа в помещениях, а также на открытом воздухе с недостаточным освещением (искусственным и естественным)</p>	<p>Постоянное напряжение зрения при недостаточном освещении</p>	<p>Ослабление зрения, прогрессирующая близорукость, повышение вероятности травматизма</p>

1	2	3
Погрузочно-разгрузочные работы, выполняемые вручную, кузнечные, кровельные и каменные работы без применения средств механизации	Систематическое напряжение мышц и связок, длительное стояние на ногах, вынужденные неправильные положения тела	Выраженное расширение вен, тромбофлебиты, невралгия, невриты, хронические артриты, грыжа

Предприятия строительной отрасли являются мощным загрязнителем окружающей среды. Наиболее сильно загрязняют воздух предприятия по производству цемента, асбестоцемента, извести, кровельно-изоляционных материалов, а также керамзитобетонные заводы и карьеры по добыче сырья. Из них на цементные заводы приходится 20 %, а на предприятия по производству строительных материалов – 50 % общего объема выбросов по строительной отрасли.

Основными источниками образования вредных веществ являются:

- битумоокислительные аппараты, печи дожига и сушки, пропиточные ванны, минераловатные ограночные печи, узлы упаковки минеральной ваты и др. установки при производстве кровельных, гидро- и теплоизоляционных материалов;

- обжиговые печи, сушильные барабаны различных видов, цементные мельницы, реакторы для гашения извести, шахтные мельницы для гипса, дробильно-размольное оборудование, упаковочные машины и открытые склады (при производстве цемента, извести и гипса);

- дробильно-размольное оборудование, сушильные барабаны, прессы, сортировочные сита и стекловарочные печи (при производстве стекла и керамических изделий);

- дробильно-сортировочное оборудование узла загрузки и транспортировка (при производстве нерудных материалов);

- битумно-плавильные агрегаты, сушильные барабаны, сортировочные машины, смесители, узлы загрузки и транспортировка (при производстве асфальта).

Вокруг заводов, производящих цемент, асбест, гипс и другие строительные материалы повышенной летучести, образуются зоны максимального загрязнения окружающей среды радиусом до 2 км с повышенным содержанием в воздухе пыли из частиц цемента, асбеста, гипса, кварца и других вредных веществ.

Кроме стационарных источников значительное влияние на состояние атмосферного воздуха оказывают залповые выбросы, возникающие при проведении взрывных работ и добыче природного

строительного сырья открытым способом, в основном в виде пыли и взвешенных веществ (35,65 % от суммарного выброса в атмосферу), диоксида серы (10,8 %) и оксидов азота (9 %); при этом в выбросе присутствуют сероводород (0,03 %), формальдегид (0,02 %), оксид ванадия (0,01 %) и др.

Ежегодно строительной отраслью используется около 500 млн.м³ воды. В загрязненных стоках, поступающих в водоемы, содержатся взвешенные вещества, нефтепродукты, аммонийный азот, нитраты, фосфор, магний, железо и др.

Среднегодовые объемы рекультивации нарушенных земель в пределах 3,6 тыс. га (или 60 % площади отчуждаемых земель) не обеспечивают их своевременного возвращения в хозяйственный оборот.

1.2. Характеристики производственной среды, зданий, помещений и сооружений

Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда следует разрабатывать с учетом факторов и признаков, характеризующих производство в различных его аспектах (взрыво- и пожароопасность, опасность поражения электрическим током и т.д.), и с соблюдением санитарно-гигиенических требований.

1.2.1. Категории зданий и помещений по взрывопожароопасности

По взрывопожарной и пожарной опасности здания и помещения подразделяют на категории А, Б, ВI-VI, Г, Д, которые зависят от осуществляемых технологических процессов, а также от свойств используемых веществ и материалов. Категории зданий и помещений устанавливаются в соответствии с нормами пожарной безопасности технологического проектирования (табл.1П1, табл.2П1). Например, производство сборного железобетона, являющегося несгораемым, необходимо располагать в помещениях, относящихся в основном к категориям Г и Д.

Пожароопасной зоной называется пространство внутри и вне помещений, в пределах которого постоянно или периодически обращаются горючие (сгораемые) вещества и в котором они могут находиться при нормальном технологическом процессе или при его нарушениях.

Пожароопасные зоны подразделяются на следующие классы:

зоны класса П-I – расположены в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки свыше 61 °С

(склады инертных масел, установки по регенерации минеральных масел и т.п.);

зоны класса П-II – расположены в помещениях, в которых выделяются горючие пыли или волокна с нижним концентрированным пределом воспламенения более 65 ш/м^3 к объему воздуха (деревоотделочные цехи, малозапыленные помещения мельниц и т.п.);

зоны класса П-IIa – расположены в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества (дерево, ткани и т.п.);

зоны класса П-III – расположены вне помещения. Это зоны, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки свыше $61 \text{ }^\circ\text{C}$ или твердые горючие вещества.

К пожароопасным помещениям на предприятиях можно также отнести: помещения распределительных устройств – электроподстанций с маслonaполненными аппаратами, камеры трансформаторов с масляным охлаждением, кабельные помещения (туннели, полуэтажи, подвалы, шахты) и др.

Взрывоопасной считается зона в помещении, расположенная в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от технологического аппарата, из которого возможно выделение горючих газов или паров легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), если объем взрывоопасной смеси равен или более 5 % свободного объема помещения.

Взрывоопасные зоны подразделяются на следующие классы:

зоны класса В-I – расположены в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таком количестве, что могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы (при загрузке-разгрузке технологических аппаратов; хранении или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых емкостях, и т.п.);

зоны класса В-Ia – расположены в помещениях, где наличие таких же смесей, как и в зоне класса В-I, возможно только в результате аварии или неисправностей;

зоны класса В-Iб – те же помещения, что и класса В-Ia, но имеют одну из следующих особенностей: а) горючие газы обладают высоким НПВ (15 % и более); б) возможно образование местной взрывоопасной концентрации;

зоны класса В-Iг – пространства у наружных установок, содержащие взрывоопасные газы, пары, горючую жидкость (ГЖ), ЛВЖ и образование взрывоопасных смесей возможно только в результате аварий или неисправностей;

зоны класса В-II – зоны в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна,

способные образовывать с воздухом взрывоопасные смеси не только при аварийных, но и при нормальных режимах работы;

зоны класса В-IIa – то же, что и класса В-II, но только в результате аварий или неисправностей.

Категории производства и классы помещений цехов следует принимать по табл.2.

Т а б л и ц а 2

Наименование цехов, участков или отделений	Категория взрыво-пожарной опасности	Класс взрыво-пожарной опасности
1	2	3
1. Формовочные цеха (в том числе цеха, использующие для тепловой обработки продукты сгорания природного газа)	Д	-
2. Арматурные цеха: участок правки, гибки и резки;	Д	-
участок сварки сеток, каркасов на одно- и многоточечных установках	Г	-
отделение изготовления закладных деталей: дробеструйное	Г	-
дуговой сварки и сварки под слоем флюса	Г	-
металлизации (в кабинах)	Г	-
3. Бетоносмесительные цеха в том числе отделение приготовления смазки для форм	Д В-II	- II-I
4. Ремонтно-механические цеха: сушильно-пропиточное отделение электроремонтного участка	А или Б (в зависимости от температуры вспышки)	В-Ia или II-I
кузнечно-сварочный участок	Г	-
ремонтно-строительный участок	В-II	II-IIa
5. Зарядные станции: щелочная	Д	-
агрегатная	Д	-
зарядное отделение	А	В-Iб

1	2	3
6. Склады: материально-технические нефтепродуктов	В А, Б или В (в зависимости от температу- ры вспышки)	П-IIa В-Ia или П-I
эмульсола	В	П-I
цемента, заполнителей, готовой про- дукции	Д	-
7. Отделение приготовления химичес- ких добавок	Д	-
8. Помещения газораспределительного пункта	А	В-Ia

1.2.2. Степень огнестойкости зданий и классы пожарной опасности

Здания, а также части зданий, выделенные противопожарными стенами, – пожарные отсеки – подразделяются по степеням огнестойкости, классам конструктивной и функциональной пожарной опасности.

Степень огнестойкости здания определяется огнестойкостью его строительных конструкций.

Класс конструктивной пожарной опасности здания определяется степенью участия строительных конструкций в развитии пожара и образовании его опасных факторов.

Класс функциональной пожарной опасности здания и его частей определяется их назначением и особенностями размещаемых в них технологических процессов.

Здания и пожарные отсеки подразделяются по степени огнестойкости согласно табл.3.

Т а б л и ц а 3

Степень огнестойкости здания	Несущие элементы здания	Наружные стены	Перекрытия междуэтажные (в том числе чердачные и над подвалами)	Покрытия бесчердачные	Лестничные клетки	
					внутренние стены	марши и площадки лестницы
	Предел огнестойкости строительных конструкций, не менее					
I	R 120	RE 30	REI 60	RE 30	REI 120	R 60
II	R 45	RE 15	REI 45	RE 15	REI 90	R 45
III	R 15	RE 15	REI 45	RE 15	REI 45	R 30
IV	Не нормируется					

К несущим элементам здания относятся конструкции, обеспечивающие его общую устойчивость и геометрическую неизменяемость при пожаре – несущие стены, рамы, колонны, балки, ригели, фермы, арки, связи, диафрагмы жесткости и т.п.

Предел огнестойкости конструкций устанавливается по времени (в минутах) наступления одного или последовательно нескольких нормируемых для данной конструкции признаков предельных состояний: потери несущей способности (R); потери целостности (E); потери теплоизолирующей способности (I).

По пожарной опасности строительные конструкции подразделяются на четыре класса:

- К0 (непожароопасные);
- К1 (малопожароопасные);
- К2 (умереннопожароопасные);
- К3 (пожароопасные).

Класс пожарной опасности строительных конструкций устанавливают по ГОСТ 30403.

Здания и пожарные отсеки по конструктивной пожарной опасности подразделяются на классы согласно табл.1П2.

Здания и части зданий – помещения или группы помещений, функционально связанных между собой, по функциональной пожарной опасности подразделяются на классы в зависимости от способа их использования и от того, в какой мере безопасность людей в них в случае возникновения пожара находится под угрозой, с учетом их возраста, физического состояния, возможности пребывания в состоянии сна, вида основного функционального контингента и его количества (табл.2П2).

1.2.3. Классификация помещений

Классификация помещений по характеру окружающей среды

В зависимости от характера окружающей среды все помещения, где применяются электроустановки, подразделяются на:

- нормальные (отсутствие признаков, характерных для жарких и пыльных помещений, а также помещений с химически активной средой);
- сухие (относительная влажность воздуха – не более 60 %);
- влажные (относительная влажность воздуха – более 60 %, но не выше 75 %);
- сырые (относительная влажность воздуха длительное время превышает 75 %, но не достигает 100%);
- особо сырые (относительная влажность воздуха близка к 100 %, стены, пол, потолок и предметы покрыты влагой);
- жаркие (температура воздуха длительное время превышает +30 °С);
- пыльные (выделяющаяся пыль оседает на проводах и проникает внутрь машин, аппаратов и т.д.; при этом помещения могут быть с токопроводящей и нетокопроводящей пылью);
- а также помещения с химически активной средой (в них постоянно или длительное время содержатся пары или образуются отложения, действующие разрушающе на изоляцию и на токоведущие части оборудования).

Классификация помещений по степени электробезопасности

Согласно правилам устройства электроустановок, производственные помещения по степени электробезопасности подразделяют на помещения: без повышенной опасности, с повышенной опасностью, особо опасные.

П о м е щ е н и я без повышенной опасности поражения человека электрическим током характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность. К ним относятся сухие помещения с оптимальной температурой и влажностью, с изолирующими полами и небольшим количеством заземленных приборов.

П о м е щ е н и я же с повышенной опасностью поражения человека электрическим током характеризуются наличием следующих условий:

- влажности (пары или конденсирующаяся влага выделяются в виде мелких капель и относительная влажность воздуха превышает 75 %);
- токопроводящей пыли (технологическая или другая пыль, оседая на проводах и электроустановках, проникая внутрь машин и аппаратов, ухудшает условия охлаждения изоляции, но не вызывает опасности пожара или взрыва);

– токопроводящих оснований (металлических, земляных, железобетонных и кирпичных);

– повышенной температуры (независимо от времени года и различных тепловых излучений температура при длительном нахождении в помещении превышает 35 °С, а при кратковременном 40 °С;

– возможностью одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлическим конструкциям зданий, технологическим аппаратам или механизмам- с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

П о м е щ е н и я особо опасные характеризуются наличием:

– сырости (влажность приближается к 100 %). Влагой покрыты пол, стены и предметы, находящиеся внутри помещения;

– химически активной среды (постоянное или длительное содержание в помещении паров газов, жидкости), что приводит к образованию отложений или плесени, действующих разрушающе на изоляцию и токоведущие части оборудования;

– одновременно двух или более условий повышенной опасности поражения электрическим током.

В тех случаях, когда имеются взрывопожароопасные зоны (участки, помещение), с целью правильного выбора электрооборудования следует предварительно определить класс помещения по взрывопожароопасности, а также категорию и группу взрывопожароопасной смеси.

1.2.4. Классификация производственных процессов по санитарной характеристике

Согласно СНиП 2.09.04-87 "Административные и бытовые здания" существует четыре группы производственных процессов (табл.4):

– вызывающие загрязнение веществами 3 и 4 классов опасности (эта группа включает в себя три санитарные характеристики производственных процессов – а,б,в);

– протекающие при избытках явного тепла или неблагоприятных метеорологических условиях (эта группа включает в себя четыре санитарных характеристики производственных процессов – а,б,в,г);

– вызывающие загрязнение веществами 1 и 2 классов опасности, а также веществами, обладающими стойким запахом (эта группа включает в себя две санитарные характеристики производственных процессов – а,б);

– требующие особых условий к соблюдению чистоты или стерильности при изготовлении продукции.

Таблица 4*

Группы производственных процессов	Санитарная характеристика производственных процессов	Расчетное количество человек		Тип гардеробных	Число отделений шкафа на одного человека	Специальные бытовые помещения и устройств
		на одну душевую сетку	на один кран			
1	2	3	4	5	6	7
1 1а 1б 1в	Процессы, вызывающие загрязнение веществами 3 и 4 классов взрывопожароопасности: – рук – тела и спецодежды – тела и спецодежды (эти вещества удаляют специальными моющими средствами)	25 15	7 10	Общие Общие	1 2	Химчистка или стирка спецодежды
2 2а	Процессы, протекающие при: – избытках явного конвекционного тепла	5 7	20 20	Раздельные Общие	По одному отделению 2	Помещения для охлаждения

* Таблица принята по СНиП 2.09.04-87 "Административные бытовые здания"

Продолжение табл.4

1	2	3	4	5	6	7
2б	– избытка явного тепла	3	20	Общие	2	Помещения для охлаждения
2в	– воздействия влаги, вызывающей намокание спецодежды-	5	20	Раздельные	По одному отделению	Сушка спецодежды
2г	– температуре воздуха до 10 °С (включая работы на открытом воздухе)	5	20	Раздельные	По одному отделению	Помещения для обогрева и сушки спецодежды
3	Процессы, вызывающие загрязнение веществами 1 и 2 классов взрывопожароопасности, а также веществами, обладающими стойким запахом:					
3а	– рук	7	10	Общие	1	Химчистка, искусственная вентиляция мест хранения спецодежды, дезодорация
3б	– тела и спецодежды	3	10	Раздельные	По одному отделению	

О к о н ч а н и е т а б л . 4

1	2	3	4	5	6	7
4	Процессы, требующие особых условий к соблюдению чистоты или стерильности при изготовлении продукции	В соответствии с требованиями ведомственных нормативных документов				

П р и м е ч а н и я :

1. При сходных признаках различных групп производственных процессов тип гардеробных, число душевых сеток и кранов умывальных следует рассматривать по группе с наиболее высокими требованиями, а специальные бытовые помещения и устройства – по суммарным требованиям.
2. При производственных процессах группы 1а душевые и шкафы и при производственных процессах групп 1б и 3а скамьи у шкафов допускается не предусматривать.
3. При любых производственных процессах, связанных с выделением пыли и вредных веществ, в гардеробных должны быть предусмотрены респираторные (на численность по списку), а также помещения и устройства для обеспыливания или обезвреживания спецодежды (на численность в смену).
4. В соответствии с ведомственными нормативными документами допускается открытое хранение одежды, в том числе и на вешалках.

1.2.5. Санитарные классы производств

Промышленные предприятия с производственными процессами, являющимися источниками выделения в окружающую среду вредных веществ, а также источниками повышенных уровней шума, вибрации, ультразвука, электромагнитных волн радиочастот, статического электричества и ионизирующих излучений, должны отделяться от жилой застройки санитарно-защитными зонами. Все промышленные предприятия в зависимости от характера и мощности строительного производства подразделяют на пять санитарных классов (табл.5). В соответствии с этими классами выбирают ширину санитарно-защитной зоны.

Следует учитывать, что предприятия с производственными процессами, не являющимися источниками выделения в окружающую среду вредных веществ и не создающими уровней шума и других вредных факторов, которые превышают установленные нормы для жилой застройки, а также не требующими железнодорожных подъездных путей, допускается размещать в пределах жилых районов.

Т а б л и ц а 5

Класс промыш- ленных предприя- тий	Производства	Ширина санитарно- защитной зоны
1	2	3
I	Производство: – портландцемента, шлакопортландцемента и пуццоланового цемента, а также местных цементов – магнезита, доломита и шамота с обжигом в шахтных, вращающихся и в других печах	не менее 2000 м
II	Производство: – гипса (алебастра) – асфальтобетона и искусственных заполни- телей – извести (известковые заводы с шахтными и вращающимися печами)	не менее 1000 м
	Производство: – полимерных строительных материалов – стеклянной ваты и шлаковой шерсти	

1	2	3
III	<ul style="list-style-type: none"> – щебенки, гравия и песка, обогащение кварцевого песка – толя и рубероида – кирпича (красного, силикатного), керамических и огнеупорных изделий – железобетонных изделий 	не менее 500 м
IV	Производство: <ul style="list-style-type: none"> – искусственных заполнителей (керамзита и др.) – искусственных камней и бетонных изделий – цементов и других пылящих строительных материалов – строительных материалов из отходов ТЭЦ – гипсовых изделий – фибролита, камышита, соломита и др. – фарфоровых и фаянсовых изделий 	не менее 300 м
V	Производство глиняных изделий Механическая обработка мрамора Стеклодувное и зеркальное производство	не менее 100 м

1.3. Мероприятия по обеспечению безопасности труда

После выявления потенциально опасных и вредных производственных факторов разрабатывают мероприятия по предотвращению их воздействия на работающих.

В случаях, когда уровень опасных и вредных производственных факторов не превышает предельно допустимых величин, предлагаются мероприятия по дальнейшему улучшению условий труда.

При разработке учитывают:

- расположение зданий и сооружений на генеральном плане;
- устройство дорог, проездов и проходов;
- складирование готовой продукции, материалов, сырья и топлива;
- размещение производственного оборудования;
- ограждения опасных зон;
- защитные и предохранительные устройства;
- транспортные и погрузочно-разгрузочные работы;
- обеспечение безопасности производственных процессов;
- обеспечение электробезопасности.

1.3.1. Расположение зданий и сооружений на генеральном плане

При разработке генерального плана промышленных предприятий наряду с обеспечением наиболее благоприятных условий для производственного процесса и труда, а также рационального использования земельных участков и наибольшей эффективности капиталовложений необходимо:

- обеспечить безопасные расстояния от границ промышленных предприятий до жилых и общественных зданий;

- выдержать, согласно нормам, противопожарные разрывы между производственными зданиями и сооружениями и вспомогательными зданиями;

- расположить здания с учетом рельефа местности и направления господствующих ветров;

- сгруппировать в отдельные комплексы (зоны) родственные по функциональному назначению или признаку взрывопожароопасности производственные здания и сооружения;

- обеспечить территорию промышленных предприятий дорогами и необходимым количеством въездов.

Площадку для строительства предприятия, места водозабора и спуска сточных вод выбирают в соответствии со строительными нормами и правилами СНиП 11-89-80 "Генеральные планы промышленных предприятий", а также санитарными правилами и нормами проектирования промышленных предприятий.

Площадку для строительства предприятия выбирают с учетом аэроклиматической характеристики и рельефа местности, прямого солнечного облучения и естественного проветривания, а также с учетом условий рассеивания в атмосфере производственных выбросов и условий туманообразования.

Проектируя предприятия, необходимо принять меры по охране почвы как самого предприятия, так и прилегающей к нему территории от возможного загрязнения и эрозии, отводу или сбросу дождевых вод, санитарной очистке территории, организации зоны отдыха, участков для отводов и шлаконакоплений, расположенных за пределами предприятия с соблюдением норм и правил безопасности, сокращению отходов производства путем их переработки.

Площадь территории проектируемого предприятия должна выбираться с учетом возможного расширения производства в будущем.

Промышленные предприятия с производствами, выделяющими в атмосферу вредные вещества, располагают по отношению к жилой застройке с учетом размеров санитарно-защитных зон и ветров преобладающего направления.

В большинстве случаев при определении расстояния между промышленными предприятиями и жилыми или общественными зданиями учитывают ширину санитарно-защитных зон, которые устанавливаются:

- непосредственно от источников загрязнения атмосферы вредными выбросами (через трубы, шахты или фонари зданий и др.), а также от мест разгрузки сырья или открытых складов (для предприятий с технологическими процессами, являющимися источниками загрязнения атмосферы вредными и неприятно пахнущими веществами);

- от дымовых труб (для производственных и отопительных котельных) и др.

В санитарно-защитных зонах допускается размещать:

- предприятия, их отдельные здания и сооружения с производствами меньшего класса вредности, чем производство, для которого установлена санитарно-защитная зона аналогичного характера вредности;

- пожарные депо, бани, прачечные, гаражи, склады (кроме общественных и специализированных производственных зданий и сооружений), здания управлений, конструкторских бюро, учебных заведений, магазинов, предприятий общественного питания, поликлиник, а также научно-исследовательских лабораторий, связанных с обслуживанием какого-либо предприятия;

- помещения для дежурного персонала и охраны предприятий по установленному списочному составу, стоянки для общественного и индивидуального транспорта, местные и транзитные коммуникации, линий электропередач (ЛЭП), электростанции, нефте- и газопроводы, артезианские скважины для технического водоснабжения, водоохлаждающие сооружения, сооружения для подготовки технической воды и сооружения оборотного водоснабжения, водопроводные и канализационные насосные станции, подземные резервуары, питомники растений для озеленения предприятий и санитарно-защитной зоны.

Территорию санитарно-защитной зоны, которая должна составлять не менее 15 % всей площади предприятия, благоустраивают и озеленяют. Со стороны селитебной территории надлежит предусмотреть полосу древесно-кустарниковых насаждений шириной не менее 50 м, а при ширине зоны до 100 м – не менее 20 м.

Санитарно-защитная зона для предприятий и объектов может быть увеличена (при надлежащем технико-экономическом и гигиеническом обосновании), но не более чем в 3 раза:

- в зависимости от эффективности предусмотренных или возможных для осуществления методов очистки выбросов в атмосферу;

- при отсутствии очистки выбросов;
- при необходимости размещения жилой застройки с подветренной стороны по отношению к предприятию в зоне возможного загрязнения атмосферы;
- в зависимости от розы ветров и наличия неблагоприятных местных условий (например, чистые штили и туманы);
- при невозможности снизить поступающие в окружающую среду шум, вибрацию, электромагнитные волны радиочастот и другие вредные факторы до пределов, установленных нормами;
- при строительстве новых, еще недостаточно изученных, вредных в санитарном отношении, производств.

Размеры санитарно-защитной зоны могут быть уменьшены:

- если в результате расчета рассеивания в атмосфере вредных веществ, остающихся после очистки выбросов, или совершенствования технологических процессов производства, а также других мероприятий будет установлено, что содержание вредных веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов не будет превышать ПДУ;
- если в результате акустического расчета будет определено, что уровни шума в пределах жилой застройки не будут превышать установленные нормами.

Размеры санитарно-защитных зон и возможные отступления от этих размеров в проектах должны подтверждаться расчетом в соответствии с нормативными требованиями.

Санитарно-защитные зоны, как правило, превышают по величине противопожарные разрывы между производственными зданиями, сооружениями и вспомогательными зданиями, зависящие от степени огнестойкости этих зданий и сооружений (табл.6).

Т а б л и ц а 6

Степень огнестойкости здания или сооружения	Расстояние между производственными зданиями и сооружениями, м, при степени огнестойкости здания или сооружения		
	I и II	III	IV
I и II	Не нормируется в промышленных производственных зданиях категорий Г и Д	9	12
III	9	12	15
IV	12	15	18

Согласно основным требованиям к противопожарному водоснабжению, изложенным в СНиП 2.04.02-84 " и в СНиП 2.04.01-85*, на территории предприятия прокладывается противопожарный водопровод, который включает в себя водозаборные сооружения, насосные, резервуары, наружную водопроводную сеть. Внутренняя сеть, прокладывается в зданиях. Наружная водопроводная сеть – кольцевая. Благодаря этому из любой точки водопровода можно подавать воду с двух сторон от обслуживаемого объекта. Пожарные гидранты располагают вдоль дорог и проездов на расстоянии не более 100 м один от другого (ориентировочно не менее 5 м от стен зданий, но вблизи перекрестков дорог). При установке же пожарных гидрантов вне проезжей части дорог их располагают не далее 2,5 м от края проезжей части. Расстановка пожарных гидрантов на водопроводной сети должна обеспечивать пожаротушение любого обслуживаемого данной сетью здания, сооружения или их части (не менее чем от двух гидрантов при расходе воды на наружное пожаротушение 15 л/с и более и одного – при расходе воды менее 15 л/с).

При определении расстояния между пожарными гидрантами учитывают суммарный расход воды на пожаротушение и пропускную способность устанавливаемых типов пожарных гидрантов.

Внутреннюю водопроводную сеть размещают в отапливаемых помещениях и подключают к наружному водопроводу. Внутренние пожарные краны устанавливают на лестничных клетках, у входов, в коридорах и других местах. При каждом внутреннем пожарном кране должен быть выкидной рукав длиной не менее 10 м и ствол, который размещают в специальном шкафу. Число пожарных кранов, устанавливаемых в производственных помещениях, принимают из расчета, чтобы любая точка производственного помещения при развернутых рукавах могла быть полита водой из двух соседних пожарных кранов. Постоянный свободный напор во внутренней противопожарной водопроводной сети должен обеспечивать получение струи высотой не менее 6 м. Расчетный расход воды, необходимый для тушения пожара, складывается из расходов на наружное и внутреннее тушение.

Функциональное зонирование территории осуществляется с учетом технологических связей, санитарно-гигиенических и противопожарных требований, грузооборота и различных видов используемого транспорта. При таком зонировании выделяют:

- здания и сооружения основного производственного назначения (формовочные, арматурные и бетоносмесительные цеха);
- вспомогательные производственные здания;

- склады готовой продукции, заполнителей, цемента, арматурной стали, горючих и смазочных материалов;
- административные и бытовые здания.

Бетоносмесительный цех следует располагать в отдельном помещении, а арматурные цеха – с учетом удобной выдачи готовых арматурных каркасов в формовочные отделения. Технологические схемы изготовления каркасов должны исключать возможность пересечения транспортных потоков. Помещения арматурного цеха следует полностью изолировать от формовочного цеха, что предотвратит попадание избытка влаги и теплоты в арматурный цех, а также значительно снизит шум, проникающий от виброплощадок.

При размещении арматурного цеха в блоке с формовочными цехами их необходимо изолировать.

Правильное расположение зданий с учетом установленных отраслевыми нормами противопожарных разрывов между ними и отдельными их элементами должно исключить возможность возникновения встречных потоков материалов и людей, обеспечить удобство и безопасность работающим.

Планировка площадок промышленных предприятий, расположение зданий, сооружений и транспортных путей должны обеспечивать наиболее благоприятные условия для производственного процесса и труда. Отдельные здания и сооружения размещают на площадке предприятия так, чтобы в местах организованного и неорганизованного воздухозабора системами вентиляции и кондиционирования воздуха содержание вредных веществ в наружном воздухе не превышало 30 % предельно допустимых концентраций для рабочей зоны производственных помещений. При необходимости по технологическим требованиям устройства складов пылящих материалов, располагаемых открыто или под навесом, санитарные разрывы принимают не менее 50 м до ближайших открываемых проемов производственных и вспомогательных зданий и помещений и 25 м до открываемых проемов бытовых зданий и помещений.

Санитарные разрывы между зданиями и сооружениями, освещаемыми через оконные проемы, должны быть не менее наибольшей высоты до верха карниза противоположно находящегося здания и сооружения.

На генеральном плане промышленного предприятия необходимо также указать наиболее опасные места, источники и виды загрязнений.

1.3.2. Устройство дорог, проездов и проходов

Проектирование дорог и подъездных путей на генеральном плане производится, исходя из условий обеспечения свободного подъезда

транспортных средств ко всем производственным зданиям и складам промышленных предприятий, а также с учетом минимального загрязнения атмосферного воздуха выхлопными газами от автотранспорта и дорожной пыли.

Наиболее распространенными схемами автомобильных дорог являются кольцевая и сквозная, которые позволяют избегать столкновения и скопления автотранспорта, а также обеспечивают нормальный обзор участков дороги. Смешанные схемы дорог включают кольцевую магистраль со вспомогательными дорогами и погрузочно-разгрузочными устройствами, а также подъездную автодорогу, связывающую предприятие с внешними дорогами общего пользования. При устройстве тупиковых дорог предусматривают кольцевые объезды или площадки размером не менее 12×12 м для разворота автомобилей.

В целях обеспечения безопасности движения транспорта, расстояние должно составлять от края проезжей части автомобильных дорог до:

- а) ограждения территории предприятия – 1,5 м;
- б) наружной стены здания:
 - при отсутствии въезда в здание и его длине до 20 м – 1,5 м, а более 20 м – 3,0 м;
 - при наличии въездов в здание электрокаров и двухосных автомобилей – 8,0 м, а трехосных – 10,0 м;
- в) края тротуара – 2,0 м;
- г) оси железнодорожных путей:
 - широкой колеи (1524 мм) – 3,75 м;
 - узкой колеи (750 мм) – 3,0 м;
- д) платформы для стоянки автомобилей под нагрузкой и загрузкой – 3,0 м;
- е) конструкции опор эстакад, осветительных и других сооружений – 1,0 м.

Безопасное движение транспорта зависит от:

- типа дорожного полотна, выбор которого обусловлен природно-климатическими и гидрогеологическими условиями, интенсивностью движения, видами применяемых транспортных средств и мощности завода;
- схемы внутренних дорог (тупиковой, кольцевой или смешанной), учитывающей пути движения работающих и исключаящей столкновения и скопления автотранспорта;
- трассировки дорог с учетом минимальных приближений к складам;

- ширины проезжей части временных дорог, выбор которой обусловлен числом полос движения;
- мероприятий по безопасному производству погрузочно-разгрузочных работ;
- ширины и радиуса закруглений дорожного полотна на поворотах, выбор которых обусловлен длиной транспортных средств (для панелевозов – не менее 12 м);
- устройства пересечений под углом 60...90° с железнодорожным полотном, оборудованным сплошным настилом, шлагбаумом, специальным освещением, сигнализацией и знаками безопасности;
- оснащения дорожными знаками безопасности, указателями мест разгрузки и выгрузки;
- обозначения условными знаками и надписями мест въездов и выездов на производственную площадку;
- размещения у въезда в здание схемы движения транспортных средств предприятия.

Скорость движения автомобилей на территории предприятий не должна превышать 10 км/ч, а на поворотах – 5 км/ч. В местах разгрузки и загрузки автомобильные дороги имеют достаточную ширину, позволяющую безопасно выполнять погрузочно-разгрузочные работы (табл.7). Радиусы кривизны дорог в трудных и стесненных условиях составляют не менее 15-20 м, а этих же дорог для перевозки длинномерных конструкций – не менее 30-50 м.

Т а б л и ц а 7

Категории дорог	Число полос движения	Ширина проезжей части, м, при ширине автомобиля до, м				
		2,5	2,75	3,0	3,6	4,0
I	2	6,0	7,0	7,5	9,0	9,5
II	2	6,0	7,0	7,5	9,0	9,5
III	1	3,5	4,0	4,0	4,5	5,0

Ширину ворот автомобильных въездов на площадку предприятия принимают по наибольшей ширине применяемых автомобильных полос плюс 1,5 м, (но не менее 4,5 м), а ширину ворот для железнодорожных въездов – не менее 4,9 м. Железнодорожные въезды и выезды оборудуют шлагбаумами с предупредительными знаками безопасности.

По всей длине зданий и сооружений должен быть обеспечен подъезд пожарных автомобилей:

с одной стороны – при ширине здания или сооружения до 18 м;

с двух сторон – при ширине более 18 м.

К зданиям же с площадью застройки более 10 га или шириной более 100 м подъезд пожарных автомобилей должен быть обеспечен со всех сторон.

При производственных условиях, не требующих устройства дорог, подъезд пожарных автомобилей допускается предусматривать по спланированной поверхности.

Расстояние от края проезжей части дороги или спланированной поверхности, обеспечивающей проезд пожарных машин, до стен зданий высотой до 12 м должно быть не более 2,5 м, до стен зданий высотой от 12 м до 28 м – не более 8 м и до стен зданий, высотой свыше 28 м – не более 10 м.

У въезда на площадку предприятия устанавливают схему движения транспортных средств, а на обычных дорогах и у проездов – хорошо видимые дорожные знаки, регламентирующие порядок движения транспортных средств в соответствии с правилами дорожного движения.

Для железнодорожных путей наиболее широко применяется тупиковая схема их расположения, которая позволяет экономно использовать производственную территорию. (Вводы железнодорожных путей в цех также выполняют по тупиковой схеме). При этом с целью наименьшей потери площади цехов путь должен быть приближен к наружной стене цеха).

Расстояние от железнодорожных путей до производственных зданий, складов, опор эстакад и других сооружений на территории промышленного предприятия и до ограждения территории следует принимать, м:

- а) до наружной грани стены или выступающих частей здания:
 - при отсутствии выходов из здания – 6,1;
 - при наличии выходов из здания – 6,0;
 - при наличии выходов из здания и устройстве оградительных барьеров, расположенных между выходами из здания и железнодорожными путями, проложенными параллельно стене здания, – 5,0;
- б) до ограждения территории предприятия – 6,0;
- в) до внутренней грани опор контактной сети на прямых участках пути – 3,1;
- г) до края проезжей части автомобильной дороги – 8,75.

1.3.3. Складирование готовой продукции, материалов, сырья и топлива

Поверхности производственных площадок для складирования следует проектировать ровными, без выбоин и с уклоном не более 5°. Подъездные пути к складам и площадкам для складирования должны иметь твердое покрытие. Как исключение, допускаются улучшенные естественные подъездные пути, обеспечивающие безопасность движения.

Склады готовой продукции

Безопасность работы на складах готовой продукции зависит от организации площадок складирования, а также от соблюдения правил складирования и эксплуатации подъемных механизмов.

Площадка, отведенная для складирования, должна быть с уклоном для отвода поверхностных вод и иметь бетонное или асфальтовое покрытие. К этой площадке обязательно укладывают подъездную постоянную дорогу с твердым покрытием, а на ее территории следует устанавливать указатели проездов и проходов с ограждением опасных зон. Предупредительные надписи должны быть видны как в дневное, так и в ночное время. Всю площадку для складирования освещают в темное время суток при погрузочных работах с интенсивностью не менее 5 лк. Если же работы не производятся, то проходы и проезды освещают с интенсивностью 1 лк, а подъездные пути – не менее 2 лк.

Материалы и детали на складах готовой продукции укладывают в строгом порядке по типоразмерам и на заранее подготовленное для этого место. От тщательности складирования зависит как безопасность работ, так и полное использование складских площадей, а также сохранность изделий.

Складирование готовой продукции должно соответствовать требованиям нормативов на соответствующие виды изделий (прил.3).

Общим принципом складирования является укладка изделий в положение, сходное с условиями их работы в конструкции (при этом их следует предохранять от самопроизвольного опрокидывания и раскатывания).

Изделия и конструкции размещают таким образом, чтобы их маркировка легко читалась со стороны прохода или проезда, а их монтажные петли были обращены вверх. Каждый элемент, укладываемый плашмя, должен опираться на две инвентарные прокладки. Верхние же элементы не должны опираться на монтажные петли изделий, расположенных ниже.

Изделия с офактуренной поверхностью складироваться в вертикальном положении для того, чтобы была исключена возможность повреждения отдельных поверхностей. В этих случаях применяются мягкие прокладки, прикрепляемые к деревянным рейкам.

Подкладки и прокладки должны быть инвентарными и иметь прямоугольные сечения (рис.1). Их высота должна быть больше выступающих монтажных петель. Во избежание перераспределения нагрузок прокладки располагают в одной вертикальной плоскости.

Высота штабелей при складировании плоских железобетонных изделий в горизонтальном положении должна составлять не более 2 м.

Расположение изделий в штабеле должно соответствовать их проектному положению в здании, сооружении или быть близким к нему (за исключением линейных длиномерных изделий-стоек, труб, опор, колонн, свай и других изделий, которые складироваться в горизонтальном положении).

При складировании и разборке железобетонных изделий в штабелях высотой более 1,6 м и более применяют инвентарные лестницы.

Для хранения плоских изделий и конструкций в вертикальном положении используют кассеты. Изделия же, хранящиеся в наклонном положении, складировать в пирамидах. Кассеты и пирамиды для стеновых панелей и перегородок проверяют на прочность и устойчивость во избежание их опрокидывания. Загрузку и освобождение пирамид производят равномерно с двух сторон. В конструкциях пирамид и кассет предусматривают лестницы и рабочие площадки с ограждением не менее 1 м вдоль фронта производимых такелажных операций.

Железобетонные шпалы хранят в штабелях высотой не более 16 рядов. Между рядами шпал укладывают деревянные прокладки с сечением не менее 50×50 мм на расстоянии 550 мм от концов шпал.

Железобетонные трубы хранят в штабелях. Предварительно их сортируют раструбами в противоположные стороны по диаметру, классам и прочности. Площадки для складирования железобетонных труб, опор и колонн круглого сечения оборудуют железобетонными или деревянными прокладками с упорами, исключая возможность их раскатывания. При постоянном месте складирования прокладки закрепляют на площадке складирования, при этом число рядов в штабеле не должно быть более 4. (Трубы диаметром 1400 мм и более можно укладывать по высоте не более чем в два ряда).

Железобетонные опоры хранят в штабелях высотой не более чем в пять рядов и основаниями в противоположные стороны. Между их

вертикальными рядами укладывают деревянные прокладки с упорами, исключающими возможность их раскатывания.

Между штабелями и пирамидами устраивают проходы шириной не менее 1 м. Ширину же проездов устанавливают в зависимости от габаритов транспортных средств и числа полос движения (см.табл.7).

Склады цемента и заполнителей

Силосы и бункеры для пылящих материалов оборудуют устройствами улавливания пыли во время их загрузки и выгрузки, а также устройствами предупреждения сводообразований и завесаний материалов (электровибраторами, пневмошуровками, ворошителями и др.).

Верхнюю часть силосов и бункеров, находящихся на высоте более 1 м от уровня пола, ограждают по периметру перилами высотой не менее 1 м со сплошной металлической обшивкой по низу перил. Высота обшивки должна быть не менее 0,15 м и иметь дополнительную ограждающую планку, находящуюся на высоте 0,5 м.

Спуск в силосы и бункеры производят в самоподъемных люльках, а также в люльках с помощью лебедок, предназначенных для подъема людей.

Люльку для спуска в силосы оборудуют:

– перилами высотой не менее 1,2 м со сплошной металлической обшивкой по низу перил; высота обшивки должна быть не менее 0,15 м и иметь дополнительную ограждающую планку, находящуюся на высоте 0,6 м от настила люльки;

– сиденьями, опорами для ног, карманами для инструмента и приспособлениями для очистки силоса, прикрепленными к люльке, а также устройством, исключающим возможность ее опрокидывания.

Складирование затаренного в мешки цемента производят в штабели "вперевязку". При механизированной укладке мешков высота штабеля не должна превышать 2,5 м, а при ручной – 1,5 м.

Поврежденные мешки, из которых просыпается цемент, укладывать в штабели запрещается.

Открытые загрузочные проемы бункеров ограждают по периметру. Со стороны загрузки бункера автомобильным транспортом устанавливают отбойный брус высотой не менее 0,4 м.

Склады металла и арматурной стали

Бухты арматурной стали, рассортированные по наименованию проката, маркам и диаметру, хранят в штабелях. Высота штабелей не должна превышать 1,5 м. Ширину прохода между ними следует устанавливать не менее 1 м.

Бухты арматурной стали допускается хранить в приямках, оборудованных ограждениями.

Листовую сталь и разновидности проката черного металла рассортировывают по наименованиям проката, маркам, диаметру и хранят в штабелях и на стеллажах.

Высота штабелей листовой стали не должна превышать 1,5 м. Для исключения их послойного смещения устанавливают ограничители.

Готовые арматурные изделия (сварные сетки, каркасы, петли, закладные детали и т.п.) хранят на специализированных стеллажах или в контейнерах.

Склады химических добавок, эмульсола, горючесмазочных масел и твердого топлива

Химические добавки хранятся на складах, а перевозятся и отпускаются в закрытой таре. Так, химические добавки, затаренные в бумажные мешки, деревянные ящики, металлические барабаны, хранят на поддонах в штабелях. Высота их штабелей при механизированной укладке должна быть не более 2,5 м, а при ручной – не более 1,5 м. Химические добавки, затаренные в другие упаковки (стеклянные бутылки, металлические канистры, картонные коробки и др.), хранят на стеллажах.

Резервуары для хранения жидкого топлива и эмульсола размещают вне зданий цехов в отдельных хранилищах.

Склады лесоматериалов и пиломатериалов

Склады лесоматериалов и пиломатериалов вместимостью 1000-10000 м³ размещают на расстоянии не менее 30 м от зданий и сооружений, а вместимостью менее 1000 м³ – на расстоянии не менее 18 м.

Прирельсовые склады лесоматериалов располагают на расстоянии не менее 5 м от железнодорожных путей, а пиломатериалов – не менее 10 м.

К штабелям обеспечивают свободный доступ. В проходах между ними не должно быть свисающих и упавших бревен, а также пиломатериалов. (Ширина прохода должна составлять не менее 2 м). Между группами же штабелей лесоматериалов площадью не более 1200 м² предусматривают проезды шириной не менее 10 м.

Условия складирования лесоматериалов и пиломатериалов должны соответствовать следующим требованиям: лесоматериалы следует располагать в штабеле высотой не более 1,5 м с прокладками между рядами и с установкой упоров против раскатывания (высота штабеля менее его ширины не допускается), а пиломатериалы – в штабеле, высота которого при их укладке рядами составляет не более половины ширины штабеля, а при укладке в клетки – не более ширины штабеля.

1.3.4. Размещение производственного оборудования

При разработке и организации производственных процессов необходима четкая планировка помещений. Стационарное производственное и вспомогательное оборудование, машины и механизмы устанавливаются согласно утвержденному проекту на прочные фундаменты, исключающие передачу повышенных параметров вибрации на грунт, рабочие места и конструкцию зданий. Размещение оборудования должно соответствовать очередности операций, прочности технологического процесса и действующим строительным нормам и правилам.

При установке оборудования, машин и механизмов в цехах предусматривают проходы для людей, а также проезды для внутрицехового транспорта, обеспечивающие безопасность работающих.

Ширина проходов в основных цехах не должна быть менее 1,5 м, между оборудованием – 1,2 м, строительными конструкциями зданий и оборудованием – 1,0 м, перилами ограждений и оборудованием или стенами зданий – 0,2 м.

Ширина проходов у рабочих мест должна быть увеличена не менее чем на 0,75 при одностороннем расположении рабочих мест от проходов и проездов и не менее чем на 1,5 м при расположении рабочих мест по обе стороны от проходов и проездов. При расположении рабочих мест в проходах и проездах ширину последних увеличивают на ширину рабочего места, но не менее чем на 0,8 м; при расположении же рабочих мест с одной стороны проходов и проездов – не менее чем на 0,8 м, а при расположении рабочих мест по обе стороны проходов и проездов – не менее чем на 1,5 м. Ширина проходов к оборудованию для его обслуживания и ремонта должна быть 0,7 м.

Площадки обслуживания производственного оборудования, камеры пропаривания, расположенные на высоте 1,0 м над уровнем пола, ограждают перилами высотой не менее 1,0 м со сплошной металлической облицовкой по низу перил.

Ширину проездов для цехового транспорта предусматривают такой, чтобы оставался свободный проход не менее 1 м между максимальными габаритами груженых транспортных средств и установленным оборудованием.

Оборудование, при работе которого создается шум, а также выделяются газы или пыль, устанавливают в помещении, изолированном глухими пыле-, газо- и звукопоглощающими перегородками, с общей приточной вентиляцией и аспирацией от каждого пылящего щита.

Оборудование для обработки и транспортирования пылящих материалов, находящихся в общих производственных помещениях, гер-

метизируют и оборудуют аспирационными установками. Нагретые поверхности технологического оборудования должны быть теплоизолированы или экранированы с тем, чтобы на их наружной поверхности температура не превышала 45 °С.

1.3.5. Ограждение опасных зон

При размещении рабочих мест, проездов транспортных средств, проходов для людей следует установить опасные зоны, в пределах которых постоянно действуют или потенциально могут действовать опасные производственные факторы.

К зонам постоянно действующих опасных производственных факторов относятся:

- полоса шириной до 2 м по периметру от неогражденных перепадов по высоте от 1,3 м и более;

- места перемещения машин и оборудования или их рабочих органов и открытых движущихся или вращающихся частей;

- места, над которыми происходит перемещение грузов грузоподъемными кранами;

- места, где уровни шума, вибрации или загрязнение воздуха превышают гигиенические нормы;

- пространства вблизи открытых неизолированных токоведущих частей электроустановок и линий электропередач.

Зоны постоянно действующих опасных производственных факторов во избежание доступа посторонних лиц ограждают. Так, зоны потенциально действующих опасных производственных факторов выделяются сигнальными ограждениями.

Граница опасной зоны вблизи движущихся частей и рабочих органов достигает 5 м. Граница же опасной зоны работы вертикального подъемника охватывает пространство возможного падения поднимаемого груза: для зданий высотой до 20 м – не менее 5 м от конструкции подъемника, а для зданий большей высоты – $0,25h$ (где h – высота здания в м).

Граница опасной зоны, связанной с повышенными уровнями шума, вибрации, загрязнением воздуха рабочей зоны выбросами вредных веществ (аэрозолей, дыма, пыли, пара и газа), простирается на такие расстояния от их источников, за пределами которых в силу естественного рассеивания энергии (шума, вибрации) или массы вредных выбросов наблюдается снижение интенсивности этих вредных выбросов до уровня гигиенической нормы.

Открытые люки, колодцы, бункеры, загрузочные отверстия или проемы в полах, многоэтажных покрытиях или на рабочих площадках ограждают перилами высотой не менее 1 м со сплошной металлической обшивкой по низу перил на высоту не менее 0,15 м и с дополнительной ограждающей планкой, расположенной на высоте 0,5 м.

Стационарные металлические лестницы должны иметь:

– угол наклона для лестниц постоянного пользования не более 45° и для лестниц периодического пользования – 60° ;

– ограждения переходных площадок с двух сторон высотой не менее 1 м со сплошной металлической обшивкой по низу ограждения на высоту 0,15 м и с дополнительной ограждающей планкой на высоте 0,15 м (со стороны, вплотную примыкающей к стенам зданий лестницы, переходные площадки допускается не ограждать).

Движущиеся части оборудования станков (валы, маховики, соединительные муфты, клиноремённые, цепные, фрикционные и открытые зубчатые передачи) также ограждают.

Правильные устройства станков должны быть закрыты сплошным или сетчатым металлическим кожухом, заблокированным с приводом станка так, чтобы при снятом или неправильно установленном кожухе привод станка автоматически отключался.

Установку для перемотки проволоки ограждают по периметру сетчатыми металлическими ограждениями высотой не менее 1,8 м.

Бункеры, бетоноукладчики и бетонораздатчики оборудуют рабочими площадками и лестницами для обслуживания (при этом рабочие площадки должны быть шириной не менее 0,7 м и иметь перила).

Бухтодержатели имеют сетчатое металлическое ограждение высотой не менее 1,8 м с дверью шириной не менее 0,7 м, заблокированной с приводом станка так, чтобы при открытой или неплотно закрытой двери привод автоматически отключался. Их располагают на расстоянии не менее 1,5 м от машин (правильные барабаны, катушки перемоточных станков, сварочное и др. оборудование).

Ямные камеры с двух сторон оборудуют подъемными петлями и стационарными металлическими площадками шириной не менее 1 м. Эти площадки располагают не менее чем на 1 м ниже верхней отметки камеры и оборудуют перилами.

Для производства очистных, ремонтных и других работ внутри ямных камер необходимы лестницы (скобы) шириной не менее 300 мм и с шагом 300 мм.

Для переходов через конвейеры, длина которых более 20 м, в необходимых местах следует устанавливать переходные мостики шириной не менее 1 м с перилами.

Конвейеры, находящиеся над проходами, ограждают снизу сплошными настилами, выступающими за габариты конвейеров не менее чем на 1 м. Эти конвейеры оборудуют аварийными тросовыми выключателями, позволяющими останавливать их с любого места по всей длине со стороны прохода.

1.3.6. Защитные и предохранительные устройства

Станки и другие механизмы снабжают различными предохранительными устройствами и блокировками, которые в опасный момент отключают оборудование и нормализуют его работу. К предохранительным устройствам относятся:

- концевые выключатели;
- предохранительные и обратные клапаны;
- манометры;
- электрические и электромеханические блокировки;
- улавливатели;
- предохранительные козырьки;
- двуручные выключатели;
- фотоэлектрические устройства и т.п.

Участки трассы конвейеров бетоносмесительных цехов и складов заполнителей бетона, а также пульт управления оборудуют двухсторонней предупредительной предпусковой (звуковой, световой) сигнализацией, срабатывающей автоматически до включения привода конвейера. (На рабочих местах должны быть таблички, поясняющие значение применяемых средств сигнализации). При этом ограждения приводных, натяжных и отклоняющих барабанов ленточных конвейеров должны быть заблокированы с приводами так, чтобы при снятых или неправильно установленных ограждениях ленточный конвейер автоматически отключался.

В случае необходимости роликовые конвейеры с двух сторон оборудуют аварийными тросовыми выключателями, позволяющими останавливать эти конвейеры с любого места по всей длине со стороны прохода. Рольганги оснащают звуковой и световой сигнализацией (электрические звонки, мигающие электрические лампочки) для предупреждения об их пуске. Рольганги оборудуют упорными роликами или ребордами, ограничивающими боковое смещение транспортируемого груза, а конвейеры винтовые (шнеки) в головной и хвостовой частях – аварийными кнопками для остановки конвейеров. На технологической линии, состоящей из нескольких последовательно установленных конвейеров или из конвейеров в сочетании с другими

машинами (питателями, элеваторами и т.п.), приводы этих конвейеров и всех машин должны быть заблокированы так, чтобы в случае внезапной остановки какой-либо машины или участка конвейера предыдущие машины или конвейеры автоматически отключались, а последующие продолжали работать до полного освобождения их от транспортируемого груза.

Приямки подъемника вокруг загрузочного отверстия для прохода ковша перекрывают сплошным настилом и ограждают по периметру перилами. Подъемник оборудуют ловителями, обеспечивающими остановку ковша на любом участке трассы в случае обрыва тягового органа, а также концевыми выключателями в верхнем положении ковша.

Для обеспечения безопасной работы автоклавов предусматривают сигнально-блокировочное устройство, обеспечивающее:

- невозможность пуска пара в автоклав при неполностью закрытой крышке;
- невозможность поворота байонетного кольца при наличии давления в автоклаве;
- отсутствие в автоклаве избыточного давления и конденсата перед открытием крышки.

Эксплуатация автоклава при наличии неисправности хотя бы одного из его элементов категорически запрещается.

На виброплощадке устанавливают ограничители, исключая горизонтальный сдвиг формы.

Кассетные установки должны иметь блокирующие устройства приводов передвижения, исключая возможность самопроизвольного их включения, а также перемещения стенок кассеты во время нахождения между ними работающих.

Бетоноукладчики и бетонораздатчики снабжают конечными выключателями для их автоматической установки у тупиковых упоров, расположенных в конце рельсового пути.

1.3.7. Транспортные и погрузочные работы

Для обеспечения безопасности подъемно-транспортных операций предусматривают соответствующее оборудование (электротележки, автопогрузчики, конвейеры, элеваторы, скиповые подъемники, краны и т.п.) и разрабатывают основные мероприятия технического характера по его безопасной эксплуатации.

Погрузочно-разгрузочные работы на предприятиях должны осуществляться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.009-86 "Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности", техноло-

гических карт, проектов производства работ, технологических инструкций, а также других нормативных документов, содержащих требования безопасности при производстве этих работ.

Содержание и эксплуатация погрузочно-разгрузочных площадок

Для безопасного производства погрузочно-разгрузочных работ необходимо, чтобы размеры территории, отведенной для указанных целей, соответствовали нормальному фронту работ (то есть длина площадок для прирельсовой разгрузки соответствовала числу одновременно разгружаемых или загружаемых железнодорожных вагонов). Площадки для выполнения погрузочно-разгрузочных работ должны иметь хорошо спланированную поверхность без значительных уклонов, выбоин и углублений. Во избежание несчастных случаев особое внимание необходимо обращать на исправное состояние подъездных путей к этим площадкам. В местах пересечения подъездных путей с траншеями или железнодорожными линиями располагают настилы шириной, соответствующей ширине транспортных средств, но не менее 1,5 м. Подъездные пути и внутризаводские дороги устраивают так, чтобы был обеспечен свободный подъезд транспортных средств к погрузочно-разгрузочным площадкам и производственным цехам. На территории предприятия на видном месте вывешивают схему движения транспортных средств и знаки допускаемых скоростей. Погрузочно-разгрузочные площадки, а также места складирования внутри производственных цехов и на складах, где производятся работы по подъему и перемещению грузов, хорошо освещают.

Учитывая, что наибольший подъем погрузочно-разгрузочных работ приходится на долю железнодорожного транспорта предприятия, этому участку работы следует уделять постоянное внимание. Для перехода рабочих и переноски грузов из вагонов на площадку складирования или на какой-либо склад применяют деревянные перекидные мостики (сходни) из досок толщиной не менее 6 см с поперечными планками, расположенными друг от друга на расстоянии 30-40 см. На мостиках, применяемых при разгрузке вагонов, с одного конца устанавливают хватные крючья, которые закрепляют за дверной рельс вагона, а с другой – делают скос и обивают его полосовой или листовой сталью. Сходни устанавливают так, чтобы их концы не выступали выше уровня пола вагона. Ширину сходней при движении в одну сторону принимают равной не менее 1 м, а при одновременном движении в обе стороны – 1,5 м. Уклон сходней зависит от уровня погрузочно-разгрузочной площадки, но в любом

случае должен быть не более 1:3. При длине сходней более 3 м во избежание продольного прогиба при перемещении грузов под серединой сходней размещают опорные устройства. При подъемах на высоту более 2 м настил ограждают перилами и устанавливают бортовые доски.

При производстве погрузочно-разгрузочных работ на эстакаде для входа людей в вагоны располагают переходные мостики, огражденные перилами.

В местах производства погрузочно-разгрузочных работ вывешивают предписывающие знаки безопасности с поясняющей надписью: "Работать в каске!" На въездах и выездах из цехов и в технологических проемах цехов, предназначенных для движения транспортных средств, устанавливают предупреждающие знаки безопасности с поясняющей надписью: "Внимание! Транспорт!"

Движение транспортных средств в местах производства погрузочно-разгрузочных работ организуют по схеме, утвержденной в проекте производства работ, и с установкой соответствующих дорожных знаков и надписей: "Въезд", "Выезд", "Разворот" и др. Скорость движения автомобилей на погрузочно-разгрузочных площадках не должна превышать 10 км/ч, а на поворотах – 5 км/ч.

При одновременной погрузке-разгрузке нескольких транспортных средств расстояние между ними должно быть не менее 1,5 м. При разгрузке конструкций вблизи зданий между стеной и автомобилем оставляют просвет 0,5 м.

Такелажные и строительные работы

На предприятиях строительной отрасли широко используется подъемно-транспортная техника: мостовые и порталные (козловые) краны, автокраны и автопогрузчики, электротележки, конвейеры, тали, лебедки и т.п.

Для обеспечения безопасности условий труда при эксплуатации грузоподъемных машин служат предохранительные устройства и приспособления (тормоза, ограничители хода и подъема, блокировки и др.).

Съемные грузозахватные приспособления и тара (грузовые, кованые и штампованные крюки, канатные стропы, траверсы, хомуты, цепи) должны соответствовать "Правилам устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов".

Приспособления для подъемов грузов (бадьи, ковши, грейферы) снабжают устройством, исключающим их самопроизвольное опрокидывание или раскрытие во время подъема и перемещения груза.

Грузовые крюки грузоподъемных машин оборудуют предохранительными замками, предотвращающими самопроизвольное отцепление груза.

На таре должны быть указаны ее назначение, инвентарный номер и грузоподъемность.

Строповку изделий и материалов производят специальными стропами, обеспечивающими надежный захват перемещаемого изделия в соответствии со схемами строповки, которые вывешиваются на видных местах (прил.4).

Условия безопасного обслуживания подъемно-транспортных машин и механизмов проверяют с помощью расчетов надежности отдельных узлов и элементов, а возможность использования каната в конкретных условиях – с помощью расчета натяжения в одной ветви стропы:

$$N = Q/n \cdot \cos \alpha \cdot k_n,$$

где Q – вес поднимаемого груза, H ;

n – число ветвей стропа;

α – угол наклона ветвей стропа, град;

k_n – коэффициент неравномерного распределения нагрузки между ветвями стропа ($k_n = 1$ при $n = 2$; $k_n = 0,75$ при $n = 4$).

Тогда требуемое разрывное усилие, N , в ветви стропа

$$R_{тр} = N \cdot k_3,$$

где k_3 – коэффициент запаса прочности для стропа (табл.1П5).

В зависимости от требуемого разрывного усилия $R_{тр}$ выбирают канат с фактическим разрывным усилием $R_{ф} \geq R_{тр}$ (табл.1П6). Для стропов рекомендуется использовать канаты стальные типа ЛК-О и ЛК-Р.

Для подъема крупногабаритных и длинномерных конструкций, а также при недостаточной высоте подъема монтажного крана или в случае, когда поднимаемая конструкция не допускает использование гибких строп, применяют жесткие грузозахватные приспособления-траверсы. Так, в практике монтажа конструкций применяют в основном траверсы, работающие на изгиб и на сжатие. Траверсы, работающие на изгиб, конструктивно более тяжелы, но имеют по высоте во много раз меньшие габариты, что играет значительную роль при недостаточной высоте подъема крюка крана (рис.1).

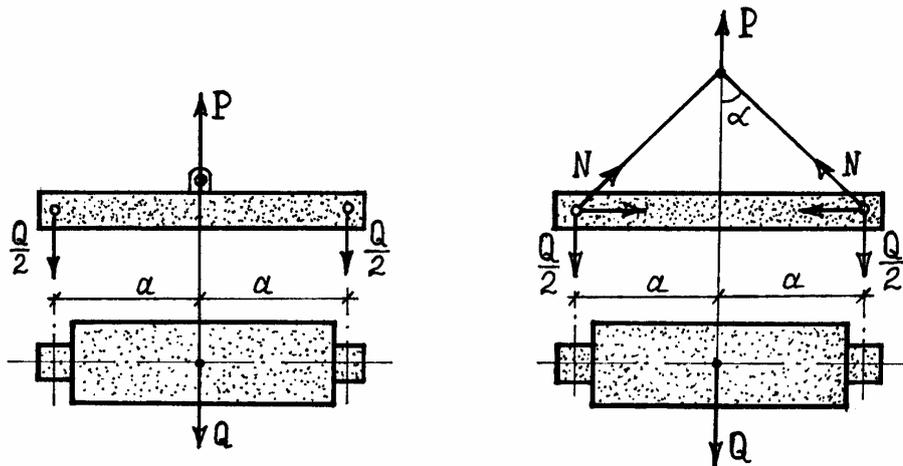


Рис.1. Схема траверсы, работающей на:
а – изгиб; б – сжатие

При расчете траверсы, работающей на изгиб:

– находят действующую на траверсу нагрузку

$$P = Q \cdot k_{п} \cdot k_{д},$$

где Q – вес поднимаемого груза, Н;

$k_{п}$ – коэффициент перегрузки;

$k_{д}$ – коэффициент динамичности;

– определяют величину максимального изгибающего момента в траверсе

$$M = 0,5P \cdot a,$$

где a – плечо траверсы;

– вычисляют требуемый момент сопротивления поперечного сечения траверсы

$$W_{тр} = \frac{M}{k_{усл} R_{расч} k_{уст}},$$

где $k_{усл}$ – коэффициент условий работы для грузозахватных приспособлений (табл.2П5);

$R_{расч}$ – расчетное сопротивление при изгибе траверсы (табл.8);

$k_{уст}$ – коэффициент устойчивости продольного изгиба центрально-сжатых элементов (табл.3П5);

Таблица 8

Напряженное состояние	Условные обозначения	Расчетные сопротивления, МПа, для стали класса			
		c38/23	c44/29	c46/33	c52/40
Растяжение, сжатие, изгиб	R	210	260	290	340
Срез	R_{cp}	130	150	170	200

– выбирают расчетную схему сечения траверсы, задаваясь сплошной или сквозной конструкцией балки. Для сплошной балки используют двутавры (табл.2П6), швеллеры (табл.3П6), стальные трубы (табл.4П6), а также профиль с моментом сопротивления W_x , ближайшим большим к требуемому моменту сопротивления $W_{тр}$. Для сквозной балки W_x определяют в соответствии со схемой, принятой по табл.5П6, подобрав предварительно по табл.2П6, 3П6 профиль необходимых размеров. При этом момент сопротивления сечения балки W_x должен быть не менее требуемого момента сопротивления $W_{тр}$.

Траверсы, работающие на сжатие, бывают двух видов: однобалочные и трехлучевые.

В зависимости от нагрузки и длины стержни траверсы могут иметь различные поперечные сечения:

– сплошное (из единичных двутавров, швеллеров или стальных труб);

– сквозное (из двух швеллеров и двутавров, связанных планками, или же из стальной трубы, усиленной уголками).

Кроме проверки на прочность траверсы, работающие на сжатие, проверяют и на устойчивость.

При расчете траверсы, работающей на сжатие, определяют величину натяжения N в каждой канатной подвеске, соединяющей балку траверсы с крюком крана:

– для однобалочной траверсы

$$N = Q/2 \cos \alpha;$$

– для трехлучевой траверсы

$$N = Q/3 \cos \alpha.$$

По найденному натяжению N производят расчет стального каната.

Величина сжимающего усилия в балке траверсы:

– однобалочной

$$N_1 = Q \cdot k_{п} \cdot k_{д} \cdot \operatorname{tg} \alpha/2;$$

– трехлучевой

$$N_1 = Q \cdot k_{\text{п}} \cdot k_{\text{д}} \cdot \text{tg } \alpha/3.$$

В зависимости от величины нагрузки и длины траверсы выбирают форму ее поперечного сечения (сплошное сечение из одиночного швеллера, двутавра или стальной трубы, либо сквозное сечение по табл.5П6).

Для выбранной формы поперечного сечения траверсы требуемая площадь

$$S_{\text{треб}} = N_1/k_{\text{изг}} \cdot k_{\text{усл}} \cdot 0,1R_{\text{расч}},$$

где $k_{\text{изг}}$ – коэффициент продольного изгиба стержня, для двутавра или уголка $k_{\text{изг}} = 0,7-0,9$; для стальной трубы $k_{\text{изг}} = 0,4$;

$k_{\text{усл}}$ – коэффициент условий работы (табл.2П5);

$R_{\text{расч}}$ – расчетное сопротивление стали при сжатии, МПа (см.табл.8).

Для швеллера, двутавра и уголка определяют номер профиля, пользуясь данными, представленными в прил. табл.2П6, 3П6 и 4П6., а для стальной трубы – наружный диаметр и толщину стенки. Затем находят суммарную площадь сечения S и радиусы инерции сечения траверсы r_x и r_y (для трубы – радиус r).

Расчетная длина стержня траверсы

$$l_{\text{расч}} = k_{\text{дл}} \cdot l_{\text{геом}},$$

где $k_{\text{дл}}$ – коэффициент приведения расчетной длины, зависящий от условий закрепления концов стержня и схемы приложения нагрузки (табл. 6П6);

$l_{\text{геом}}$ – геометрическая длина стержня, м.

Величина гибкости стержня относительно главных плоскостей:

– для швеллера и двутавра

$$\lambda_1 = l_{\text{геом}}/r_x \leq [\lambda];$$

$$\lambda_2 = l_{\text{геом}}/r_y \leq [\lambda];$$

– для стальных труб

$$\lambda_3 = l_{\text{геом}}/r \leq [\lambda],$$

где $[\lambda]$ – предельная гибкость (для таверсы $[\lambda] = 150$, для труб $[\lambda] = 180$, для монтажной распорки $[\lambda] = 200$);

С учетом гибкости, не превышающей предельную, находят коэффициент продольного изгиба $k_{\text{изг}}$ (табл.3П5).

Полученное сечение траверсы проверяют на устойчивость:

$$N/S \cdot k_{\text{изг}} \leq k_{\text{усл}} \cdot R_{\text{расч}},$$

что удовлетворяет условиям устойчивости.

1.3.8. Обеспечение безопасности производственных процессов

Приготовление бетонных смесей

Бетоносмесительный цех имеет три отделения:

- надбункерное (бункерное);
- дозировочное;
- бетоносмесительное.

В надбункерном отделении условия труда характеризуются повышенной запыленностью, для уменьшения которой следует проводить следующие мероприятия:

- переход на загрузку цемента со склада пневматическим транспортом с полной герметизацией всей трассы;
- отделение пульта управления загрузкой цемента от запыленных мест на максимально возможное расстояние и устройство вокруг этого пульта герметичной кабины из прозрачного материала;
- применение фильтров, очищающих выбрасываемый в атмосферу воздух.

Все эти мероприятия наряду с общей приточно-вытяжной вентиляцией и местным отсосом воздуха от пылящих устройств значительно снижают запыленность в бетоносмесительных цехах предприятий.

Для того чтобы инертные материалы и цемент не зависали в расходных бункерах, наклон их стенок делают не менее 60°, а раздаточные отверстия – размером не менее 40x40 см. С этой же целью к этим бункерам иногда прикрепляют снаружи вибраторы, в внутрь вводят паровые трубы подогрева инертных материалов на случай их закачки прямо со склада, минуя бункера для подогрева. Затворы бункеров для периодического расхода инертных материалов должны иметь пневматические или электрические приспособления для их открывания.

Поступление в расходные бункера теплых и влажных инертных материалов или их прогрев трубами непосредственно в бункерах вызывают повышенную влажность воздуха в надбункерном помещении, поэтому в нем необходимо устройство механической вентиляции. Переносное освещение при этом должно быть выполнено с напряжением не свыше 12 В.

В дозировочном отделении основное внимание должно быть уделено достижению надежной герметичности дозирующих аппаратов. Плотные резиновые кожухи вокруг затворов бункеров и дозаторов служат хорошей защитой от выделения пыли в рабочее помещение.

Пульт управления загрузкой может быть удален от дозирующего устройства на большое расстояние.

Для предотвращения пылевыведения в бетоносмесительном отделении загрузочные и разгрузочные отверстия должны быть плотно закрыты, а все каналы для спуска цемента и инертных материалов надежно загерметизированы. При этом необходимо соблюдать определенный порядок загрузки бетоносмесителей: вода – песок – гравий – цемент.

Основным методом борьбы с пылевыведением у бетоносмесителей является перевод их на автоматическое управление, которое осуществляется либо с дозаторного пульта, либо с пульта выдачи бетона в формовочные цехи и не требует присутствия человека в бетоносмесительном отделении.

Перед подачей в бетоносмесительное отделение инертные материалы проходят предварительную обработку: подогрев в зимнее время, дробление щебня и при необходимости его промывку, а также сушку и разделение песка на фракции.

В отделении подогрева инертных материалов основными неблагоприятными факторами являются высокая температура и влажность воздуха. Для оздоровления микроклимата необходимо устраивать местную вытяжную вентиляцию разгрузочного и загрузочного отверстий бункеров, что уменьшит температуру и влажность воздуха в помещении. Вместо местной вентиляции возможно создание общеобменной приточно-вытяжной вентиляции. Для устранения попадания избытков тепла в отделение бункера для подогрева инертных материалов снаружи его должен быть теплоизолирующий слой, температура которого не должна превышать 35 °С.

Подогревающие регистры, которые подвергаются ударному и абразивному воздействию песка и щебня, нужно содержать в исправности. В случае пропускания пара регистрами внутрь бункеров происходит дополнительное повышение температуры и обильное образование конденсата; при этом необходимо следить за тем, чтобы отвод воды обеспечивал нормальную влажность в помещении.

Работа в дробильно-сортировочном отделении характеризуется повышенным шумом, а при непринятии соответствующих мер – запыленностью одних участков и повышенной влажностью других.

Все дробилки должны иметь герметические металлические кожухи с отводами для подключения к аспирационной системе. На отдельных участках дробильно-сортировочного отделения в результате промывки инертных материалов и их хранения в бункерах наблюдается повышенная влажность. Меры по уменьшению влажности сводятся к организованному направлению воды либо в отстойник, либо в канализацию. Многие помещения дробильно-сортировочного отделения находятся в глубоких подвалах, поэтому качественной гидроизоляции заглубленных фундаментов придают большое значение. На случай появления воды в помещении в самом низком месте устраивают зумпф с автоматической насосной откачкой.

В целях уменьшения шума все дробильные механизмы устанавливают на фундаментах, изолированных от пола здания и оконтуренных звукоизолирующим материалом. Большое влияние на уровень шума оказывает техническое состояние дробильных и сортировочных машин. При плохо затянутых болтах и ненадежном креплении узлов механизмов уровень шума значительно возрастает. Чтобы устранить воздействие шума, рабочее место необходимо оборудовать вне помещения дробилок. Все механизмы, обслуживающие дробление, промывку и сортировку инертных материалов, должны включаться автоматически в нужной последовательности. Перед включением механизмов в дробильно-сортировочном отделении раздается предупредительный звуковой сигнал (рядом с каждым механизмом вывешен плакат, напоминающий об автоматическом пуске оборудования).

Наличие многих ярусов в помещении дробильно-сортировочного отделения предъявляет повышенные требования к ограждению лестниц и площадок, а большое количество движущегося оборудования – к ограждению всех его движущихся частей.

Иногда для повышения качества бетонных смесей и уменьшения расхода цемента песок разделяют на фракции. При этом предварительно его промывают от глинистых и пылевидных частиц и высушивают до влажности менее 1% в газовой сушильной установке.

Арматурные работы

Все операции по транспортированию, заготовке и обработке арматуры должны быть механизированы. Обязательным является устройство ограждений движущихся деталей механизмов (независимо от скорости их движения и высоты расположения).

Корпуса станков для обработки арматуры и трансформаторов необходимо заземлять, причем сопротивление заземлений не должно превышать 4 Ом.

Расстояние между станками – не менее 0,8 м с учетом их выступающих частей и максимальных размеров обрабатываемых изделий.

В процессе обработки арматурная сталь проходит ряд последовательных операций: резка и правка; гнутье; электросварка; транспортирование; сборка отдельных сеток и стержней в законченный арматурный каркас, подлежащий бетонированию в форме.

Правку и резку арматуры производят на правильно-отрезных станках, которые анкерными болтами крепятся к отдельным фундаментам. Тянущие ролики, шестерни и правильные барабаны станков закрывают глухими кожухами и щитками. (Рекомендуется устраивать электрическую блокировку электродвигателя и предохранительных щитков).

Бухтодержатели должны быть ограждены, при этом ограждение должно быть сетчатое металлическое высотой не менее 1,8 м и с дверью шириной не менее 0,7 м, сблокированной с приводом станка так, чтобы при открытой или неплотно закрытой двери привод автоматически отключался. Бухтодержатели располагают на расстоянии не менее 1,5 м от машин (правильные барабаны, катушки перемоточных станков, сварочное и другое оборудование).

Правильные устройства станков закрывают сплошным или сетчатым металлическим кожухом, сблокированным с приводом станка так, чтобы при снятом или неправильно установленном кожухе привод станка автоматически отключался.

Установку для перемотки проволоки ограждают по периметру сетчатыми металлическими ограждениями высотой не менее 1,8 м.

При изготовлении арматурных изделий и выполнении сварочных работ должно быть обеспечено удаление отходов производства, являющихся источником экологической опасности. Так, вредные вещества и аэрозоли, используемые при сварке, удаляют из воздуха рабочих зон вентилярованием. Расчетные параметры вентиляционных систем принимают, исходя из предельно допустимой концентрации наиболее вредных веществ (при плавленных флюсах – фтористого водорода и марганца; при керамических флюсах – окиси углерода, марганца, фтористого водорода).

Для сбора и удаления пыли и окалины станки для изготовления арматурных изделий должны быть присоединены к аспирационной системе, исключающей выделение запыленного воздуха в производственное помещение.

Формование изделий

На рабочих формовочных цехов неблагоприятное воздействие оказывают вибрация, шум, повышенная влажность воздуха, пыль, большие

физические нагрузки. Источниками вибрации в таких цехах являются виброплощадки, ручные вибраторы и вибрирующие устройства на бетоноукладчиках, формах и т.д.

Основной источник шума в формовочных цехах – виброплощадки. Для уменьшения уровня шума, производимого виброплощадкой, необходимо:

- исключить соударение формы с элементами виброплощадки (для этого форму следует надежно крепить к площадке электромагнитами, вакуум-присосками или механическими прижимами; при креплении прижимами между формой и стальной рамой виброплощадки устраивают упругие прокладки) и соударение между отдельными узлами виброплощадки, детали которой должны быть надежно закреплены;
- устранить большие люфты в шарнирах и замках самой формы;
- своевременно смазывать машины;
- укрыть привод виброплощадки и виброблоки звукоизолирующими кожухами;
- убрать все легкоподдающиеся колебаниям настилы и подмости, находящиеся рядом с виброплощадкой;
- устроить фундамент виброплощадки массивным, бетонным или железобетонным; полуметровое пространство между ним и грунтом следует заполнить прослойкой из щебня, а внутренние стены фундамента, обращенные к виброплощадке, облицовать звукопоглощающим материалом.

Тепловая обработка бетона

В настоящее время применяют главным образом следующие виды тепловой обработки бетона:

- пропаривание (в камерах пропаривания);
- запарка в автоклавах (при повышенном давлении);
- электротеплообработка.

Пропаривание изделий ведут при температуре 60-100 °С. Высокая температура пара резко поднимает давление в камере пропаривания. В связи с тем, что конструкция этих камер на такое давление не рассчитана, пар, пробивая водяные и песочные затворы и проходя через неплотности в крышках, устремляется в помещение цеха. Для уменьшения парения камер необходимо обеспечить герметизацию их элементов.

Камеры пропаривания, расположенные в закрытых цехах, имеют систему вытяжной вентиляции, которую включают перед открыванием каждой из камер для удаления из них паровоздушной среды и уменьшения температуры в самих камерах.

Блоки ямных камер имеют ходовые площадки шириной не менее 0,8 м, огражденные перилами высотой 1 м, которые обшиваются по низу на высоту 20 см. Глубина этих камер не должна превышать 2,8 м. В ямные камеры спускаются по постоянным или съемным металлическим лестницам. При выгрузке из камеры и их загрузке применяют автоматические траверсы и захватные приспособления.

На некоторых заводах применяют обработку бетонных изделий в гидротермальных камерах, представляющих собой резервуар, который наполнен водой, нагретой до 60 °С.

При необходимости осмотра конструкции и состояния оборудования камеры воду необходимо спустить, конвейер обесточить, а на пульте управления вывесить плакат: "Не включать – работают люди". Освещение внутри гидротермальных и туннельных пропарочных камер должно осуществляться от сети напряжением 12 В.

Хороший результат при тепловлажностной обработке бетона достигается путем запарки изделия в автоклавах под давлением 8-12 атм. Устройство, освидетельствование и эксплуатация автоклавов должны осуществляться в соответствии с требованиями действующих правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

Над автоклавами устраивают постоянные продольные смотровые площадки шириной не менее 1 м с перилами. Подъем на эти площадки осуществляют по стационарным металлическим лестницам.

Электротеплообработку осуществляют путем электропрогрева и электрообогрева.

Электропрогрев проводят при напряжении не выше 60 В; при этом стержни и закладные детали, выступающие из бетона, необходимо надежно заземлять и ограждать.

Электрообогрев проводят на любых участках работы только при снятом напряжении; при этом все линии электропитания должны быть надежно изолированы от возможных повреждений и прикосновений к ним, а участки электротеплообработки – ограждены.

Распалубка и подготовка форм к повторному использованию

Распалубливание изделий разрешается проводить только после достижения бетоном определенной прочности, которая зависит от технических условий. Если прочность бетона еще недостаточна, может произойти вытягивание монтажных петель и разрушение изделия при распалубке.

Изделия распалубливают на специально оборудованных постах, по возможности используя их одновременно как место чистки форм и поддонов от налипшего на них бетона.

Чаще всего в качестве распалубливающего механизма используют краны, грузоподъемность которых должна быть больше веса изделия вместе с формой. При этом изделие освобождают от всех откидных элементов форм и опалубки, обязательно стропят за все петли и снимают с поддона формы. Изделия больших размеров вынимают из форм только траверсой. В случае, если грузоподъемность крана меньше веса изделия с формой и рассчитана только на вес изделия, необходимо обеспечить распалубку таким образом, чтобы вес формы не передавался на кран. Когда свободная распалубка из-за конструкции форм или по другим причинам не гарантирована, следует предусмотреть отрыв изделия от поддона с помощью распалубочного устройства (обычно гидравлического).

На расформовку изделий значительно влияет чистота форм и качество их смазки. Формы очищают специальными инструментами: скребками, металлическими щетками на электро- или пневмоприводах и др. Наиболее распространены методы химической очистки форм и обмывки их водой под давлением. (Формы следует очищать не только снаружи, но и изнутри).

Очищенные формы смазывают на специально отведенных для этого местах с помощью пистолетов-распылителей или форсунок, к которым смазка поступает по шлангам из емкости под давлением, создаваемым насосами. Распылитель должен быть на длинной рукоятке, чтобы распыляемая эмульсия не попадала в верхние дыхательные пути. С целью недопущения разбрызгивания смазки, ее наносят на формы в специальных камерах или под защитными кожухами, оборудованными отсосами.

Процесс смазки можно механизировать также с помощью вращающихся мягких валиков, пропитанных смазочным составом. Смазку следует готовить и хранить в изолированных помещениях, оборудованных вентиляцией. В этих помещениях и местах расположения емкостей со смазкой необходимо соблюдать меры противопожарной безопасности.

1.3.9. Обеспечение электробезопасности

Электробезопасность обеспечивают в соответствии с правилами устройства электроустановок.

Для правильного выбора способа защиты от поражения электрическим током при замыкании на корпус необходимо знать, какая

электрическая сеть подведена к оборудованию. В зависимости от режима нейтрали электрической сети применяют: защитное заземление, зануление, защитное отключение.

Защитное заземление

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

Защитное действие заземления, основанное на снижении напряжения прикосновения при переходе напряжения на нетоковедущие части, достигается уменьшением потенциала корпуса относительно земли как за счет малого сопротивления заземления, так и за счет повышения потенциала примыкающей к оборудованию поверхности земли.

Защитному заземлению подлежат корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов и светильников, а также каркасы распределительных щитов и шкафов, металлические кабельные конструкции, соединительные муфты, металлические трубы электропроводки и другие токопроводящие нетоковедущие части, которые могут оказаться под напряжением в результате нарушения изоляции токоведущих частей. Совокупность конструктивно объединенных заземлений и заземляющих проводников представляет собой заземляющий проводник, который соединяет заземляющие части с заземлителем.

Заземлители бывают естественные и искусственные. Для заземления в первую очередь должны использоваться имеющиеся естественные заземлители. В качестве таких заземлителей используют электропроводящие части строительных и производственных конструкций и коммуникаций: арматуру железобетонных конструкций, трубопроводы, металлические оболочки кабелей (за исключением алюминиевых), обсадные трубы и т.д..

Искусственные заземлители представляют собой специально устраиваемые для заземления металлические конструкции (для других целей они не используются). Чаще всего эти заземлители выполняют в виде вертикальных электродов, связанных горизонтальными электродами. В качестве вертикальных электродов применяют стальные стержни диаметром 10-14 мм и длиной 5 м и более, реже – уголки размером от 40×40 мм до 60×60 мм, длиной – 2,5-3 м. В качестве же горизонтальных электродов и заземляющих проводников применяют полосовую сталь сечением не менее 4×12 мм и стальные прутки диаметром не менее 6 мм.

Заземляющий проводник представляет собой проводник, соединяющий заземляющие части с заземлителем. Если заземляющий проводник имеет два или более ответвлений, он называется магистралью заземления.

В зависимости от расположения заземлителей по отношению к заземленному оборудованию заземляющие устройства бывают: выносные, контурные.

Выносные заземляющие устройства должны быть сосредоточены на некотором расстоянии от заземляемого оборудования и соединены с ним заземляющими проводниками. Из-за значительного удаления заземлителей оборудование располагают за пределами зоны растекания тока замыкания на землю; при этом коэффициент напряжения прикосновения равен единице. Человек, прикоснувшийся к корпусу оборудования, попадает под напряжение, равное напряжению корпуса относительно земли:

$$U = U_k = I \cdot R.$$

Таким образом, выносное заземление отвечает условиям электробезопасности в том случае, когда напряжение на корпусе не превышает допустимого значения и обеспечивает электробезопасность только за счет небольшого сопротивления заземляющего устройства.

При значительных токах замыкания на землю (как это имеет место в современных электроустановках) невозможно получить на корпусе допустимое напряжение относительно земли снижением сопротивления заземляющего устройства. В этом случае применяется контурное заземление.

В контурном заземляющем устройстве заземлители располагают по периметру и внутри площадки, на которой установлено заземляющее оборудование. При замыкании на корпус происходит растекание тока заземлителей, расположенных в вершинах сетки с определенным шагом; при этом на поверхности площадки появляется повышенный потенциал по отношению к примыкающей к ней территории. График распределения таких потенциалов можно получить, применяя принципы их наложения, просуммировав при этом потенциалы от каждого заземлителя. Благодаря этому потенциалы корпусов оборудования и поверхности грунта выравниваются, а напряжения прикосновения на территории площадки оказываются незначительными.

На выходе из площадки, под которой располагается контурное заземление, напряжение шага оказывается высоким. Для его уменьшения в местах проходов и проездов в грунт закладываются ме-

таллические шины, не соединенные с заземляющим устройством и друг с другом.

Расчет заземления выполняют упрощенным (как правило, при однородном строении грунта) и статическим (при двухслойном строении грунта) методами.

Исходными данными для расчета заземления являются:

- напряжение заземляемой установки;
- режим нейтрали сети;
- ток замыкания на землю при напряжении свыше 1000 В;
- удельное сопротивление грунта;
- план размещения заземляемого оборудования;
- характеристика заземлителей (сопротивление растеканию, их количество и размеры).

Расчет заземления (рис.2, 3) выполняют в такой последовательности:

- определяют допустимое сопротивление заземляющего устройства. Приняты два метода расчета заземлителей: по допустимому сопротивлению или по допустимому напряжению прикосновения и шага. Расчет по допустимому сопротивлению ведут, выбрав требуемое сопротивление заземления в соответствии с правилами устройства электроустановок. При расчете по допустимому напряжению прикосновения и шага определяют сопротивление заземления, при котором это напряжение не будет превышать допустимых значений:

$$R_{\text{заз}} \leq U/I_{\text{заз}} \alpha,$$

$$R_{\text{заз}} \leq U/I_{\text{заз}} \beta;$$

- вычисляют расчетное удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м:

$$\rho_{\text{расч}} = \rho \cdot \varphi,$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, Ом·м (табл.9);

φ – коэффициент сезонности (табл.1П7, 2П7);

- при возможности использования естественных заземлителей находят сопротивление растеканию этих заземлителей $R_{\text{ест}}$ путем измерений или расчетом по формулам, приведенным в табл.10, или по методике, изложенной в ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ "Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление".

Таблица 9

Наименование грунта и воды	Возможные пределы колебаний	Удельные электрические сопротивления различных грунтов и воды при влажности 10-20% по отношению к массе грунта, Ом·м
Грунт:		
– глина	8-70	40
– суглинок	40-150	100
– песок	400-700	700
– супесок	150-400	300
– торф	10-30	20
– чернозем	9-53	20
– садовая земля	30-60	40
– каменистый	500-800	-
– скалистый	10^4-10^7	-
Вода:		
– морская	0,2-1	-
– речная	10-100	-
– прудовая	20-50	-
– грунтовая	20-70	-
– в ручьях	10-60	-

При $R_{\text{ест}} \leq R_{\text{доп}}$ устройство искусственных заземлителей не требуется, а при $R_{\text{ест}} > R_{\text{доп}}$ необходимо кроме естественных заземлителей использовать искусственные заземлители.

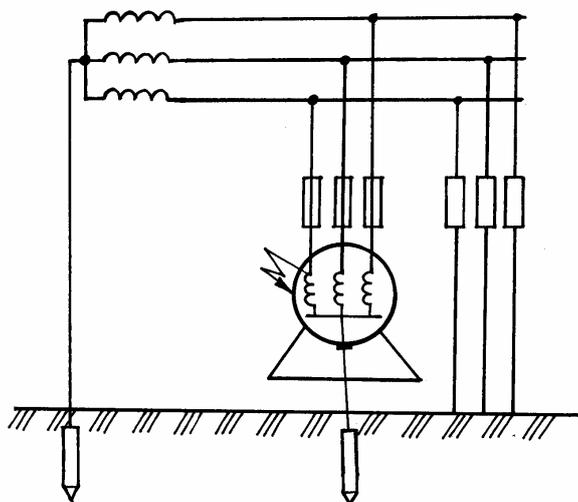


Рис.2. Схема защитного заземления

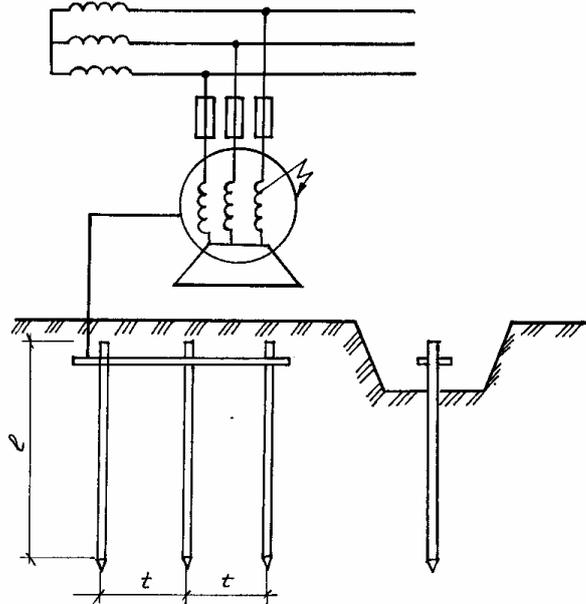


Рис.3. Схема заземляющего устройства

Когда естественные заземлители не используются, требуемое сопротивление искусственных заземлителей не должно превышать допустимое сопротивление заземляющего устройства, то есть $R_{и} \leq R_{доп}$; если же используются параллельно соединенные естественные и искусственные заземлители, то требуемое сопротивление $R_{треб}$ определяют по формуле

$$R_{треб} = R_{ест} \cdot R_{доп} / R_{ест} + R_{доп};$$

– выбирают материал, тип и размеры заземлителей (в качестве заземлителей чаще всего применяют уголкового или трубчатые металлические электроды, размещаемые в земле вертикально и соединяемые между собой горизонтальной металлической полосой).

Сопротивление одиночного заземлителя R_1 и соединительной полосы $R_{пол}$ определяют по формулам, приведенным в табл.10.

– при условии, что сопротивление единичного заземлителя не более требуемого сопротивления искусственных заземлителей ($R_1 \leq R_{доп}$) принимают один искусственный заземлитель и определяют эквивалентное сопротивление заземляющего устройства. При $R_1 > R_{доп}$ необходимо применять несколько искусственных заземлителей, соединенных между собой параллельно;

– рассчитывают необходимое число параллельно соединенных между собой вертикальных искусственных заземлителей:

$$n = R_1 / R_{пол} \cdot \eta,$$

где η – коэффициент использования электродов заземлителей, учитывающий их взаимное экранирование (выбирают ориентировочно по табл.1П8).

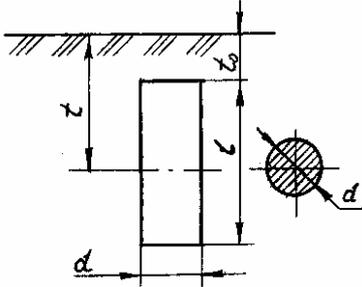
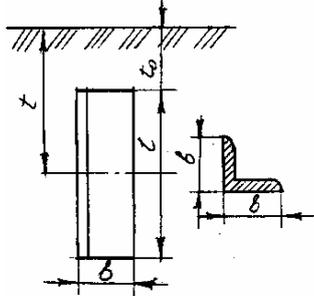
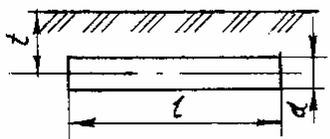
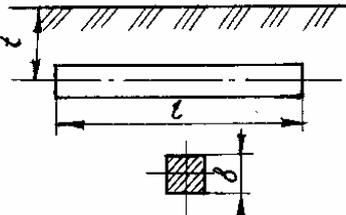
Полученное число заземлителей округляют до целого числа n , находят фактический коэффициент использования заземлителей и определяют фактическое сопротивление искусственных заземлителей

$$R_{\text{факт}} = R_1/n \cdot \eta_{\text{факт}};$$

– определяют сопротивление растеканию тока соединительной полосы (она используется для связи вертикальных заземлителей), как сопротивление протяженного горизонтального полосового электрода, расположенного в грунте, с учетом коэффициента использования полосы (табл.2П8)

$$R_{\text{пол}} = R_e/\eta;$$

Т а б л и ц а 10

Виды заземлителей	Схема заземления	Формулы для определения сопротивления одиночных заземлителей
1	2	3
Трубчатый или стержневой		$R_{\text{зас}} = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right)$ <p>$(l \gg d; t_0 \geq 0,5 \text{ м})$</p>
Угловой		$R_{\text{зас}} = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2,1}{b} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right)$ <p>$(l \gg b; t_0 \geq 0,5 \text{ м})$</p>
Протяженный круглого сечения		$R_{\text{зас}} = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{l^2}{dt}$ <p>$(l \geq 5t; l \gg d)$</p>
Протяженный полосовой		$R_{\text{зас}} = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{l^2}{bt}$ <p>$(l \geq 5t; l \gg b)$</p>

– определяют фактическое сопротивление растеканию тока заземляющего устройства из вертикальных заземлителей и соединительной полосы как эквивалентное сопротивление при параллельном соединении этих заземлителей:

$$R_{\text{общ}} = R_{\text{факт}} \cdot R_{\text{пол}} / R_{\text{факт}} + R_{\text{пол}};$$

– вычисляют эквивалентное сопротивление заземляющего устройства при использовании параллельного соединения естественных и искусственных заземлителей:

$$R_{\text{экв}} = R_{\text{ест}} \cdot R_{\text{общ}} / R_{\text{ест}} + R_{\text{общ}}.$$

При отсутствии естественных заземлителей $R_{\text{экв}} = R_{\text{общ}}$.

Полученное эквивалентное сопротивление не должно превышать допустимое сопротивление заземляющего устройства $R_{\text{экв}} \leq R_{\text{доп}}$ (табл.11).

Т а б л и ц а 11

Характеристика электроустановок	Наибольшее допустимое сопротивление защитных заземляющих устройств в электроустановках, Ом·м
1	2
Защитные заземляющие устройства (если они выполнены с соблюдением требований к их сопротивлению) электроустановок сети с эффективно заземленной нейтралью и с напряжением выше 1000 В	0,5
Защитные заземляющие устройства электроустановок сети с изолированной нейтралью и с напряжением: – до 1000 В – выше 1000 В	125/ <i>I</i> , но не более 10 (<i>I</i> – расчетный ток замыкания на землю, А) 250/ <i>I</i> , но не более 10
Защитные заземляющие устройства электроустановок сети с напряжением до 1000 В, генераторов или трансформаторов с изолированной нейтралью мощностью: – до 10 кВ·А – более 100 кВ·А	10
	4

Сопротивление заземляющей сети в общем сопротивлении заземляющего устройства обычно не учитывается. Однако при больших расстояниях между заземлителями и заземляемым оборудованием, а также при малых допустимых сопротивлениях заземляющего устройства сопротивление заземляющих проводников может существенно влиять на сопротивление заземляющего устройства. В таком случае сопротивление заземляющих проводников определяют как сопротивление проводника максимальной длины от заземлителей до заземляемого объекта или как сумму сопротивлений проводников при различном их сечении. При этом общее сопротивление заземляющего устройства будет равно сумме сопротивлений заземляющих проводников и сопротивления растеканию тока заземлителей. Эта величина не должно превышать допустимое сопротивление:

$$R_{\text{экв}} + R_{\text{общ}} = R_{\text{доп}}$$

Зануление

Зануление – это преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Задача зануления та же, что и защитного заземления, – ликвидация опасности поражения электрическим током при нарушении изоляции и появления на корпусах оборудования опасного напряжения.

Область применения зануления – трехфазные четырехпроводниковые сети напряжением до 1000 В с заземленной нейтралью.

Следует иметь в виду, что при занулении корпуса электрооборудование соединяется не с заземлителями, а с нулевым проводом.

Схема зануления (рис.4) включает следующие элементы:

- нулевой провод;
- заземление нейтрали источника питания;
- повторные заземления нулевого провода.

Нулевой провод служит для создания цепи с малым сопротивлением при замыкании фазы на корпус и для превращения этого замыкания в однофазное короткое замыкание, вызывающее срабатывание максимальной токовой защиты.

Заземление нейтрали источника питания предназначено для снижения напряжения нулевого провода относительно земли при замыкании фазы на землю.

Повторное заземление нулевого провода представляет собой заземление, выполненное через определенные промежутки по всей длине нулевого провода. Такое заземление не влияет на отключение

поврежденного оборудования. Однако оно позволяет снизить напряжение нулевого провода и зануленного оборудования относительно земли при замыкании фазы на корпус как при нормальном режиме, так и при обрыве нулевого провода.

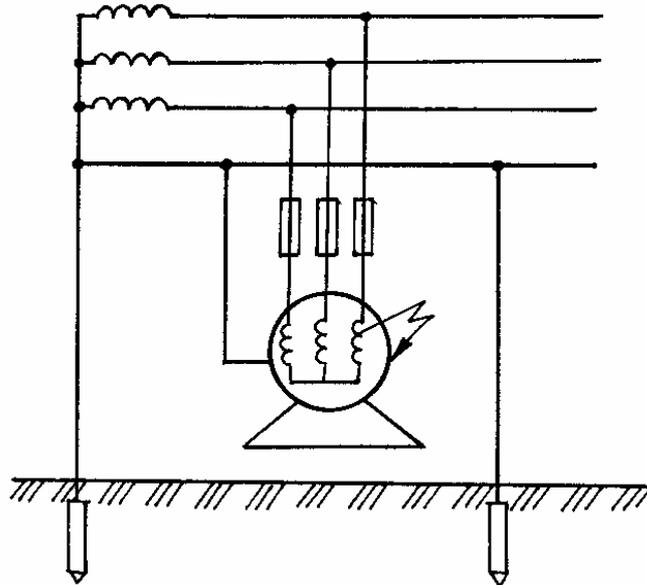


Рис.4. Схема зануления

Зануление обеспечивает безопасность работающих путем быстрого отключения поврежденного оборудования, поэтому основное требование к занулению – вызвать срабатывание максимальной токовой защиты (плавкого предохранителя, автоматического выключателя), которая селективно отключит поврежденный участок сети. Кроме того, зануление снижает потенциалы корпусов, появляющиеся в момент замыкания на землю. При замыкании на зануленный корпус ток короткого замыкания проходит по обмотке трансформатора, фазный и нулевой провод; при этом величина тока зависит от фазного напряжения U_{ϕ} и полного сопротивления цепи короткого замыкания:

$$I_{\text{к}} = \frac{U_{\phi}}{Z_{\text{т}}/3 + Z_{\phi} + Z_{\text{н}}},$$

где $Z_{\text{т}}$, Z_{ϕ} , $Z_{\text{н}}$ – полные сопротивления соответственно: трансформатора, фазного и нулевого проводов, Ом.

Сопротивления имеют активную и индуктивную составляющие, т.е. $Z_{\text{н}} = Z_{\phi} + Z_{\text{н}} + jX_{\text{н}}$ – комплекс полного сопротивления петли фаз-нуль.

Допустимо применять приближенную формулу для действительного значения (модуля) тока короткого замыкания $I_{\text{к}}$, А, в котором

модули сопротивлений трансформатора и петли "фаза-нуль" (Z_T и Z_n), Ом, складываются арифметически:

$$I_k = \frac{U_\phi}{Z_T/3 + Z_n},$$

при этом величина Z_n состоит из ряда последовательно включенных сопротивлений, Ом:

$$Z_n = \sqrt{(R_\phi + R_n)^2 + (X_\phi + X_n + X_n)^2},$$

где R_ϕ и R_n – активные индуктивные сопротивления фазного и нулевого проводов соответственно, Ом;

X_ϕ и X_n – внутренние индуктивные сопротивления фазного и нулевого проводов соответственно, Ом;

X_n – внешнее индуктивное сопротивление петли "фаза-нуль", Ом.

Зануление вычисляют для определения условий, при которых оно надежно выполняет свои задачи: быстро отключает поврежденную установку от сети и обеспечивает безопасность прикосновения человека к зануленному корпусу в аварийный период. С учетом этого зануление рассчитывают на отключающую способность (то есть рассчитывают силу тока однофазного короткого замыкания и сравнивают его кратность по отношению к силе тока устройства максимальной токовой защиты с допустимыми значениями), а также на безопасность прикосновения к корпусу как при замыкании фазы на землю (расчет заземления нейтрали), так и при замыкании ее на корпус (расчет повторного заземления нулевого защитного проводника).

Расчет зануления на отключающую способность проводят с учетом того, что автоматическое отключение имеет место при условии $I_k \geq kI_{ном}$ или

$$\frac{U_\phi}{Z_m/3 + \sqrt{(R_\phi + R_n)^2 + (X_\phi + X_n + X_n)^2}} \geq kI_{ном},$$

где k – коэффициент кратности тока (для плавких предохранителей $k \geq 3$, во взрывоопасных помещениях $k \geq 4$; для автоматического выключения $k = 1,4$ при $I_{ном} < 100$ А и $k = 1,25$ при $I_{ном} \geq 100$ А);

$I_{ном}$ – номинальный ток плавкой вставки предохранителя или ток срабатывания автоматического выключателя, А.

Сечение нулевого защитного проводника и материал, из которого он изготовлен, согласно правилам устройства электроустановок

принимают при условии, что полная проводимость его составляет не менее 50% полной проводимости фазного провода ($Z_n \leq 2Z_\phi$). Полное же сопротивление трансформатора берут из справочной литературы. (в зависимости от мощности трансформатора, напряжения и схемы соединения его обмоток) Для некоторых трансформаторов с низшим напряжением 400/230 В значения Z_T приведены в табл.12.

Т а б л и ц а 12

Мощность трансформатора, кВ·А	Номинальное сопротивление обмотки высшего напряжения, кВ	Полное сопротивление трансформатора Z_n , Ом, при схеме соединения обмоток	
		Y/Y_n	Δ/Y_n
25	6-10	3,110	0,906
40	6-10	1,949	0,562
63	6-10	1,237	0,360
	20-35	1,136	0,407
100	6-10	0,799	0,327
	20-35	0,764	0,226
160	6-10	0,487	0,141
	20-35	0,478	0,203

Активное сопротивление фазного R_ϕ и нулевого R_n проводов, Ом, определяют с учетом сечения S , мм², длины l , м, и материала проводников (для меди $\rho = 0,018$, для алюминия $\rho = 0,028$ Ом·мм²/м):

$$R_\phi = \frac{\rho l}{S}; \quad R_n = \frac{\rho l}{S}.$$

Внутреннее индуктивные сопротивления фазного X_ϕ и нулевого X_n проводов для медных и алюминиевых проводников сравнительно малы, поэтому ими можно пренебречь. Внешнее индуктивное сопротивление

$$X_n = 0,1256 \ln \frac{2a}{d},$$

где a – расстояние между проводами, м;

d – диаметр проводов, м.

При малых значениях a , соизмеримых с диаметром проводов, внешнее индуктивное сопротивление незначительно (не более 0,1 Ом/км) и им можно пренебречь.

Расчет сопротивления заземления нейтрали. Сопротивление заземления нейтрали источника тока R_o , Ом, должно

быть таким, чтобы в случае замыкания какой-либо фазы на землю через сопротивление повторного заземления $R_{зм}$, Ом, напряжение, под которым окажется человек, прикоснувшийся к зануленному корпусу или к нулевому защитному проводу, не превышало некоторого допустимого напряжения прикосновения $U_{пр.доп}$, то есть

$$U_k \alpha_1 \alpha_2 \leq U_{пр.доп},$$

где U_k – напряжение зануленного корпуса (нулевого защитного проводника) относительно земли, В;

α_1 – коэффициент напряжения прикосновения, зависящий от формы заземлителя;

α_2 – коэффициент напряжения прикосновения, зависящий от сопротивления тела человека.

$$U_k = I_{зам} \cdot R_o,$$

здесь $I_{зам}$ – ток замыкания на землю, А.

При наиболее тяжелых реальных условиях человек, касаясь зануленного корпуса, должен находиться за пределами зоны растекания тока замыкания на землю (то есть $\alpha_1 = 1$); при этом сопротивление растеканию тока ног человека незначительно по сравнению с сопротивлением тела человека и им можно пренебречь (то есть $\alpha_2 = 1$). В сети отсутствуют повторные заземления нулевого защитного проводника.

Тогда

$$U_{пр.доп} \geq I_{зам} R_o = U_{\phi} \frac{R_o}{R_o + R_{зaz}},$$

где $R_{зaz}$ – сопротивление заземления при замыкании фазы на землю. Откуда

$$R_o = R_{зaz} \cdot \frac{U_{пр.доп}}{U_{\phi} - U_{пр.доп}},$$

$$U_{пр.доп} = 42 \text{ В}; \quad R_{зaz} = 15 \text{ Ом}.$$

Общее сопротивление заземления нейтрали источника тока представляет собой сопротивление заземления нейтрали (вывода) с учетом естественных заземлителей и заземлителей повторных заземлений (табл.13).

Т а б л и ц а 13*

Напряжение источников тока, В		Нормируемые значения сопротивлений заземляющих устройств (не более), Ом			
линейное трехфазной сети	номинальное однофазной сети	Нейтралы генераторов (трансформаторов) или вывода источника однофазного тока с сопротивлением		Заземление повторных заземлений с сопротивлением	
		общим	только нейтрали	общим	каждого заземлителя
660	380	2	15	5	15
380	220	4	30	10	30
220	127	8	60	20	60

Согласно требованиям правил техники безопасности, сопротивление заземления нейтрали источника тока (генератора, трансформатора) в любое время года должно быть при напряжении 220/127 В не более 8 Ом, при 380/220 В – 4 Ом и при 660/380 В – 2 Ом. При удельном электрическом сопротивлении земли ρ , превышающем 100 Ом·м, допускается увеличивать указанные значения сопротивления заземления нейтрали источника тока до значений $\rho/100$, но не более чем в 10 раз.

Расчет сопротивления повторного заземления нулевого защитного проводника. До срабатывания защиты на всех элементах цепи зануления кратковременно появляется напряжение. Для снижения этого напряжения как при исправном (целом), так и при неисправном (имеющем разрыв) нулевом защитном проводе используют заземлители повторного заземления, устанавливаемые на воздушных линиях через 200 м друг от друга на всех ответвлениях длиной более 250 м и на вводах в зданиях.

При замыкании фазы на корпус защитный проводник на участке, следующем за ближайшим к месту замыкания участком повторного заземления, и зануленное оборудование оказываются под напряжением, В, относительно земли, наибольшее значение которого

$$U_{\max} = \frac{I'_{\text{зам}}}{n} \cdot R_{\text{повт}},$$

*Таблица приведена по ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. "Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление".

где $I'_{\text{зам}}$ – часть тока однофазного короткого замыкания, стекающая в землю через заземлители повторного заземления нулевого провода, А;

n – количество повторных заземлений нулевого провода, шт.;

$R_{\text{повт}}$ – сопротивление одного повторного заземления, Ом.

Для устранения опасности поражения людей током до момента отключения защитной поврежденной установки необходимо, чтобы U_{max} не превышало $U_{\text{пр.доп}}$. Это условие может быть выполнено при определенном значении $R_{\text{п}}$, которое может быть найдено из выражения

$$U_{\text{пр.доп}} \geq U_{\text{max}} = \frac{I''_{\text{зам}}}{n} \cdot R_{\text{п}} = \frac{I_{\text{п}} Z_{\text{н}}}{(R_{\text{о}} + R_{\text{п}} \cdot n) / n} R_{\text{п}},$$

откуда

$$R_{\text{п}} \leq n R_{\text{о}} \frac{U_{\text{пр.доп}}}{I''_{\text{зам}} Z_{\text{н}} - U_{\text{пр.доп}}},$$

где $I''_{\text{зам}}$ – часть тока однофазного короткого замыкания, проходящая по нулевому проводу от места замыкания фазы на корпус до нейтральной точки источника тока, А; при этом величина сопротивления

$$Z_{\text{н}} = \sqrt{R_{\text{н}}^2 + (X_{\text{н}} + 0,5X_{\text{п}})^2}.$$

При $I_{\text{н}} = I_{\text{к}}$ сопротивление одного повторного заземления

$$R_{\text{повт}} \leq n R_{\text{о}} \frac{U_{\text{пр.доп}}}{I_{\text{к}} Z_{\text{н}} - U_{\text{пр.доп}}}.$$

В случае же, когда $X_{\text{н}} = X_{\text{п}} = 0$, а $I_{\text{к}} Z_{\text{н}} = 2/3 U_{\text{ф}}$, это уравнение принимает вид

$$R_{\text{повт}} \leq n R_{\text{о}} \frac{U_{\text{пр.доп}}}{2/3 U_{\text{ф}} - U_{\text{пр.доп}}}.$$

Согласно правилам техники безопасности, общее сопротивление растеканию тока заземлителей всех повторных заземлений нулевого провода каждой воздушной линии в наиболее неблагоприятное время года должно быть не более 5, 10 и 20 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В, при этом сопротивление растеканию тока каждого из повторных заземлений не должно превышать 15, 30 и 60 Ом соответственно при таких же напряжениях.

Защитное отключение

Защитное отключение – это быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения током.

Устройства защитного отключения должны осуществлять:

- защиту при глухих и неполных замыканиях на землю;
- автоматический контроль изоляции, цепей заземления или зануления;
- самоконтроль. Чтобы эти устройства выполняли защитные функции, они должны обладать достаточной чувствительностью, быстродействием (время срабатывания не должно превышать 0,2 с), стабильностью, надежностью, помехоустойчивостью и т.д.).

Защитное отключение можно применять как единственную меру защиты от поражения электрическим током (взамен защитного заземления или зануления) и как основную меру защиты (одновременно с защитным заземлением или занулением), в дополнение к защитному заземлению или занулению. Если защитное отключение применяют как единственную меру защиты от поражения электрическим током, то в его схеме должен быть также предусмотрен самоконтроль, а если как основную меру защиты в дополнение к защитному заземлению или занулению, то в его схеме должно быть предусмотрено обеспечение безопасности при прикосновении к заземленным или зануленным частям оборудования.

1.4. Санитарно-гигиенические мероприятия

На состояние здоровья и работоспособность человека могут отрицательно действовать различные вредные производственные факторы. В связи с этим необходимо предусматривать санитарно-технические мероприятия по предотвращению их воздействия на обслуживающий персонал.

1.4.1. Микроклимат производственных помещений

Мероприятия по созданию микроклимата в производственных помещениях способствуют созданию необходимых условий труда.

К показателям, характеризующим микроклимат производственных помещений, относятся:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;

– интенсивность теплового излучения.

Микроклимат зависит от периода года, категории физических работ и интенсивности теплового излучения согласно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны". Различают два периода года: теплый и холодный.

Теплый период года характеризуется среднесуточной температурой воздуха $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше, а холодный – ниже $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В зависимости от общих энергозатрат организма физические работы подразделяются на категории (табл.1П9):

- легкие (категория I);
- средней тяжести (категория II);
- тяжелые (категория III).

К легким физическим работам относятся виды деятельности с расходом энергии не более 150 ккал/ч (174 Вт), к физическим работам средней тяжести – виды деятельности с расходом энергии в пределах 150-250 ккал/ч (175-290 Вт), и к тяжелым физическим работам – виды деятельности с расходом энергии более 250 ккал/ч (290 Вт).

При нормировании микроклимата учитываются оптимальные и допустимые условия.

Оптимальные показатели микроклимата устанавливаются на всю рабочую зону, а допустимые – дифференцированно для постоянных и непостоянных рабочих мест, причем только в тех случаях, когда согласно производственным требованиям, а также технологическим и экономическим причинам не обеспечиваются оптимальные нормы микроклимата. Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, представленным в табл.2П9.

В кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами и в производственных помещениях при выполнении работ операторского типа, связанных с нервно-эмоциональным напряжением, следует соблюдать оптимальные величины температуры воздуха $22-24\text{ }^{\circ}\text{C}$, его относительную влажность – 60-40 % и скорости движения – не более 0,1 м/с.

При наличии теплового облучения температура воздуха на постоянных рабочих местах не должна превышать верхних границ оптимальных значений температуры для теплого периода года, а на непостоянных рабочих местах – верхних границ допустимых значений температуры для постоянных рабочих мест (табл.2П9).

Для обеспечения работоспособности и здоровья работающих необходимо создавать в рабочей зоне производственных помещений опти-

мальные микроклиматические условия в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005-88. С этой целью сначала определяют категорию тяжести выполняемых физических работ, а затем устанавливают, какие показатели микроклимата должны поддерживаться в производственных помещениях (температура, скорость движения воздуха и относительная влажность воздуха для теплого и холодного периодов года для постоянных и непостоянных рабочих мест).

1.4.2. Воздух рабочей зоны

Классификация вредных веществ по степени опасности

Большинство технологических процессов на предприятиях строительных материалов сопровождается выделением в воздух рабочей зоны различных вредных веществ в виде пыли, влаги, аэрозолей и газов.

Пыль (цементная, песчаная, известковая) поступает от организованных и неорганизованных источников загрязнения. К организованным источникам образования пыли относятся выбросы от пылеочистного оборудования (фильтры и циклоны), а к неорганизованным – дробильно-помольное оборудование, узлы пересыпки, загрузки и разгрузки оборудования, бетоносмесительные установки, сушильные барабаны, склады сыпучих материалов, арматурные цеха и др.

Металлическая пыль образуется при резке арматуры, а аэрозоли и газы – при сварке и резке металла (в зависимости от типа используемых электродов выделяется сварочная аэрозоль, марганец и его оксиды, а также хром, фториды, оксид кремния, оксид азота и азот углерода). Источниками образования водяных паров являются пропарочные камеры и автоклавы.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать их предельно допустимых концентраций (ПДК) (табл.1П10).

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ разнонаправленного действия их ПДК остаются такими же, как и при изолированном воздействии этих же веществ на организм человека.

При одновременном же содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия сумма отношений фактических концентраций каждого из этих веществ (K_1, K_2, \dots, K_n) к их ПДК ($ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_n$) не должна превышать единицы:

$$\frac{K_1}{ПДК_1} + \frac{K_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{K_n}{ПДК_n} \leq 1.$$

Все вредные вещества по степени воздействия на организм человека подразделяются на четыре класса опасности: 1-й – вещества чрезвычайно опасные, 2-й – высокоопасные, 3-й – умеренно опасные, 4-й – малоопасные. Класс опасности вредных веществ определяют в зависимости от показателей, приведенных в табл.2П10.

Средства нормализации воздушной среды в производственных помещениях

К средствам нормализации воздушной среды в производственных помещениях относятся:

- вентиляция;
- кондиционирование;
- отопление.

Самым эффективным из этих средств является вентиляция. В зависимости от способа перемещения воздуха вентиляция подразделяется на естественную и искусственную (механическую).

При естественной вентиляции воздухообмен осуществляется за счет разности температур воздуха в помещении и наружного воздуха (тепловой напор) или действия ветра (ветровой напор). Естественная вентиляция может быть организованной и неорганизованной. Наиболее распространенным видом организованной вентиляции является аэрация. При такой вентиляции воздух подается на высоте 1,2-1,5 м над полом в места с наименьшим выделением вредных веществ, влаги или тепла и удаляется из наиболее загрязненных зон. В зимнее же время наружный воздух подается на высоте 5-7 м через верхний ярус створок в стенах с таким расчетом, чтобы, опускаясь до рабочей зоны, он успел нагреться.

При неорганизованной естественной вентиляции воздухообмен осуществляется за счет вытеснения наружным холодным теплого воздуха через окна, щели и двери.

Естественная вентиляция экономична, проста в эксплуатации, но имеет существенные недостатки: она применима в основном только там, где нет больших выделений вредных веществ и где приточный воздух поступает в производственные помещения необработанным (не подогревается, не увлажняется и не очищается от вредных примесей).

Искусственная вентиляция устраняет недостатки естественной вентиляции. При искусственной вентиляции воздухообмен достигается за счет напора, создаваемого центробежным и осевым вентиляторами.

В зависимости от направления потока воздуха вентиляция бывает приточной, вытяжной и приточно-вытяжной.

Приточная вентиляция обеспечивает подачу чистого воздуха в помещения. Вытяжная вентиляция предназначена для удаления из помещений теплоизбытков и загрязненного воздуха. Приточно-вытяжная вентиляция, как правило применяется во всех производственных помещениях, где необходим повышенный и особо надежный воздухообмен. В холодное время года в целях экономии тепла применяется рециркуляция воздуха в системах приточно-вытяжной вентиляции. При такой рециркуляции часть воздуха, удаляемого из помещений, после соответствующей очистки от вредных примесей снова направляется в помещение.

По зоне действия различают вентиляцию общеобменную, местную и смешанную (комбинированную).

При общеобменной вентиляции происходит обмен воздуха во всем помещении. Такая вентиляция применяется в тех случаях, когда выделения вредных веществ незначительны и равномерно распределены по всему объему помещения.

Местная вентиляция предназначена для удаления вредных веществ или теплоты непосредственно из зоны их выделения, что предотвращает распространение этих веществ по всему объему производственного помещения. Местная вентиляция бывает вытяжной (местные отсосы в виде панелей, вытяжных шкафов, кожухов, вытяжных зонтов и др.) и приточной (в виде воздушных завес).

Вытяжная вентиляция предназначена для удаления вредных веществ непосредственно от мест их образования или выделения. При этом для удаления теплоты, влаги, газов, аэрозолей и пыли используют местные отсосы.

В качестве местных отсосов у тепловых источников и при проведении сварочных работ на постоянных местах применяют отсасывающие панели:

- без экрана (рис. 5,а);
- с экраном (рис. 5,б);
- комбинированные (рис. 5,в).

Их размещают сбоку от источника выделения вредных веществ на расстоянии $a = 0-8$ м. Если удаляемые вредные вещества легче воздуха, то их отсос производится сверху панели, а если тяжелее, то снизу панели.

Объем воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$, удаляемого панелью:

$$L_1 = cq_k^{1/3} \cdot (a_1 + b)^{5/3},$$

где c – коэффициент пропорциональности;

q_k – конвективный тепловой поток, выделяемый источником загрязнения, Вт;

a_1 – расстояние от верхней плоскости источника загрязнения до центра всасывающих отверстий панели;

b – ширина источника загрязнения вредных веществ.

При этом коэффициент пропорциональности зависит от конструкции панели и ее расположения относительно источника загрязнения. Так, при использовании панели без экрана (см.рис.5,а), коэффициент пропорциональности

$$C = 228(a_2/a_1 + b)^{2/3};$$

а с экраном (рис.5,б)

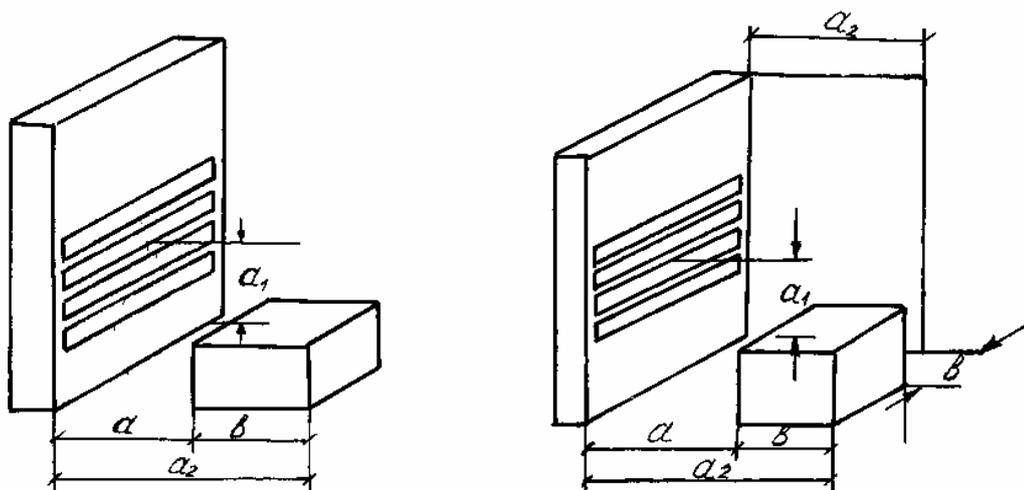
$$C = 228(a_2/a_1 + b)^{1/2} \cdot m,$$

где a_2 – расстояние от панели с экраном до внешней стороны источника загрязнения ($a_2 = a_1 + b$);

m – коэффициент, зависящий от относительного расстояния между источником и экраном.

а

б



в

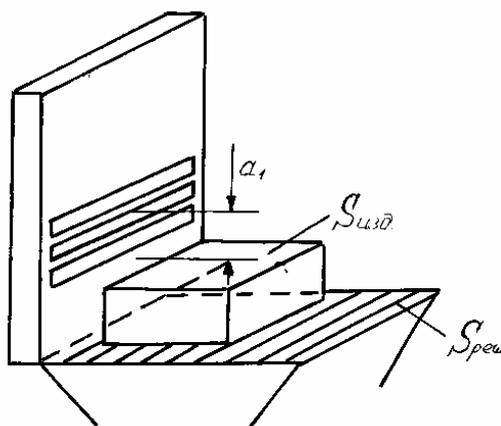


Рис.5. Схемы отсасывающих панелей:
а – без экрана; б – с экраном;
в – комбинированная с отсосом в одну сторону и вниз

При использовании комбинированной панели, предназначенной для удаления теплового потока, который содержит газы и крупную дисперсную пыль (см.рис.5,в), коэффициент пропорциональности

$$C = 1170 S_{\text{изд}} / S_{\text{реш}} (S_{\text{изд}} / S_{\text{реш}} - 1) + 650,$$

где $S_{\text{изд}}$ – площадь изделия или источника выделения вредных веществ, м²;

$S_{\text{реш}}$ – площадь решетки комбинированной панели, м².

При сварке небольших деталей на фиксированных местах (сварочные посты) для удаления вредных веществ используют панели С.А.Чернобережского (рис.6) размером 600х645 и 900х645 мм. Ширину панели выбирают на 100-200 мм меньше ширины стола.

При этом объем воздуха, м³/ч, удаляемого этой панелью, определяют по формуле

$$L_1 = 3600 S_{\text{сеч}} \cdot v_1,$$

где $S_{\text{сеч}}$ – площадь живого сечения панели ($S_{\text{сеч}} = 0,23 S_{\text{пан}}$; здесь $S_{\text{пан}}$ – площадь панели), м²;

v_1 – скорость воздуха в живом сечении панели (для вредных испарений и газов без пыли $v_1 = 2-3,5$; в смеси с горячей дисперсной пылью $v_1 = 3,5-4$), м/с.

Аэрозоли, образующиеся при работах на агрегатах автоматической и полуавтоматической сварки под слоем флюса, удаляют щелевидными местными отсосами, располагаемыми непосредственно у мест сварки на высоте 40-50 мм над флюсом. Длину щели отсоса над сварочным швом принимают в пределах 250-300 мм. При этом объем удаляемого воздуха

$$L_1 = k \sqrt[3]{I},$$

где I – сила сварочного тока, А;

k – поправочный коэффициент ($k = 12$ – при одном щелевом отсосе; $k = 16$ – при двух отсосах, располагаемых спереди и сзади сварочного трактора).

В тех случаях, когда источник выделения вредных веществ можно заключить внутри пространства, огражденного стенками, местные отсосы устраивают в виде вытяжных шкафов, кожухов и др.

При окраске изделия, развесе и расфасовке сыпучих материалов, а также при различных операциях, связанных с выделением вредных

аэрозоле и газов, находят широкое применение вытяжные шкафы (рис.7).

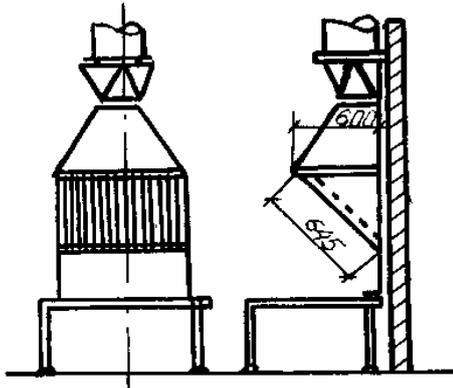


Рис.6. Местный отсос от сварочного поста (панель С.А.Чернобережского)

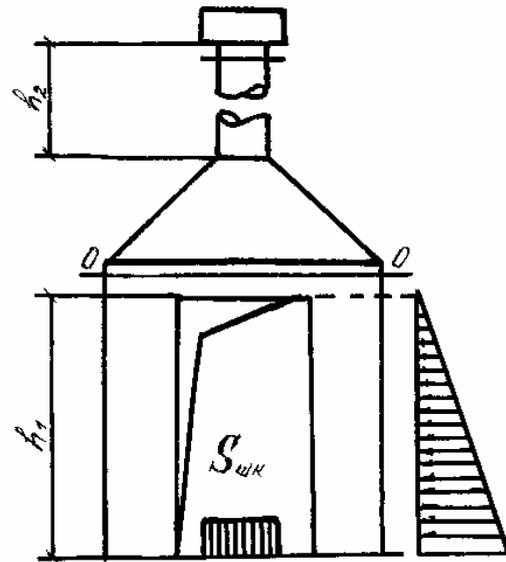


Рис.7. Вытяжной шкаф

Объем воздуха, м³/ч, удаляемого из вытяжного шкафа с тепловым источником естественным путем, определяют по формуле

$$L'_2 = 114 \sqrt[3]{h_1 Q S_{\text{шк}}^2},$$

где h_1 – высота открытого проема вытяжного шкафа, м;

Q – тепловыделения в вытяжном шкафу, Вт;

$S_{\text{шк}}$ – площадь открытого (рабочего) проема вытяжного шкафа, м².

Высота вытяжной трубы

$$h_2 = \frac{\sum \xi}{0,82(d_{\text{тр}}^4 / S_{\text{шк}}^2 \cdot h_1) - 0,02 / d_{\text{тр}}},$$

где $\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на пути движения удаляемого воздуха;

$d_{\text{тр}}$ – диаметр вытяжной трубы, м.

Объем воздуха, м³/ч, удаляемого из вытяжного шкафа механическим путем, вычисляют (при условии отсутствия удаления за-

грязнений через рабочий проем) с учетом степени токсичности выделяющихся вредных веществ:

$$L_2'' = 3600S_{\text{шк}} \cdot v'_{\text{ср}},$$

где $S_{\text{шк}}$ – площадь открытого (рабочего) проема вытяжного шкафа, м^2 , принимаемая равной 40-50 % его площади при полном раскрытии дверок этого шкафа;

$v'_{\text{ср}}$ – средняя скорость всасывания воздуха в сечении открытого проема вытяжного шкафа, м/с .

Местные отсосы используют, в частности, для удаления вредных веществ, при отделке столярно-строительных изделий; при этом выбор и расчет применяемых конструкций местных отсосов (рис.8) зависят от организации технологического процесса, способов окраски, состава лакокрасочных покрытий и характера окрашиваемых изделий.

Процесс отделки столярно-строительных изделий можно разделить на три стадии:

- подготовка поверхностей изделий к окраске;
- нанесение на изделия лакокрасочного материала;
- сушка изделий после окраски.

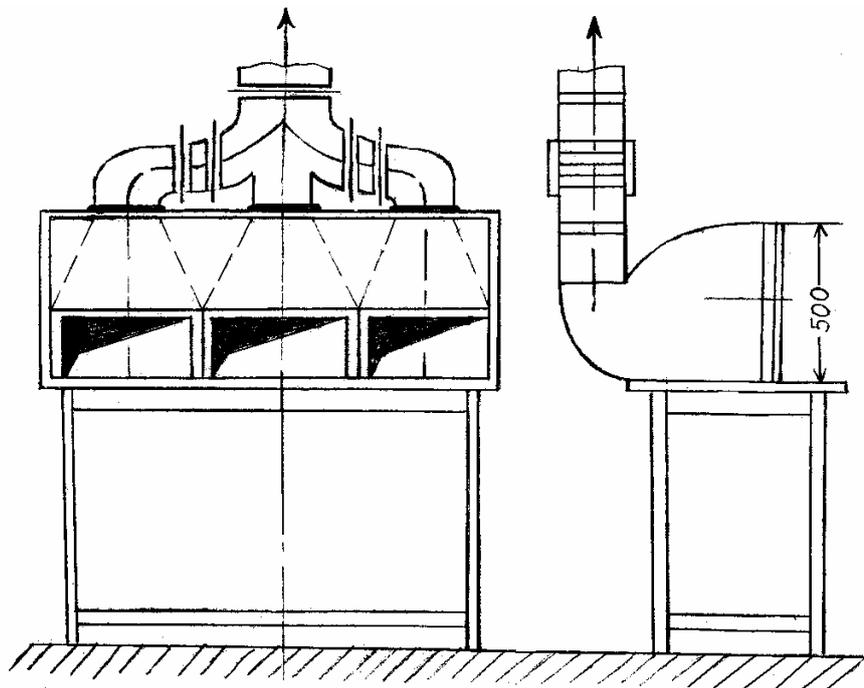


Рис.8. Местный отсос при кистевой окраске

Подготовка поверхности изделий к окраске заключается в удалении ржавчины и старой краски, а также в обезжиривании, шпатлевке и ошкуривке. Окраску изделий производят масляными красками, а также

составами, изготовленными на основе синтетических пленкообразователей.

Ассортимент применяемых для отделки лакокрасочных материалов очень разнообразен (масляные, алкидные, перхлорвиниловые, эпоксидные и другие краски и эмали) (табл.2П11). Большое распространение для окрашивания деревянных строительных изделий получили вододисперсионные краски, которые хорошо смачивают древесину и образуют покрытия, стойкие к колебаниям влажности. В тех случаях, когда к покрытиям предъявляют повышенные требования по водо- и атмосферостойкости, используют алкидные, перхлорвиниловые и мочевиноформальдегидные эмали.

Нанесение жидких лакокрасочных материалов на изделия осуществляют кистью, валиками, пневматическим, электростатическим, гидравлическим распылением; окунанием, обливом, протягиванием; электро- и химосаждением, электрополимеризацией.

Процесс окраски сопровождается выделением вредных веществ в виде паров растворителей (табл.1П11), твердых частиц пигмента белил, свинцового сурика, охры, сажи и капелек нелетучих жидких компонентов, распыляемых в воздухе.

Мелкие изделия окрашивают в шкафах-камерах различной конструкции (рис.9), изделия средних размеров – в камерах с боковым отсосом, которые могут быть тупиковыми и проходными с расположением рабочего места вне камеры (рис.10,а). В тупиковых камерах предусмотрен один рабочий проем (он же транспортный), а в проходных – один рабочий и два транспортных проема.

Окраску плоских изделий большой площади осуществляют в камерах с подвешенной рабочей площадкой и перемещающимися вместе с ней щитами, которые ограничивают площадь рабочего проема (рис.10,б).

Объем воздуха, удаляемого из шкафов-камер и камер с боковым отсосом, зависит от скорости всасывания воздуха через открытые проемы:

$$L_2 = 3600Sv''_{\text{cp}},$$

где S – суммарная площадь рабочих транспортных проемов, м²;

v''_{cp} – средняя скорость воздуха в проемах, принимаемая в зависимости от способа нанесения краски на изделия и состава лакокрасочного материала (табл.3П11).

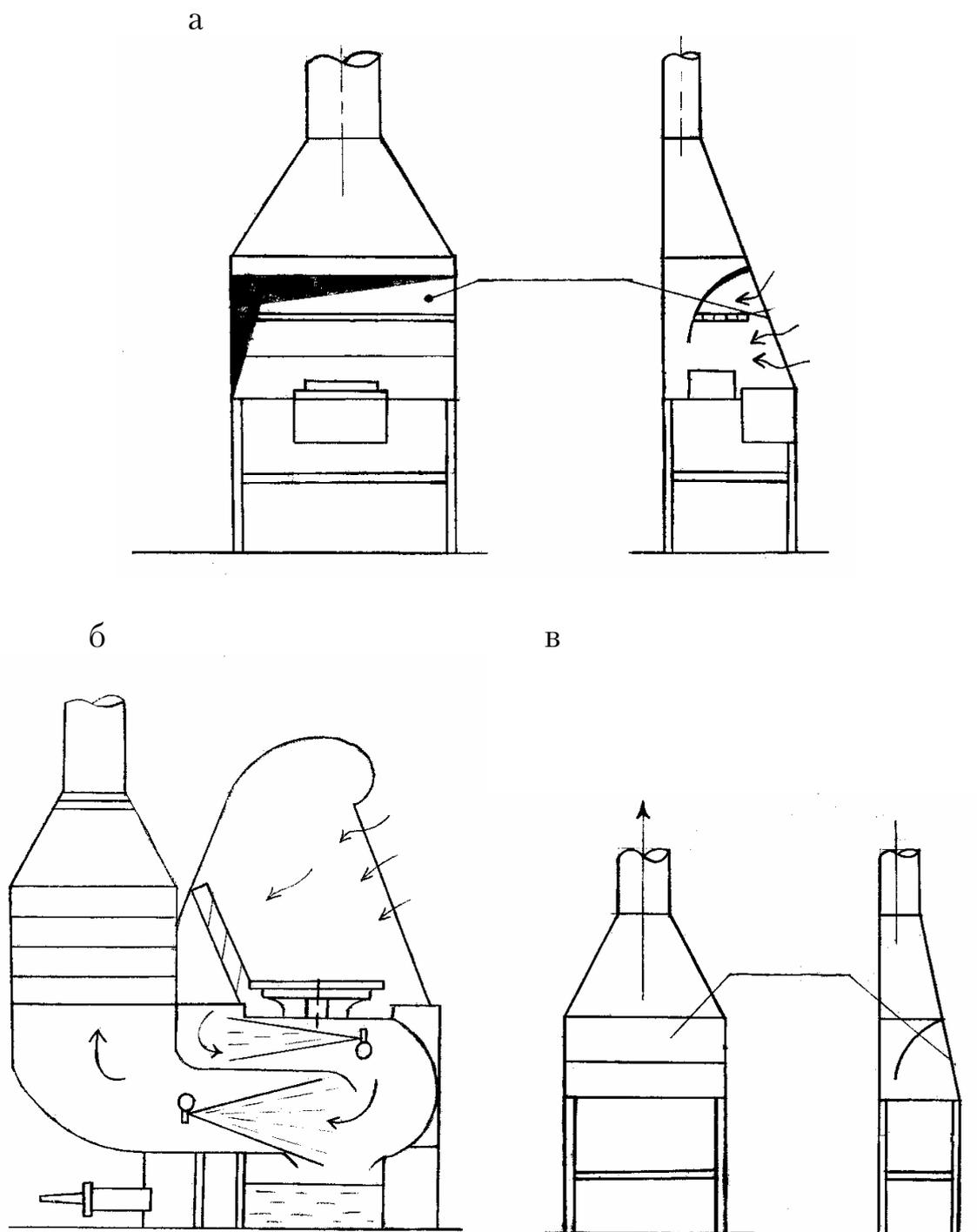


Рис.9. Шкафы-камеры:
 а – для кистевой окраски мелких изделий;
 б – для пневматической окраски мелких изделий с нижним гидрофильным фильтром;
 в – для ручного окунающего мелких изделий

Окраску крупногабаритных изделий производят в камере, внутри которой располагается и рабочий. Способы вентиляции таких камер указаны в табл.4П11, а расчетные объемы воздуха в табл. 5П11. Воздух, удаляемый из мест окраски распылением, подвергается мокрой очистке от красочного аэрозоля в гидрофилтрах (рис.10) с целью предохранения вентиляционных воздуховодов от замыкания. В гидрофилтрах также частично задерживаются растворители.

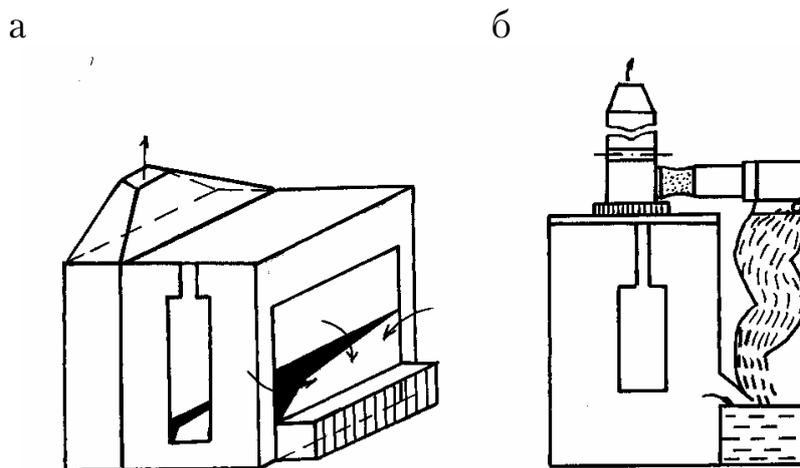


Рис.10. Камеры:
а – с подъемной площадкой; б – с боковым отсосом

Сушку столярно-строительных изделий производят в специальных камерах и шкафах при обычной и повышенной температурах воздуха либо непосредственно в цехе.

Сушку изделий, окрашенных на конвейере пульверизационным или электростатическим способом, осуществляют в проходных туннельных сушилках с форткамерами. Скорость воздуха в проемах форткамер составляет 0,5-0,6 м/с для уайт-спирита и 0,7-0,8 м/с – для ксилола. Объем воздуха, удаляемого из укрытия конвейера, принимают из расчета 800-1200 м³/ч на 1 м длины укрытия конвейера.

Для ограничения зоны распространения пыли, газов и аэрозолей более эффективны местные отсосы в виде кожухов, которые представляют собой герметизированные укрытия. Так, выделение пыли в производственных условиях происходит при дроблении, размоле, расसेве, магнитной сепарации, смешивании и транспортировке сыпучих материалов. Кожухи же препятствуют выделению вредных веществ через неплотности технологического оборудования в помещении (табл.14). Такая вытяжная вентиляция называется аспирацией.

Таблица 14

Технологическое оборудование	Площадь неплотностей технологического оборудования
Щековые дробилки	35 % площади зева дробилки
Конусные дробилки	10 % квадрата номенклатурного диаметра дробилки
Помольные бегуны с вращающейся чашей	3,5 % квадрата вращающейся чаши
Вибрационные и валковые грохоты	10 % площади грохота
Смесительные бегуны	3 % квадрата диаметра чаши
Конвейеры	30 % площади поперечного сечения загрузочной точки при непроходных укрытиях и 50 % – при проходных укрытиях
Бункера, загружаемые через самозакрывающиеся люки сбрасывающими тележками	10 % суммарной площади загрузочных люков

Примечание. Площадь неплотностей в кожухах валковых, молотковых дробилок, дезинтеграторов, турбовых мельниц, шаровых мельниц и питателей в условиях их нормальной эксплуатации можно принимать равной нулю.

Объем воздуха, удаляемого из аспирируемого укрытия:

$$L_3 = L'_3 + L''_3,$$

где L'_3 – объем воздуха, вносимого в укрытие поступающих материалов ($L'_3 = 0,04k_{\text{укр}} V v_{\text{к}}^2$);

L''_3 – объем воздуха, который проникает из помещения через неплотности технологического оборудования в укрытие за счет разрежения воздуха, создаваемого аспирационной установкой ($L''_3 = 3600Sv$);

$k_{\text{укр}}$ – коэффициент, зависящий от конструкции укрытия ($k_{\text{укр}} = 3$ для укрытия технологического оборудования, загружаемого через точки и укрытия на конвейерах);

V – объем загружаемого материала, м³/г;

$v_{\text{к}}$ – скорость движения материала при входе из точки в укрытие:

$$v_{\text{к}} = \sqrt{19,62h(1 - 1,2k_{\text{тр}} \text{ctg} \alpha)},$$

здесь h – высота падения материала в загрузочной точке, м;

- $k_{\text{тр}}$ – коэффициент трения материала о стенки течи (для гипса $k_{\text{тр}} = 0,65$; для гравия $k_{\text{тр}} = 0,8$; для сухой земли $k_{\text{тр}} = 0,5$; для песка $k_{\text{тр}} = 0,6$);
- α – угол наклона загрузочной течи к горизонту, град;
- $S_{\text{укр}}$ – площадь щелей укрытия, м²;
- v – скорость прохода воздуха через щели, м/с (для бункеров $v=1$; для шнеков и укрытий дробильно-помольного оборудования $v = 2$).

При ориентировочных расчетах количества воздуха, удаляемого из аспирируемого укрытия, следует использовать данные, представленные в табл.6П11.

Если по условиям технологии или обслуживания источник выделения вредных веществ нельзя заключить в кожух, то над таким источником или около него устраивают вытяжной зонтик. При этом поток удаляемых вредных веществ не должен проходить через зону дыхания работающего.

Вытяжные зонты, как правило, используют для улавливания легколетучих вредных веществ (рис.11) в тех случаях, когда источник пыле-, паро- или газообразования перемещается на значительной площади рабочего места как в горизонтальной, так и вертикальной плоскости. Вытяжные зонты устанавливаются над нагретыми источниками загрязнения, которые способствуют возникновению тепловых струй.

Объем воздуха L , м³/ч, удаляемого вытяжными зонтами, определяют после уточнения их конструктивных размеров:

$$L_4 = 3600S_{\text{вс}}v_{\text{в}},$$

где $S_{\text{вс}}$ – площадь всасывания воздуха вытяжным зонтом ($S_{\text{вс}} = 0,785d$), м²;

$v_{\text{в}}$ – скорость всасывания воздуха, принимаемая для нетоксичных вредностей в пределах 0,15–0,25 м/с.

На эффективность работы вытяжного зонтика значительно влияет подвижность воздуха $v_{\text{п}}$ в помещении. При $v_{\text{п}} > 0,4$ м/с, а также в случае малой тепловой мощности конвективных потоков рекомендуется снабжать вытяжной зонтик откидными фартуками, располагаемыми с одной, двух, трех или четырех сторон от него. При наличии токсичных веществ скорость всасывания воздуха вытяжными зонтиками, открытыми с четырех сторон, принимают равной 1,05-1,25 м/с, с трех сторон – 0,9-1,05 м/с, с двух сторон – 0,75-0,9 м/с и с одной стороны – 0,5-0,75 м/с.

Если под вытяжным зонтиком отсутствуют конвективные источники теплоты, то скорость всасывания воздуха в приемном отверстии

вытяжного зонта определяют с учетом подвижности воздуха $v_{п}$ в помещении (рис.12).

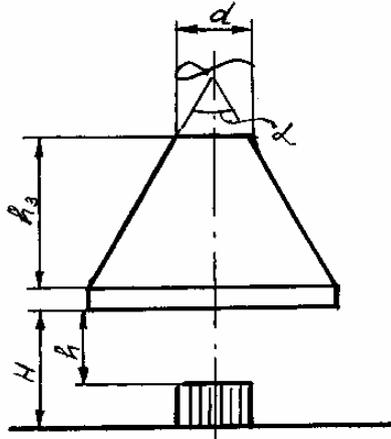


Рис.11. Вытяжной зонт, расположенный над источниками загрязнения вредных веществ

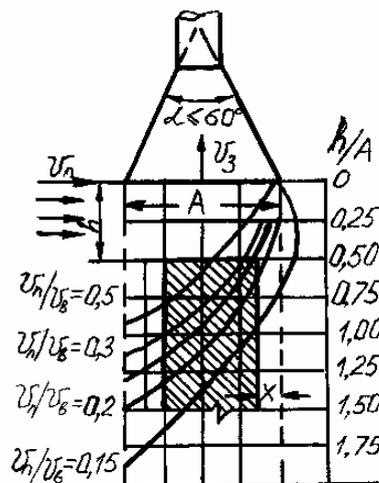


Рис.12. Линии границ загрязненного воздуха, отсасываемого вытяжным зонтом

Подвижность воздуха в помещении $v_{п}$ зависит от периода года и категории выполняемой работы и не должна превышать 0,1-0,6 м/с (табл.2П9).

Приточная вентиляция предназначена для подачи чистого воздуха на определенные рабочие места или участки. Такая вентиляция создает в ограниченном пространстве помещения (не изолированном или изолированном жесткими стенками) участок воздушной среды, отличающийся по микроклиматическим условиям от всего остального помещения. Приточную вентиляцию осуществляют в виде воздушных и воздушно-тепловых завес, которые устанавливают у постоянно открытых проемов в наружных стенах помещений, а также у ворот и проемов в наружных стенах, не имеющих тамбуров и открывающихся более пяти раз или менее чем на 40 минут в смену, в местах с расчетной температурой наружного воздуха минус 15 °С и ниже.

В холодные периоды года воздушные завесы предотвращают поступление в цех больших масс холодного наружного воздуха.

Для нормализации воздуха рабочей зоны предусматривается замена вредных веществ в производстве менее вредными, сухих пылящих материалов – влажными, твердого и жидкого топлива – газообразным, а также ограничение содержания примесей вредных веществ в исходных и конечных продуктах и выпуск конечных продуктов в непылящих формах.

Расчет воздухообмена

Расчет необходимого воздухообмена в производственных помещениях производят в зависимости от:

- количества работающих;
- наличия в воздухе рабочей зоны вредных веществ (газов и пыли);
- влаговыделения;
- избытков теплоты.

При нормальном микроклимате и наличии вредных веществ в воздухе рабочей зоны, не превышающем их ПДК, учитывают объем и количество воздуха на одного работающего. Так, при объеме помещения на одного работающего менее 20 м^3 количества воздуха, необходимое на каждого работающего, составляет не менее $30 \text{ м}^3/\text{ч}$, а при объеме помещения на одного работающего 20 м^3 и более – не менее $20 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В зависимости от количества работающих, необходимый воздухообмен, $\text{м}^3/\text{ч}$:

$$L = n L_{\text{норм}},$$

где n – число работающих, чел.;

$L_{\text{норм}}$ – нормированный расход воздуха на одного работающего, $\text{м}^3/\text{ч}$.

При наличии вредных веществ в воздухе рабочей зоны необходимый воздухообмен, $\text{м}^3/\text{ч}$:

$$L_{\text{вр.в}} = \psi G_{\text{вр.в}} (K_1 - K_2) \cdot 10^6,$$

где ψ – коэффициент неравномерности распределения вредных веществ по помещению ($\psi = 1,2-2,0$);

$G_{\text{вр.в}}$ – количество вредных веществ, поступающих в воздух рабочей зоны, $\text{кг}/\text{ч}$;

K_1 – концентрация вредных веществ в воздухе, удаляемом из помещения ($K_1 \geq \text{ПДК}$), $\text{мг}/\text{м}^3$;

K_2 – концентрация вредных веществ в воздухе, поступающем в помещение ($K_2 \leq \text{ПДК}$), $\text{мг}/\text{м}^3$.

В случае поступления в воздух помещения одновременно нескольких вредных веществ однонаправленного действия расчет воздухообмена производится суммированием объемов воздуха, необходимых для удаления каждого вредного вещества в отдельности до величины ДК.

Для помещений с большим избытком влаги в воздухе необходимый воздухообмен, $\text{м}^3/\text{ч}$:

$$L_{\text{вл}} = W(n_{\text{уд}} - n_{\text{пост}}) \cdot 10^3,$$

где W – избыточная влага в помещении, $\text{кг}/\text{ч}$;

$n_{уд}$ – количество влаги, которая содержится в воздухе, удаляемом из помещения, г/м³;

$n_{пост}$ – количество влаги в воздухе, поступающем в помещение, г/м³.

При избытках явной теплоты необходимый воздухообмен, м³/ч:

$$L_{тепл} = 3600 Q C_p (t_{уд} - t_{пост}),$$

где $Q_{изб}$ – избыточное тепло, кВт;

C – теплоемкость воздуха, кДж/(кг·К);

$t_{уд}$ – температура воздуха, удаляемого из помещения, К;

$t_{пост}$ – температура воздуха, поступающего в помещение, К;

ρ – плотность воздуха, кг/м³.

Объем приточного и удаляемого системами вентиляции воздуха ориентировочно можно определить по кратности воздухообмена:

$$L = K V,$$

где K – кратность воздухообмена.

Следует иметь в виду, что при расчете воздухообмена выбирают вентилятор с учетом расхода воздуха и общего гидравлического сопротивления вентиляционной системы.

1.4.3. Производственное освещение

Виды производственного освещения

Безопасность работ в большой степени зависит от правильно организованного естественного, искусственного и совмещенного освещения.

Естественное освещение может быть: боковым, верхним, верхним и боковым; а искусственное: общим, комбинированным.

Рабочие места, участки работ, проезды и проходы к ним в темное время суток должны быть освещены. Освещенность должна быть равномерной, без слепящего действия осветительных приспособлений на работающих.

Основным источником света для общего освещения производственных помещений являются газоразрядные лампы.

Согласно существующим нормам, их как правило применяют в помещениях, где проводят работы разрядов I–V и VII, а также в помещениях без достаточного естественного освещения (табл.2П12).

Лампы накаливания используют в основном только для помещений, где производятся грубые работы или осуществляется общий надзор за работой оборудования (особенно если эти помещения не

предназначены для постоянного пребывания в них людей: подвалы, склады, проходы и т.д.).

Согласно СНиП 23-05-05 "Естественное и искусственное освещение", рациональное освещение рабочих мест зависит от характера (степени точности) зрительной работы, которую определяют по наименьшему размеру объекта различения. Существуют восемь разрядов зрительной работы, пять из которых в зависимости от особенностей контраста объекта различения с фоном имеют четыре подразряда: а, б, в, г. На основании данных о минимальных размерах объекта различения, яркости фона и контрастности с фоном устанавливают разряд и подразряд зрительных работ при проведении конкретных производственных операций, выбирают и обосновывают рациональные виды естественного (бокового, верхнего, верхнего и бокового) и искусственного (общего, комбинированного) освещения. Для того или иного разряда (подразряда) зрительных работ определяют необходимые уровни освещенности рабочих мест при искусственном общем и комбинированном освещении, а также коэффициент естественного освещения (КЕО), %, – при естественном и совмещенном освещении.

Нормы освещения рабочих мест приведены в табл.1П12 и 2П1. На предприятиях по производству железобетонных изделий и строительных материалов применяют общее равномерное и локализованное освещение. В качестве источников света чаще всего используют лампы накаливания (ЛН), люминисцентные лампы (ЛЛ) и дуговые ртутные лампы высокого давления (ДРЛ), (табл.1П13, 2П13, 3П13).

При проектировании осветительных приборов учитывают коэффициент запаса и КЕО (табл.1П14).

Расположение осветительных приборов

На территориях промышленных предприятий производят освещение дорог, железнодорожных путей, проездов и проходов, открытых складских и производственных площадок, а также территорий железнодорожных путей, используя при этом наименьшую горизонтальную освещенность в пределах 0,5-3 лк (отношение наибольшей освещенности к наименьшей не должно превышать 15).

Дороги и проезды на территориях промышленных предприятий обычно имеют ограниченную ширину, поэтому для их освещения устанавливают один ряд светильников по обочине на опорах или стенах прилегающих зданий. В качестве источников света в настоящее время чаще всего используют лампы ДРЛ.

Охранное освещение не является обязательным для каждой территории. Для открытых складских помещений и производственных

площадок применяют устройство прожекторного освещения. Светильники могут быть установлены как на стенах некоторых открытых складов сыпучих материалов, загружаемых с помощью проходящих над ними транспортерных галерей, так и на крановых эстакадах с проходом их по верху по всей длине. В некоторых случаях светильники подвешивают на тросах, натянутых между опорами.

Освещенность территории промышленных предприятий на участках складирования должна быть не менее 2 лк, в местах выполнения такелажных работ – не менее 10 лк и в местах расположения автодорог и в проходах – от 1 до 3 лк.

Для общего равномерного освещения следует, как правило, предусматривать:

- светильники с лампами накаливания (при ширине строительной площадки до 20 м);

- осветительные приборы с ксеноновыми лампами, имеющими коэффициент усиления силы света не менее 10 (при ширине площадки свыше 300 м и с установкой этих ламп на высоте 50 и более метров).

Рекомендуемые схемы расположения осветительных приборов освещенностью 2 и 0,5 лк приведены на рис.13.

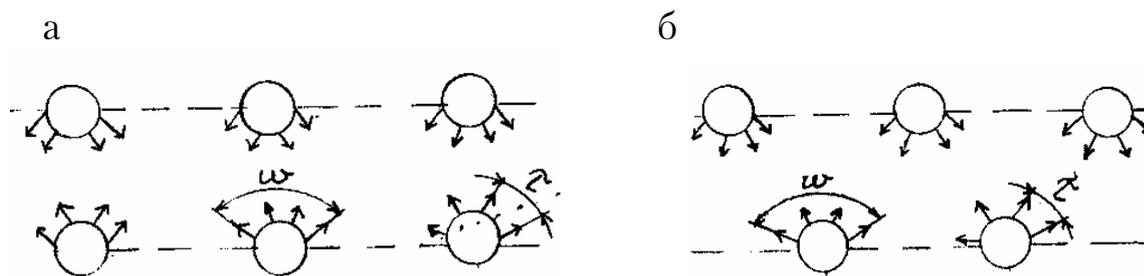


Рис.13. Схемы размещения осветительных приборов:
а – при прямоугольном расположении прожекторных мачт;
б – при шахматном расположении прожекторных мачт

Для обеспечения заданной освещенности используются прожекторы, устанавливаемые на конструктивных элементах строящихся зданий, стационарных металлических или деревянных опорах. Высота их установки зависит от типа прожектора, мощности лампы и напряжения в сети.

Размещение прожекторов может быть групповым (10-15 штук на прожекторной мачте) и индивидуальным (1-2 штуки на столбе). Групповое размещение прожекторов применяют при освещении больших площадей, требующих высокого уровня освещенности, и при минимальном числе прожекторных мачт (расстояние между мачтами до 50 м).

Индивидуальное размещение прожекторов используют при освещении небольших площадей, требующих невысокого уровня освещенности.

Прожекторы и светильники комбинированного освещения располагают на высоте, позволяющей избегать ослепляющего действия приборов на работающих. Подключение всех переносных устройств осуществляют шланговым кабелем типа КРПТ, ГРШС или гибким многожильным кабелем в резиновом шланге типа ПРГ.

Следует иметь в виду, что все осветительные установки, применяемые для общего и комбинированного освещения рабочих мест, необходимо занулять.

Светотехнический расчет

Одной из задач при проектировании осветительных установок является определение предполагаемой потребности в осветительных приборах при соблюдении норм и правил освещения. Выполнение этой задачи предполагает:

а) оценку характера и точности зрительной работы на каждом рабочем месте; при этом обязательно устанавливают:

– минимальные размеры объектов различения и расстояние от них до глаза работающего;

– коэффициенты отражения рабочих поверхностей и объектов различения;

– расположение рабочих поверхностей в пространстве;

– возможность увеличения контраста объекта с фоном и возникновения травмоопасных ситуаций;

б) выбор:

– системы освещения согласно требованиям качества освещения и экономичности осветительной установки;

– источника света согласно требованиям к спектральному составу излучения, удельной световой отдачи и единичной мощности ламп;

в) определение норм освещенности и других нормативных параметров освещения для конкретного вида работ;

г) выбор осветительного прибора с учетом условий среды, а также коэффициента полезного действия;

д) нахождения высоты подвеса светильников и варианта их размещения.

После выбора основных параметров осветительной установки (нормированная освещенность, система освещения, тип осветительных приборов и их размещение) производят светотехнический расчет, основной задачей которого является определение:

– требуемой площади световых проемов при естественном освещении;

– мощности электрической осветительной установки при искусственном освещении.

При естественном боковом освещении требуемая площадь светового проема, м²:

$$S_{\text{тр}} = S_{\text{п}} \cdot \text{КЕО}_{\text{норм}} \cdot \varepsilon \cdot e \cdot k_{\text{зап}} / 100 \cdot \tau \cdot \tau_{\text{отр.св}},$$

- где $S_{\text{п}}$ – площадь пола помещения, м²;
 $\text{КЕО}_{\text{норм}}$ – нормируемое значение КЕО;
 ε – коэффициент световой активности проема (световая характеристика окна);
 e – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями ($e = 1-1,7$);
 $k_{\text{зап}}$ – коэффициент запаса, зависящий от концентрации пыли в помещении, расположения стекол в световых проемах (вертикально, горизонтально, наклонно) и от периодичности их очистки;
 τ – общий коэффициент светопропускания, зависящий от коэффициента пропускания стекла, потерь света в переплетах окна, слоя его загрязнения, наличия несущих и солнцезащитных конструкций перед окнами ($\tau = 0,15-0,6$);
 $\tau_{\text{отр.св}}$ – коэффициент, учитывающий влияние отраженного света, определяют с учетом геометрических размеров помещения и светопроема, а также величин коэффициентов отражения потолка, стен и пола ($\tau_{\text{отр.св}} = 1-10$).

При выбранных светопроемах действительные значения КЕО в различных точках внутри помещения рассчитывают графическим методом.

Расчет искусственного освещения выполняют в основном методом коэффициента использования светового потока и точечным методом.

Метод коэффициента использования светового потока предназначен для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей.

Световой поток

$$\Phi = (E_{\text{норм}} \cdot S \cdot k_{\text{зап}} \cdot k_{\text{o}}) / n \cdot \eta \cdot \gamma,$$

где $E_{\text{норм}}$ – нормируемая минимальная освещенность, лк;

$k_{\text{зап}}$ – коэффициент запаса, учитывающий запыленность светильников и износ источников света в процессе эксплуатации в производственных помещениях с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне от 1 до 5 мг/м³ пыли, дыма и копоти и освещаемой газоразрядными лампами ($k_{\text{зап}} = 1,8$ при условии чистки светильников не реже 6 раз в год; в производственных помещениях с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне 1 мг/м³ пыли, дыма и копоти, $k_{\text{зап}} = 1,5$ при условии чистки светильников не реже 4 раз в год; в производственных помещениях с особым режимом по чистоте воздуха с обслуживанием светильников снизу из помещения $k_{\text{зап}} = 1,4$ при условии чистки светильников не реже 2 раз в год);

S – освещаемая площадь, м²;

k_o – коэффициент неравномерности освещения ($k_o = 1,1-1,2$);

n – число светильников, определяемое из условия равномерного освещения;

η – коэффициент использования излучаемого светильниками светового потока на расчетной плоскости (зависящий от типа светильника, коэффициентов отражения пола, стен, потолка (табл.ЗП14).

Значение η определяют в зависимости от показателя помещения i :

$$i = AB/[h \cdot (A+B)];$$

здесь A и B – длина и ширина помещения в плане, м.

h – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м;

γ – коэффициент затенения ($\gamma = 0,8-0,9$), вводимый для помещений с фиксированным положением работающих.

По полученному в результате расчета требуемому световому потоку выбирают стандартную лампу. Для некоторых ламп значение Φ приведено в (табл.2П13, 3П13).

Точечный метод применяют для расчета локализованного и комбинированного освещения, а также освещения наклонных и вертикальных плоскостей по формуле

$$E = I_{\alpha} \cos \alpha / a^2,$$

где I_{α} – сила света в направлении от его источника на определенную точку рабочей поверхности, кд;

a – расстояние от светильника до расчетной точки освещаемой поверхности, м;

α – угол падения световых лучей, то есть угол между лучом и перпендикуляром к освещаемой поверхности.

При проведении расчета для практических целей в формулу подставляют коэффициент запаса $k_{\text{зап}}$ и значение a ($a = h/\cos\alpha$, где h – высота светильников). Тогда

$$E = I_{\alpha} \cos^3 \alpha' / (k_{\text{зап}} \cdot h).$$

При необходимости расчета освещенности в точке, создаваемой несколькими светильниками, подсчитывают освещенность от каждого из них, а затем полученные значения суммируют.

Прожекторное освещение применяют обычно при необходимости освещения открытых пространств площадью более 5000 м² (строительных площадок, заводских дворов, территорий складов, автопредприятий, погрузочно-разгрузочных площадок и т.п.). К основным типам используемых для этих целей прожекторов относятся прожекторы заливающего света типа ПЗС-45, ПЗС-35, ПЗС-25, а также прожекторы с лампами накаливания мощностью 1000, 500, 300, 150 Вт и др.

При расчете прожекторного освещения выбирают нормируемую освещенность и коэффициент запаса, учитывающий старение и загрязнение ламп. Затем подбирают тип прожектора и наименьшую высоту его установки, проектируют расположение мачт и углы наклона прожекторов в вертикальной и горизонтальной плоскостях (табл.15).

Основными характеристиками прожектора являются кривая силы света, угол рассеивания, коэффициент усиления и коэффициент полезного действия. Пучок света прожектора представляет собой конус с вершиной в точке расположения тела накала источника света, где сила света наибольшая в направлении оптической оси прожектора и наименьшая – в направлении к его периферии.

Ориентировочно необходимое число прожекторов n согласно коэффициенту использования светового потока

$$n = E_{\text{норм}} \cdot S \cdot k_{\text{зап}} / \Phi_{\text{л}} \cdot k_{\text{исп}},$$

где $E_{\text{норм}}$ – нормативная освещенность, лк;

$k_{\text{зап}}$ – коэффициент запаса (обычно принимается в пределах 1,2-1,5 за исключением особо пыльных условий, при которых $k_{\text{зап}} = 1,7$);

η – коэффициент полезного действия прожектора ($\eta=0,35-0,4$);

$k_{\text{исп}}$ – коэффициент использования светового потока ($k_{\text{исп}}=0,7-0,9$).

Таблица 15

Ширина освещаемой площадки, м	Расстояние между прожекторными мачтами, м	Прожектор, устанавливаемый на мачте			Параметры установки прожектора	
		Тип ламп	Количество ламп	Мощность ламп, Вт	Высота, м	Угол наклона, град
Прожекторы с лампами типа ЛН						
100	70	ПЗС-35,	6	500	15	15
150	100	ПСМ-50	10	500	20	15
150	300	ПЗС-45	10,9	1000	30	13,28
200	275	или	10,9	1000	30	12,18
250	290	ПСМ-50	13	1000	30	10
250	290		9	1000	30	17
300	250		13	1000	30	10
300	250		9	1000	30	17
Прожекторы с лампами типа ДРЛ						
75	160	ПЗС-45	3	700	15	20
100	160	или	4	700	15	20
150	150	ПСМ-50	7	700	20	15
200	180		10	700	30	15
250	200		16	700	30	15
300	140		16	700	30	15

1.4.4. Защита от вибрации

Планирование мероприятий по защите от вредного воздействия вибраций рабочих мест должно начинаться на стадии разработки технологических процессов. Основные методы борьбы с вибрациями машин и оборудования могут быть разделены на:

- методы, снижающие параметры вибрации воздействием на источник ее возбуждения;

- методы, ослабляющие вибрацию на путях ее распространения.

Если не удастся уменьшить вибрацию в ее источнике или если вибрация является необходимым технологическим компонентом, то ослабление вибрации достигается с помощью виброизоляции, виброгасящих оснований, вибропоглощения и др.

Виброизоляция

Виброизоляция, представляющая собой один из способов защиты от вибрации, способствует уменьшению передачи колебаний от источника возбуждения защищаемому объекту при помощи устройств, помещенных между ними.

Виброизоляция осуществляется введением в колебательную систему дополнительной упругой связи, препятствующей передаче вибраций от источника колебаний к основанию или смежным элементам конструкции. Эта упругая связь, как правило, используется для ослабления передачи вибраций от основания машины на человека либо на защищаемый объект.

Упругие элементы, вводимые в колеблющуюся систему (виброизоляторы, амортизаторы), могут быть пружинные, резиновые и комбинированные – резинометаллические и пружинно-пластмассовые.

Эффективность виброизоляции определяется коэффициентом передачи μ , который представляет собой отношение значения виброперемещения x_o (виброскорости v_o , виброускорения a_o) защищаемого объекта к значению этой же величины x источника возбуждения, то есть

$$\mu = x_o/x = v_o/v = a_o/a.$$

Коэффициент передачи μ показывает, какая доля динамической силы, возбуждаемой машиной, передается через амортизаторы на основание:

$$\mu = F_{\text{осн}}/F,$$

где $F_{\text{осн}}$ – вынуждающая динамическая сила, действующая на основание машины;

F – вынуждающая динамическая сила, создаваемая машиной.

Чем меньше значение этого соотношения, тем надежнее виброизоляция. В системах, где можно пренебречь трением, коэффициент передачи может быть рассчитан по формуле

$$\mu = 1/(f/f_o)^2 - 1.$$

Из формулы видно, что чем меньше частота собственных колебаний по сравнению с частотой вынужденных колебаний, тем выше эффективность виброизоляции. При $f \ll f_o$ вынуждающая сила целиком передается основанию. При $f = f_o$ наступает резонанс, сопровождающийся резким возрастанием уровня вибраций. При $f > \sqrt{2}f_o$ резонансные колебания исключаются, а коэффициент передачи $\mu = 1$, а при дальнейшем увеличении частоты коэффициент становится меньше 1, так как система оказывает вынуждающей силе все большее инер-

ционное сопротивление. Вследствие этого передача вибраций через виброизоляцию уменьшается.

Существует оптимальное соотношение между частотой собственных и вынужденных колебаний системы. Оно составляет $f/f_0 = 3-4$, что соответствует $\mu = 1/8-1/15$.

При проектировании систем виброизоляции сначала определяют норму вибрации, а затем задаются необходимым коэффициентом передачи μ . Значение частоты вынужденных колебаний f находят по параметрам рабочего процесса. Зная μ и f , определяют частоту собственных колебаний, а затем рассчитывают суммарную жесткость K всех амортизаторов. Задаваясь же значением частоты собственных колебаний f_0 , можно сразу определить суммарную жесткость амортизаторов.

Для расчета виброизоляции с применением стальных пружинных виброизоляторов используют данные о частоте f , виброскорости основания v , допустимых по ГОСТ 12.1.012-90 значений виброскорости v_0 , массе виброизолированной плиты и количестве одновременно находящихся на плите рабочих.

Необходимую эффективность виброизоляции μ определяют исходя из требований создания на виброизолированной плите допустимого уровня вибрации

$$\mu = v_0/v.$$

Если пренебречь затуханием колебаний в материале виброизоляторов, то в стальных пружинных виброизоляторах коэффициент передачи находят по вышеприведенной формуле:

$$\mu = 1/(f/f_0)^2 - 1.$$

Частота собственных колебаний виброизолированной системы (без учета трения) составляет

$$f_0 = 1/2\pi\sqrt{K/M}; f_0 = f/\sqrt{(1/\mu)+1},$$

где K – жесткость амортизаторов, Н/см;

M – виброизолированная масса, кг.

Статическая осадка амортизатора, см, под действием веса виброизолированной машины определяется из выражения

$$\lambda_{ст} = P/K,$$

где P – вес машины, Н:

$$P = M \cdot g; K = P/\lambda_{ст}.$$

Подставляя в формулу значение K , получим:

$$f_0 = 5/\sqrt{\lambda_{\text{ст}}} = 5/\sqrt{P/K}.$$

Суммарная жесткость виброизоляторов при $f_0 = 5/\sqrt{\lambda_{\text{ст}}}$

$$K = P/\sqrt{\lambda_{\text{ст}}} = P \cdot f_0^2/25.$$

Учитывая продольную устойчивость плиты, выбирают необходимое количество пружин n и определяют жесткость одной пружины, Н/см, при заданном числе пружин:

$$K_1 = K/n,$$

а затем находят расчетную нагрузку на одну пружину:

$$Q = P(N_{\text{чел}} - 1) \cdot 800 \cdot 1,5/n,$$

где 800 – вес одного человека;

$N_{\text{чел}}$ – количество людей, одновременно находящихся на плите.

В рекомендациях Р 50-609-47-89 представлена методика расчета пружинных виброизоляторов с учетом их жесткости в трех направлениях осей x, y, z .

Для расчета пружинных виброизоляторов необходимы данные о жесткости виброизоляторов K_x, K_y и K_z соответственно по осям x, y и z , Н/м, и силовой нагрузке на виброизолятор, Н.

Геометрические размеры пружин определяют по ГОСТ 13765-86 "Пружины винтовые цилиндрические сжатия и растяжения из стали круглого сечения. Обозначение параметров", а жесткость пружинных виброизоляторов в горизонтальной плоскости

$$K_x = \frac{C_z(3,5 - 1,5\lambda/h)}{(1 + \lambda/h)(1,3 + h^2/d_{\text{ср}}^2)},$$

где λ – рабочая деформация пружин, м;

h – высота пружин при рабочей деформации, м;

$d_{\text{ср}}$ – средний диаметр пружины, м.

Затем проверяют условие устойчивости пружинных виброизоляторов $h_0/d_{\text{ср}} \leq 1,5$, которое справедливо при наличии опорных поверхностей над и под пружиной.

При расчете резиновых виброизоляторов используют паспортные данные машины или данные, полученные путем измерений частоты вынужденных колебаний f , Гц. Эффективность виброизоляции зависит от отношения f/f_0 . При $f/f_0 = 3$ обеспечивается виброизоляция с коэффициентом передачи $\mu = 1/8$ и эффективностью 87%. Затем выбирают сорт резины мягкой и средней твердости с

расчетным напряжением 0,2-0,4 МПа и динамическим модулем упругости от 2,5 до 20 МПа и необходимое количество виброизоляторов с учетом конструктивных особенностей машин (виброизолированного рабочего места). Площадь поперечного сечения всех виброизоляторов находят по зависимости

$$S = P/n\sigma;$$

где P – вес машины, Н;
 n – количество виброизоляторов;
 σ – расчетное напряжение в резине, Па.

Работа резиновых виброизоляторов становится эффективной в том случае, когда они выполнены в виде коротких элементов, у которых высота H и размер поперечного сечения A отвечают условию $H \geq A/4$. Это обеспечивает необходимую статическую осадку виброизолятора и достаточно низкое значение частоты собственных колебаний виброизолированной системы.

Рабочая высота резинового виброизолятора

$$H_p = H - A/8.$$

Жесткость одного резинового амортизатора в вертикальном направлении

$$K = E_{\text{дин}}S/H_p,$$

где $E_{\text{дин}}$ – динамический модуль упругости при сжатии;
 S – площадь поперечного сечения одного резинового виброизолятора.

Частота собственных вертикальных колебаний виброизолированной системы

$$f_o = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{4(S/H_p)^2 g^2 E_{\text{дин}}^2 n^2}{(8 - S/H_p)^2 P\sigma}},$$

где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Расчетное значение f_o сравнивают с требуемым значением f_o с учетом условий виброзащиты, то есть если расчетное значение f_o окажется больше требуемого значения, то необходимо:

- выбрать резину с меньшим динамическим модулем;
- повысить в допустимых пределах статическое напряжение в резине;
- увеличить вес машины или виброизолированного рабочего места.

Виброизоляция поста управления может быть выполнена как с помощью пружинных и резиновых виброизоляторов, так и с помощью пневматических амортизаторов. Для

расчета виброизоляции с применением пневматических амортизаторов (рабочие места операторов самоходных строительных машин) используют данные об угловой частоте вынужденных колебаний машины ω ($\omega = 2\pi f$), c^{-1} , массе подрессорной части сиденья m_c и массе водителя m_o .

Масса водителя, кг, приходящаяся на сиденье

$$m_{\text{чел}} = 0,7m_o,$$

а масса подрессорной части сиденья

$$m = m_c + m_{\text{чел}}.$$

Собственная частота виброизолированной системы

$$\omega_o = \sqrt{K/M}.$$

Значение относительного демпфирования

$$D = \frac{\xi}{2\sqrt{KM}},$$

где ξ – коэффициент сопротивления, Н·с/м.

Коэффициент передачи

$$\mu = \sqrt{\frac{1 + (2D\omega/\omega_o)^2}{1 - (\omega/\omega_o)^2 + (2D\omega/\omega_o)^2}}.$$

Скорость колебания сиденья, м/с:

$$v = d_z/d_t = \mu(d_y/d_t).$$

Ускорение колебаний сиденья, м/с²:

$$a = \frac{d_z^2}{d_t^2} = \mu\omega \left(\frac{d_y}{d_t} \right).$$

Логарифмический уровень виброскорости, дБ:

$$L = 20 \lg \frac{v}{5 \cdot 10^{-8}}.$$

Полученное расчетное значение L сравнивают с допустимым по ГОСТ 12.1.012-90 (прил.15).

Виброгасящие основания

Уменьшение колебаний, передаваемых на рабочие места и строительные конструкции от динамически неуравновешенных машин (виброплощадок, дробилок, мельниц, вентиляторов, силовых установок и

др.), возможно путем их установки на массивные виброгасящие фундаменты (основания) (рис.14). Массу фундамента подбирают таким образом, чтобы амплитуда колебаний подошвы фундамента не превышала 0,1-0,2 мм. Для небольших объектов между основанием и агрегатом устанавливают массивную опорную плиту. Интенсивность вибрации рабочих мест, размещенных на фундаментах, не должна превышать значений, установленных ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ "Вибрационная безопасность. Общие требования".

Расчет фундаментов машин с динамическими нагрузками проводят с учетом требований СНиП 2.02.05-87 "Фундаменты машин с динамическими нагрузками".

Для расчета параметров фундамента под виброплощадку с вертикально направленными колебаниями и с центром тяжести O_1 центром жесткости упругих опор фундамента O_2 и центром жесткости площади подошвы O_3 , находящимися на вертикальной линии, которая совпадает с линией действия возмущающих сил (см.рис.14), необходимы данные о массе виброплощадки m и ее подвижных частей $m_{п.ч}$, кг; весе подвижных частей $P_{п.ч}$, Н, мощности привода, кВт, частоте вращения, Гц, максимальном кинетическом моменте дебалансов M_k , амплитуде виброперемещения стола, мм, максимальной грузоподъемности, кг, и габаритных размерах, мм.

Расчет фундаментов под виброактивную машину заключается в проверке соответствия амплитуды вибросмещения колебаний требованиям норм.

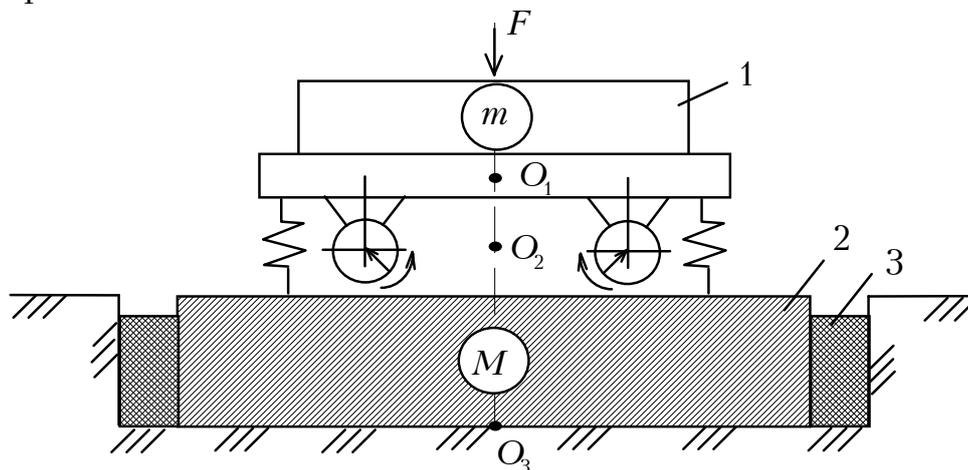


Рис.14. Виброгасящее основание:
1 – виброплощадка; 2 – основание (фундамент);
3 – акустический шов

Динамическую нагрузку, возбуждаемую дебалансными валами виброплощадки, определяют с учетом суммарного кинетического момента дебалансов M_k и частоты вибрирования f :

$$N = M_k \omega^2 / 9,81,$$

где ω – угловая частота вынужденных колебаний ($\omega = 2\pi f$)

Если виброплощадка опирается на фундамент через стальные пружины (амортизаторы), дающие под действием массы подвижных (подрессорных) частей виброплощадки статистическую осадку λ , то суммарная жесткость всех амортизаторов

$$K = P_{п.ч} / \lambda_{ст}.$$

Частота собственных вертикальных колебаний подрессорных частей виброплощадки, c^{-1} :

$$f_o = \omega / 2\pi.$$

(здесь $\omega_o = \sqrt{K/m_{п.ч}}$).

Нормативная динамическая нагрузка, передающаяся на фундамент,

$$N_{норм} = N / (\omega / \omega_o)^2 - 1.$$

Исходя из опыта проектирования фундаментов под машины с динамическими нагрузками, конструктивно выбирают площадь S и высоту фундамента H . В первом приближении масса фундамента будет примерно в два раза больше общей массы виброплощадки.

Коэффициент упругого равномерного сжатия грунта C_z определяют по методике, представленной в СНиП 2.02.05-87 "Фундаменты машин с динамическими нагрузками".

Жесткость грунта, кг/см:

$$K_z = SC_z.$$

Частота собственных вертикальных колебаний фундамента, Гц:

$$f_\phi = \omega_\phi / 2\pi,$$

(здесь $\omega_\phi = \sqrt{K_z/m_\phi}$),

а амплитуда виброперемещения фундамента:

$$a_\phi = N_{норм} / K_z (\omega / \omega_\phi)^2 - 1.$$

Расчетное значение сравнивают с ее допустимым значением по ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ "Вибрационная безопасность: Общие требования".

Вибропоглощение

Уменьшения вибрации кожухов, ограждений и других деталей, выполненных из стального листа, можно достичь с помощью метода вибропоглощения (вибродемпфирования).

Вибропоглощение представляет собой процесс уменьшения уровня вибрации защищаемого объекта путем превращения энергии механических колебаний данной колеблющейся системы в тепловую энергию.

Метод вибропоглощения заключается в нанесении на вибрирующую поверхность слоя упруговязких материалов (резины, пластиков, вибропоглощающих мастик), обладающих большим внутренним трением. Ослабление вибрации достигается из-за поглощения энергии колебаний в упругом материале. В результате энергия колебаний преобразуется в теплоту и существенно уменьшаются амплитуды колебаний, особенно на резонансных режимах.

Вибропоглощение может быть осуществлено путем использования композиционных материалов. С целью снижения вибраций наиболее предпочтительным является использование в качестве конструктивных материалов пластмасс, дерева, резины. Когда применение полимерных материалов в качестве конструктивных не представляется возможным, для снижения вибраций используют вибропоглощающие покрытия. Действие таких покрытий основано на ослаблении вибраций путем перевода колебательной энергии в тепловую при деформациях покрытий. Эффективное действие покрытий наблюдается на резонансных частотах элементов конструкций агрегатов и машин.

В зависимости от значения динамического модуля упругости покрытия подразделяют на жесткие ($E = 10^8-10^9$ Па) и мягкие ($E \leq 10^7$ Па). Действие жестких покрытий проявляется главным образом на низких и средних частотах, а мягких – на высоких.

Наибольший эффект вибропоглощающие покрытия дают при протяженности вибропоглощающего слоя, соизмеримой с длиной волны изгиба в материале конструкции. Это нужно учитывать при вибропоглощении низкочастотных колебаний, имеющих большую длину волны.

Вибропоглощающие покрытия следует наносить в местах, где генерируется вибрация максимального уровня. Толщина вибропоглощающих покрытий практически берется равной 2-3 толщинам элемента конструкции, на которую они наносятся.

Хорошо поглощают колебания смазочные материалы. Слой смазочного материала между двумя сочлененными элементами устраняет возможность непосредственного их контакта, и, следовательно,

появление сил поверхностного трения может быть причиной возбуждения вибраций.

1.4.5. Средства и методы защиты от шума

На стадии разработки генерального плана предприятия и технологических процессов планируют мероприятия по борьбе с производственным шумом. К ним относятся мероприятия по:

- уменьшению шума в источнике его возникновения;
- акустической обработке помещений;
- снижению шума на путях его распространения, а также архитектурно-планировочные мероприятия.

Наиболее эффективными и экономичными являются мероприятия по уменьшению шума в источнике его возникновения. Шум возникает вследствие упругих колебаний как машины в целом, так и отдельных ее деталей. Основными источниками шума, происхождение которого не связано непосредственно с технологическими операциями, выполняемыми машиной, являются прежде всего подшипники качения и зубчатые передачи, а также неуравновешенные вращающиеся части машин. Снизить шум на 5-20 дБ при работе различных механизмов можно путем устранения зазоров в зубчатых передачах и соединениях деталей с подшипниками, а также использования пластмассовых деталей. Шум в подшипниках качения и зубчатых передачах уменьшается также при снижении частоты вращения и нагрузки.

Снижение шума вибрационных машин достигается посредством уменьшения площади вибрирующих элементов, замены зубчатых и цепных передач на клиноременные или гидравлические, подшипников качения на подшипники скольжения, а также повышения эффективности виброизоляции, снижения интенсивности процесса виброформования за счет некоторого увеличения времени вибрирования.

Снижение шума методом звукопоглощения основано на переходе энергии звуковых колебаний частиц воздуха в теплоту вследствие потерь на трение в порах звукопоглощающего материала. Чем больше звуковой энергии поглощается, тем меньше ее отражается обратно в помещение. В связи с этим для снижения шума в помещении проводят его акустическую обработку, нанося звукопоглощающие материалы на внутренние поверхности, а также размещая в помещении штучные звукопоглотители.

Эффективность звукопоглощающего устройства характеризуется коэффициентом звукопоглощения α , который представляет собой от-

ношение поглощенной материалом звуковой энергии $E_{\text{погл}}$ к падающей звуковой энергии $E_{\text{пад}}$:

$$\alpha = E_{\text{погл}}/E_{\text{пад}}.$$

При $\alpha = 0$ вся звуковая энергия отражается без поглощения, а при $\alpha = 1$ вся энергия поглощается (эффект "открытого окна").

Следует иметь в виду, что коэффициент α зависит от частоты звуковых волн и угла их падения на конструкцию.

Звукопоглощающие устройства бывают пористыми, пористо-волоконистыми, мембранными, слоистыми, резонансными, объемными и с экраном.

Облицовка внутренних поверхностей производственных помещений звукопоглощающими материалами обеспечивает снижение уровня шума на 6-8 дБ в зоне отраженного звука и на 2-3 дБ – в зоне прямого шума. В дополнение к облицовке помещений используют штучные звукопоглотители, представляющие собой объемные звукопоглощающие тела различной формы, свободно и равномерно подвешиваемые в пространстве помещения. Такую облицовку размещают на потолке и верхних частях стен. Максимальное звукопоглощение можно получить при облицовке не менее 60 % общей площади ограждающих поверхностей помещения, причем наибольшая эффективность достигается в помещениях высотой 4-6 м.

Снижение уровня звукового давления в акустически обработанном помещении в зоне отраженного звука

$$\Delta L = 10 \lg B_1/B,$$

где B_1 и B – постоянные помещения соответственно до и после акустической обработки:

$$B = B_{1000}\mu,$$

где B_{1000} – постоянная помещения, м^2 , на среднегеометрической частоте 1000 Гц, определяемая по СНиП 23-03-2003 в зависимости от объема, V , м^3 , и типа помещения (табл.16);

μ – частотный множитель, определяемый по табл.17.

Таблица 16

Характеристика помещения	Значение постоянной помещения B_{1000} , м ²
С небольшим количеством людей (металлообрабатывающие цехи, вентиляционные камеры, генераторные, машинные залы, испытательные стенды и т.п.)	$\frac{V}{20}$
С жесткой мебелью и большим количеством людей или с небольшим количеством людей и мягкой мебелью (лаборатории, ткацкие и деревообрабатывающие цехи, кабинеты и т.п.)	$\frac{V}{10}$
С большим количеством людей и мягкой мебелью (рабочие помещения зданий управления, залы конструкторских бюро, аудиторий учебных заведений, помещения в школах, жилые помещения и т.п.)	$\frac{V}{6}$
Со звукопоглощающей облицовкой потолка и части стен	$\frac{V}{1,5}$

Эквивалентная площадь звукопоглощения, м², с учетом постоянной помещения B для каждой октавной полосы:

$$S = B / (B / S_n + 1),$$

где S_n – общая площадь ограждающих поверхностей помещения, м².

Зона отраженного звука определяется предельным радиусом $r_{пр}$, м, – расстоянием от источника шума, на котором уровень звукового давления отраженного звука равен уровню звукового давления, излучаемого данным источником.

Таблица 17

Объем помещения, м ³	Частотный множитель на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
< 200	0,8	0,75	0,7	0,8	1	1,4	1,8	2,5
200-1000	0,65	0,62	0,64	0,75	1	1,5	2,4	4,2
> 1000	0,5	0,5	0,55	0,77	1	1,6	3	6

Когда в помещении находится n одинаковых источников шума

$$r_{пр} = 0,2 \sqrt{B_{8000}/n},$$

где B_{8000} – постоянная помещения на частоте 8000 Гц.

Величину B можно рассчитывать по формуле

$$B = S/(1 - \alpha),$$

где S – эквивалентная площадь звукопоглощения помещения до акустической обработки, определяемая по результатам измерения времени реверберации помещения;

α – средний коэффициент звукопоглощения этого помещения

$$\alpha = S_1/S_n.$$

Постоянная помещения B_1 , м², в акустически обработанном помещении

$$B_1 = (S_1 + \Delta S)/1 - \alpha_1,$$

где S_1 – эквивалентная площадь звукопоглощения поверхностями, не занятыми звукопоглощающей облицовкой, м²:

$$S_1 = \alpha(S_n - S_{\text{обл}})$$

здесь α – средний коэффициент звукопоглощения в помещении до его акустической обработки:

$$\alpha = \frac{B/S_n}{(B/S_n + 1)};$$

$S_{\text{обл}}$ – площадь облицованных поверхностей, м²;

ΔS – эквивалентная площадь добавочного звукопоглощения, вносимого при акустической обработке помещения:

$$\Delta S = \alpha_{\text{обл}} \cdot S_{\text{обл}} + S_{\text{ист}} n_{\text{ист}};$$

здесь $\alpha_{\text{обл}}$ – реверберационный коэффициент звукопоглощения акустически обработанного помещения;

α_1 – средний коэффициент звукопоглощения акустически обработанного помещения:

$$\alpha_2 = (S + \Delta S)/S_n.$$

Площадь облицованных поверхностей $S_{\text{обл}}$, м²:

$$S_{\text{обл}} = \Delta S_{\text{тр}}/\alpha_{\text{обл}},$$

где $S_{\text{тр}}$ – величина требуемого звукопоглощения, обеспечивающего заданное снижение уровня звукового давления.

Если в результате расчета площадь облицованных поверхностей $S_{\text{обл}}$ окажется больше площади, возможной для облицовки в данном

помещении, то величину $S_{обл}$ следует принять максимально возможной, а дополнительное звукопоглощение следует обеспечить применением штучных звукопоглотителей, количество которых для каждой октавной полосы следует определять по формуле

$$n_{шт} = (S_{тр} - \alpha_{обл} \cdot S_{обл}) / S_{шт},$$

где $S_{шт}$ – эквивалентная площадь звукопоглощения штучных звукопоглотителей.

Количество штучных звукопоглотителей $n_{шт}$ в случае их применения вместо звукопоглощающей облицовки потолка и стен

$$n_{шт} = \Delta S_{тр} / \Delta S_{шт}.$$

Эффективность применения различных звукопоглощающих устройств определяется путем акустического расчета с учетом требований СНиП 23-03-2003 "Защита от шума". Для достижения максимального эффекта рекомендуется облицовывать не менее 60 % общей площади ограждающих поверхностей, при этом объемные (штучные) звукопоглотители следует располагать как можно ближе к источнику шума.

Максимальное снижение уровня шума в отраженном поле с помощью акустической обработки внутренних поверхностей помещения практически не должно превышать 6-8 дБ, достигая в отдельных полосах частот 10-12 дБ.

При невозможности или нецелесообразности достижения требуемого снижения шума проводят мероприятия по уменьшению шума на пути его распространения.

Шум, распространяющийся по воздуху, может быть существенно снижен посредством устройства на его пути звукоизолирующих преград. Наиболее эффективного снижения шума (на 30-40 дБ) можно достичь путем установки звукоизолирующих преград в виде стен, перегородок, кожухов, кабин, выгородок и др.

С помощью звукоизолирующих преград легко снизить уровень шума на 30-40 дБ. Однако звуковая энергия не только отражается от ограждения, но и проникает через него, что вызывает колебание ограждения, которое само становится источником шума. Чем больше поверхностная плотность ограждения, тем труднее привести его в колебательное состояние, следовательно, тем выше его звукоизолирующая способность. В связи с этим эффективными звукоизолирующими материалами являются металлы, бетон, дерево, плотные пластмассы и т.п. Следует иметь в виду, что звуковая энергия отражается от ограждения в гораздо большей мере, чем проникает за него.

Для оценки звукоизолирующей способности ограждения введено понятие звукопроводимости τ , под которой понимают отношение звуковой энергии, прошедшей через ограждение, к звуковой энергии падающей на него. Величина, обратная звукопроводимости, называется звукоизоляцией, дБ. Звукоизоляция ограждения R , дБ, определяется зависимостью:

$$R = 10 \lg(1/\tau).$$

Числовая величина фактической звукоизоляции, создаваемой ограждением, зависит от многих факторов: размеров ограждения и его физико-механических характеристик, звукопоглощения в помещении и т.п. В настоящее время разработаны различные виды ограждений с повышенной звукоизоляцией.

Методы акустического расчета звукоизолирующей способности ограждений приведены в СНиП 23-03-2003 "Защита от шума".

Для защиты работающих в производственных помещениях с шумным оборудованием применяют звукоизолирующие кожухи, которыми закрывают наиболее шумные машины и механизмы, локализуя таким образом источник шума. Кожухи изготавливают обычно из дерева, металла или пластмассы. Внутреннюю поверхность стенок кожуха обязательно облицовывают звукопоглощающим материалом. С наружной стороны на кожух иногда наносят слой вибродемпфирующего материала; при этом кожух должен плотно закрывать источник шума.

Эффективность установки кожуха, дБ, определяют по формуле

$$\Delta U_{\text{к}} = R_{\text{с}} + 10 \lg \alpha_{\text{обл}},$$

где $R_{\text{с}}$ – звукоизоляция стенок кожуха;

$\alpha_{\text{обл}}$ – коэффициент звукопоглощения облицовки.

Устанавливаемый кожух не должен жестко соединяться с механизмом. В противном случае его применение дает отрицательный эффект.

Архитектурно-планировочные мероприятия начинают с разработки генерального плана промышленного предприятия. Наиболее шумные и вредные участки работ рекомендуется сгруппировать в отдельные комплексы с учетом разрывов между ними. При планировке помещений нужно предусматривать максимально возможное концентрирование тихих помещений от помещений с "шумным" технологическим оборудованием.

Рациональной планировкой производственного помещения можно добиться ограничения распространения шума и уменьшения количества рабочих, подверженных его воздействию. Например, при

расположении виброплощадок или шаровых мельниц в помещении, изолированном от других участков цеха, достигается резкое снижение уровня производственного шума и улучшение условий труда для большинства рабочих.

Допустимые уровни шума на рабочих местах представлены в прил. 16.

1.4.6. Бытовые здания и помещения

Бытовые здания предназначены, в частности, для размещения в них санитарно-бытовых помещений.

Для расчета санитарно-бытовых помещений в технологической части проекта устанавливают списочную численность работающих в наиболее многочисленной смене с учетом практикантов, проходящих производственное обучение.

Для мобильных зданий допускается принимать численность смены, равную 70 % списочной (в том числе 30 % женщин).

Геометрические параметры, минимальные расстояния между осями и ширину проходов между рядами оборудования бытовых помещений принимают по табл.18.

Т а б л и ц а 18*

Наименование помещений и специальных бытовых устройств	Показатель, м
1	2
Размеры в плане, м ²	
Кабины:	
– душевых закрытые	1,8×0,9
– душевых открытые и со сквозным проходом, полудушей личной гигиены женщин	0,9×0,9
– уборных	1,8×1,2
Скамьи в гардеробных	1,2×0,8
Устройство питьевого водоснабжения	0,3×0,8
Шкафы в гардеробных для уличной и домашней одежды в зависимости от климатических районов и специальной одежды и обуви марок:	0,5×0,7
– ПБ, ПВ, ПWB, ПУ	0,25×0,5
– ПВ, ПА, ППА	0,33×0,5
– ПА, ПБ, ПГ	0,4×0,5

*Таблица приведена по СНиП 2.09.04-87 "Административные и бытовые здания"

Продолжение табл. 18

1	2
Размеры по высоте, м ²	
Разделительные перегородки:	
– до верха	1,8
– от пола до низа	0,2
Шкафы для хранения одежды	1,65
Расстояние между осями санитарных приборов, м	
Умывальники одиночные	0,65
Ручные и ножные ванны, писсуары	0,7
Ширина проходов между рядами, м	
Кабины душевых закрытые, умывальники групповые	1,2
Кабины душевых открытые, уборных, писсуары	1,5
Умывальники одиночные	1,8
Ручные и ножные ванны, кабины личной гигиены женщин и фотариев	2
Шкафы гардеробных для хранения одежды при числе отделений в ряду:	
– до 18	1,4/1
– от 18 до 36	2/1,4
Площадь помещений на 1 чел., м ²	
Гардеробные уличной одежды, раздаточные спец-одежды, помещения для обогрева или охлаждения	0,1
Кладовые для хранения спецодежды при:	
– обычном составе спецодежды	0,04
– расширенном составе спецодежды	0,06
– громоздкой спецодежде	0,08
Респираторные	0,07
Помещения централизованного склада спецодежды и средств индивидуальной защиты для:	
– хранения	0,6
– выдачи (включая кабины примерки и подгонки)	0,2
Помещения дежурного персонала с местом для уборочного инвентаря, курительные при уборных или помещениях для отдыха	0,2
Места для чистки обуви, бритья и сушки волос	0,01
Помещения для сушки, обеспыливания или обезвреживания спецодежды	0,15

1	2
Помещения для мытья спецодежды, включая каски и спецобувь	0,3
Площадь помещений на единицу оборудования, м ²	
Преддушевые при кабинах душевых открытых и со сквозным проходом	0,7
Тамбуры при уборных с кабинами	0,4
Число обслуживаемых в смену на единицу оборудования, чел.	
Напольные чаши (унитазы) и писсуары уборных:	
– в производственных зданиях	18/12
– в административных зданиях	45/30
– при залах собраний, гардеробных и столовых	100/60
Умывальники и электрополотенца в тамбурах уборных:	
– в производственных зданиях	72/48
– в административных зданиях	40/27
Устройства питьевого водоснабжения в зависимости от групп производственных процессов:	
– 2а, 2б	100
– 1а, 1б, 1в, 2в, 2г, 3а, 3б, 4	200
Полудуши	15

Санитарно-бытовые помещения для работающих, занятых непосредственно на производстве, должны проектироваться в зависимости от групп производственных процессов (см.табл.6). В состав санитарно-бытовых помещений входят гардеробные, душевые, умывальные, уборные, курительные, места для размещения полудушей и устройств питьевого водоснабжения, а также помещения для обогрева или охлаждения, обработки, хранения и выдачи спецодежды (см.табл.18).

В гардеробных число отделений в шкафах или крючков вешалок для домашней и специальной одежды принимают равным списочной численности работающих, а для уличной одежды – численности работающих в двух смежных сменах.

При списочной численности работающих на предприятии до 50 человек допускается предусматривать общие гардеробные для всех работающих, занятых во всех группах производственных процессов.

Число душевых, умывальников и специальных бытовых устройств (см.табл.17) следует принимать с учетом численности работающих в смене (или части работающих в этой смене), одновременно оканчива-

ющих работу. Душевые оборудуют открытыми душевыми кабинами, до 20 % которых допускается предусматривать закрытыми.

Душевые кабины со сквозным проходом устанавливаются для работающих, занятых в производственных процессах групп 1в, 3б (см.табл.6), а также в случаях, приведенных в нормативных документах.

Уборные в многоэтажных бытовых, административных и производственных зданиях должны быть на каждом этаже. При численности 30 или менее работающих на двух смежных этажах или менее уборную следует размещать на этаже с наибольшей численностью работающих, а при 10 работающих на трех этажах – уборную на три этажа.

Расстояние от рабочих мест в производственных зданиях до уборных, курительных, а также помещений для обогрева или охлаждения, полудушей и устройств питьевого водоснабжения принимают равным не более 75 м, а от рабочих мест на площадке предприятия – не более 150 м.

Нормы площади помещений на единицу оборудования, расчетное число обслуживаемых работающих на единицу оборудования следует принимать по табл.18.

1.4.7. Средства индивидуальной защиты

Проведение технических мероприятий не всегда способствует устранению опасных и вредных производственных факторов. В таких случаях рабочими и служащими, занятыми на работах с вредными и опасными условиями труда, а также на работах, производимых в неблагоприятных температурных условиях или связанных с загрязнением производственной среды, применяются средства индивидуальной защиты (СИЗ) (прил.17).

В соответствии с ГОСТ 12.4.011-89 "Классификация средств индивидуальной защиты по назначению" для защиты от пыли, грязи, мелких травм (порезов, ссадин и т.д.) используют комбинезоны из хлопчатобумажных тканей; для защиты ног от механических воздействий, влаги, масел и охлаждения – специальную обувь; для защиты головы от механических повреждений, воды и поражения электрическим током – каски; для предохранения рук во время работы от механических повреждений (порезов, ушибов, ссадин и т.п.), от воды, попадания на кожу различных растворителей, смол, масел – рукавицы и перчатки; для защиты кожи рук от воздействия раздражающих и обезжиривающих соединений – защитные мази, кремы и пасты (которые также облегчают очистку кожи); для защиты глаз и лица от пыли, твердых осколков, брызг расплавленного металла и вредных

излучений от электросварки или лазерной установки – защитные очки, щитки, полумаски и маски; для защиты органов слуха от производственных шумов – противошумные наушники, шлемы и вкладыши.

Типы средств индивидуальной защиты органов дыхания (противогазов, респираторов, пневмошлемов, пневмомасок и самоспасателей) должны назначаться в зависимости от видов физико-химических свойств и концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны с учетом особенностей технологического и трудового процессов (температуры и влажности окружающей среды, времени работы в неблагоприятных условиях и т.д.).

По принципу действия СИЗ бывают фильтрующие и изолирующие. К фильтрующим СИЗ органов дыхания (ОД) относятся противоаэрозольные, противогазовые и универсальные респираторы и противогазы (прил.18). Для защиты органов дыхания от аэрозолей и паров радиоактивных веществ (йода и др.) служит противоаэрозольный респиратор РМ-2. При работе в атмосфере, содержащей вредные пары и газообразные вещества в концентрациях, которые не превышают 10-15 величин ПДК, используют универсальные противогазовые респираторы РПГ-67-В и РУ-60М-в. Для защиты органов дыхания, глаз и лица от газо- и парообразных вредных примесей применяют противогаз ППФМ-92, соответствующий требованиям ГОСТ 12.4.041-89 "Респираторы фильтрующие. Общие технические требования" и имеющий гигиенический сертификат № 824 и сертификат соответствия.

При наличии в воздухе неизвестных веществ, большого содержания вредных веществ (более 0,5 % по объему) и небольшого содержания кислорода (менее 18 % при норме 21 %) фильтрующие СИЗ ОД нельзя использовать. В этих случаях нужно применять изолирующие СИЗ ОД.

1.4.8. Эстетика производства

Основной задачей производственной эстетики является использование цвета и формы как факторов, способствующих созданию благоприятных и безопасных условий труда. Это достигается рациональной окраской оборудования и помещений.

Эстетика производства предполагает разработку интерьеров зданий и помещений, цветовое оформление, объемно-планировочные решения, выбор форм оборудования и средств индикации и управления.

В объемно-планировочном решении зданий и помещений определяющую роль играют конструкции и инженерное оборудование, которые должны выполнять несущие и ограждающие функции и создавать технические пространства для размещения инженерных коммуникаций.

Архитектурно-пространственные особенности интерьеров усиливают, используя свет и цвет. Основой светового решения интерьера является комплексное восприятие света, цвета и пространства.

Цветовая композиция имеет не только художественное, но и функциональное решение: она способствует компенсации недостающих красок природы. В зависимости от занимаемой площади и роли цветовой композиции в интерьере различают основные, вспомогательные и акцентные цвета. Основные цвета применяются для поверхностей большей площади (потолок, стены, крупногабаритное оборудование), вспомогательные – для поверхностей средней площади (пол, отдельные виды оборудования) и акцентные – для поверхностей малой площади. Цвета выбирают по принципу высокого контраста с основными цветами (прил.19). При выборе цветового решения интерьера учитывают гамму (совокупность цветов, принятую для цветового решения), цветовой контраст (мера различения цветов по их тону и яркости), интенсивность цвета, а также коэффициент отражения света поверхностями.

Цветовые решения интерьера производственных помещений рекомендуется осуществлять с учетом категории тяжести работ и класса их точности, а также санитарно-гигиенических условий труда.

В настоящее время широко применяется так называемая трехмерная система цветовых решений. В основе такой системы лежат три цвета, близкие по гамме и одной яркости. Путем противопоставления цветов повышается видимость предметов.

В ансамбль цветовых решений интерьера производственных помещений рекомендуется включать не только оборудование и мебель, но и рабочую одежду.

При создании цветовой среды не рекомендуется выходить за максимальные границы распределения яркостей (какие бы цвета не применялись) и минимальные границы коэффициентов отражения.

Согласно указаниям по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий, в качестве нормативных показателей цветового решения производственного интерьера принимают цветовую гамму, цветовой контраст, коэффициенты отражения поверхностей и распределение яркостей в поле зрения работающих.

Для цветовой отделки движущегося оборудования (кабины кранов, тележки, электрокары и т.п.) используют красный с черным или желтый с черным насыщенные цвета; перемещающихся частей станков (агрегатов) – цвета, отличающиеся от основного тона окраски станка (агрегата); кнопок и рукояток управления и опасных частей машин и агрегатов – цвета техники безопасности (табл.19).

Таблица 19

Оборудование	Цвет	Коэффициент отражения поверхностей
Дробильно-размольное оборудование	Бежевый	0,42
Краны мостовые (кроме кабины и обойм с крюками)	Светлый (алюминиевые краски)	0,4
Металлорежущие станки:		
– неподвижные части	Светло-зеленый	0,4
– движущиеся части	Кремовый	0,65
Насосно-компрессорное оборудование	Зелено-голубой	0,4
Транспортные механизмы (рольганги, конвейеры)	Кремовый	0,53
	Зеленый	0,4

1.5. Обеспечение пожаро- и взрывобезопасности

Пожаробезопасность. Система предотвращения пожара должна препятствовать образованию горючей среды (это прежде всего относится к процессам, где применяются легковоспламеняющиеся и горючие жидкости).

Предотвращение возгорания в горючей среде достигается: применением электрооборудования, соответствующего классу пожаро- и взрывоопасности зоны, где это оборудование установлено (см. раздел 1.2) регламентацией, с учетом максимально допустимой температуры нагрева поверхностей оборудования, изделий и материалов, которые могут войти в контакт с горючей средой; устройством молниезащиты зданий; исключением условий для теплового и химического самовозгорания веществ и материалов.

В целях защиты от пожаров необходимо:

– применение средств пожаротушения (предварительно выбирают вид, количество и место размещения первичных средств пожаротушения (прил.20), к которым относятся огнетушители, асбестовые полотна, ящики с песком, бочки с водой, при необходимости пожарные краны внутреннего противопожарного водопровода и др.);

– проведение безопасной эвакуации людей (предварительно устанавливают размеры путей эвакуации и их расположение, а также количество эвакуационных выходов).

На каждом предприятии должны быть данные о показателях пожарной опасности применяемых в технологических процессах веществ и материалов.

При работе с пожароопасными и взрывоопасными веществами и материалами следует соблюдать требования маркировки и рекомендации по их использованию (на упаковках или в сопроводительных документах).

Совместное применение (если это не предусмотрено технологическим регламентом), хранение и транспортировка веществ и материалов, которые при взаимодействии друг с другом вызывают воспламенение, взрыв или образование горючих и токсичных газов (смесей), не допускается.

При определении видов и количества первичных средств пожаротушения следует учитывать физико-химические и пожароопасные свойства горючих веществ, их отношение к огнетушащим веществам, а также площадь производственных помещений, открытых площадок и установок.

Асбестовые полотна, грубошерстные ткани и войлок размером не менее 1x1 м предназначены для тушения небольших очагов пожаров, возникающих при воспламенении веществ, горение которых не может происходить без доступа воздуха. В местах применения и хранения легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ) размеры полотен могут быть увеличены (2x1,5; 2x2 м). Каждое из перечисленных средств следует применять для тушения пожаров классов А, В, Д, Е из расчета одно средство на каждые 200 м² площади.

В соответствии с требованием ГОСТ 12.4.009-89 "Пожарная безопасность", бочки для хранения воды должны иметь объем не менее 0,2 м³ и комплектоваться ведрами. Ящики для песка должны иметь объем 0,5; 1,0 и 3,0 м³ и комплектоваться совковой лопатой.

Емкости для песка, входящие в комплект пожарного стенда, должны быть вместимостью не менее 0,1 м³.

Выбор типа и расчет необходимого количества огнетушителей рекомендуется производить в зависимости от огнетушащей способности, предельной площади, класса пожара горючих веществ и материалов в защищаемом помещении.

К классу А относятся пожары, возникающие от возгорания твердых веществ (в основном органического происхождения), горение которых сопровождается тлением (древесина, текстиль, бумага); к классу В – пожары, возникающие от возгорания горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ; к классу С – пожары, возникающие от возгорания газов; к классу Д – пожары, возникающие от возгорания

металлов и их сплавов; к классу Е – пожары, связанные с горением электроустановок.

Выбор типа огнетушителя (передвижной или ручной) обусловлен размерами возможных очагов пожара. При их значительных размерах необходимо использовать передвижные огнетушители.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должны размещаться не менее двух ручных огнетушителей.

Помещения категории Д могут не оснащаться огнетушителями, если их площадь не превышает 100 м².

Расстояние от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя не должно превышать 20 м для общественных зданий и сооружений; 30 м – для помещений категории А, Б и В; 40 м – для помещений категории В, Г; 70 м – для помещений категории Д.

Первичные средства следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещения на высоте не более 1,5 м.

Для размещения первичных средств пожаротушения в производственных и складских помещениях, а также на территории объектов должны быть оборудованы пожарные щиты (пункты).

Во время возникновения пожара в здании, аварии или какого-либо стихийного бедствия особое значение приобретает движение людей. В связи с тем, что возникновение пожара возможно в любом помещении, необходима разработка мероприятий по аварийной эвакуации людей для любого помещения и в целом для здания.

К путям эвакуации людей из здания и сооружения, осуществляемой в нормальных эксплуатационных условиях, относятся помещения и устройства, ведущие от мест постоянного пребывания людей к выходам из здания или сооружения.

Количество и общая ширина эвакуационных выходов из помещений, с этажей и из зданий определяются в зависимости от максимально возможного числа эвакуирующихся через них людей и предельно допустимого расстояния от наиболее удаленного места возможного пребывания людей (рабочего места) до ближайшего эвакуационного выхода.

Предельно допустимое расстояние от наиболее удаленной точки помещения, а для зданий класса Ф5 – от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода, измеряемого по оси эвакуационного пути, должно быть ограничено в зависимости от класса функциональной пожарной опасности и категории взрывопожарноопасности помещения и здания, численности эвакуируемых, геометрических параметров помещений и эвакуационных путей, класса конструктивной пожарной опасности и степени огнестойкости здания.

Высота горизонтальных участков путей эвакуации в свету должна быть не менее 2 м, ширина горизонтальных участков путей эвакуации и пандусов должна быть не менее:

1,2 м – для общих коридоров, по которым могут эвакуироваться из помещений класса Ф1 более 15 чел., их помещений других классов функциональной пожарной опасности – более 50 чел.;

0,7 м – для проходов к одиночным рабочим местам;

1,0 м – во всех остальных случаях.

В любом случае эвакуационные пути должны быть такой ширины, чтобы с учетом их геометрии по ним можно было беспрепятственно пронести носилки с лежащим на них человеком.

Проектируемый объект должен быть обеспечен надежными средствами извещения и сигнализации о пожарной опасности.

В з р ы в о п о ж а р о б е з о п а с н о с т ь . В целях взрывопожаробезопасности объектов проводят мероприятия по предупреждению взрывов и защите от них, а также ориентационные и ориентационно-технические мероприятия.

Для предупреждения взрыва необходимо исключить возможность образования взрывоопасной среды и возникновения источника инициирования взрыва, что достигается применением герметичного производственного оборудования, рабочей и аварийной вентиляции, регламентацией огневых работ, средствами защиты от атмосферного и статического электричества и т.д.

Защита от взрыва достигается обваловкой и бункеровкой взрывоопасных участков производства или размещением их в защитных кабинах, применением огнераспределителей, водяных, инертных газовых или паровых завес, защитой аппаратов от взрыва с помощью устройств аварийного сброса давления (предохранительные мембраны) и т.д.

Организационные и организационно-технические мероприятия по обеспечению взрывобезопасности включают в себя разработку системы инструктивных материалов, регламентов, норм, правил ведения технологических процессов, обращения с взрывоопасными веществами и материалами, а также организацию обучения персонала, осуществление контроля и т.д.

Причиной пожаров, взрывов, поражения людей могут быть разряды атмосферного электричества (молнии).

Комплекс защитных устройств от молний, предназначенных для обеспечения безопасности людей, сохранности зданий и сооружений, оборудования и материалов от взрывов, загораний и разрушений, называется молниезащитой.

Молниезащиту выбирают с учетом назначения здания, класса помещения по пожаро- и взрывоопасности, интенсивности грозовой деятельности в данном районе и ожидаемого количества поражений молнией в год. Среднегодовую грозовую деятельность в часах определяют по карте, приведенной в РД 3421.122-87 по устройству молниезащиты зданий и сооружений.

В зависимости от назначения и технологических особенностей объектов все здания и сооружения по степени пожаро- и взрывоопасности разделяют на три категории.

К категории I относятся здания (сооружения), находящиеся в зонах защиты от молний классов В-I и В-II. Их молниезащита предусматривается независимо от средней грозовой деятельности и места расположения на территории Российской Федерации.

К категории II относятся здания (сооружения), находящиеся в зонах защиты от молний классов П-I, П-II и П-IIa, а также в открытых зонах защиты от молний классов П-III. Молниезащита этих зданий предусматривается в местностях с грозовой деятельностью 20 часов в год и более. Защиту от воздействия молнии осуществляют молниеотводами, которые состоят из молниеприемника (стержневого, троссового и сетчатого), токовода и заземляющего устройства. Здания (сооружения) категории I защищают отдельно стоящими или изолирующими молниеотводами. На зданиях (сооружениях) категории II молниеотводы устанавливают непосредственно на каждом из зданий; при этом может использоваться металлическая кровля. При неметаллической кровле устанавливают сетчатые молниеприемники.

К категории III относятся здания (сооружения), находящиеся в зонах защиты от молний классов А (со степенью надежности 99,5 % и выше) и Б (со степенью надежности 95 % и выше). Здания этой категории защищают молниеотводами с любыми молниеприемниками.

Для одиночного стержневого молниеотвода высотой $h = 150$ м зона защиты от молний представляет собой круговой конус (рис.15). На уровне земли эта зона образует круг радиусом r_0 . Горизонтальное сечение зоны защиты от молний на высоте защищаемого сооружения h_x представляет собой круг радиусом r_x .

Основные размеры зоны защиты от молний:

для зоны А $h = 0,85h; r_0 = (1,1 - 0,002h)h$;

$$r_x = (1,1 - 0,002h)(h - 1,18h_x),$$

для зоны Б $h_0 = 0,92h; r_0 = 1,5h; r_x = 1,5(h - 1,08h_x)$.

При известных значениях h_x и r_x можно определить высоту одиночного стержневого молниеотвода для зоны защиты типа Б:

$$h = (r_x + 1,63h_x)/1,5.$$

Для защиты от действия электромагнитного поля находящиеся в здании металлические предметы, а также вводы коммуникаций в здание надежно заземляются.

Выбор конструкций заземлителей молниеотводов и определение значений сопротивления заземлителя растеканию тока промышленной частоты производят в зависимости от удельного сопротивления грунта. Сопротивление заземлителей при растекании тока молнии называют импульсным и определяют по формуле

$$R_{\text{имп}} = R_3 \cdot u,$$

где R_3 – сопротивление заземлителя растеканию тока промышленной частоты, Ом;

u – коэффициент импульса.

Для безопасности рекомендуется ограждать заземлители, располагать их дальше от дорог, тротуаров.

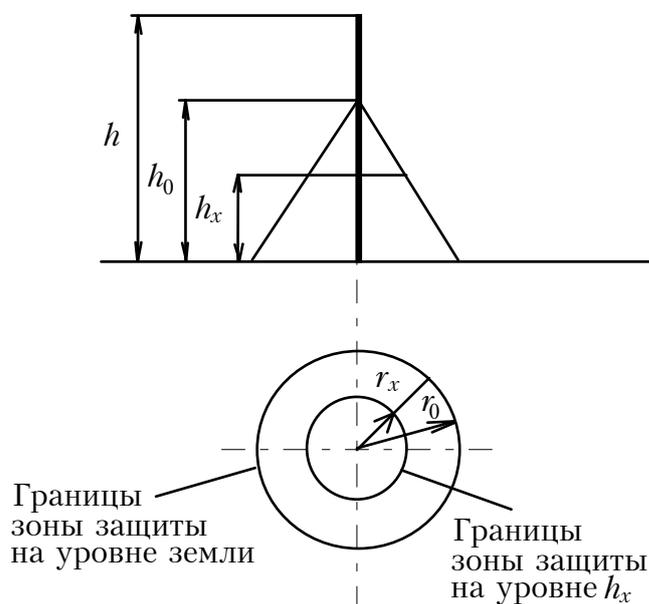


Рис.15. Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой до 150 м

1.6. Экономическая оценка мероприятий по охране производственной среды

Экономическая эффективность мероприятий, направленных на создание благоприятных условий труда, определяется с целью:

- выбора наиболее оптимального, с точки зрения социальной и экономической эффективности, варианта проектируемых решений;
- установления влияния мероприятий по улучшению условий труда как на основные технико-экономические показатели, так и на величину материальных потерь, связанных с несчастными случаями и профессиональными заболеваниями.

Экономическую эффективность мероприятий по улучшению условий труда определяют на стадии их планирования в целях обоснования как социальной, так и экономической эффективности проектируемых решений и выбора оптимального варианта этих решений (при сравнении вариантов разрабатываемых мероприятий по улучшению условий труда предпочтение должно отдаваться тем, при выполнении которых обеспечивается наибольший социальный эффект).

Экономическая эффективность внедрения мероприятий по улучшению условий труда выражается в снижении затрат труда на единицу произведенной продукции и проявляется, в конечном счете, в повышении эффективности производства.

Основными показателями экономической эффективности мероприятий, улучшающих условия труда, являются:

- рост производительности труда (снижение трудоемкости продукции, относительное снижение /высвобождение/ численности работников, прирост объема производства и экономия рабочего времени);
- годовой экономический эффект (экономия по элементам себестоимости продукции и срок окупаемости единовременных затрат).

Величина затрат на охрану труда

$$Z_t = \sum_{t=0}^{T_p} K_t \cdot \alpha_t + \sum_{t=0}^{T_p} C_t + \alpha_t,$$

где C_t – годовые эксплуатационные расходы (текущие затраты) на мероприятия по охране труда в t -м году, руб.;

K_t – инвестиции на охрану труда в t -году;

α_t – коэффициент дисконтирования ($\alpha_t = 1/(1+E)^t$);

T_p – расчетный период;

E – норма дисконта в t -м году;

t – год реализации мероприятия по охране труда ($t = 0; 1; 2; \dots; T_p$).

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) или интегральный эффект определяют как сумму текущих результатов от проведенных мероприятий по охране труда за весь расчетный период, приведенную к начальному периоду. Величину ЧДД при постоянной форме дисконта E рассчитывают по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{инт}} = \text{ЧДД} = \sum_{t=0}^{T_p} (R_t - \mathcal{Z}_t) \cdot 1 / (1 + E)^t,$$

где R_t – результат от внедрения мероприятия по охране труда в t -м году;

Если чистый дисконтированный доход инвестиционного проекта по охране труда положителен, то этот проект является эффективным (при данной норме дисконта), поэтому может рассматриваться и вопрос о его принятии (реализации). Чем больше ЧДД, тем эффективнее проект.

Другим показателем экономической эффективности инвестиций на охрану труда может служить индекс рентабельности инвестиционных вложений \mathcal{E} , определяемый как отношение суммы приведенной разности результата и затрат по величине капитальных вложений на охрану труда в t -м году. Если капитальные вложения осуществляются за многолетний период, то они также должны браться в виде приведенной суммы. В общем случае

$$\mathcal{E} = \frac{\sum_{t=0}^{T_p} (R_t - \mathcal{Z}_t) \cdot \alpha_t}{\sum_{t=0}^{T_p} Q \cdot \alpha_t}.$$

Индекс рентабельности инвестиционных вложений тесно связан с интегральным эффектом. Если интегральный эффект $\mathcal{E}_{\text{инт}}$ положителен, то индекс рентабельности $\mathcal{E} > 1$ и наоборот. При $\mathcal{E} > 1$ инвестиционный проект считается экономически эффективным. При инвестициях в исходный год K_0 и при постоянных во времени результатах затрат, норме дисконта индекс рентабельности

$$\mathcal{E} = R_t - \mathcal{Z}_t / E \cdot K_0.$$

2. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Охрана окружающей среды при строительстве и эксплуатации промышленного предприятия заключается в осуществлении комплекса технических решений по рациональному использованию природных ресурсов и мероприятий по предотвращению отрицательного воздействия работы этого предприятия на окружающую среду.

Комплекс мероприятий включает в себя:

- создание и внедрение новых процессов получения продукции с образованием наименьшего количества отходов;
- разработку систем переработки отходов производства во вторичные материальные ресурсы, а также различных типов бессточных технологических систем и водооборотных циклов на базе применяемых способов очистки сточных вод;
- создание территориально-промышленных комплексов, имеющих замкнутую структуру материальных потоков сырья и отходов внутри каждого из этих комплексов. Эта форма защиты окружающей среды является наиболее перспективной.

С учетом характера негативного воздействия проектируемого объекта на окружающую среду решают вопросы рационального использования природных ресурсов (атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, территории, почв и т.д.).

2.1. Защита атмосферного воздуха от загрязнения

2.1.1. Методы очистки промышленных выбросов от вредных примесей

При характеристике предприятия как источника загрязнения атмосферы учитывают:

- используемую технологию производства и технологическое оборудование, существующие установки по очистке газопылевых выбросов, анализ их технического состояния и эффективности работы, а также степень соответствия применяемой технологии, технологического и пылеочистного оборудования передовым отечественным и зарубежным технологиям и образцам;
- исходное сырье;
- выпускаемую продукцию;
- расход тепла и топлива с точки зрения загрязнения атмосферы;
- вещества, выбрасываемые в атмосферу, и результаты их физико-химических превращений.

Обеспечение чистоты атмосферы от загрязнений можно осуществлять путем сокращения абсолютных выбросов газов и обезвреживания выбросов, содержащих вредные вещества.

Разработку мероприятий по защите атмосферного воздуха от выбросов загрязняющих веществ осуществляют в следующем порядке:

- уточнение состава, количества и параметров выбросов загрязняющих веществ;

- определение комплекса мероприятий по сокращению выбросов вредных веществ при нормальных и при неблагоприятных метеорологических условиях;

- определение степени влияния вредных выбросов на загрязнение атмосферы на границе санитарно-защитной зоны и в населенных пунктах, находящихся в зоне влияния предприятия;

- разработка предложений по нормативам предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ для источников загрязнения;

- выбор оборудования для очистки и обезвреживания выбросов в атмосферу и степень его эффективности, а также сравнение его с передовыми техническими решениями отечественной и зарубежной практики;

- расчет приземных концентраций вредных веществ и анализ его результатов;

- перечисление способов и методов контроля количества выбрасываемых вредных веществ.

Затем проводят анализ достаточности предусмотренных мероприятий. Проблема сокращения абсолютных выбросов газов решается за счет внедрения более прогрессивных технологических процессов и оборудования повышенной газоплотности, а проблема обезвреживания выбросов, содержащих вредные вещества, – за счет применения в первую очередь сорбционных компонентов, а в отдельных случаях – за счет их сжигания.

Для решения этих проблем используют газопылеулавливающие установки:

- тканевые, волокнистые и пористые фильтры;

- электрофильтры;

- сухие инерционные пылеулавливатели (циклоны, одиночные, групповые и батарейные пылеулавливатели, акустические коагуляторы и др.);

- мокрые пылеулавливатели (полные, насадочные, скрубберы и др.);

- печи и установки дезодорации неприятно пахнущих веществ (каталитического разложения и дожигания отходящих газов), а также газопылеулавливающие установки для:

– электролитической очистки газов (сухие, мокрые, комбинированные);

– химической очистки газов (абсорбционные, адсорбционные, рекуперационные).

Выбор типа пылеулавливателя зависит от степени запыленности воздуха и необходимости его очистки, а также от размеров удаляемых частиц.

По характеру протекания физико-химических процессов различают следующие методы очистки промышленных выбросов от газообразных примесей:

– промывка выбросов растворителями примеси (метод абсорбции);

– промывка выбросов растворами реагентов, связывающих примеси химически (метод химосорбции);

– поглощение газообразных примесей твердыми активными веществами (метод адсорбции);

– поглощение примесей путем каталитического превращения (каталитический метод).

Метод абсорбции заключается в разделении газовой смеси на составные части путем поглощения одного или нескольких газовых компонентов этой смеси поглотителем (абсорбентом) с образованием раствора.

Метод химосорбции основан на поглощении газов и паров твердыми или жидкими поглотителями с образованием малолетучих или малорастворимых химических соединений.

Метод адсорбции основан на физических свойствах некоторых твердых тел с ультрамикроскопической структурой селективно извлекать и концентрировать на своей поверхности отдельные компоненты из газовой смеси.

Каталитический метод основан на взаимодействии удаляемых веществ с одним из компонентов, присутствующих в очищаемом газе, или со специально добавляемым в смесь веществом на твердых катализаторах. Этот метод используют для превращения токсичных компонентов промышленных выбросов в вещества безвредные или менее вредные путем введения катализаторов.

2.1.2. Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Максимальная расчетная приземная концентрация вредных веществ K_{\max} , мг/м³, при выбросе газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем достигается при неблаго-

приятных метеорологических условиях на расстоянии x_m , м, от источника и определяются по формуле

$$K_{\max} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \Delta T}},$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы;

M – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, г/с;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

m и n – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;

H – высота источника выброса над уровнем земли (для наземных источников $H = 2$ м), м;

η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности на выброс вредных веществ; в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $\eta = 1$);

ΔT – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси T_r и температурой окружающего атмосферного воздуха T_b , °С;

V_1 – расход газовой смеси, м³/с:

$$V_1 = \left(\frac{\pi d^2}{4}\right)v_o;$$

здесь d – диаметр устья источника выброса, м;

v_o – средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса, м/с.

Значение коэффициента A при неблагоприятных метеорологических условиях (концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна) принимают равным:

а) для районов Европейской территории страны (ЕТС) южнее 50° с.ш. и остальных районов Нижнего Поволжья, территории Сибири и Средней Азии – 200;

б) для Европейской территории и Урала в районе от 50 до 52° с.ш., за исключением попадающих в эту зону перечисленных в п.а) районов, – 100;

в) для Европейской территории и Урала севернее 52° с.ш. (за исключением Центра ЕТС) – 160.

Значения мощности выброса M , г/с, и расхода газовой смеси V_1 , м³/с, (при проектировании предприятий) определяют путем расчета или принимают в соответствии с действующими для данного производства (процесса) нормативами.

При определении значения ΔT , °С, следует принимать температуру окружающего атмосферного воздуха T_b , равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года по СНиП 2.01.01-82 "Строительная климатология и геофизика", а температуру выбрасываемой в атмосферу газовой смеси T_r – по действующим для данного производства технологическим нормативам.

Значение безразмерного коэффициента F принимают для:

а) газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей (пыли и золы, скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю) – 1;

б) мелкодисперсных аэрозолей (кроме указанных в п.а) при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов не менее 90 % – 2, от 75 до 90 % – 2,5, менее 75 % и при отсутствии очистки – 3.

Коэффициенты m и n зависят от условий выхода газовой смеси из устья источника (скорости, диаметра, перепада температур, высоты источника). Значение коэффициентов m и n определяют в зависимости от параметров f , v_m , v'_m , f_c .

При одновременном совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких веществ n , которые обладают в соответствии с перечнем, утвержденным Минздравом РФ, эффектом суммаций вредного действия, для каждой группы указанных веществ однонаправленного вредного действия рассчитывают безразмерную суммарную концентрацию q (или значение концентраций n вредных веществ, обладающих суммацией вредного действия, приводятся условно к значению концентраций одного из них).

Безразмерную концентрацию q вредных веществ в атмосферном воздухе определяют по формуле

$$q = \frac{K_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{K_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{K_n}{\text{ПДК}_n},$$

где K_1, K_2, K_n – расчетные концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе в одной и той же точке местности, мг/м³;

$\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \text{ПДК}_n$ – максимально разовые предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе, мг/м³.

Приведенную концентрацию $K_{пр}$ рассчитывают по формуле

$$K_{пр} = K_1 + K'_2 \frac{ПДК_1}{ПДК_2} + \dots + K_n \frac{ПДК_n}{ПДК_n},$$

где K_1 – концентрация вредного вещества, к которому осуществляется приведение;
 $ПДК_1$ – предельно допустимая концентрация вредного вещества, к которому осуществляется приведение;
 K'_2, \dots, K'_n и $ПДК_2, \dots, ПДК_n$ – концентрации и ПДК других веществ, входящих в рассматриваемую группу суммации;

Затем путем расчетов определяют разовые концентрации, относящиеся к 20-30-минутному интервалу осреднения.

В случае наличия совокупности источников выброса вклады этих источников (или их части), могут учитываться в расчетах загрязнения воздуха путем использования фоновой концентрации, которая для отдельного источника выброса характеризует загрязнение атмосферы в городе или другом населенном пункте, создаваемое другими источниками, исключая данный.

Фоновая концентрация относится к тому же интервалу осреднения (20-30 мин.), что и их максимальная разовая ПДК. По данным наблюдения фоновая концентрация определяется как уровень концентраций, превышающий в 5 % наблюдений за разовыми концентрациями.

Определение фоновой концентрации производят на основании данных наблюдений за загрязнением атмосферы по нормативной методике, утвержденной Госкомгидрометом и Минздравом РФ.

Значение фоновой концентрации устанавливают либо как единое по городу, либо, в случае выявления ее существенной изменчивости, дифференцированно по территории города (по постам), а также по градациям скорости и направления ветра.

При расчетах для действующих и реконструируемых источников выбросов вредных веществ (предприятий) используют значение фоновой концентрации $K'_ф$, представляющей из себя фоновую концентрацию $K_ф$, из которой исключено суммарное количество выброса вредных веществ и их источника (предприятия):

$$K'_ф = K_ф (1 - 0,4 K / K_ф) \quad (\text{при } K_{\max} \leq 2K_ф);$$

$$K'_{\phi} = 0,2K_{\phi} \text{ (при } K_{\max} > 2K_{\phi}\text{)},$$

где K_{\max} – максимальная расчетная концентрация вредного вещества при его выбросе из источника (предприятия) для точки размещения поста, на котором устанавливается фон, мг/м³.

При расчетах допускается использование значения фоновой концентрации, вычисленного не по отдельным веществам, а по комбинации веществ с суммирующимся вредным действием. (При этом фоновую концентрацию определяют по концентрациям, приведенным к наиболее распространенному из вредных веществ).

Для вновь строящегося предприятия

$$K'_{\phi} = K_{\phi}.$$

2.1.3. Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу заводом по производству сборного железобетона*

Особое место в промышленности строительных материалов занимает производство железобетона, которое является активным загрязнителем окружающей среды.

В перспективе сборный железобетон сохранит свое ведущее место в балансе материальных ресурсов строительства. Следовательно, в задачу дальнейшего совершенствования производства сборного железобетона входит осуществление комплекса технических решений по рациональному использованию природных ресурсов и мероприятий по предотвращению отрицательного воздействия проектируемого предприятия на окружающую природную среду.

Структура завода по производству сборного железобетона

Типовой завод по производству сборного железобетона включает в себя:

– склады заполнителей, в состав которых входят устройства разгрузки вагонов, а также приемные устройства подачи материалов из штабелей в бетоносмесительный узел и подогрева заполнителей в зимних условиях (при использовании некондиционных заполнителей склад снабжается дробильно-сортировочной установкой);

– склады цемента, в состав которых входят приемные устройства для разгрузки вагонов, перемещения цемента в силосы хранения и подачи его в бетоносмесительный узел;

* См. [43].

– бетоносмесительный узел, в состав которого входят подъемно-транспортное оборудование для подачи заполнителей и цемента, бункеры для сыпучих материалов, резервуары для воды, дозаторы, бетономешалки и устройства для выдачи готовой смеси;

– оборудование для изготовления арматурных каркасов и сеток, конструкций и изделий, формовочные станы, пропарочные камеры, а также подъемно-транспортное оборудование, магистральные сети энергоносителей (в отдельных случаях котельную и компрессорную).

Кроме основного производства в состав завода входят складские помещения, участки ремонта основного технологического оборудования, помещения управления и др.

Генплан завода по производству сборного железобетона с расположением источников выбросов загрязняющих веществ представлен на рис.16, характеристика источников выделения и выбросов загрязняющих веществ – в табл.20.

Характеристика сырья

Качественные и количественные характеристики загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, во многом зависят от качества, месторождения, структуры и химического состава минеральных материалов, применяемых в производстве бетонов.

Главное вяжущее вещество бетонов – цемент. Основными видами цемента являются клинкерный портландцемент, портландцемент с минеральными добавками и шлакопортландцемент марок 300-500, соответствующий ГОСТ 10178-85. Тонкость помола по остатку на сите № 008 не должна превышать 15 % массы просеянного цемента. Содержание в клинкере SO_3 должно быть не более 3,5 %.

Щебень, гравий и щебень из гравия должны применяться в виде фракций от 5 до 10, от 10 до 20, от 20 до 40 и от 40 до 70 мм. Содержание в щебне зерен слабых и выветрелых пород не должно превышать 10 %.

Наличие глины в виде отдельных комьев в количестве 0,25 % или пленки, обволакивающей зерна заполнителей, не допускается.

Песок, применяемый для изготовления бетона, может использоваться в естественном состоянии, фракционном или обогащенном виде. Допускается применение песков, полученных только дроблением и фракционированием горных пород. Содержание примесей в песке не должно превышать норм, представленных в табл.21.

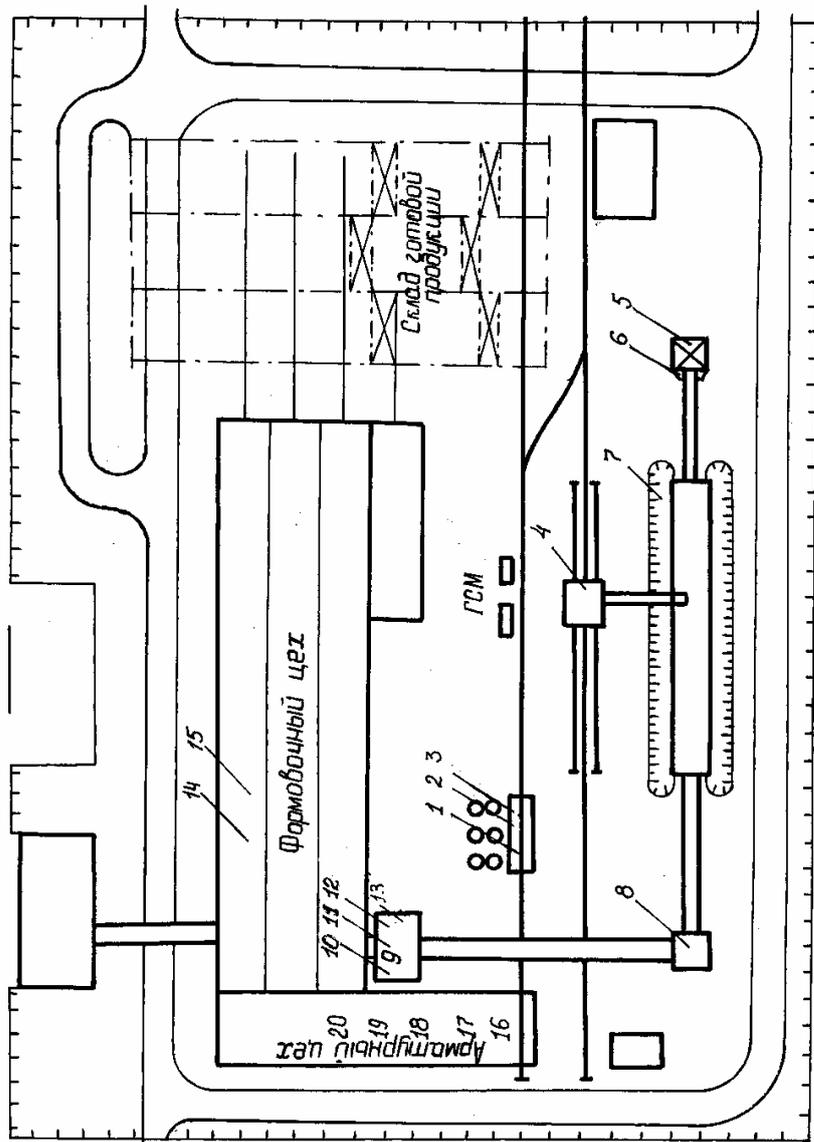


Рис.16. Генеральный план завода железобетонных изделий с расположением источников загрязняющих веществ:
 1 – пост разгрузки цемента из железнодорожных вагонов; 2 – силосы хранения цемента; 3 – разгрузка цемента из силосов в автотранспорт; 4 – пост разгрузки заполнителей железнодорожных вагонов; 5 – пост разгрузки автотранспорта; 6 – грохот; 7 – узел пересыпки в бункеры хранения и сушилки; 8 – узлы пересыпок с транспортера на транспортер; 9 – расходные бункера цемента; 10 – бетоносмесители и дозаторы цемента; 11 – узлы пересыпок заполнителей с транспортера в течку; 12 – расходные бункеры и дозаторы заполнителей; 13 – отсос от дозаторов и бункеров; 14 – пост хранения смазок; 15 – пост смазки форм; 16 – станки протяжки и резки арматурной стали; 17 – установки гибки правки и резки арматурной стали; 18 – установки сварки арматурной стали; 19 – установки изготовления арматурных каркасов; 20 – посты ручной и полуавтоматической сварки

Т а б л и ц а 20

Цех, отделение, участок	Источник выделения загрязняющих веществ	Вид загрязняющего вещества	Источник выброса загрязняющих веществ	Номер источника выброса загрязняющего вещества на генплане
1	2	3	4	5
Склад хранения цемента	Пост разгрузки железнодорожных вагонов	Пыль цемента	Неорганизованный выброс	1
	Силосы хранения цемента (пневмотранспорт)	То же	Выхлопные трубы пылеуловителей	2
	Пост разгрузки силосов в автотранспорт	"-"	То же	3
Склад заполнителей	Пост разгрузки железнодорожных вагонов	Пыль материалов	Неорганизованный выброс	4
	Пост разгрузки автотранспорта	Пыль материалов, оксид азота и углекислоты	То же	5
	Грохот	Пыль материалов	Выхлопные трубы пылеуловителей	6
	Узел пересыпки в бункеры хранения и сушки	То же	То же	7
	Узлы пересыпок с транспортеров на транспортеры	"-"	"-"	8

Окончание табл.20

1	2	3	4	5
Бетоносмесительный узел	Расходные бункера цемента (пневмотранспорт)	Пыль цемента	Выхлопные трубы пылеуловителей	9
	Бетоносмеситель и дозатор цемента	То же	Выхлопные трубы вентиляции	10
	Узлы пересыпок заполнителей с транспортера в течку	Пыль инертных материалов	То же	11
	Расходные бункеры и дозаторы заполнителей	То же	То же	12
	Отсос от дозаторов и бункеров	То же	" - "	13
Формовочный цех	Пост хранения смазок (узел подготовки смазки)	Угледороходы	Неорганизованный выброс	14
	Пост смазки форм	То же	То же	15
Арматурный цех	Станки протяжки и резки арматурной стали	Абразивно-металлическая пыль	Выхлопные трубы пылеуловителей	16
	Установки гибки, правки и резки арматурной стали	Металлическая пыль, ржавчина, окалина	То же	17
	Установки изготовления (сварки) арматурных сеток	Железа оксиды, марганца оксиды, пыль сварки	" - "	18
	Установки изготовления арматурных каркасов	То же	" - "	19
	Посты ручной и полуавтоматической сварки	Пыль сварки, марганца оксиды	Выхлопные трубы вентиляции	20

Таблица 21

Песок	Пылевидные, глинистые и илистые частицы, определяемые отмучиванием, % по массе, не более количества, представленного в		Глина в комьях, % по массе, не более количества, представленного в	
	ГОСТ 8736-85	ГОСТ 10368-80	ГОСТ 8736-85	ГОСТ 10268-80
Природный	3	3	0,5	0,5
Обогащенный	2	2	0,25	0,25
Фракционированный:				
– крупная фракция	0,5	2	0,1	0,25
– мелкая фракция	1,5	2	0,2	0,25
Дробленный:				
– необогащенный	4	5	0,35	0,50
– обогащенный	2,5	-	0,25	-

Для смазки форм применяют смазки эмульсионные, масляные и консистентные (табл.22).

Таблица 22

Вид смазки	Компоненты смазки		Расход на 1 м ² , г	Способ нанесения
	Наименование	Содержание, % по массе		
1	2	3	4	5
Обратная эмульсия	Эмульсол кислый синтетический насыщенный раствор извести при 50-60 °С	20	200-300	Через форсунку
		80		
Прямая эмульсия	Эмульсол кислый синтетический кальцинированная сода Вода	10	200-300	Через форсунку
		1		
		89		
Масляная	Отработанное масло ММО и МИО (ГОСТ 21046-86)	-	150-200	Валиком, кистью

1	2	3	4	5
Консистентная	Технический вазелин	35	До 30	Втирание вручную
	Стеарин	15		
	Солярное масло	50		
	Технический вазелин	70	До 30	Втирание вручную
	Стеарин	30		

Кроме перечисленных в табл.22 видов смазки применяются: петролатумно-керосиновая смесь из 1 части петролатума и 2,5 части керосина, солидол или автол в смеси с керосином в соотношении 1:1, а также смесь кулисного и машинного масел в соотношении 1:1. Смазку наносят из расчета 150 г на 1 м².

Характеристика выделяющихся загрязняющих веществ

Склад цемента. При выгрузке цемента из железнодорожных вагонов, а также при загрузке в силосы хранения и его подаче к местам потребления выделяется цементная пыль (рис.17). Химический состав цементной пыли зависит от химического состава клинкера, а также от добавок (шлака доменного, электротермофосфорного, активных минеральных добавок и т.п.).

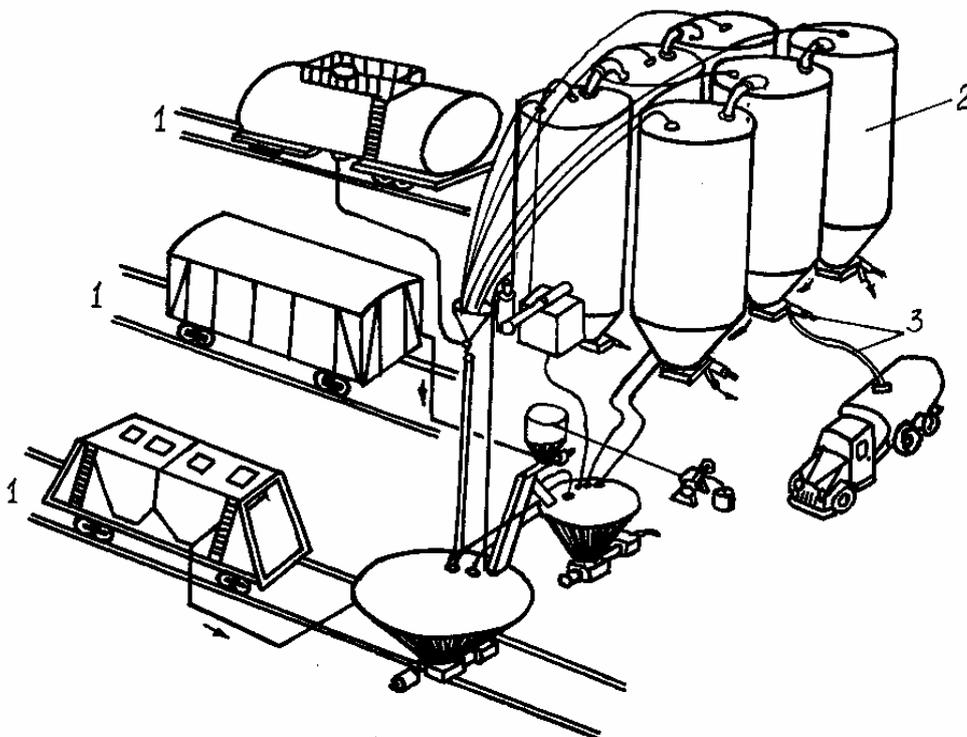


Рис.17. Схема склада хранения цемента:
1 – пост разгрузки железнодорожных вагонов; 2 – силосы хранения цемента;
3 – пост разгрузки силосов в автотранспорт

В табл.23 представлен примерный химический состав пыли портландцемента, наиболее широко применяемого для изготовления бетона.

Т а б л и ц а 23

Компоненты пыли цемента	SiO_2^+	CaO	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	SO_3	MnO
Содержание, % по массе	28-73,1	52-69	2-10	1,5-10	0,3-22,3	0,04-2	Следы

Склад инертных материалов. При выгрузке инертных материалов из железнодорожных вагонов и автомобильного транспорта, а также при перемещении инертных материалов (в питатели, транспортеры, бункеры и т.п.) выделяется пыль инертных материалов (песка, щебня, гравия и др.).

Пыль инертных материалов относится к кремнесодержащим, в состав которых входят оксид кремния аморфного в смеси с MgO в виде аэрозоля и с содержанием каждого из этих компонентов в пыли более 10 % или оксид кремния кристаллический с содержанием его в пыли от 10 до 70 %.

Бетоносмесительный узел. В бетоносмесительном отделении выделяется пыль цемента, песка, крупного заполнителя (щебня или гравия).

Формовочный цех. Для формовочного цеха характерны незначительные выбросы пыли, а также углеводородов от смазок, в состав которых входят различные нефтепродукты (солярное масло, автол, керосин и др.) и пары парафина (одного из компонентов смазок).

Арматурный цех. Для арматурного цеха (рис.18) характерно выделение пыли и газов от сварочных машин (установок), сварочных постов ручной электродуговой сварки и станков металлообработки.

Главной составной частью пылевых выбросов арматурных цехов являются оксиды железа (Fe_2O_3) и оксиды кремния (SiO_2). Вместе с тем в пыли содержатся оксиды марганца (MnO , MnO_3).

В табл.24 приведен химический состав электросварочной пыли, образующейся при сварке электродами типа УОНИ-13/45 на рабочем месте сварщика.

В сварочной пыли диоксид кремния находится в связанном состоянии, поэтому такая пыль менее опасна, чем пыль с содержанием диоксида кремния в его кристаллической модификации.

Хромовые соединения, содержащиеся в пыли в тысячных долях, не приводят к существенной профессиональной патологии сварщиков.

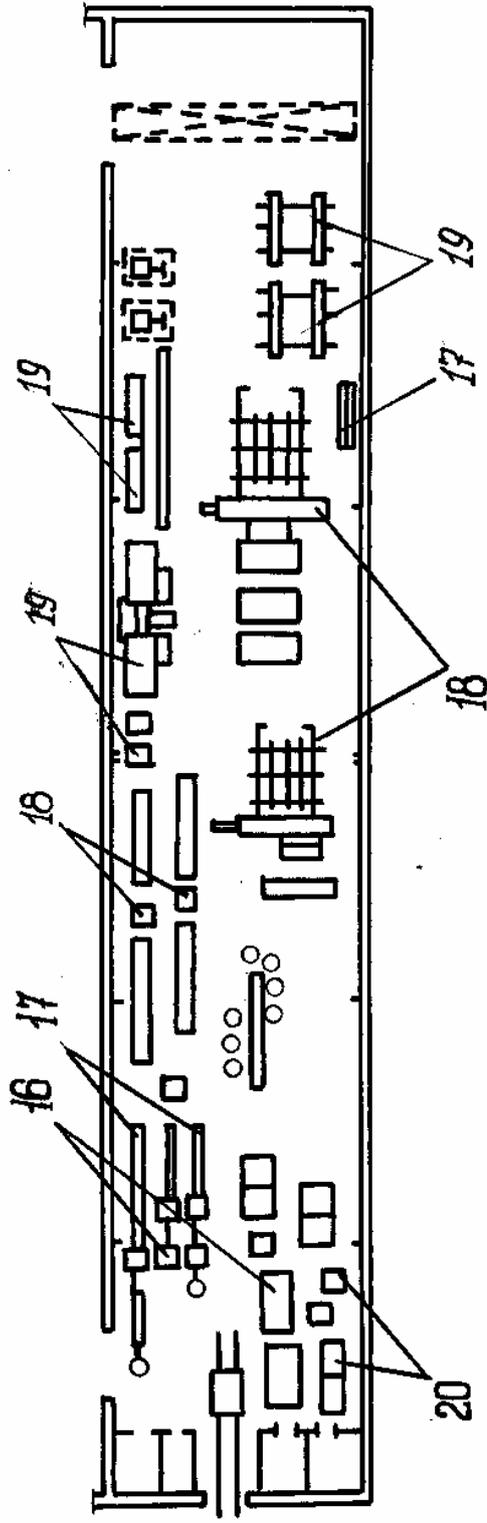


Рис.18*. Схема арматурного цеха:

- 16 – станки протяжки и резки арматурной стали;
- 17 – установки гибки, правки и резки арматурной стали;
- 18 – установки изготовления арматурных сеток;
- 19 – установки изготовления арматурных каркасов;
- 20 – посты ручной и полуавтоматической сварки

* Нумерация соответствует номерам источников выбросов загрязняющих веществ, приведенным в табл.22 (графа 5) и на рис.16.

Химический состав электросварочной пыли, % по массе			
Fe ₂ O ₃	MnO ₂	SiO ₂	Cr ₂ O ₃
33,0-62,2	1,1-8,8	7,037-7,1	0,002-0,02

Определение выбросов загрязняющих веществ

Валовое количество выделяющихся загрязняющих веществ V , т/год, при известном массовом выбросе определяют по формуле

$$V = 0,0036T \cdot M,$$

где T – время работы источника выделения загрязняющих веществ, а соответственно, и источника загрязнения атмосферы, ч/год;

M – массовый выброс загрязняющих веществ, г/с.

Масса выделяющихся загрязняющих веществ (валовое выделение) представляет собой сумму выбросов загрязняющих веществ по компонентам, образующихся при всех технических процессах.

Перед ее определением необходимо:

- ознакомиться с технологическим процессом;
- определить места расположения источника выбросов загрязняющих веществ и его размеры;
- установить соответствие состояния технологического оборудования требованиям санитарных норм (герметичность, обеспеченность укрытиями и встроенными отсосами и т.п.).

Основным методом определения массы выделяющихся загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, на действующих и реконструируемых предприятиях является **метод прямых измерений**, при котором проводятся измерения концентраций загрязняющих веществ, объемов газовоздушной смеси и других параметров различными инструментальными способами. Рекомендуется инструкция по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу как основной.

Допускается проводить учет выбросов загрязняющих веществ с использованием балансового и расчетного (вспомогательного) методов.

При определении концентраций загрязняющих веществ промышленных выбросов и параметров газовых потоков, а также при расчете выбросов из стационарных источников используются методики, утвержденные Госкомприроды РФ.

Определение массы загрязняющих веществ, выделяющихся от технологического оборудования.

Масса загрязняющего вещества (M_1 , т/год; M'_1 , г/с), образующегося при работе технологического оборудования:

$$M_1 = TK_n V / 10^6;$$

$$M'_1 = M_1 / 0,3600T,$$

где T – время работы технологического оборудования, ч/год:

$$T = n_{\text{дн}} \cdot n_{\text{см}} \cdot n_{\text{ч}} \cdot k_{\text{исп}};$$

K_n – начальная концентрация загрязняющих веществ (для пылевых выбросов – концентрация пыли), поступающих на очистку, г/м³;

V – расход загрязненного воздуха (отходящего газа), м³/ч;

$n_{\text{дн}}$ – количество рабочих дней в году, дн.;

$n_{\text{см}}$ – количество смен в сутки, см.;

$n_{\text{ч}}$ – количество часов работы в смену, ч;

$k_{\text{исп}}$ – коэффициент использования технологического оборудования (для бетонных заводов, оборудованных бетоносмесителями циклического действия, этот показатель, учитывает фактическое время пылеобразования только от разгрузки цемента и заполнителей, то есть время, затрачиваемое на перемешивание и выгрузку готовой смеси, исключается).

$$k_{\text{исп}} = 10^6 M_1 / V n_{\text{ч}}.$$

При инструментальных замерах объемный расход загрязненного воздуха приводится к нормальным условиям, м³/ч:

$$V_n = 273 \cdot V_t \cdot P / (273 + t) \cdot 760,$$

где V_t – объемный расход загрязненного воздуха, м³/ч, при его рабочей температуре, °С;

$$V_t = 3600 \cdot v \cdot S;$$

здесь v – скорость газоздушного потока в воздуховоде, м/с;

S – площадь поперечного сечения воздуховода, м²;

P – рабочее давление при отборе пробы, мм рт.ст.

Для источников выделения, не обеспеченных системами газоочистки, масса выделяющихся загрязняющих веществ равна массе этих же веществ, выбрасываемых в атмосферу.

Определение массы загрязняющих веществ, улавливаемых аппаратами и установками очистки выбросов.

Масса загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу из источников выбросов, оснащенных газоочистными и пылеулавливающими установками, зависит от концентрации загрязняющих веществ в газовой смеси после ее очистки и для каждого источника выбросов определяется по формуле

$$M_2 = K_n \cdot V_k = K \cdot (100 - \eta_{\text{общ}}) V_n / 100,$$

где K_n и K_k – концентрация загрязняющих веществ до и после очистки, г/м³;

V_n и V_k – объемный расход газа до и после очистки, м³/ч;

$\eta_{\text{общ}}$ – общая степень очистки пыли в установке, состоящей из нескольких ступеней, %.

Для газопылеулавливающей установки, предполагающей несколько ступеней очистки, общая степень очистки, %:

$$\eta_{\text{общ}} = 100 \left[1 - (1 - \eta_1/100)(1 - \eta_2/100) \dots (1 - \eta_n/100) \right],$$

где $\eta_1, \eta_2 \dots \eta_n$ – значения степени очистки воздуха от пыли (или другого загрязняющего вещества) соответственно на первой, второй и n -ной ступенях очистки, %.

Степень очистки воздушных потоков зависит от дисперсного состава улавливаемых частиц пыли, типа аппарата, параметров его работы и затрат на очистку.

Степень очистки газа или пыли при подсосе воздуха (или его утечке) в пределах 5 % от количества воздуха, поступающего в установку, определяют по формуле

$$\eta' = (K_n - K_k / K_n) \cdot 100 = (1 - K_k / K_{\text{исп}}) \cdot 100 \%,$$

а при подсосах воздуха (или его утечке) более 5 % от количества воздуха, поступающего в установку:

$$\eta'' = (1 - K_k V_k / K_n V_n) \cdot 100 \%,$$

где V_n, V_k – объемный расход воздуха соответственно на входе в установку и на выходе из нее, м³/ч.

Ориентировочные значения степени очистки пылеулавливающих аппаратов принимают по табл.25. Характеристика работы установок очистки, наиболее часто применяемых при производстве железобетона, приведена в табл.26

Таблица 25

Цех, участок, отделение	Пылеулавливающие аппараты	Степень очистки, %
Склад хранения цемента	Циклоны НИИОГАЗ	75
	Рукавные фильтры:	
	– РП, РВ, РС1 (СМЦ-166)	99,5
	– НС (СМЦ-169)	99
	– ФВ	68
	Гравийные фильтры	90
Расходные бункеры и дозаторы цемента	Циклоны НИИОГАЗ	83
	Рукавные фильтры:	
	– РП, РВ, РС1 (СМЦ-166)	99,5
	– НС (СМЦ-169)	99
	– ФВК	93
	– ФВ	54
	Зернистые фильтры	58
Бетоносмесительный узел	Циклоны:	
	– НИИОГАЗ	70
	– ЛИОТ	61
	– СИОТ	85
	Рукавные фильтры:	
	– РП, РВ, РС1 (СМЦ-166)	9,5
	– ФРКИ, ФРКН	99,9
	– НС (СМЦ-169)	99
	– ФВК	93,5
– ФВ	53	
Склад инертных материалов	Циклоны НИИОГАЗ	83
	Рукавные фильтры:	
	– ФРО, ФРКИ, ФРКН	99,5
	– ФВК, ФВ	65

Таблица 26

Цех, участок	Загрязняющее вещество	Установка очистки воздуха	Показатели работы установки						Степень очистки, %
			до очистки			после очистки			
			м ³ /ч	°С	г/м ³	м ³ /ч	°С	г/м ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Цементные силосы	Пыль цемента	1 ступень Циклон ЦН	4500	21	8,7			1,13	87
	" - "	2 ступень Рукавные фильтры ФВ, ФВК			1,13	6100	21	0,28	75
То же	" - "	1 ступень Рукавный фильтр СМЦ-166	2000	21	10,1	2400	21	0,2	98
Бетоносмесительный узел	Пыль цемента или песка	1 ступень циклоны ЦН, ЛИОТ, СИОТ 2 ступень фильтры СМЦ-166, ФВК	5400	30	11,3			0,17	98,0
					0,17	7000	30	0,03	83,0
Отсос от дозаторов и бетономешалок	Пыль цемента или песка	1 ступень фильтр БФМ	8330	30	3,2	9100	30	0,84	80,0

Окончание табл.26

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Склад инертных материалов	Пыль каменных материалов или керамзита	1 ступень циклоны ЦН, НИИОГАЗ 2 ступень фильтры ФВ, ФРО, ФРКИ	5200	12	11,0			2,2	80,0
Пневмотран-спорт песка и глины	Пыль песка или глины	1 ступень циклон ЦН-15 2 ступень ротоклон	4500	17	0,5			0,1	80,0
					0,1	4700	17	0,01	90,0

Для определения массы выделяющихся загрязняющих веществ на проектируемых предприятиях используют **расчетные методы**.

Определение массы загрязняющих веществ от складов хранения цемента и инертных материалов.

При разгрузке различных материалов из железнодорожных вагонов и других транспортных средств ориентировочно количество пыли, г/с, в газоздушном потоке:

- для цемента $Q = 0,08bП$;
- для песка $Q = 0,015bП$;
- для щебня $Q = 0,058bП$,

где b – коэффициент, зависящий от высоты пересыпки материала (табл.27);

$П$ – производительность узла пересыпки, т/ч.

Т а б л и ц а 27

Высота пересыпки материала, м	0,5	1,0	1,5	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Коэффициент b	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5

Количество пыли, г/с, выделяющейся при складировании инертных материалов:

- для щебня $Q = 0,018(3,2 П) + S$;
- для песка $Q = 0,015П$,

где S – площадь складирования материала, м².

Определение массы загрязняющих веществ от бетоносмесительного узла.

Количество пыли, кг/ч, выделяющейся при работе дозаторных устройств и бетоносмесителей, перекачивании цемента пневмотранспортом (рис.19):

$$Q = V_{cp} K_{cp} / 3600,$$

где V_{cp} – средний расход загрязненного воздуха, м³/ч,

K_{cp} – средняя концентрация пыли в потоке загрязненного воздуха, г/м³.

Начальная концентрация пыли в аспирируемом воздухе, поступающем на очистку от весовых дозаторов и бетоносмесительных установок, составляет 3,2 г/м³, количество пыли, выделяющейся при их работе, – 0,9 г/с и удельное пылевыведение – 1,33 г/кг.

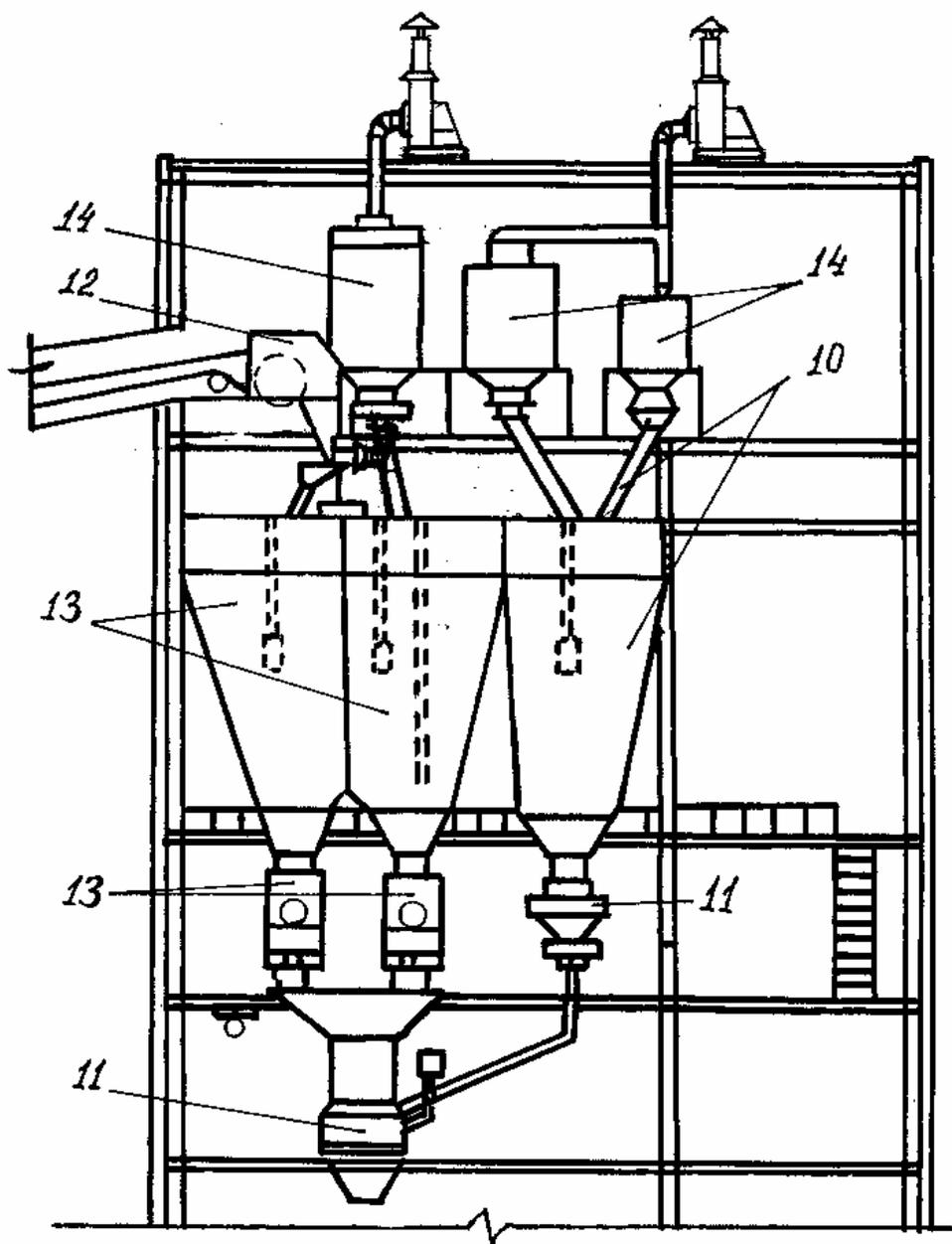


Рис.19* Схема бетоносмесительного узла

- 10 – расходные бункера цемента; 11 – бетоносмесители и дозаторы цемента;
 12 – узлы пересыпок с транспортера в течку; 13 – расходные бункеры и дозаторы заполнителей; 14 – отсосы от дозаторов и бункеров

Количество пыли, поступающей в атмосферу после очистки, г/с:

$$Q_o = K_{cp} (100 - \eta) V_{cp} / 100,$$

*Нумерация соответствует номерам источников выбросов загрязняющих веществ, приведенных в табл.22 и на рис.16.

где η – степень очистки пыли в установке, %;

$V_{\text{ср}}$ – средний расход загрязненного воздуха, м³/с

При перекачивании цемента и других материалов пневмотранспортом начальная концентрация, г/м³:

$$K_{\text{нач}} = 1000Q_{\text{вход}}/V_{\text{вход.н}},$$

где $Q_{\text{вход}}$ – общее количество материала в воздухе, поступающем в пылеуловитель после прохождения его через разгрузочное устройство, кг/ч;

$V_{\text{вход.н}}$ – расход воздуха на перекачку, м³/ч.

Средняя концентрация пыли у источника выделения при перекачивании цемента пневмотранспортом составляет 8,2 г/м³, количество пыли, выделяющейся при подаче цемента пневмотранспортом – 2,6 г/с и удельное выделение пыли цемента – 0,8 г/кг.

Количество пыли, образующейся при транспортировании инертных материалов конвейерами (песок, щебень, гравий) с 1 п.м открытой части, г/с:

$$Q = W_c b \gamma,$$

где W_c – удельная сдуваемость пыли, г/(м²·с) $W_c = 3 \cdot 10^{-2}$ г/(м²·с);

b – ширина конвейерной ленты, м;

γ – коэффициент измельчения горной массы.

Для отдельных видов оборудования, процессов бетоносмесительных узлов и складов хранения валовые выбросы можно определить, используя метод расчета по удельным показателям.

Когда в качестве удельного показателя принимают выделение загрязняющих веществ, образующихся при технологических процессах в единицу времени T , то количество пыли

$$Q = 0,0036 gT,$$

где g – удельный показатель пылевыведения (табл.28), г/с.

Таблица 28

Источник выделения	Загрязняющее вещество	Удельный показатель выделения загрязняющих веществ		Примечание
		г/с	кг/т	
1	2	3	4	5
Посты выгрузки вагонов и автотранспорта грейферными механизмами в приемные ямы	Цемент	2,3	0,08	Неорганизованный выброс при скорости ветра 2,5 м/с и влажности материала 5 %
	Щебень	2,7	0,11	
	Песок	0,5	0,03	
	Известняк	0,55	0,24	
Посты выгрузки вагонов в склады хранения пневмотранспортом	Цемент	2,6	0,8	Средняя концентрация загрязняющих веществ 8,2 г/м ³
	Песок	1,3	-	
Загрузка цементовоза: – самотеком – пневмотранспортом	Цемент		0,02	Средняя концентрация загрязняющих веществ, г/м ³ – 3,5 – 19,5
	Цемент		0,2	
Загрузка сыпучих материалов в желоба, питатели и бункеры: – кусковых – порошковых	Пыль материала	0,8	1,0	Средний размер материалов, мм: – 8 и более – менее 8
		1,9	2,3	
Пересыпка сыпучих материалов на транспортеры: – кусковых – порошковых	Пыль материала	0,54	0,65	Средний размер, мм: – 8 и более – менее 8
		1,2	1,43	

Окончание табл.28

1	2	3	4	5
Кабинные укрытия ленточных конвейеров и элеваторов при загрузке сыпучих материалов: – кусковых – порошковых	Пыль материала	0,3 0,8	0,35 0,95	Средний размер, мм: – 8 и более – менее 8
Комбинированные укрытия в галереях ленточных конвейеров при загрузке сыпучих материалов: – кусковых – порошковых	Пыль материала	0,4 0,9	0,5 1,1	Средний размер, мм: – 8 и более – менее 8
Дробилки щековые: – изверженные породы – карбонатные породы	Пыль материалов То же	14,4 23,6	3,0 6,0	Влажность материала 5 %
Дробилки конусные: – изверженные породы – карбонатные породы	Пыль материалов То же	20,3 38,6	2,0 5,0	То же
Грохоты: – изверженные породы – карбонатные породы	Пыль материалов То же	8,33 9,72	- -	То же
Весовые дозаторы и бетоносмесительные установки	Пыль цемента и песка	0,972	1,33	3,2 г/м ³
Пневмотранспорт цемента	Пыль цемента	2,64	0,8	8,2 г/м ³
Цементные силосы	Пыль цемента	-	-	8,7-10,1 г/м ³

Определение массы загрязняющих веществ, образующихся при работе формовочного цеха.

Выбросы пыли в формовочном цехе практически отсутствуют. Основной вид загрязняющих веществ, образующихся в формовочном цехе, – аэрозоли материалов, применяемых для смазки форм и эмульсионные смазки, содержащие керосин и масла (автол, солярное масло, технический вазелин и т.п.), а также углеводороды различного состава и парафиновые углеводороды.

Годовые потери углеводородов в атмосферу от резервуаров при закачке нефтепродуктов:

$$B_{\text{угл}} = V_{\text{год}} \cdot g_{\text{угл}};$$

где $V_{\text{год}}$ – объем нефтепродукта, поступающего в резервуар за год, м³;

$g_{\text{угл}}$ – удельные потери углеводородов при закачке.

Годовые потери углеводородов из индивидуального резервуара для эмульсионной смазки форм при эксплуатации определяются суммированием квартальных потерь

$$B_{\text{кв}} = V_{\text{кв}} \cdot P_{\text{нас}} \cdot P_{\text{ср}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot 10^{-3} / P_{\text{атм}},$$

где $V_{\text{кв}}$ – объем нефтепродукта, поступившего в резервуар в течение всего квартала, м³;

$P_{\text{нас}}$ – давление насыщенных паров углеводородов в паровоздушной среде резервуара при среднеквартальной температуре газового пространства резервуара, мм рт.ст. (рис.20);

$P_{\text{атм}}$ – среднее барометрическое давление в газовом пространстве резервуара, мм рт.ст.;

$P_{\text{ср}}$ – средняя плотность паров нефтепродуктов в паровоздушной среде резервуара при среднеквартальной температуре газового пространства, кг/м³;

k_1 – коэффициент, характеризующий удельные потери углеводородов с учетом квартальной оборачиваемости резервуаров (рис.21);

k_2 – коэффициент, учитывающий наличие технических средств сокращения потерь от испарения и режим эксплуатации резервуара (табл.29);

k_3 – коэффициент, учитывающий влияние климатических условий на испарение (табл.30).

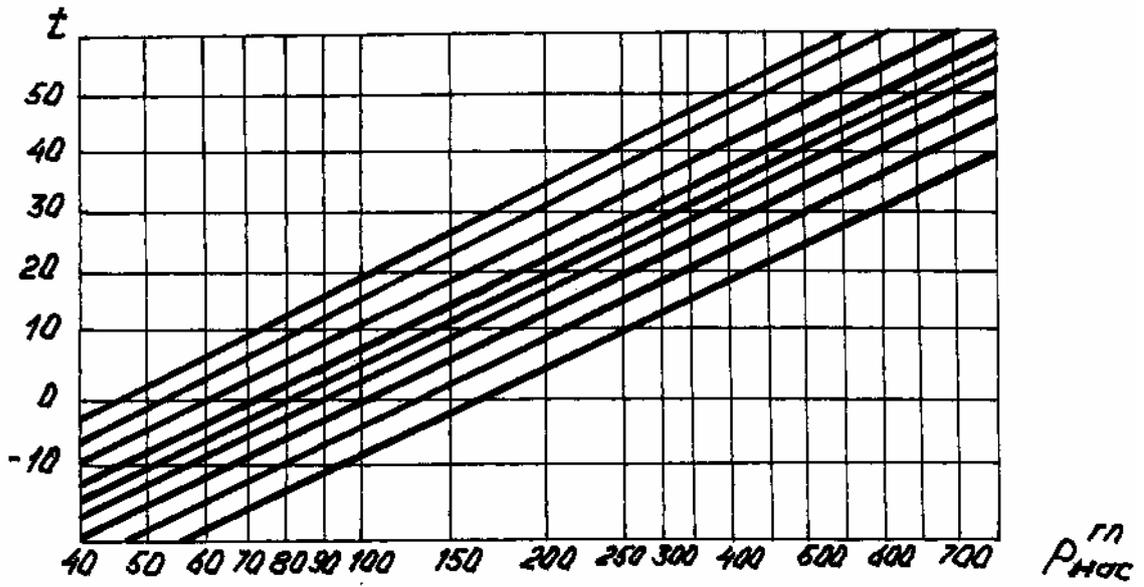


Рис.20. Зависимость $P_{нас}$ от среднеквартальной t

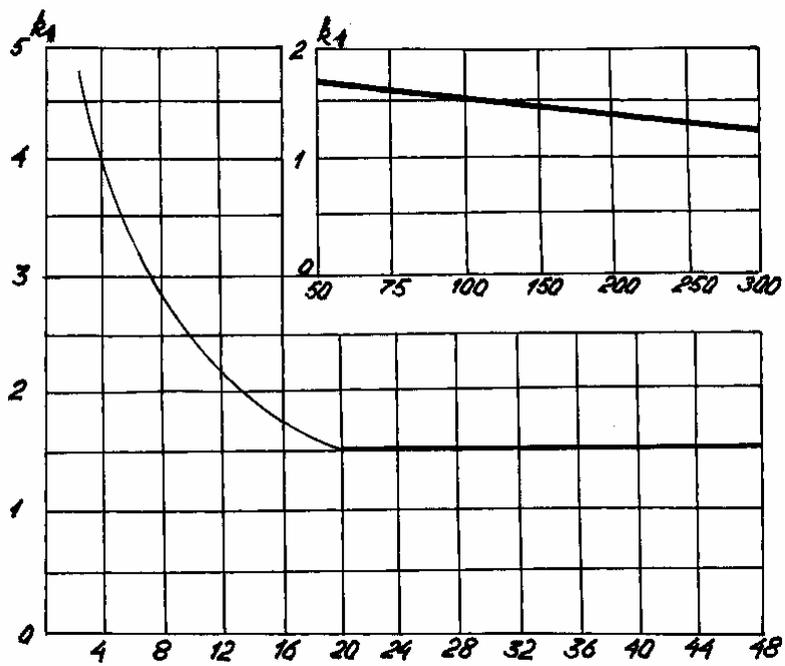


Рис.21. Зависимость k от среднеквартальной оборачиваемости резервуара

Таблица 29

Эксплуатация резервуара	Наземные металлические резервуары			Подземные железобетонные резервуары	
	без оснащения техническими средствами снижения потерь	с оснащением понтоном или плавающей крышей	с подключением в газоразравнивательную систему	без оснащения техническими средствами снижения потерь	с подключением в газоразравнивательную систему
Резервуар эксплуатируется как мерник	1	0,2	0,2	0,8	0,1
То же, но с открытыми люками или снятыми дыхательными клапанами	1,1	0,25	1,1	0,9	0,9
Резервуар эксплуатируется как буферная емкость	0,1	0,05	0,05	0,15	-
То же, но с открытыми люками или снятыми дыхательными клапанами	0,15	0,07	0,2	0,2	-

Таблица 30

Квартал	Климатическая зона		
	Северная	Средняя	Южная
II и III	1	1,14	1,47
I и IV	1	1	1

Значения среднеквартальной температуры газового пространства резервуара принимаются:

для I и IV кварталов $t_{cp} = (t_n \cdot t_v) / 2$;

для II и III кварталов $t_{cp} = 0,7t_n + 0,3t_v$.

где t_n и t_b – среднеквартальные температуры соответственно нефтепродукта в резервуаре и атмосферного воздуха, °С.

Плотность углеводородов определяется по формуле:

$$P_{cp} = M \cdot P_{атм} \cdot T_o / 22,4 \cdot P \cdot T_{cp},$$

где M – молекулярная масса паров нефтепродукта, определяется по формуле

$$M = 45 + 0,6t_{нк},$$

где $t_{нк}$ – температура начала кипения нефтепродукта, °С;

$P_{атм}$ – барометрическое давление в газовом пространстве резервуара, мм рт.ст.;

$P = 760$ мм рт.ст.;

$T_o = 273$ К;

T_{cp} – среднеквартальная температура газового пространства, К.

Масса выделяющихся загрязняющих веществ из открытых емкостей определяется в зависимости от количества испаряющейся жидкости и составляет, кг/г

для керосина $1,56S$;

для парафина $1,22 \cdot 10^{-2}S$;

для нефтяных масел $5,00 \cdot 10^{-2}S$,

где S – свободная поверхность испаряющейся жидкости.

Определение массы загрязняющих веществ, образующихся при работе арматурного цеха.

Количество пыли, образующейся при работе арматурного цеха, зависит от величины коррозионного износа обрабатываемой стали и составляет до 3 % от ее массы.

При наличии пылеулавливающей установки расчет массы загрязняющих веществ, поступающих на очистку и выбрасываемой в атмосферу, производят по методике, представленной выше.

Для металлообрабатывающего оборудования, не обеспеченного пылеулавливающими установками, расчет производят по удельным показателям (табл.31) с использованием формулы:

$$Q = 0,0036gT.$$

Т а б л и ц а 31

Оборудование	Загрязняющие вещества	Удельный показатель выделения загрязняющих веществ, г/с
Отрезные станки	Абразивно-металлическая пыль	0,077
Установки для правки и резки арматурной стали марок СМЖ-357, СМ-758, С-338, СМ-579 и др.	Металлическая пыль, окалина и ржавчина	0,044
Автоматы правильно-отрезные марок И-6118, И-6022А и др.	То же	0,044
Станки точильно-шлифовальные типа ЗБ634 и др.	Абразивно-металлическая пыль	0,067
Станки зачистки грата типа 7247-7 и др.	То же	0,067

Общая масса аэрозолей, выделяющихся в процессе сварки, т/год:

$$M = g m_{\text{эл}} / 10^6,$$

где g – удельный показатель выделения загрязняющих веществ (табл.32), г/кг;

$m_{\text{эл}}$ – масса расходуемых электродов и наплавочного материала, кг/год.

Если для сварки применяются сварочные машины (сварочные автоматы, полуавтоматы контактно-точечной сварки и др.) и для них нормируется время работы, то годовой выброс сварочного аэрозоля, поступающий от машины при отсутствии газопылеулавливающего оборудования, т/год,:

$$M_{\text{св.аэр}}^{\text{год}} = 0,0036 g_1 T n,$$

где g_1 – удельный показатель выделения загрязняющих веществ на единицу оборудования (табл.33), г/с ;

n – количество машин, шт.

Таблица 32

Вид сварки	Сварочный материал	Количество загрязняющих веществ, выделяющихся при сварочных работах, г/кг								
		Сварочный аэрозоль	Оксиды марганца	Оксиды хрома	Оксиды кремния	Водород фтористый	Оксиды углерода	Оксиды азота		
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Ручная дуговая сварка с применением штучных электродов	АНО-3	6,0	0,69	-	-	-	-	-	-	
	АНО-4	17,0	1,95	-	-	-	-	-	-	
	АНО-6	16,3	1,05	-	-	-	-	-	-	
	АНО-7	12,4	1,5	-	-	-	-	-	-	
	ОЗС-3	15,0	0,4	-	-	-	-	-	-	
	ОЗС-4	9,0	1,1	-	-	-	-	-	-	
	ЖД-3	9,8	1,32	-	-	-	1,38	-	-	
	ОЗС-6	13,8	0,86	-	-	-	1,53	-	-	
	МР-3	11,5	1,8	-	-	-	0,4	-	-	
	ЦЛ-17	10,0	0,6	0,17	-	-	-	-	-	
	ОЗС-14	8,4	1,4	0,46	-	-	0,91	-	-	
	НЖ-13	4,25	0,53	0,24	-	-	1,6	-	-	
	УОНИ-13/45	14,0	0,51	-	1,4	-	1,0	-	-	
	УОНИ-13/55	18,6	1,0	-	1,0	-	0,93	-	-	
	ЭА-606/11	11,0	0,7	0,6	-	-	0,004	1,4	1,3	
	ЭА-400/10 у	5,7	0,4	0,25	-	-	0,54	-	-	
ЭА-48/22	9,7	0,8	1,30	-	-	0,001	-	0,7		

Окончание табл.32

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Полуавто-матическая и автома-тическая сварка без газовой защиты	ПП-АН-3	13,7	1,36	-	-	2,7	-	-
	ПП-АН-4	7,5	2,18	-	-	1,95	-	-
	ПП-АН-7	14,4	2,18	-	-	1,45	-	-
	ЭПС-15/2	8,4	0,89	-	-	0,77	-	-
	ПСК-3	7,7	0,41	-	-	0,72	-	-
	ЭП-245	12,0	0,61	-	-	-	3,2	-
	ЭП-704	8,4	0,8	0,07	-	-	3,0	-
	СВО8Г2С	9,7	0,5	0,02	-	-	14,0	-
	СВО8Г6Х	14,0	0,8	0,03	-	-	6,0	-
	углекислого газа	СВ16Х16-Н25М6	15,0	2,0	1,0	-	-	-
ЭП-245		12,4	0,61	-	-	-	3,2	-
ЭП-704		8,4	0,8	0,07	-	-	3,0	-
АН-348А		0,1	0,024	-	0,06	0,03	-	0,001
То же под слоем флюса	ОСЦ-45	0,09	0,03	-	0,03	0,2	-	0,006
	АНК-30	0,26	0,012	-	-	0,018	-	-
	К-1	0,06	0,023	-	-	0,15	0,5	-

Таблица 33

Оборудование	Тип (марка)	Загрязняющее вещество	Количество	
			отходящих веществ, Г/с	отсасываемого воздуха, м ³ /ч
1	2	3	4	5
Машина многоэлектрод- ная для точечной сварки арматурных сеток	АМГС-14x75-7-1	Оксиды железа с примесью до 3 % оксидов марганца	0,0188	1520
	АМГС-9x35 АМГС-10x35		0,00314	760
То же	АМГС-14x75x7	То же	0,0188	1520
Машина многоэлектрод- ная для точечной сварки каркасов	МТМК-3x100-4УК	Оксиды железа с примесью до 3 % оксидов марганца	0,00528	2200
	МТ-2002 МТ-1618 МТ-810 МТ-1614 МТ-2517 МТ-4017 МТПУ-300 МТП-1203 МТВР-4001 МТП-150/1200-1М, МТПП-75,100		0,00264 0,00139 0,000278 0,00139 0,00236 0,00507 0,00417 0,00236 0,00417 0,00236 0,00236	380 380 380 380 380 380 380 380 380 380 380 380

Продолжение табл.33

1	2	3	4	5
Вертикальная установка для сварки арматурных каркасов с подвижной машиной для точечной сварки марки МГПП-75-1	СМЖ-286, СМЖ-286Б	Оксиды железа с примесью до 3 % оксидов марганца	0,00417	6300
Вертикальная установка для сварки арматурных каркасов с подвесной машиной для точечной сварки марки МГПП-75-1	СМЖ-56-А	Оксиды железа с примесью до 3 % оксидов марганца	0,00208	3150
Ручная дуговая сварка (электродная проволока УОНИ 13/45, 13/85 и расход электродов 0,9 кг/ч)	Стол сварщика ССН-3	Оксиды железа с примесью фтористых или от 3 до 6 % оксидов марганца	0,003	2500
Машина сварочная	МС-2008	Оксиды железа с примесью 3 % оксидов марганца	0,0139	700
Полуавтоматическая сварка: – в среде углекислого газа (электродная проволока ПП-АН-4, ПП-АН-8 и расход электродов 1,89 кг/ч)		Марганец	0,00108	2500

Окончание табл.33

1	2	3	4	5
– в среде углекислого газа (электродная проволока СВ08Г2 и расход электродов 1,8 кг/ч)		Оксиды железа с примесью фтористых или от 3 до 6 % оксидов марганца	0,004	2500
– в среде углекислого газа (электродная проволока СВ1012С НСМГ и расход электродов 1,8 кг/ч)		Оксиды железа с примесью до 3 % оксидов марганца	0,00594	2500
– без газовой защиты (присадочная проволока, керамический стержень ПСК-3, ЭП-245 и расход электродов 1,5 кг/ч)		Оксиды железа с примесью фтористых или оксидов марганца	0,00517	2500
– без газовой защиты (по-рошковая проволока и расход электродов 1,5 кг/ч)		Оксиды железа с примесью фтористых или от 3 до 6 % оксидов марганца	0,000472	-
Установки для правки и резки арматурной стали СМ-579	СМЖ-357 СМ-758 С-338	Металлическая пыль, окалина, ржавчина	0,0444	-
Автоматы правильно-отрезные	И-6118 И-6022 и др.	То же	0,0667	-

Расчет выбросов пыли

от неорганизованных источников выделения

В производстве сборного железобетона в связи с применением сыпучих материалов (песка, щебня, известняка, цемента и др.) почти все операции сопровождаются выделением пыли в атмосферу.

Источниками неорганизованных выбросов могут являться необорудованные местными отсосами узлы пересыпки материалов и перевалочные работы на складе, в хранилищах, узлы загрузки и выгрузки и т.п.

Массовый выброс для складов хранения, г/с:

$$M_{\text{общ}} = M_{\text{п}} + M_{\text{с}} = \frac{10^6 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_7 \cdot \Pi \cdot e}{3600} + k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7 \cdot c \cdot S,$$

где $M_{\text{п}}$ – массовые выбросы при переработке (разгрузка, пересыпка, перемещение и пр.) материала, г/с;

$M_{\text{с}}$ – массовые выбросы при статическом хранении материала на открытых складах, г/с;

k_1 – коэффициент, учитывающий долю по массе пылевой фракции в материале (табл.34);

k_2 – коэффициент, учитывающий долю пыли (от всей массы пыли), переходящую в аэрозоль (см.табл.34);

k_3 – коэффициент, учитывающий скорость ветра (табл.35);

k_4 – коэффициент, учитывающий конструкцию укрытия, степень защищенности узла от внешних воздействий и условия пылеобразования (табл.36);

k_5 – коэффициент, учитывающий влажность материала (табл.37);

k_6 – коэффициент, учитывающий профиль складированного материала:

$$k_6 = S_{\text{факт}}/S$$

(значение k_6 колеблется в пределах 1,3-1,6 в зависимости от крупности материала и степени заполнения);

здесь $S_{\text{факт}}$ – фактическая поверхность материала с учетом рельефа его сечения (учитывается только площадь, на которой производятся погрузочно-разгрузочные работы), м²;

k_7 – коэффициент, учитывающий крупность материала (рис.38);

S – поверхность пыления в плане, м²;

c – унос пыли с 1 м^2 фактической поверхности, при k_3 и k_4 , равных 1, $\text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, составляет: для шлака, песка, кварца и щебенки – 0,002; мергеля, известняка и цемента – 0,003; песчаника и гипса – 0,005;

Π – производительность узла переработки материалов (разгрузка, пересыпка);

e – коэффициент, учитывающий высоту пересыпки (табл.27).

Выброс пыли при транспортировании инертных материалов конвейерами рассчитывается по формуле

$$V = 0,0003bl;$$

где b, l – ширина и длина конвейерной ленты, м.

Т а б л и ц а 34

Перерабатываемый материал	Плотность материала, $\text{г}/\text{см}^3$	Коэффициент k_1 , учитывающий долю по массе пылевой фракции в материале	Коэффициент k_2 , учитывающий долю пыли, переходящую в аэрозоль
Цемент	3,1	0,04	0,03
Известняк	2,7	0,04	0,02
Маргель	2,7	0,05	0,02
Гранит	2,8	0,02	0,04
Мрамор	2,8	0,04	0,06
Песок	2,6	0,05	0,03
Гипс молотый	2,6	0,08	0,04
Полевой шпат	2,5	0,07	0,01
Шлак	2,5-3,0	0,05	0,02
Диорит	2,8	0,03	0,06
Перлит	2,4	0,04	0,06
Керамзит	2,5	0,06	0,02
Вермикулит	2,6	0,06	0,04
Аглопорит	2,5	0,06	0,04
Кирпич (бой)	-	0,05	0,01
Щебенка	-	0,04	0,02
Песчаник	2,65	0,04	0,01

П р и м е ч а н и е . Значения плотности для щебенки берутся по тому материалу, из которого делают щебенку.

Таблица 35

Скорость ветра, м/с	Коэффициент k_3
До 2,0	1,0
2,1-5,0	1,2
5,1-7,0	1,4
7,1-10,0	1,7
10,1-12,0	2,0
12,1-14,0	2,3
14,1-16,0	2,6
16,1-18,0	2,8
18,1 и выше	3,0

Таблица 36

Конструкция укрытия	Коэффициент k_4
Склады открытые:	
– с четырех сторон	0,1
– с трех сторон	0,5
– с двух сторон полностью и с двух сторон частично	0,3
– с двух сторон	0,2
– с одной стороны	0,1
Загрузочный рукав, закрытый с четырех сторон	0,01

Таблица 37

Влажность материалов, %	Коэффициент k_5
От 0 до 0,5	1,0
0,6-1,0	0,99
1,1-3,0	0,8
3,1-5,0	0,7
5,1-7,0	0,6
7,1-8,0	0,4
8,1-9,0	0,2
9,1-10,0	0,1

Примечание. Для песка на складах влажности 3 % и более выбросы не рассчитываются.

Т а б л и ц а 38

Размер материала	Коэффициент k_6
Свыше 500	0,1
100-500	0,2
50-100	0,4
10-50	0,5
5-10	0,6
3-5	0,7
1-3	0,8
до 1	1,0

Примеры расчета выбросов загрязняющих веществ завода по производству сборного железобетона

Примеры расчета выбросов ЗВ приведены соответственно источникам загрязнения атмосферы (ИЗА) на генплане завода ЖБИ (рис.16).

ИЗА-1. Пост разгрузки цемента из железнодорожных вагонов.

И с х о д н ы е д а н н ы е . Производительность поста – $\Pi = 20$ т/ч, высота пересыпки – 0,5 м. Скорость ветра – 9 м/с. За год разгружается 170 вагонов по 60 т, т.е. $T = 510$ ч/год. Пост имеет ограждение с двух сторон.

Р е ш е н и е . Массовые выбросы при разгрузке цемента рассчитываем по формуле

$$M = 10^6 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_7 \cdot \Pi \cdot e / 3600 = \\ = 277,8 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_7 \cdot \Pi \cdot e$$

$$M = 277,8 \cdot 0,04 \cdot 0,03 \cdot 1,7 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 0,4 = 0,907 \text{ г/с.}$$

Валовый выброс определим по формуле

$$B = 0,0036TM;$$

$$B = 0,0036 \cdot 510 \cdot 0,907 = 1,67 \text{ т/год.}$$

ИЗА-2, ИЗА-3. Загрузка и разгрузка пневмотранспортом силосов хранения цемента.

И с х о д н ы е д а н н ы е . Время загрузка одного силоса 150 ч/год. Аспирационная система имеет производительность по воздуху = $4500 \text{ м}^3/\text{ч} = 1,25 \text{ м}^3/\text{с}$ при концентрации пыли до очистки $C_o = 8,7 \text{ г/м}^3$. Система оборудована рукавным фильтром ФВ со степенью очистки 90 %.

Р е ш е н и е . Определяем массовый и валовый выброс пыли цемента до очистки в фильтре:

$$M_o = 8,7 \cdot 1,25 = 10,875 \text{ г/с};$$

$$B_o = 0,0036 \cdot 150 \cdot 10,875 = 5,87 \text{ т/год.}$$

С учетом очистки в рукавном фильтре ФВ выбросы, в соответствии с формулами, составят:

$$M = M_o(1-\eta_1);$$

$$M = 10,87 \cdot (1-0,9) = 1,088 \text{ г/с};$$

$$B = B_o(1-\eta_1);$$

$$B = 5,87 \cdot (1-0,9) = 0,587 \text{ т/год.}$$

ИЗА-4. Пост разгрузки из железнодорожных вагонов щебня и его хранение в открытом складе.

И с х о д н ы е д а н н ы е . Выгрузка производится разгрузочной машиной производительностью $\Pi = 30$ т/ч (1 вагон с грузом 60 т за 2 часа). За год разгружается 800 вагонов. Высота пересыпки – 1,5 м, влажность материала – 7 % (по данным лабораторных анализов). Расчетная скорость ветра – до 5 м/с (принимается по данным центра по гидрометеорологии). Склад закрыт ограждениями с двух сторон. Фактическая поверхность пыления – 125 м², горизонтальная проекция поверхности пыления – 90 м². Время пылевыделения на складе – 2100 ч/год. Размеры кусков щебня до 50 мм.

Р е ш е н и е . Массовые выбросы при разгрузке щебня определяем по ранее приведенной формуле

$$M = 277,8 \cdot 0,04 \cdot 0,02 \cdot 1,2 \cdot 0,3 \cdot 0,6 \cdot 0,5 \cdot 30 \cdot 0,6 = 0,432 \text{ г/с};$$

$$B = 0,0036 \cdot 1600 \cdot 0,432 = 2,489 \text{ т/год.}$$

Массовые выбросы при статическом хранении щебня на складе определим по формуле с учетом перемещения к приемным решеткам бункера:

$$M = k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7 \cdot S \cdot c;$$

$$M = 1,2 \cdot 0,3 \cdot 0,6 \cdot 1,39 \cdot 0,5 \cdot 0,02 \cdot 90 = 0,027 \text{ г/с.}$$

Валовый выброс

$$B = 0,0036 \cdot 2100 \cdot 0,027 = 0,204 \text{ т/год.}$$

Массовые и валовые выбросы в целом по ИЗА-4 определим как сумму по отдельным операциям – разгрузке и статическом хранении:

$$M = 0,432 + 0,027 = 0,458 \text{ г/с};$$

$$B = 2,489 + 0,204 = 2,693 \text{ т/год}.$$

ИЗА-5. Пост разгрузки песка из автотранспорта на склад. Источники выделения ЗВ: приемная решетка, бункер, дозатор, пересыпка песка на транспортер. Влажность песка 4 %.

Решение. Выбросы песка рассчитываются аналогично пыли щебня (ИЗА-4 и ИЗА-7) со своими коэффициентами. В нашем случае в соответствии с табл.37 при влажности песка более 3 % выбросы можно не учитывать.

ИЗА-6. Дробилка конусная СМД-562 для дробления щебня, расположенная на открытой площадке со вспомогательным оборудованием.

Исходные данные. Расчетное количество перерабатываемого щебня $B_p = 20000 \text{ т/год} = 2 \cdot 10^7 \text{ кг/год}$. Время работы $T = 3000 \text{ ч/год}$.

Решение. Валовые и массовые выбросы будем рассчитывать отдельно по каждой технологической операции, сопровождающейся выделением пыли.

Выбросы от конвейера для перемещения крупного щебня рассчитываются по формуле в зависимости от габаритов:

$$M = 0,0003bl;$$

$$M = 0,0003 \cdot 0,6 \cdot 10 = 0,0018 \text{ г/с};$$

$$B = 0,0036 \cdot 3000 \cdot 0,0018 = 0,0194 \text{ т/год}.$$

Аналогично рассчитываются выбросы от конвейера для перемещения мелкого щебня:

$$M = 0,0003 \cdot 0,6 \cdot 12 = 0,00216 \text{ г/с};$$

$$B = 0,0036 \cdot 3000 \cdot 0,00216 = 0,0233 \text{ т/год}.$$

При загрузке щебня в бункер дробилки удельные выбросы $У = 1 \text{ кг/т} = 1 \text{ г/кг}$ табл.28, а валовые и массовые находят по формулам:

$$B = 10^{-6} \cdot У \cdot B_p;$$

$$B = 10^{-6} \cdot 1 \cdot 2 \cdot 10^7 = 20 \text{ т/год};$$

$$M = B/(0,0036T) = 277,8B/T;$$

$$M = 277,8 \cdot 20 / 3000 = 1,852 \text{ г/с.}$$

Для изверженных пород удельные выбросы непосредственно в конусных дробилках составляют $Y = 2 \text{ кг/т} = 2 \text{ г/кг}$ в соответствии с табл.28. Тогда по формулам:

$$B = 10^6 \cdot 2 \cdot 107 \cdot 2 = 40 \text{ т/год};$$

$$M = 277,8 \cdot 40 / 3000 = 3,7 \text{ г/с.}$$

Массовый выброс от грохота дробилки $M = 30 \text{ кг/ч} = 8,833 \text{ г/с}$ (табл.28), а валовый

$$B = 0,0036 \cdot 3000 \cdot 8,833 = 89,996 \text{ т/год.}$$

Выбросы при пересыпке дробленого щебня с конвейера на частично открытую площадку определим по формулам при следующих условиях: высота пересыпки – 1,5 м, производительность узла – $\Pi = 6,7 \text{ т/ч}$, влажность материала – 7 %, скорость ветра до 5 м/с:

$$M = 277,8 \cdot 0,04 \cdot 0,02 \cdot 1,2 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 6,7 \cdot 0,6 = 0,135 \text{ г/с};$$

$$B = 0,0036 \cdot 3000 \cdot 0,135 = 1,458 \text{ т/год.}$$

При статическом хранении щебня у дробилки – по формулам с учетом приемных решеток на бункере

$$M = 1,2 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,4 \cdot 0,6 \cdot 0,002 \cdot 30 = 0,0423 \text{ г/с};$$

$$B = 0,0036 \cdot 3000 \cdot 0,423 = 0,457 \text{ т/год.}$$

Всего по ИЗА-6 выбросы пыли щебня составляют:

$$M = 0,0018 + 0,00216 + 1,852 + 3,7 + 8,833 + 0,135 = 0,0423 = 14,07 \text{ г/с};$$

$$B = 0,0194 + 0,0233 + 20,0 + 40,0 + 89,996 + 1,458 + 0,457 = 151,96 \text{ т/год.}$$

ИЗА-7. Узел пересыпки в бункеры хранения щебня с приемными решетками и ленточный транспортер галереи на БСУ.

Выбросы от бункера щебня с приемными решетками и сообщающегося с ним дозатора учтены в ИЗА-6. Остальные источники выделения объединены в одну аспирационную систему. Время работы $T = 3000 \text{ ч/год}$.

Массовые выбросы от узла пересыпки $M = 0,539 \text{ г/с}$, (табл.28), а валовые выбросы составляют

$$B = 0,0036 \cdot 3000 \cdot 0,539 = 5,82 \text{ т/год.}$$

Выбросы от транспортера:

$$M = 0,0003 \cdot 0,6 \cdot 150 = 0,292 \text{ т/год.}$$

Всего по ИЗА-7:

$$M = 0,539 + 0,027 = 0,566 \text{ г/с;}$$

$$B = 5,82 + 0,292 = 6,112 \text{ т/год.}$$

ИЗА-8. Узел пересыпки инертных материалов с одного транспортера на другой. В соответствии с генпланом завода галерея инертных материалов делает поворот на пути к БСУ, и происходит пересыпка с одного транспортера на другой. Поэтому учитываем узел пересыпки, выбросы от которого идентичны ИЗА-7 ($M = 0,539$ г/с, $B = 5,82$ т/год). Выбросы от второго транспортера составляют

$$M = 0,0003 \cdot 0,6 \cdot 90 = 0,0162 \text{ г/с.}$$

$$B = 0,0036 \cdot 3000 \cdot 0,0162 = 0,175 \text{ т/год.}$$

Всего по ИЗА-8:

$$M = 0,539 + 0,0162 = 0,555 \text{ г/с;}$$

$$B = 5,82 + 0,175 = 5,995 \text{ т/год.}$$

ИЗА-9. Расходные бункеры цемента (пневмотранспорт).

Исходные данные. Расход аспирируемого воздуха $500 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,139 \text{ м}^3/\text{с}$. Время работы $T = 500$ ч/год. Система оборудования циклоном-разгрузителем со степенью очистки воздуха от пыли $\eta_1 = 70 \%$, циклоном типа ЦН ($\eta_2 = 55 \%$) и рукавным фильтром типа СМЦ ($\eta = 91 \%$).

Решение. Концентрация пыли в аспирационной системе составляет $8,2 \text{ г/м}^3$ (табл.28). Массовый и валовый выбросы цемента до очистки:

$$M = 0,139 \cdot 8,2 = 1,14 \text{ г/с.}$$

$$B = 0,0036 \cdot 500 \cdot 1,14 = 2,052 \text{ т/год.}$$

С учетом трех степеней очистки выбросы в атмосферу составят по формулам:

$$M = M_o (1 - \eta_1)(1 - \eta_2)(1 - \eta_3);$$

$$M = 1,14(1 - 0,7)(1 - 0,55)(1 - 0,91) = 0,0139 \text{ г/с;}$$

$$B = B_o (1 - \eta_1)(1 - \eta_2)(1 - \eta_3);$$

$$B = 2,052(1 - 0,7)(1 - 0,55)(1 - 0,91) = 0,0249 \text{ т/год.}$$

ИЗА-10, ИЗА-11, ИЗА-12, ИЗА-13. Узлы пересыпок заполнителей с транспортера в течку. Дозаторы заполнителей, цемента, бетоносмеситель. Время работы $T = 1560$ ч/год.

Узел пересыпки инертных материалов.

Производится последовательно пересыпка щебня и песка. Массовые выбросы щебня до очистки $M_o = 0,833$ г/с (табл.28), а валовые:

$$B_o = 0,0036 \cdot 1560 \cdot 0,833 = 4,68 \text{ т/год.}$$

Весовые дозаторы инертных материалов рассчитываются аналогично $M_o = 0,972$ г/с (табл.28)

$$B_o = 0,0036 \cdot 1560 \cdot 0,972 = 5,46 \text{ т/год.}$$

Для двух дозаторов $M_o = 1,944$ г/с, $B_o = 10,92$ т/год. То же для весового дозатора цемента: выделение пыли цемента $M_o = 0,972$ г/с, $B_o = 5,46$ т/год. То же для бетоносмесителя: выделение пыли цемента $M_o = 0,972$ г/с, $B_o = 5,46$ т/год.

Всего по ИЗА-10-13 выделяется:

пыли щебня

$$M_o = 0,833 + 1,944 = 2,777 \text{ г/с;}$$

$$B_o = 4,68 + 10,92 = 15,6 \text{ т/год;}$$

пыли цемента

$$M_o = 0,972 + 0,972 = 1,944 \text{ г/с;}$$

$$B_o = 5,46 + 5,46 = 10,92 \text{ т/год.}$$

С учетом очистки в циклоне ($\eta = 80$ %) выбросы в атмосферу составят:

пыли щебня

$$M = 2,77(1 - 0,8) = 0,555 \text{ г/с;}$$

$$B = 15,6(1 - 0,8) = 3,12 \text{ т/год;}$$

пыли цемента

$$M = 1,944(1 - 0,8) = 0,389 \text{ г/с;}$$

$$B = 10,92(1 - 0,8) = 2,18 \text{ т/год.}$$

ИЗА-14, ИЗА-15. Пост смазки форм.

Исходные данные. Резервуар наземный металлический с маслом, эксплуатируется как мерник, объем – 1,0 м³, находится в формовочном цехе. Объем масла, поступившего в резервуар в течение года – 12 м³, в течение квартала – 3 м³. Среднеквартальная оборачиваемость резервуара – 3.

Решение. Молекулярная масса паров углеводородов

$$M = 45 + 0,6t_{\text{НК}};$$

$$M = 45 + 0,6 \cdot 250 = 195.$$

Среднеквартальная температура окружающего воздуха

$$\text{I кв. } t_o = 12 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\text{II кв. } t_o = 12 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\text{III кв. } t_o = 27 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\text{IV кв. } t_o = 12 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Среднеквартальная температура нефтепродуктов в резервуаре принимается равной температуре воздуха.

Среднеквартальная температура газового пространства

$$t_{\text{cp}} = (t_{\text{H}} + t_{\text{B}}) / 2;$$

$$\text{I кв. } t_{\text{cp}}^{\text{HП}} = (12 + 12) / 2 = 12 \text{ }^\circ\text{C} = 285 \text{ K};$$

$$\text{IV кв. } t_{\text{cp}}^{\text{HП}} = (12 + 12) / 2 = 12 \text{ }^\circ\text{C} = 285 \text{ K};$$

$$t_{\text{cp}} = 0,7t_{\text{H}} + 0,3t_{\text{B}};$$

$$\text{II кв. } t_{\text{cp}}^{\text{HП}} = 0,7 \cdot 12 + 0,3 \cdot 12 = 12 \text{ }^\circ\text{C} = 285 \text{ K};$$

$$\text{III кв. } t_{\text{cp}}^{\text{HП}} = 0,7 \cdot 12 + 0,3 \cdot 27 = 27 \text{ }^\circ\text{C} = 300 \text{ K}.$$

Плотность паров углеводородов

$$P_{\text{cp}} = M \cdot P_{\text{атм}} \cdot T_o / 22,4 \cdot P \cdot T_{\text{cp}};$$

$$\text{I кв. } P_{\text{cp}} = 195 \cdot 760 \cdot 273 / (22,4 \cdot 760 \cdot 285) = 8,34 \text{ кг/м}^3;$$

$$\text{II кв. } P_{\text{cp}} = 195 \cdot 760 \cdot 273 / (22,4 \cdot 760 \cdot 285) = 8,34 \text{ кг/м}^3;$$

$$\text{III кв. } P_{\text{cp}} = 195 \cdot 760 \cdot 273 / (22,4 \cdot 760 \cdot 300) = 7,92 \text{ кг/м}^3;$$

$$\text{IV кв. } P_{\text{cp}} = 195 \cdot 760 \cdot 273 / (22,4 \cdot 760 \cdot 285) = 8,34 \text{ кг/м}^3.$$

Квартальные потери:

$$B_{\text{кв}} = V_{\text{кв}} \cdot P_{\text{нас}} \cdot P_{\text{ср}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot 10^{-3} / P_{\text{ат}};$$

$$\text{I кв. } B_{\text{кв}} = 3 \cdot 90 \cdot 8,34 \cdot 8 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 10^{-3} / 760 = 0,026 \text{ т};$$

$$\text{II кв. } B_{\text{кв}} = 3 \cdot 90 \cdot 8,34 \cdot 8 \cdot 1,1 \cdot 1,14 \cdot 10^{-3} / 760 = 0,030 \text{ т};$$

$$\text{III кв. } B_{\text{кв}} = 3 \cdot 170 \cdot 7,62 \cdot 8 \cdot 1,1 \cdot 1,14 \cdot 10^{-3} / 760 = 0,053 \text{ т};$$

$$\text{IV кв. } B_{\text{кв}} = 3 \cdot 90 \cdot 8,34 \cdot 8 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 10^{-3} / 760 = 0,026 \text{ т}.$$

Максимальный выброс для III квартала

$$M = B / 0,0036T;$$

$$M = 0,053 / (0,0036 \cdot 2160) = 0,0068 \text{ г/с}.$$

Годовой выброс при закачке

$$B = 12 \cdot 4 \cdot 10^{-6} = 4,8 \cdot 10^{-5} \text{ т/год}.$$

Максимальный выброс при закачке

$$M = 4,8 \cdot 10^{-5} / (0,0036 \cdot 6) = 0,0022 \text{ г/с}.$$

Суммарные потери углеводородов

$$B = 0,026 + 0,030 + 0,053 + 0,026 + 4,8 \cdot 10^{-5} = 0,135 \text{ т/год}.$$

ИЗА-16.

И с х о д н ы е д а н н ы е . Автомат правильно-отрезной – 2 шт. Система оборудована циклоном с обратным конусом ЦОК со степенью очистки воздуха 85 %. Время работы $T = 1600$ ч/год.

Р е ш е н и е . Массовое выделение станков с учетом работы местного отсоса (коэффициент 0,75).

$$M_0 = 0,0044 \cdot 2 \cdot 0,75 = 0,0666 \text{ г/с};$$

$$B_0 = 0,0036 \cdot 1600 \cdot 0,0666 = 0,0382 \text{ т/год}.$$

Выбросы в атмосферу металлической пыли после очистки в циклоне составят:

$$M = 0,0666(1 - 0,85) = 0,00999 \text{ г/с}.$$

Валовые выбросы:

$$B = 0,0036 \cdot 1600 \cdot 0,00999 = 0,0575 \text{ т/год}.$$

ИЗА-17.

Исходные данные. Станок для правки и резки арматурной стали СМЖ-357 – 2 шт. Оборудован индивидуальным обеспыливающим агрегатом ЗИЛ-900М со степенью очистки $\eta = 98 \%$. Время работы 1000 ч/год.

Решение. Массовое выделение металлической пыли, окалины, ржавчины от одного станка $M_0 = 0,044$ г/с (табл.31).

Валовые выбросы

$$V_0 = 0,0036 \cdot 1000 \cdot 0,0444 = 0,159 \text{ т/год.}$$

После очистки

$$M = 0,044(1-0,98) = 0,00088 \text{ г/с;}$$

$$V = 0,159(1-0,98) = 0,00318 \text{ т/год.}$$

Для 2-х станкой выбросы составят

$$M = 2 \cdot 0,00088 = 0,00178 \text{ г/с;}$$

$$V = 2 \cdot 0,00318 = 0,00636 \text{ т/год.}$$

ИЗА-18.

Исходные данные. Машина точечной сварки МТП-1203 – 5 шт. Время работы $T = 1600$ ч/год.

Решение. Массовые выбросы оксида железа составляют 0,00236 г/с (табл.33). От пяти машин с учетом работы местных отсосов:

$$M = 0,00236 \cdot 5 \cdot 0,75 = 0,00885 \text{ г/с.}$$

Валовые выбросы:

$$V = 0,0036 \cdot 1600 \cdot 0,00885 = 0,051 \text{ т/год.}$$

ИЗА-19.

Исходные данные. Машина точечной сварки МТ2002 – 1 шт. Время работы 750 ч/год.

Решение. Массовые выбросы оксида железа с примесью до 3 % оксидов марганца $M = 0,00264$ г/с (табл.33), в том числе:

оксиды железа

$$M = 0,97 \cdot 0,00264 = 0,00256 \text{ г/с;}$$

$$V = 0,0036 \cdot 750 \cdot 0,00256 = 0,00691 \text{ т/год;}$$

оксид марганца

$$M = 0,03 \cdot 0,00264 = 7,92 \cdot 10^{-5} \text{ г/с;}$$

$$V = 0,0036 \cdot 750 \cdot 7,92 \cdot 10^{-5} = 0,000214 \text{ т/год.}$$

ИЗА-20. Посты ручной и полуавтоматической сварки.

И с х о д н ы е д а н н ы е. На участке имеется 5 постов сварки электродами ОЗС-4 с общим расходом $B_p = 8000$ кг/год. Сварочные посты оборудованы местными отсосами (панелями равномерного всасывания), объединенными в одну систему. На участке имеется общеобменная система вытяжной вентиляции, удаляющая неуловимые вредные выбросы. Максимальные расход сварочного материала за 20 мин $B_{20} = 3$ кг.

Р е ш е н и е. Удельные выбросы от электродов ОЗС-4 (табл.28) оксид железа $У = 9,63$ г/кг, оксид марганца $У = 1,27$ г/кг. Эффективность улавливания загрязняющих веществ панелями равномерного всасывания составляет 75 %.

1. Валовые и массовые выбросы у сварочных постов, оборудованных местными отсосами составят:

оксида железа

$$B = 10^{-6}УB_p;$$

$$B = (10^{-6} \cdot 9,63 \cdot 8000)0,75 = 0,578 \text{ т/год};$$

$$M = УB_{20}/1200;$$

$$M = (9,63 \cdot 3,0/1200)0,75 = 0,0181 \text{ г/с};$$

оксида марганца

$$B = (10^{-6} \cdot 1,27 \cdot 8000)0,75 = 0,00762 \text{ т/год};$$

$$M = (1,27 \cdot 3,0/1200)0,75 = 0,00238 \text{ г/с}.$$

2. На участке общеобменной вытяжной вентиляции выбросы составят:

оксида железа

$$B = (10^{-6} \cdot 9,63 \cdot 8000)0,25 = 0,0193 \text{ т/год};$$

$$M = (9,63 \cdot 3,0/1200)0,25 = 0,000603 \text{ г/с};$$

оксида марганца

$$B = (10^{-6} \cdot 1,27 \cdot 8000)0,25 = 0,00254 \text{ т/год};$$

$$M = (1,27 \cdot 3,0/1200)0,25 = 0,000793 \text{ г/с}.$$

Коэффициенты 0,75 и 0,25 показывают распределение выделяющихся вредностей между 1 и 2 по эффективности работы местных отсосов.

ИЗА-21. Пост сварки арматурного цеха (на открытой площадке).

Исходные данные. Расход электродов УОНИ-13/55 – 1000 кг/год, время работы – 1500 ч/год.

Решение. Валовые и массовые выбросы составят:
оксид железа

$$M_c = 14,9 \text{ г/кг (5, с.89);}$$

$$B = 10^{-6} \cdot 14,9 \cdot 1000 = 0,0149 \text{ т/год;}$$

$$M = 0,0149 / (0,0036 \cdot 1500) = 0,00276 \text{ г/с;}$$

оксид марганца

$$M_c = 1,09 \text{ г/кг;}$$

$$B = 10^{-6} \cdot 1,09 \cdot 1000 = 0,00109 \text{ т/год;}$$

$$M = 0,00109 / (0,0036 \cdot 1500) = 0,00276 \text{ г/с;}$$

оксид кремния

$$M_c = 1,0 \text{ г/кг;}$$

$$B = 10^{-6} \cdot 1,0 \cdot 1000 = 0,0010 \text{ т/год;}$$

$$M = 0,0010 / (0,0036 \cdot 1500) = 0,000185 \text{ г/с;}$$

фториды

$$M_c = 1,0 \text{ г/кг;}$$

$$B = 10^{-6} \cdot 1,0 \cdot 1000 = 0,0010 \text{ т/год;}$$

$$M = 0,0010 / (0,0036 \cdot 1500) = 0,000185 \text{ г/с.}$$

фтористый водород

$$M_c = 1,26 \text{ г/кг;}$$

$$B = 10^{-6} \cdot 1,26 \cdot 1000 = 0,00126 \text{ т/год;}$$

$$M = 0,00126 / (0,0036 \cdot 1500) = 0,000233 \text{ г/с;}$$

окислы азота

$$M_c = 2,70 \text{ г/кг;}$$

$$B = 10^{-6} \cdot 2,70 \cdot 1000 = 0,00270 \text{ т/год;}$$

$$M = 0,00270 / (0,0036 \cdot 1500) = 0,00050 \text{ г/с;}$$

оксид углерода

$$M_c = 13,3 \text{ г/кг};$$

$$B = 10^{-6} \cdot 13,3 \cdot 1000 = 0,0133 \text{ т/год};$$

$$M = 0,0133 / (0,0036 \cdot 1500) = 0,00246 \text{ г/с}.$$

2.2. Защита водного бассейна

Самой эффективной защитой вод от загрязнения следует считать применение технологий, которые позволяют многократно использовать техническую воду.

В настоящее время система защиты водной среды от загрязнения предполагает:

- контроль за уровнем содержания вредных примесей;
- очистку сточных вод от нежелательных компонентов;
- сокращение сброса в водную среду вредных примесей вплоть до перехода на безотходное производство.

2.2.1. Методы очистки сточных вод

Очистка сточных вод – это разрушение или удаление из них определенных загрязняющих веществ, при этом обеззараживание сточных вод заключается в удалении из них патогенных микроорганизмов.

По химическому составу, количеству и скорости разложения загрязнители делят на два типа.

К первому типу относятся стойкие (неразлагающиеся) загрязнители (соли ртути, фенольные соединения, ДДТ и др.). Очистка вод от таких загрязнителей затруднена. Как правило, токсичность стоков загрязнителей первого типа уменьшают многократным разбавлением их чистой водой. Для очистки от этих загрязнителей используют также огневой способ, сущность которого заключается в испарении распыленных сточных вод при высокой температуре в продуктах горения органического топлива. При этом токсичные органические вещества окисляются с образованием продуктов полного сгорания, а минеральные вещества улавливаются.

Для очистки сточных вод используют следующие методы:

- механический;

- биологический;
- химический и др.

Механическая очистка заключается в извлечении из сточных вод нерастворимых веществ. При этом используются решетки, песколовки, сита, уловители и отстойники. При использовании механического метода сточные воды проходят жидкую и твердую фазы очистки.

Химическая очистка состоит в добавлении в сточные воды реагентов, которые вступают в реакцию с загрязняющими веществами, образуя при этом безвредные соединения или вещества, выпадающие в осадок.

В настоящее время разработаны способы химической очистки сточных вод от красителей, синтетических детергентов, цианидов, хроматов, кислот и др.

После химической очистки жидкая часть сточных вод обычно содержит еще значительное количество вредных компонентов, для удаления или обеззараживания которых загрязненную воду подвергают дополнительной очистке.

Биологическая очистка заключается в использовании естественных или искусственных водоемов, в которых под действием солнца и воздуха в присутствии соответствующих микроорганизмов происходит процесс очистки сточных вод. Очистка может быть естественной или искусственной.

Естественная биологическая очистка сточных вод осуществляется на полях фильтрации и орошения в биологических окислительных прудах, а искусственная биологическая очистка – в специальных сооружениях.

На предприятиях строительной отрасли для очистки сточных вод используются в основном механические очистные сооружения, которые из-за высокого износа не обеспечивают очистку, соответствующую нормативным требованиям.

В загрязненных стоках, поступающих в водоемы, присутствуют взвешенные вещества, нефтепродукты, аммонийный азот, нитраты, фосфор, магний, железо и др.

Основным показателем степени очистки сточных вод служит показатель биохимического потребления кислорода (БПК), растворенного в воде.

Показатель БПК – основной критерий качества воды. Согласно правилам, вода хозяйственно-питьевого назначения должна иметь БПК при 20 °С не выше 3 мг кислорода на литр воды, при занятиях спортом, купании и отдыхе – не выше 6 мг.

В чистых районах моря или чистых водоемах БПК не превышает 2-5 мг кислорода на литр.

В загрязненных водах БПК может достигать 50 мг. БПК определяют через временные интервалы, например, через 5, 10, 20 сут (соответственно употребляются и обозначения БПК₅, БПК₁₀, БПК₂₀).

2.2.2. Расчеты необходимой степени очистки сточных вод

При определении возможности спуска сточных вод проектируемого предприятия в водоем рассчитывают степень разбавления сточных вод речной водой. Интенсивность процесса такого разбавления характеризуется степенью очистки сточных вод:

$$\Theta = \frac{j \cdot Q + q}{q},$$

где Θ – степень очистки сточных вод;

Q – расход воды в створе реки у места выпуска, м³/с;

q – расчетный расход сточных вод, м³/с;

j – коэффициент смешения (коэффициент j всегда меньше единицы).

Степень влияния сточных вод на загрязнение водоема оценивается у ближайшего пункта водопользования; у этого же пункта надо определять и степень разбавления сточных вод речной водой. После этого рассматривают вопрос возможного ухудшения качества речной воды в результате сброса в нее сточных вод.

Нормативные показатели качества воды зависят от наличия в ней взвешенных веществ, плавающих примесей, возбудителей заболеваний, ядовитых и вредных веществ, а также от привкуса, температуры, значения рН, минерального состава, содержания растворенного кислорода и БПК. Для всех загрязняющих веществ существуют предельно допустимые концентрации (ПДК). Вредные и ядовитые вещества разнообразны по своему составу, поэтому они нормируются по принципу лимитирующего показателя вредности (ЛПВ), согласно которому все вещества в водных объектах питьевого и культурно-бытового водопользования можно разделить на три группы:

- с санитарно-токсическим ЛПВ;
- с общесанитарным ЛПВ;
- с органическим ЛПВ.

Расчет необходимой степени очистки сточных вод от взвешенных веществ

Необходимая степень очистки сточных вод по содержанию взвешенных веществ, %:

$$\mathcal{E}_{\text{взв}} = \frac{K_{\text{ст}} - K_0}{K_{\text{ст}}} \cdot 100 \%,$$

где $K_{\text{ст}}$ – исходная концентрация взвешенных веществ в сточных водах до очистки, мг/л;

K_0 – расчетная концентрация взвешенных веществ в очищенных сточных водах перед их сбросом в водоем, мг/л.

$$K_{\text{ст}} = K_0 + \mathcal{E} \cdot K_{\text{доп}};$$

здесь $K_{\text{ст}}$ – концентрация взвешенных веществ в воде реки до сброса в нее сточных вод, мг/л;

\mathcal{E} – степень разбавления сточных вод;

$K_{\text{ст}}$ – допустимое увеличение содержания взвешенных веществ в реке после сброса в нее сточных вод, мг/л (для водных объектов хозяйственно-питьевого водоснабжения и для водоснабжения пищевых предприятий $K_{\text{ст}} = 0,25$ мг/л, а для рыбохозяйственных водоемов и водоемов культурно-бытового пользования – 0,75 мг/л).

Расчет необходимой степени очистки сточных вод по БПК смеси речной воды и сточных вод

При поступлении сточных вод в водные объекты снижение концентрации органических веществ, выраженное в БПК, происходит не только путем разбавления, но и самоочищения.

Концентрацию сточных вод, при которой БПК речной воды в ближайшем пункте водопользования ниже спуска сточных вод будет не больше принятых нормативов, находят по формуле

$$L_0 = \frac{\mathcal{E} - 1}{10^{-k_1 t}} (L_{\text{доп}} - L_{\text{в}}) + \frac{L_{\text{доп}}}{10^{-k_1 t}},$$

где $L_{\text{доп}}$ – предельно допустимое значение БПК смеси сточных вод и речной воды;

$L_{\text{в}}$ – предельно допустимое БПК речной воды до сброса в нее сточных вод, мг/л;

k_1 – константа скорости потребления кислорода сточными водами;

t – время протекания воды от места сброса до расчетного створа, сут.

В связи с тем, что значения величины $10^{-k_1 t}$ вычислить сложно, используют табл.39 и 40, в которых принятые пределы k_1 и t охватывают все случаи, имеющие практическое значение.

Т а б л и ц а 39

°С	k_1	°С	k_1	°С	k_1
0	0,04	15	0,08	24	0,12
5	0,05	18	0,09	26	0,13
9	0,06	20	0,1	28	0,14
12	0,07	22	0,11	29	0,15

Если расчетное значение L_0 больше фактического значения БПК сточных вод, подлежащих спуску в реку, то биологическая очистка сточных вод не требуется. Если же L_0 меньше БПК сточных вод, то биологическая очистка перед спуском в водоем обязательна до получения расчетного значения L_0 .

Т а б л и ц а 40

k_1	Значение величины $10^{-k_1 t}$ при t , сут.									
	0,25	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6
0,04	0,981	0,955	0,912	0,871	0,832	0,794	0,759	0,692	0,631	0,575
0,06	0,966	0,933	0,871	0,813	0,769	0,708	0,661	0,575	0,501	0,487
0,08	0,955	0,912	0,832	0,769	0,692	0,631	0,757	0,489	0,408	0,331
0,11	0,944	0,891	0,794	0,708	0,631	0,572	0,601	0,398	0,316	0,251
0,12	0,833	0,871	0,759	0,661	0,575	0,501	0,436	0,331	0,251	0,191
0,14	0,922	0,851	0,724	0,617	0,525	0,447	0,332	0,275	0,200	0,145
0,16	0,912	0,832	0,692	0,575	0,479	0,398	0,331	0,299	0,159	0,110
0,18	0,903	0,813	0,661	0,537	0,437	0,355	0,288	0,191	0,126	0,083
0,2	0,891	0,794	0,631	0,501	0,393	0,316	0,251	0,168	0,100	0,063
0,22	0,881	0,776	0,603	0,478	0,363	0,283	0,219	0,132	0,079	0,049
0,24	0,871	0,759	0,575	0,437	0,331	0,251	0,191	0,110	0,063	0,036
0,26	0,861	0,741	0,550	0,407	0,302	0,224	0,166	0,091	0,050	0,025
0,28	0,851	0,724	0,525	0,380	0,275	0,199	0,145	0,076	0,050	0,021
0,3	0,841	0,708	0,501	0,335	0,251	0,178	0,126	0,063	0,032	0,016
0,4	0,794	0,631	0,398	0,251	0,158	0,100	0,063	0,025	0,010	0,004
0,5	0,750	0,565	0,316	0,178	0,100	0,056	0,032	0,010	0,003	0,001

Необходимая степень очистки смеси сточных вод и речной воды по БПК определяется в этом случае по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{БПК}} = \frac{L_{\text{ст}} - L_0}{L_{\text{ст}}} \cdot 100 \%,$$

где $L_{\text{ст}}$ – полная биохимическая потребность сточной воды в кислороде, мг/л.

При расчете кислородного режима водоема исходят из поглощения сточными водами растворенного кислорода речной воды в месте их спуска. Если количество содержащегося в речной воде растворенного кислорода не ниже 4 мг/л в течение первых двух суток, то снижения не произойдет и в дальнейшем.

Формула для определения расчетной концентрации растворенного кислорода сточных вод имеет следующий вид:

$$K_{\text{р}} = \frac{\mathcal{E} - 1}{0,4} \cdot (K_{\text{в}} - K_{\text{БПК}} - K_{\text{доп}}) - \frac{K_{\text{доп}}}{0,4},$$

где $K_{\text{в}}$ – содержание растворенного кислорода в речной воде до сброса сточных вод, мг/л;

$K_{\text{БПК}}$ – биохимическая потребность речной воды в кислороде, мг/л;

$K_{\text{доп}}$ – предельно допустимая концентрация растворенного кислорода, мг/л;

0,4 – коэффициент для пересчета полного потребления кислорода в двухсуточное.

Если расчетная концентрация растворенного кислорода меньше той, которая характерна для проектируемых к спуску в водоем сточных вод, то эти воды должны быть очищены. Необходимую степень очистки сточных вод определяют по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{БПК}} = \frac{L_{\text{ст}} - K_0}{L_{\text{ст}}} \cdot 100 \%,$$

где K_0 – расчетная концентрация растворенного кислорода в сточных водах, мг/л.

Расчет кислородного режима сточных вод и необходимой степени их очистки по содержанию растворенного кислорода выполняют для определения загрязненности сточных вод органическими веществами.

Расчет степени очистки сточных вод от кислоты по изменению показателя рН

Согласно общим требованиям к составу и свойствам воды водоемов у пунктов культурно-бытового водопользования, реакция рН не должна выходить за пределы 6,5-8,5.

Допустимая предельная концентрация кислоты в сточных водах

$$K_{\text{доп}} = (n-1) \cdot x_{\text{к}},$$

где $x_{\text{к}}$ – максимальное количество кислоты, которое может быть добавлено к 1 л речной воды, мг-экв/л (рис.22);

Необходимая степень очистки сточных вод от кислоты

$$\Theta_{\text{к}} = \frac{K_{\text{к}} - K_{\text{доп}}}{K_{\text{к}}} \cdot 100 \%,$$

где $K_{\text{к}}$ – содержание кислоты в сточных водах, мг-экв/л.

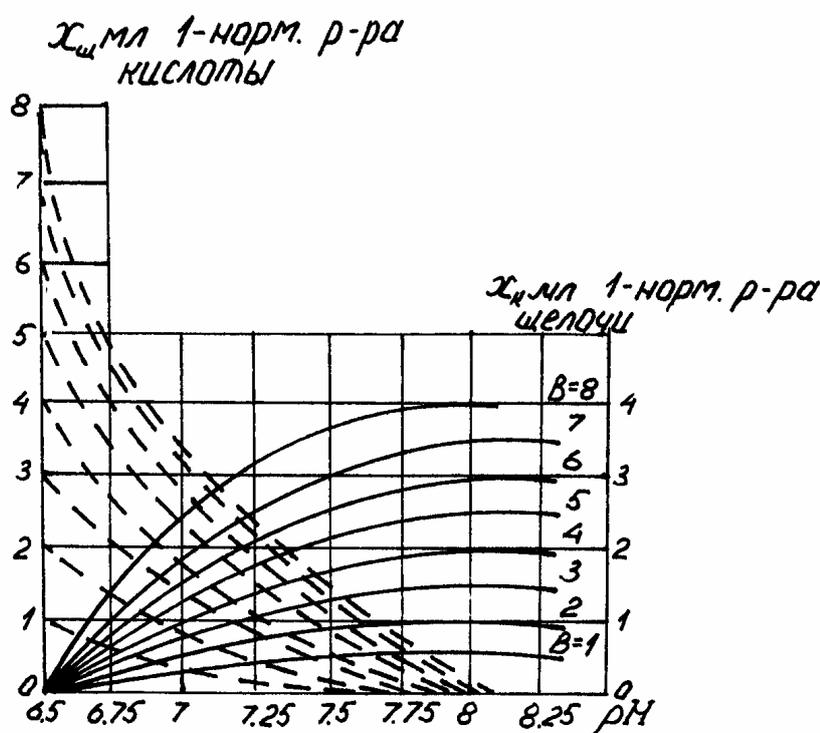


Рис.22. График для определения максимального количества кислоты на 1 л речной воды, мг-экв/л (по С.Н.Черкинскому)

Расчет степени очистки сточных вод от токсичных веществ

Если в сточных водах содержится несколько вредных веществ, то все компоненты, имеющиеся в сточных водах, разбивают на группы с одинаковыми ЛПВ (табл.41.).

Например, в сточных водах содержатся мышьяк, ртуть, свинец, никель, цинк. Мышьяк, ртуть и свинец относятся к группе веществ с

санитарно-токсикологическим ЛПВ, а никель и цинк – к группе веществ с общесанитарным ЛПВ (см.табл.41).

Сумма отношений концентраций веществ каждой группы в сточной воде к их предельно допустимым концентрациям:

$$K_{\text{ст}} = \frac{K_{\text{ст}1}}{\text{ПДК}_1} + \frac{K_{\text{ст}2}}{\text{ПДК}_2} + \frac{K_{\text{ст}3}}{\text{ПДК}_3} + \dots + \frac{K_{\text{ст}n}}{\text{ПДК}_n}.$$

Сумма отношений концентраций этих же веществ в воде водоема до спуска в него сточных вод к их ПДК:

$$K_{\text{в}} = \frac{K_{\text{в}1}}{\text{ПДК}_1} + \frac{K_{\text{в}2}}{\text{ПДК}_2} + \frac{K_{\text{в}3}}{\text{ПДК}_3} + \dots + \frac{K_{\text{в}n}}{\text{ПДК}_n}.$$

Тогда необходимая степень очистки сточных вод

$$\mathcal{E}_{\text{вр}} = \left(1 - \frac{1 - \frac{\mathcal{E} - 1}{\mathcal{E}} \cdot K_{\text{в}}}{K_{\text{ст}}/\mathcal{E}} \right) \cdot 100 \%$$

где \mathcal{E} – степень разбавления сточных вод.

2.2.3. Требования к качеству воды

Вода требуется человеку для удовлетворения самых разнообразных нужд. В зависимости от целевой направленности различают два вида ее применения:

- водопользование;
- водопотребление.

Требования к воде различного назначения приведены в табл.41, 42, 43 и 44.

Таблица 41

Состав и свойства воды водного объекта	Категории водопользования	
	Хозяйственно-питьевое водоснабжение	Культурно-бытовое назначение
1	2	3
Взвешенные вещества	<p>Количество взвешенных веществ, мг/л, не должно увеличиваться больше, чем на:</p> <p style="text-align: center;">0,25 0,75</p> <p>Количество взвешенных веществ в воде для водоемов, содержащих в межень более 30 мг/л природных и минеральных веществ, допускается до 5 %. Взвешенные вещества со скоростью выпадения более 0,4 мм/с в проточных водоемах и более 0,2 мм/с в водохранилищах к спуску запрещаются</p>	
Плавающие примеси	Плавающие пленки, пятна минеральных масел и скопления других примесей на поверхности водоема не должны обнаруживаться	
Запахи и привкусы	<p>Вода не должна иметь запахи и привкусы интенсивностью более 2 баллов, обнаруживаемые:</p> <p>непосредственно или непосредственно при последующем хлорировании</p> <p>Вода не должна сообщать посторонних запахов и привкусов мясу и рыбе</p>	
Окраска	<p>Окраска не должна обнаруживаться в столбике воды высотой, см:</p> <p style="text-align: center;">20 10</p>	
Температура	Летняя температура воды после спуска сточных вод не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет	
Активная реакция природных вод рН	Показатель рН не должен выходить за пределы 6,5-8,5	

Окончание табл.41

1	2	3
Минеральный состав	Минеральный состав в сухом виде не должен превышать 1000 мг/л, в том числе хлоридов – 350 мг/л и сульфатов – 500 мг/л	Минеральный состав нормируется по приведенному выше показателю (см. "Привкусы")
Растворенный кислород	Растворенный кислород не должен быть менее 4 мг/л в любой период года в пробе, отобранной до 12 часов дня	
Биохимическая потребность в кислороде	Полная потребность воды в кислороде при 20 °С не должна превышать, мг/л: 3 6	
Возбудители заболеваний	Вода не должна содержать возбудителей заболеваний. Сточные воды, содержащие возбудителей заболеваний, подвергаются обеззараживанию после соответствующей очистки	
Ядовитые вещества	Ядовитые вещества не должны содержаться в концентрациях, которые могут прямо или косвенно отрицательно действовать на организм и здоровье населения	

Таблица 42

Наименование ингредиента	ПДК, мг/л	Наименование ингредиента	ПДК, мг/л
1	2	3	4
Вещества с санитарно-токсикологическим лимитирующим показателем вредности:		Вещества с общесанитарным лимитирующим показателем вредности:	
– анилин	0,1	– аммиак (по азоту)	2,0
– бензол	0,5	– кадмий	0,001
– бериллий	0,0002	– капролактамы	1,0
– ванадий	0,1	– медь	0,1
– вольфрам	0,1	– никель	0,1
– ДДТ (дуст)	0,1	– сульфиды	-
– кобальт	1,0	– титан	0,1
– молибден	0,5	– хлор активный	-
– мышьяк	0,05	– цинк	1,0

Окончание табл.42

1	2	3	4
– нафтол	0,4	Вещества с органическим лимитирующим показателем вредности :	
– нитраты (по азоту)	10,0		
– роданиды	0,1		
– ртуть	0,005	– барий	4,0
– свинец	0,1	– бензин	0,1
– селен	0,001	– железо	0,5
– стронций	2,0	– керосин	0,1
– сурьма	0,05	– нефть многосернистая	0,1
– теллур	0,01	– нефть прочная	0,3
– фтор (в соединениях)	1,5	– пикриновая кислота	0,5
– хлорбензол	0,02	– сероуглерод	1,0
– четыреххлористый углерод	0,3	– толуол	0,5
		– фенол	0,001
		– хром (С ⁺⁶)	0,1
		– хром (С ⁺³)	0,5
		– этилен	0,5

Таблица 43

Наименование ингредиента	ПДК, мг/л
Аммиак	0,1
Аммония соли	5,0
Кадмий	0,005
Кобальт	0,01
Магний	50,0
Медь	0,01
Мышьяк	0,05
Никель	0,01
Нефть и нефтепродукты в растворенном и эмульгированном состоянии	0,05
Свинец	0,1
Сероуглерод	1,0
Фенолы	0,001
Хлор свободный	-
Цинк	0,01
Цианиды	0,05

Оптимальная температура воды, используемая для питья, должна быть не выше 11 °С и не ниже 7 °С. Вода с высокой температурой содержит в себе мало растворимых газов, поэтому она плохо утоляет жажду и неприятна на вкус.

Температура сточных вод должна быть не менее 6 °С и не более 30 °С. Вода при такой температуре влияет на жизнедеятельность микроорганизмов, осуществляющих биологический процесс очистки. При температуре ниже 6 °С биологическая очистка практически прекращается.

Запах и вкус воды зависят от температуры растворенных в воде газов и от химического состава примесей. Интенсивность запаха и привкуса определяют по пятибалльной системе (табл.44). Качество и интенсивность вкуса и привкуса определяются органолептически. Различают четыре вида вкуса:

- соленый;
- горький;
- сладкий;
- кислый.

Остальные виды вкусовых ощущений называются привкусами.

Интенсивность вкуса и привкуса определяют по пятибалльной системе так же, как и запах.

Вкус и запах воды могут изменяться под влиянием поступающих в водоем сточных вод. Например, фенол, содержащийся в стоках, придает воде вкус и запах карболки.

Т а б л и ц а 44

Интенсивность запаха	Балл
Отсутствие ощутимого запаха	0
Очень слабый (обнаруживается опытным исследователем)	1
Слабый (не привлекает внимания потребителя)	2
Заметный (легко обнаруживается; при этом вода расценивается как некачественная)	3
Отчетливый (делает воду непригодной для питья)	4
Очень сильный (настолько сильный, что делает воду непригодной для питья)	5

Природные воды часто бывают мутными из-за присутствия в них взвешенных частиц глины, песка, ила и органических взвесей. В связи с тем, что сточные воды могут усилить мутность воды, необходимо определить степень ее прозрачности.

Чистая вода, взятая в малом объеме, бесцветна, а в толстом слое она голубоватого оттенка. Иные оттенки свидетельствуют о наличии в воде различных растворенных и взвешенных примесей. Причиной, обуславливающей изменение цветности воды, могут быть коллоидные соединения железа, гуминовые, взвешенные и окрашенные вещества отходов производства и массовое развитие водорослей.

Взвешенные вещества – это крупные частицы ($d > 1 \cdot 10^{-4}$ мм), задерживаемые бумажными фильтрами. Их наличие в воде свидетельствует о ее загрязнении глиной, песком, силикатными породами и т.д.

Сухой остаток характеризует содержание и количество коллоидно-растворимых в воде веществ.

Окисляемость, то есть общее содержание в воде восстановителей (неорганических и органических), реагирующих с сильными окислителями, определяется количеством кислорода, мг, идущего на окисление примесей, которые содержатся в 1 л воды. Окисляемость иногда сокращенно называют ХПК (химическим потреблением кислорода). Резкое повышение окисляемости воды свидетельствует об ее загрязнении.

Активная реакция природных вод (рН) обычно близка к нейтральной. Изменение реакции воды говорит об ее загрязнении стоками различных предприятий.

Кислород попадает в воду из воздуха, а также образуется в результате жизнедеятельности зеленых растений. Концентрация кислорода в воде зависит от ее температуры и загрязненности. Максимально возможная концентрация кислорода в воде при 0 °С составляет 14,56 мг/л. С повышением температуры содержание растворенного кислорода уменьшается. Наличие в воде аммиака, железа, нитратов, легко воспламеняющихся органических веществ снижает концентрацию растворенного кислорода.

Биохимическая потребность в кислороде (количество кислорода, мг/л, идущее на окисление примесей воды при протекании в ней биохимических процессов), характеризует загрязненность воды органическими веществами и измеряется в мг кислорода на 1 г окисляемого вещества (мг/г). Наиболее часто определяется потребность кислорода за 5 или 20 суток (БПК₅ и БПК₂₀).

2.3. Утилизация отходов

Утилизация представляет собой использование отходов в качестве вторичного сырья, топлива, удобрений и др.

Непосредственно в строительной отрасли образуются отходы бетонных и железобетонных изделий. В связи с этим следует решать вопрос об их вторичном использовании. Существенным препятствием для вторичного использования бетонных, железобетонных, каменных и каменно-дробных отходов является необходимость разделения их на составные компоненты. Так, арматуру отправляют на приемные пункты металлолома, а из дробных материалов после их грохочения получают щебень и песок, используемые повторно как сырьевые добавки при производстве бетонных изделий.

Все виды отходов производства в зависимости от их использования можно разделить на вторичные материальные ресурсы (ВМР), которые перерабатываются или которые планируется переработать, а также на отходы, которые на данном этапе развития экономики перерабатывать нецелесообразно и которые неизбежно образуют безвозвратные потери. Все эти отходы подлежат захоронению в том случае, если они не представляют опасности для окружающей среды.

Промышленные отходы производства представляют собой остатки сырья, материалов и полуфабрикатов, образовавшиеся при производстве продукции или выполнении определенных работ и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства. В отличие от твердых бытовых отходов (ТБО) промышленные отходы следует рассматривать в первую очередь как вторичные материальные ресурсы, пригодные для повторного использования в различных отраслях промышленности.

В нормативных документах устанавливают перечень промышленных отходов (инертных или слабо токсичных, твердых или шлакообразных с влажностью не более 85 %), которые используют для промежуточной изоляции бытовых отходов, как правило, на полигонах. В основном к таким отходам относятся материалы, принадлежащие к III и IV классам токсичности.

Класс токсичности промышленных отходов (ПО) определяют на основе ПДК химических веществ в почве согласно Классификатору токсичных промышленных отходов, соответствующему его международным стандартам.

Индекс токсичности компонентов отхода определяют по формуле

$$I_i = \text{ПДК}_i / (S + K_i) i,$$

где ПДК_i – ПДК токсичного химического вещества, содержащегося в отходе, в почве;

S – безразмерный коэффициент, отражающий растворимость химического вещества в воде;

K_i – содержание данного компонента в общей массе отходов, т/т;

i – порядковый номер компонента в отходе.

Получив значение I_i для составляющих компонентов отхода, выбирают 1-3 лимитирующих, имеющих наименьшие величины I_i (при этом необходимо выполнять условия: $I_1 < I_2 < I_3$ и $2I_1 > I_3$), и вычисляют суммарный индекс токсичности:

$$I = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i.$$

По величине I определяют суммарный класс токсичности и степень опасности отходов (табл.45).

Если на данный компонент отхода отсутствует ПДК в почве, расчет I_i ведут через его величину ЛД₅₀:

$$I_i = \frac{L_d(\text{ЛД}_{50})}{(S + 0,1F + K_b)i},$$

где ЛД₅₀ – концентрация компонента, г/г, вызывающая летальный (смертельный) исход у 50 % подопытных теплокровных особей;

F – коэффициент летучести компонента.

Т а б л и ц а 45

Суммарный индекс токсичности I	Класс токсичности	Степень опасности
Классификация опасности химических веществ по их ПДК в почве		
Менее 2	I	Чрезвычайно опасные
2 - 16,0	II	Высокоопасные
16,1 - 30	III	Умеренно опасные
Более 30	IV	Малоопасные
Классификация опасности химических веществ по ЛД ₅₀		
Менее 1,3	I	Чрезвычайно опасные
1,3 - 3,3	II	Высокоопасные
3,4 - 10	III	Умеренно опасные
Более 10	IV	Малоопасные

На основе определения класса токсичности промышленных отходов устанавливают рациональные средозащитные технологии их обезвреживания, переработки или размещения.

Условное разделение отходов производственной деятельности человека необходимо для определения оптимальных путей использования или обезвреживания отходов. В настоящее время отсутствует единая научная классификация отходов, охватывающая все их многообразие. Отходы классифицируют по отраслям промышленности, по возможности их переработки, агрегатному состоянию, токсичности и др. Сбор и ликвидацию вредных отходов производят согласно специальным санитарным правилам. Наиболее общепринятой является классификация по агрегатному состоянию, согласно которой отходы подразделяют на: твердые; жидкие; газообразные.

Твердые отходы представляют собой отходы, получаемые в виде порошков, пыли, слитков и затвердевшей массы. К ним относят огарки, золу, частицы пыли и сажи, отходы пластмасс и резины, бумагу, картон, дерево, стекло, керамику, бетон, металлические остатки, минеральные мателлосодержащие отходы после обогащения руд, органические разлагающиеся остатки и др.

Жидкие отходы представляют собой отходы, почти полностью состоящие из жидкой фазы и содержащие растворенные в воде или других растворителях соли, щелочи и кислоты, а также дисперсные примеси. Причем количество последних не должно превышать уровня, при котором происходит охлаждение отходов. К жидким отходам относят производственные сточные воды, загрязненные токсичными и ядовитыми соединениями и требующие специальной обработки (воды, содержащие кислоты, щелочи, хлориды, фториды, бромиды, растворимые металлы, токсичные органические соединения и т.д.), отработанные органические растворители масла и органические токсические соединения (пестициды) и т.д.

Газообразные отходы представляют собой газовые выбросы промышленных печей, сушильной аппаратуры, отдувочных аппаратов, газовые выделения, образующиеся при протекании химических процессов и т.д. К газообразным отходам относят различные дымы, газы, обладающие запахом, либо содержащие дисперсные твердые или жидкие частицы в виде тумана, а также оксиды азота, серы, хлористый и фтористый водород, пары органических веществ, паровоздушные смеси, загрязненные токсичными примесями и т.д.

В отдельную категорию следует выделить отходы, получаемые в виде шлаков, которые нельзя отнести ни к газообразным, ни к жидким, ни к твердым отходам. Шламы представляют собой аморфные или мелкокристаллические массы, содержащие от 20 до 80 % воды по массе и плохо поддающиеся транспортированию без предварительной обработки (сушка, вымораживание и т.д.). К ним относят остатки

смолы, кислые и вязкие гудроны и остаточные нефтепродукты, образующиеся при органическом синтезе, а также шламы, образующиеся при нейтрализации или специальной обработке жидких отходов.

Особая группа отходов – энергетические (в виде энергии тепла, шума, радиоактивного излучения и т.п.).

Многообразие отходов, их агрегатного, фазово-дисперсного состояния, токсичности и объемов требует соответствующих способов переработки и утилизации, а также захоронения этих отходов (рис.23).

В настоящее время в строительной отрасли наметились определенные направления в освоении малоотходных и безотходных технологий, суть которых заключается в использовании отходов как вторичных материальных ресурсов, а также в разработке и внедрении принципиально новых процессов получения традиционных видов продукции, исключающих образование отходов (или значительно сокращающих их объем) и обеспечивающих комплексное использование сырья (рис.24).

Развитие безотходных технологий в строительной отрасли идет не только путем безотходной (малоотходной) переработки природного сырья, но и путем использования отходов и попутных продуктов других отраслей промышленности в качестве ценного исходного сырья для получения высококачественных строительных материалов, изделий и конструкций. Строительная отрасль является по существу единственной отраслью материального производства, которая способна так широко и эффективно использовать многочисленные и многотоннажные отходы целого ряда отраслей промышленности (черной и цветной металлургии, тепловых электростанций, химической промышленности и др.). Все отходы и попутные продукты являются загрязнителями окружающей среды, некоторые из них токсичны и отравляют среду обитания человека.

Утилизация строительной отрасли большого количества отходов обеспечивает снижение себестоимости строительных материалов и повышение их качества, экономию материально-технических и энергетических ресурсов, создание материалов с новыми свойствами, а также способствует решению проблемы охраны окружающей среды.

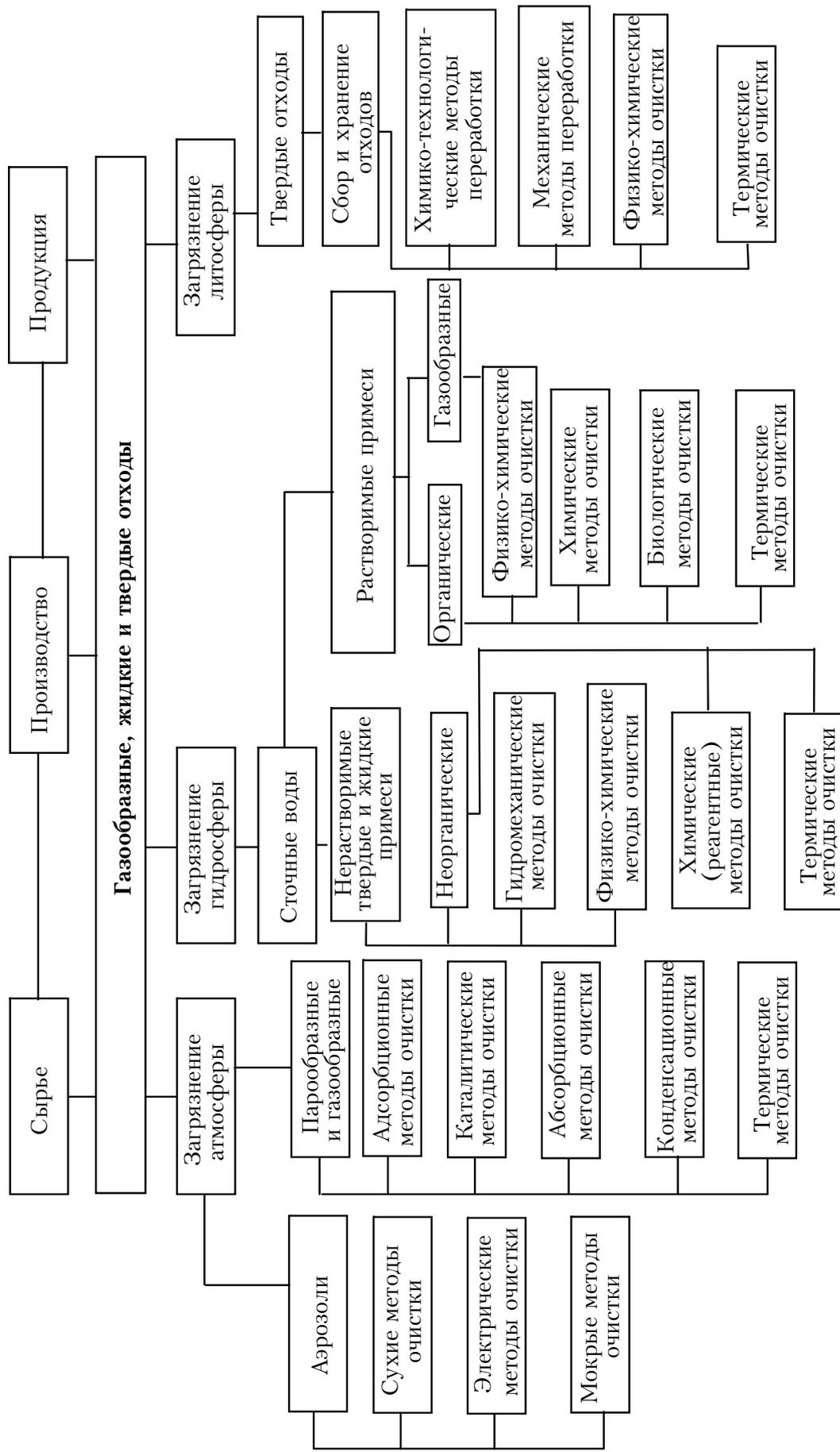


Рис.23. Методы очистки и переработки газообразных, жидких и твердых отходов

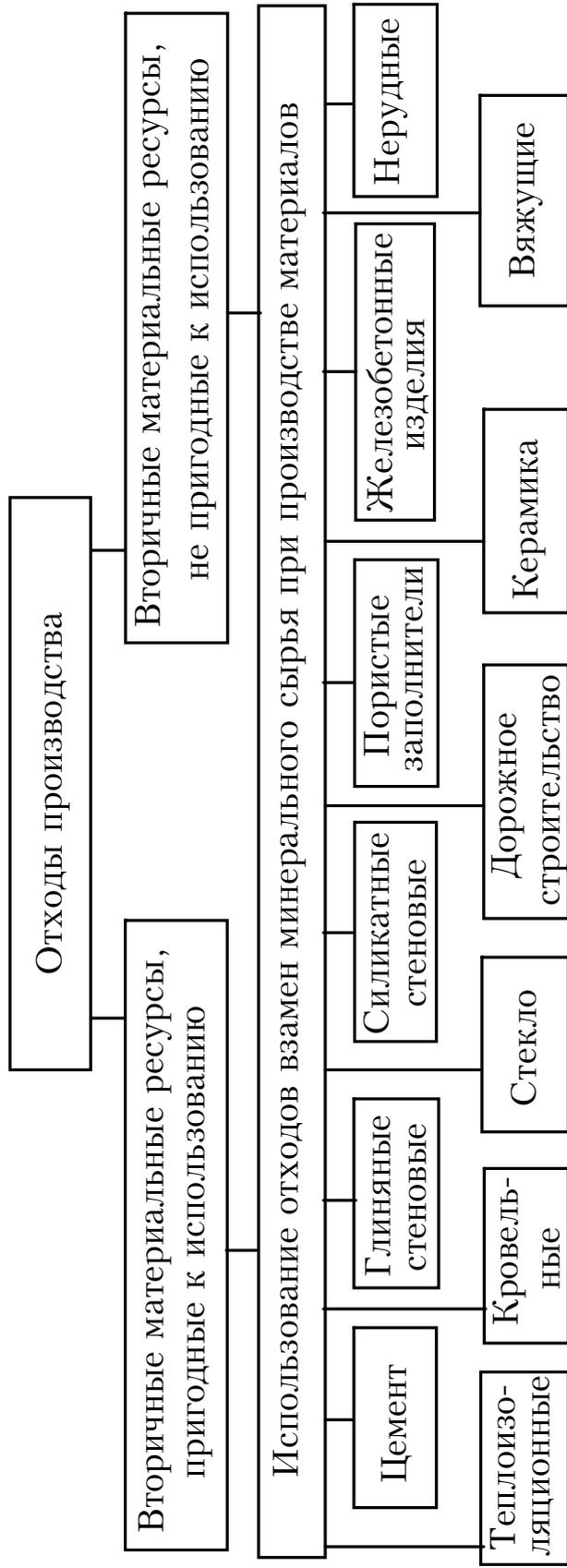


Рис.24. Схема классификации отходов и их использования взамен минерального сырья

2.4. Экономическая оценка природоохранных мероприятий

Определение экономического эффекта природоохранных мероприятий позволит осуществить технико-экономическую оценку природоохранных мероприятий, различающихся между собой по воздействию на окружающую среду, а также по воздействию на производственные результаты предприятия.

Экономический результат природоохранных мероприятий (Р) выражается величиной предотвращаемого благодаря этим мероприятиям годового экономического ущерба от загрязнения ОС (П) и годового дохода (дополнительно дохода) от улучшения производственных результатов деятельности предприятия (Д):

$$P = П + Д.$$

Определение годового прироста дохода от улучшения производственных результатов вследствие проведения многоцелевого природоохранного мероприятия (Д), рационального использования $П_p$ и выбора экологически чистых сырьевых материалов, сокращения материальных и топливно-энергетических затрат, утилизации заводских отходов, использования вторичных ресурсов и побочных продуктов других производств осуществляется по формуле

$$Д = \sum_i (q_i^{(I)} Z_i - q_i^{(O)} Z_i) \cdot a_i,$$

где $q_i^{(O)}$ – количество продукции i -го вида (качества), получаемой до осуществления оцениваемого мероприятия ($i = 1...m$);

$q_i^{(I)}$ – количество продукции i -го вида, получаемой после осуществления оцениваемого мероприятия;

Z_i – оценка единицы продукции (себестоимость либо оптовая цена);

a_i – доля результата выбранного мероприятия ООС в общей оценке валовой продукции.

Если предприятие дополнительно выпускает продукцию в результате утилизации собственных отходов или предотвращения их образования, то определяется стоимостная оценка прироста объема производства по ценам на аналогичную продукцию, получаемую из первичного сырья.

Величина предотвращения экологического ущерба включает:

– издержки от эксплуатации системы очистки по загрязнению воды, воздуха, земель, шума, вибрации и т.п. (С) и прочие текущие затраты;

– изменение ущерба, наносимого ОС до и после осуществления природоохранных мероприятий:

$$И = С + У_1 + У_0 + Р + \Phi,$$

где С – производственные издержки на эксплуатацию системы очистки;

$У_1$ и $У_0$ – ущерб, наносимый окружающей среде выбросами до и после очистки;

Р – плата за дополнительные ресурсы, используемые при эксплуатации системы;

Φ – изменение издержек в основном производстве.

Единовременные затраты на систему очистки выбросов

$$З = З' + З'',$$

где $З'$ – затраты на проектирование, разработку и внедрение системы очистки;

$З''$ – затраты на изменение в основном производстве.

Эффективность внедрения системы природоохранных мероприятий, с учетом фактора времени, определяют по формуле

$$\mathcal{E} = \sum_t И \frac{1}{(1+E)^t} \cdot IЗ,$$

где t – период использования природоохранной системы;

E – норма дисконта (может быть принята в размере учетной ставки банка).

2.4.1. Критерии экономической оценки природоохранных мероприятий

Весь комплекс природоохранных мероприятий должен обеспечивать:

- соблюдение нормативных требований к качеству окружающей среды, отвечающих интересам охраны здоровья людей и охраны окружающей природной среды с учетом перспективных изменений, обусловленных развитием производства и демографическими сдвигами;

- получение максимального народнохозяйственного экономического эффекта от улучшения состояния окружающей среды, сбережения и более полного использования природных ресурсов.

Мера достижения указанных целей оценивается по экологическим и социально-экономическим критериям (экологическим и экономическим результатам):

- экологический эффект заключается в снижении отрицательного воздействия на окружающую среду и улучшении ее состояния, что проявляется, в частности, в снижении объемов поступающих в среду загрязнений и уровня загрязнения (концентрации вредных веществ в среде, уровней шума, радиации и т.п.), увеличении количества и улучшении качества пригодных к использованию земельных, лесных и водных ресурсов и т.п.;

- социально-экономический эффект состоит в улучшении характеристик среды обитания человека, повышении уровня жизни населения, эффективности общественного производства и увеличении национальных богатств страны.

Социальный эффект проявляется в повышении уровня физического состояния населения, в сокращении заболеваемости, увеличении продолжительности жизни и периода активной деятельности, улучшении условий труда и отдыха, поддержании экологического равновесия, включая сохранение генетического фонда, сохранении эстетической ценности природных и антропогенных ландшафтов, памятников природы, заповедных зон и других охраняемых территорий, создании благоприятных условий для роста творческого потенциала личности и развития культуры.

Социальный эффект, представленный в денежном выражении, становится частью экономического эффекта природоохранных мероприятий.

Экономический эффект заключается в экономии или предотвращении потерь природных ресурсов, живого и обобществленного труда,

достигаемых благодаря осуществлению природоохранных мероприятий.

Экономическое обоснование системы природоохранных мероприятий предполагает:

- полный учет всех социально-экономических последствий различных природоохранных мероприятий в разных сферах материального производства как в ближайшей, так и в более отдаленной перспективе;
- полный охват всех затрат, связанных с осуществлением рассматриваемых вариантов природоохранных мероприятий;
- учет фактора времени при оценке затрат и результатов природоохранных мероприятий;
- межотраслевой подход к обоснованию природоохранных мероприятий с учетом необходимости экономии затрат на улучшение состояния окружающей среды.

Экономический результат природоохранных мероприятий, т.е. полный экономический эффект подсчитывается суммированием показателей:

- в сфере материального производства – это прирост объемов чистой продукции или прибыли, а в отдельных отраслях или на предприятиях – снижение себестоимости;
- в непроизводственной сфере – это экономия затрат на производство работ и оказание услуг;
- в сфере личного потребления – это сокращение расходов личных средств населения, обусловленных загрязнением окружающей среды.

Полный экономический эффект природоохранного мероприятия складывается из следующих величин:

- предотвращения (сокращения) экономического ущерба в строительстве в денежном выражении от загрязнения окружающей среды, т.е. предотвращение затрат благодаря снижению загрязнения окружающей среды во всех вышеуказанных сферах;
- прироста экономической денежной оценки природных ресурсов, сберегаемых (улучшаемых) благодаря природоохранным мероприятиям;
- прироста денежной оценки реализуемой продукции, получаемой благодаря более полной утилизации сырьевых, топливно-энергетических и других материальных ресурсов в результате осуществления природоохранного мероприятия.

Показатель общей (абсолютной) экономической эффективности средозащитных затрат определяется по типовым методикам как

отношение годового объема полного экономического эффекта от средозащитных мероприятий к затратам на эти мероприятия.

Показатель сравнительной экономической эффективности природоохранных затрат определяется величиной минимально необходимых совокупных эксплуатационных расходов и капитальных вложений в осуществление природоохранных мероприятий, приведенных к годовой размерности с учетом фактора времени.

Показатель чистого экономического эффекта от природоохранных мероприятий определяется как разность экономического эффекта от внедрения природоохранных мероприятий и затрат на их осуществление в расчете на 1 год.

Определение общей экономической эффективности средозащитных затрат осуществляется на всех стадиях планирования мероприятий по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов по всем сферам материального производства в целом (республикам, краям, областям, отраслям и т.п.).

В качестве показателей, дополняющих показатели общей экономической эффективности природоохранных затрат, используются критерии экологической и социальной эффективности.

Экологическая эффективность природоохранных затрат определяется по показателям отрицательного воздействия и ущерба, наносимого окружающей среде до и после проведения мероприятий.

Социальная эффективность средозащитных затрат измеряется отношением натуральных показателей, выражающих социальный результат, к затратам, требующимся для его достижения. Социальный результат определяется по разности показателя, характеризующего изменения в социальной сфере вследствие природоохранных мероприятий, и показателя, отражающего материальные затраты на ликвидацию экономического ущерба от загрязнения среды.

При ликвидации ущерба различают одноцелевые и многоцелевые мероприятия по защите окружающей среды. Одноцелевые средозащитные мероприятия направлены на снижение загрязнения окружающей среды (строительство и эксплуатация очистных и улавливающих сооружений и т.п.).

Задача многоцелевых средозащитных мероприятий – не только снижение загрязнения окружающей среды, но и улучшение производственных и экономических показателей предприятий, в том числе и смежных (строительство и эксплуатация систем замкнутого водоснабжения, утилизация отходов производства, внедрение малоотходных и внутризамкнутых производств, снижение расхода материальных ресурсов и т.п.).

2.4.2. Экономический ущерб от загрязнения окружающей природной среды

В качестве основных объектов воздействия загрязнителей окружающей среды могут выступать: население; объекты жилищно-коммунального хозяйства (селитебная территория, жилищный фонд, городской транспорт, зеленые насаждения и др.); сельскохозяйственные угодья; лесные ресурсы; элементы основных фондов промышленности и транспорта; рыбные ресурсы; рекреационные ресурсы (зоны отдыха) и т.п.

Отрицательные воздействия проявляются в заболеваемости людей, снижении их работоспособности, ухудшении условий жизни, снижении продуктивности природных ресурсов, ускоренном износе основных фондов и т.п.

Затраты, связанные с ликвидацией последствий этих воздействий, выражаются в необходимости реализации:

- дополнительного медицинского обслуживания населения;
- компенсации потерь продукции из-за снижения работоспособности и невыходов трудящихся на работу;
- дополнительных услуг коммунально-бытового хозяйства;
- компенсации количественных потерь продукции из-за снижения продуктивности земельных, лесных и водных ресурсов;
- компенсации потерь промышленной продукции из-за воздействия на основные фонды и т.д.

Кроме того, необходимо учитывать затраты, вызываемые вторичными загрязнениями (от сжигания отходов, от проникновения их в окружающую среду при хранении и т.п.).

Затраты на предупреждение воздействия при загрязнении водоемов определяются величиной расходов, необходимых для предупреждения использования загрязненной воды на коммунально-бытовые и технологические нужды. К таким затратам относятся расходы на разбавление сточных вод, на применение более сложных, нежели при отсутствии загрязнений, способов очистки воды при водоподготовке, на перенос водозабора или перемещение потребителей к более чистым источникам и т.п.

При атмосферном загрязнении возникают аналогичные затраты на системы очистки воздуха, поступающего в жилые и промышленные помещения, создание санитарно-защитных зон и вынос источников загрязнения за пределы города и т.п.

При акустическом загрязнении требуется возведение шумозащитных и экранирующих сооружений – стенок, насыпей или специальных шумозащитных конструкций.

К затратам на предупреждение воздействий загрязненной среды относятся затраты на сбор, удаление и захоронение отходов производства и потребления, включая затраты на отчуждение земель при захоронении отходов. Экономический эффект одноцелевых средозащитных мероприятий P выражается в величине предотвращенного (за счет этих мероприятий) ущерба от загрязнения среды Π , т.е. $P = \Pi$.

Экономический эффект от многоцелевых средозащитных мероприятий равен сумме величин предотвращенного годового экономического ущерба Π и годового прироста дохода от улучшения производственных результатов деятельности предприятия или группы предприятий D , в том числе от утилизации отходов

$$P = \Pi + D.$$

Величина предотвращенного экономического ущерба от загрязнения среды Π равна разности между расчетной величиной ущерба, который имел место до осуществления мероприятия Π_1 , и остаточного ущерба после проведения этого мероприятия Π_2

$$\Pi = \Pi_1 - \Pi_2.$$

2.4.3. Методика укрупненной оценки предотвращенного экономического ущерба от загрязнения окружающей среды

Примеры расчета

Суммарный экономический ущерб U от сброса загрязнений в атмосферу (гидросферу и литосферу) определяется по формуле

$$U = \Pi = U_{\text{ж}} + U_{\text{г}} + U_{\text{т}},$$

где $U_{\text{ж}}$, $U_{\text{г}}$, $U_{\text{т}}$ — экономический ущерб, вызванный сбросом соответственно жидких, газообразных и твердых отходов, руб.

Снижение экономического ущерба окружающей среде, достигаемое за счет сокращения количества жидких отходов $U_{\text{ж}}$, определяют по формуле

$$U_{\text{ж}} = \gamma_{\text{ж}} \sigma_{\text{ж}} M_{\text{ж}},$$

где $\gamma_{\text{ж}}$ — константа, численное значение которой рекомендуется принимать равным 9169 при оценке ущерба от сбросов, поступающих в водоемы, руб./усл. т;

$\sigma_{\text{ж}}$ – величина, значение которой зависит от местонахождения водохозяйственного участка в регионе, принимаем $\sigma_{\text{ж}} = 1,24$;

$M_{\text{ж}}$ – приведенная масса сокращения годового сброса жидких отходов в водохозяйственный участок, усл. т/год.

Приведенную массу сокращения годового сброса жидких отходов в водохозяйственный участок $M_{\text{ж}}$ определяют по формуле

$$M_{\text{ж}} = A_{\text{ж}} m,$$

где $A_{\text{ж}}$ – значение показателя относительной опасности вещества, сбрасываемого в водохозяйственный участок, усл. т/т, обратно пропорциональное значению ПДК загрязняющих веществ;

m – масса снижения годового сброса вещества в водоем, т/год.

Показатель относительной опасности сбросов для каждого загрязняющего вещества $A_{\text{ж}}$ определяется по формуле

$$A_{\text{ж}} = \frac{1}{\text{ПДК}},$$

где ПДК – предельно допустимая концентрация, г/м³, вещества в воде водоемов.

Снижение экономического ущерба, достигаемое сокращением количества газообразных отходов $Y_{\text{г}}$, определяется по формуле

$$Y_{\text{г}} = \gamma_{\text{г}} \sigma_{\text{г}} M_{\text{г}},$$

где $\gamma_{\text{г}}$ – константа, численное значение которой равно 637 руб./усл. т;

$\sigma_{\text{г}}$ – величина, значение которой зависит от местонахождения газообразных отходов принимаем $\sigma_{\text{г}} = 2,7$;

$M_{\text{г}}$ – приведенная масса сокращения годового выброса газообразных загрязнений из источника в атмосферу, усл. т/год.

Приведенную массу сокращения годового выброса газообразных загрязнений из источника в атмосферу $M_{\text{г}}$ определяют по формуле

$$M_{\text{г}} = A_{\text{г}} m_{\text{г}},$$

где $A_{\text{г}}$ – значение показателя относительной агрессивности загрязнения, усл. т/т;

$m_{\text{г}}$ – масса снижения годового выброса газообразного загрязнения в атмосферу, т/год.

Показатель относительной агрессивности загрязнения A_r определяется по формуле

$$A_r = \left(\frac{\text{ПДК}_{\text{с.СО}} \cdot \text{ПДК}_{\text{р.з.СО}}}{\text{ПДК}_{\text{с.и}} \cdot \text{ПДК}_{\text{р.з.и}}} \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{60 \text{ мг}^2/\text{м}^6}{\text{ПДК}_{\text{с.и}} \cdot \text{ПДК}_{\text{р.з.и}}} \right)^{\frac{1}{2}},$$

где $\text{ПДК}_{\text{с.СО}}$ – среднесуточная предельно допустимая концентрация СО в атмосферном воздухе населенных мест, равная 3 мг/м³;

$\text{ПДК}_{\text{р.з.СО}}$ – среднесменная предельно допустимая концентрация СО в воздухе рабочей зоны, равная 20 мг/м³;

$\text{ПДК}_{\text{с.и}}$ – среднесуточная предельно допустимая концентрация i -й примеси в атмосферном воздухе;

$\text{ПДК}_{\text{р.з.и}}$ – среднесменная предельно допустимая концентрация i -й примеси в воздухе рабочей зоны.

Снижение экономического ущерба окружающей среде, достигаемое сокращением количества твердых отходов Y_T , определяется по формуле

$$Y_T = P \Delta Q \Pi_{\text{сх}},$$

где P – площадь, необходимая для захоронения 1 т твердых отходов, га;

Q – снижение количества захороняемых твердых отходов, т;

$\Pi_{\text{сх}}$ – средняя прибыль от реализации сельскохозяйственной продукции, полученной с 1 га в данном районе.

Экономический эффект от снижения количества отходов при внедрении малоотходной технологии определяют:

1. При наличии очистных сооружений (за счет снижения затрат на очистку отходов)

$$\Delta Q = \left(\frac{C_1 + E_H \cdot K_1}{Q_1} - \frac{C_2 + E_H \cdot K_2}{Q_2} \right) \cdot \Delta Q,$$

где C_1 и C_2 – текущие (эксплуатационные) затраты на очистку отходов по старой и новой технологии, руб;

K_1 и K_2 – капитальные вложения на очистные сооружения по старой и новой технологии, руб;

Q_1 и Q_2 – объемы отходов, образующихся по старой и новой технологии, т;

Q – снижение объема отходов в результате внедрения новой технологии, т.

2. При отсутствии очистных сооружений (за счет экономии затрат на удаление – погрузку, транспортировку, выгрузку твердых отходов и сброс сточных вод, и экономии затрат на захоронение твердых отходов)

$$\mathcal{E} = (\mathcal{Z}_y + \mathcal{Z}_x) Q,$$

где \mathcal{Z}_y – удельные затраты на удаление отходов с территории предприятия, руб;

\mathcal{Z}_x – удельные затраты на захоронение отходов, руб;

Q – снижение количества отходов, т.

Хозяйственный экономический эффект $\mathcal{E}_{\text{э}}$ определяются по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{э}} = \Pi + \mathcal{E}_x,$$

где Π – величина предотвращенного экономического ущерба от загрязнения окружающей среды, руб.;

\mathcal{E}_x – хозрасчетный экономический эффект, руб.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 12.0.002-80. ССБТ. Термины и определения [Текст]. – М.: Стройиздат, 1980.
2. ГОСТ 12.0.003-80. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Текст]. – М.: Стройиздат, 1980.
3. ГОСТ 12.0.003-74*. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Текст]. – М.: Стройиздат, 1978.
4. ГОСТР 12.1.019-2009 Шум. Общие требования безопасности. – М., 2009.
5. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования [Текст]. – М.: Стройиздат, 1991.
6. ГОСТР 12.1.012-04. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования [Текст]. – М.: 2004.
7. ГОСТ 12.1.019-79*. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [Текст]. – М.: Стройиздат, 1979.
8. ГОСТ 12.1.029-80. ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация [Текст]. – М.: Стройиздат, 1980.
9. ГОСТ 12.1.033-81. Пожарная безопасность. Термины и определения [Текст]. – М.: Стройиздат, 1981.
10. ГОСТ 12.1.036-81. ССБТ. Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях [Текст]. – М.: Стройиздат, 1981.
11. ГОСТ 12.1.044-89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения [Текст]. – М.: Стройиздат, 1989.
12. ГОСТ 12.1.046-85. ССБТ. Строительство. Нормы освещения строительных площадок [Текст]. – М.: Стройиздат, 1985.
13. ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности [Текст]. – М.: Стройиздат, 1991
14. ГОСТ 12.2.061-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление [Текст]. – М.: Стройиздат, 1981.
15. ГОСТ 12.3.009-76. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности [Текст]. – М.: Стройиздат, 1976.
16. ГОСТ 12.4.009-89*. Пожарная техника для защиты объектов. Общие требования [Текст]. – М.: Стройиздат, 1989.
17. ГОСТ 12.4.011-89. ССБТ. Классификация средств индивидуальной защиты по назначению [Текст]. – М.: Стройиздат, 1989.
18. ГОСТР 12.4.026-2001. ССБТ. Цвета сигнальные, и знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики, методы и испытания [Текст]. – М.: 2001.

19. ГОСТ 27.555-87* Краны грузоподъемные. Общие требования безопасности [Текст]. – М.: Стройиздат, 1987.
20. ГОСТ 25032-81. Средства грузозахватные. Классификация и общие требования [Текст]. – М.: Стройиздат, 1981.
21. ГОСТ 26568-85 Вибрация. Методы и средства защиты [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 1985
22. ГОСТ 3077-80*. Канат двойкой свивки типа ЛК-О конструкции 6×19 (1+9+9)+1 [Текст]. – М.: Стройиздат, 1980.
23. ГОСТ 8239-89. Двутавры стальные горячекатаные. Сортаменты [Текст]. – М.: Стройиздат, 1989.
24. ГОСТ 8240-97. Швеллеры стальные горячекатаные. Сортаменты [Текст]. – М.: Стройиздат, 1997.
25. ГОСТР 52290-2004. Знаки дорожные. Общие технические условия [Текст]. – М.: 2004.
26. СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения [Текст]. – М.: Стройиздат, 1985.
27. СНиП 2.04.03-85*. Канализация. Наружные сети и сооружения [Текст]. – М.: Стройиздат, 1986.
28. СНиП 2.04.05-91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование [Текст]. – М.: Стройиздат, 1992.
29. СНиП 31.03.01-85*. Производственные здания [Текст]. – М.: Госстрой, 2001.
30. СНиП 2.09.04-87. Административные и бытовые здания [Текст]. – М.: Стройиздат, 1988.
31. СНиП 11-89-80*. Генеральные планы промышленных предприятий. Нормы проектирования [Текст]. – М.: Стройиздат, 1980.
32. СНиП. 12-03-01 ч. I. Безопасность труда в строительстве [Текст]. – М.: Госстрой, 2001.
33. СНиП. 12-04-02 ч. II. Безопасность труда в строительстве [Текст]. – М.: Госстрой, 2002.
34. СНиП 21-01-97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений [Текст]. – М.: Госстрой России, 1997.
35. СНиП 23-05-05. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования [Текст]. – М.: Госстрой, 2005.
36. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов [Текст]. – М.: Минздрав РФ, 2003.
37. РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и иных объектов [Текст].

38. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий [Текст]. – Л.: Гидрометеиздат, 1987.

39. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в РФ [Текст]. – М.: Инфра, 2003.

40. НПБ 104-03. Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях [Текст]. – М., 2003.

41. НПБ 105-95. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности [Текст]. – М., 1996.

42. НПБ 110-99. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализации [Текст]. – М., 1999.

43. Методика по расчету валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу предприятиями "Россевзапстрой". Ч.2. Заводы по производству железобетона. ВРД 66-125-90 [Текст]. – М., 1991.

44. Методическое пособие по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов [Текст]. – Новороссийск: НПО "Союзстромэкология", 1989.

45. Методическое руководство по разработке норм ПДВ для предприятий промышленности строительных материалов [Текст]. – М.: НИПИОТСтрой, 1987.

46. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами [Текст]. – Л.: Гидрометиздат, 1986.

47. Сборник отраслевых методик измерения концентраций загрязняющих веществ промышленных выбросов: В 2 т. [Текст]. – М.: Гидрометиздат, 1984.

48. Гаев, А.Я. Экологические основы строительного производства [Текст] / А.Я. Гаев [и др.]. – Свердловск. 1990.

49. Долин, И.А. Справочник по технике безопасности [Текст] / И.А. Долин. – М.: Энергоатомиздат, 1985.

50. Журавлев, В.П. Охрана окружающей среды в строительстве [Текст] / В.П. Журавлев, Н.С. Серпокрылов, СЛ. Пушенко. – М., 1995.

51. Макридин, Н.И. Безопасность и экологичность при проектировании предприятий строительной отрасли [Текст] / Н.И. Макридин, Г.П. Разживина. – Пенза, ПГАСА, 2000.

52. Матвеев, В.В. Примеры расчета такелажной оснастки [Текст] / В.В. Матвеев, Н.Ф. Крупин. – М.: Стройиздат, 1987.

53. Методы обезвреживания вредных выбросов промышленных предприятий в атмосферу [Текст]. – Киев: Изд-во "Знание", 1983.

54. Охрана окружающей среды и инженерное обеспечение микроклимата на предприятиях стройиндустрии [Текст] / А.И.Ерёмкин [и др.]. – Пенза, ПГУАС, 2003.

55. Разживина, Г.П. Охрана труда в строительстве [Текст]: учеб. пособие / Г.П. Разживина. – Пенза: ПГУАС, 2008. – 167 с.

56. Разживина, Г.П. Безопасность жизнедеятельности: Оценка производственной безопасности [Текст]: учеб. пособие / Г.П. Разживина, А.Г. Ветошкин. – Пенза: ПГУАС, 2004. – 195 с.

57. Разживина, Г.П. Средства индивидуальной защиты промышленного персонала [Текст]: учеб. пособие / Г.П. Разживина. – Пенза: ПГАСА, 1998.

58. Ферронская, А.В. О подготовке специалистов по проблемам экологии для строительной индустрии [Текст] / А.В. Ферронская// Строительные материалы. – 1994. – № 3.

59. Экологические основы строительного производства [Текст] / А.Я. Гаев [и др.]. – Свердловск, 1990.

60. Проектирование канализационных очистных сооружений города. Определение необходимой степени очистки, выбор методов и схем очистных сооружений [Текст] /М.Б. Гришин [и др.]. – Пенза, ПГУАС, 2005.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

КАТЕГОРИИ ПОМЕЩЕНИЙ И ЗДАНИЙ

Таблица 1П1

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещений	Вещества и материалы, находящиеся (обращающиеся) в помещении, и их характеристика
А (взрывопожароопасная)	Горючие газы и легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5кПа
Б (взрывопожароопасная)	Горючие пыли или волокна и легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28°С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1-В4 (пожароопасные)	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна). Вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом гореть при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А и Б
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени. Горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Продолжение прил.1
Таблица 2П1

Категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности

Категории зданий	Характеристики зданий
А	<p>Здание относится к категории А, если суммарная площадь помещений категории А превышает 5 % площади всех помещений или 200 м².</p> <p>Допускается не относить здание к категории А, если суммарная площадь помещений категории А в здании не превышает 25% суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²) и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения</p>
Б	<p>Здание относится к категории Б, если одновременно выполнены два условия:</p> <p>а) здание не относится к категории А;</p> <p>б) суммарная площадь помещений категорий А и Б превышает 5% суммарной площади всех помещений (или 200 м²).</p> <p>Допускается не относить здание к категории Б, если суммарная площадь помещений категорий А и Б в здании не превышает 25% суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²) эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения</p>

1	2
В	<p>Здание относится к категории В если одновременно выполнены два условия:</p> <p>а) здание не относится к категориям А или Б;</p> <p>б) суммарная площадь помещений категорий А, Б и В превышает 5 % (10% если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б), суммарной площади всех помещений.</p> <p>Допускается не относить здание к категории В, если суммарная площадь помещений категорий А, Б и В в здании не превышает 25% суммарной площади всех размещаемых в нем помещений (но не более 3500 м²) и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения</p>
Г	<p>Здание относится к категории Г если одновременно выполнены два условия:</p> <p>а) здание не относится к категориям А, Б или В;</p> <p>б) суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г превышает 5 % суммарной площади всех помещений.</p> <p>Допускается не относить здание к категории Г, если суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 5000 м²) и помещения категорий А, Б и В оборудованы установками пожаротушения</p>
Д	<p>Здание относится к категории Д, если здание не относится к категориям А, Б, В или Г</p>

**ПРИМЕРНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗДАНИЙ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ СТЕПЕНИ ОГНЕСТОЙКОСТИ**

Т а б л и ц а 1П2

Классификация зданий по конструктивной пожарной опасности

Класс конструктивной пожарной опасности здания	Класс пожарной опасности строительных конструкций, не ниже				
	Несущие стержневые элементы (колонны, ригели, фермы и др.)	Стены наружные с внешней стороны	Стены, перегородки, перекрытия и бесчердачные покрытия	Стены лестничных клеток и противопожарные преграды	Марши и площадки лестниц
С0	К0	К0	К0	К0	К0
С1	К1	К2	К1	К0	К0
С2	К3	К3	К2	К1	К1
С3	Не нормируется			К1	К3

Т а б л и ц а 2П2

Классификация зданий по функциональной пожарной опасности

Класс функциональной пожарной опасности здания	Характеристики зданий и помещений
1	2
Ф1	Для постоянного проживания и временного (в том числе круглосуточного) пребывания людей (помещения в этих зданиях, как правило, используются круглосуточно, контингент людей в них может иметь различный возраст и физическое состояние, для этих зданий характерно наличие спальных помещений)
Ф1.1	Детские дошкольные учреждения, дома престарелых и инвалидов, больницы, спальные корпуса школ-интернатов и детских учреждений

Продолжение прил.2
Продолжение табл.2П2

1	2
Ф1.2	Гостиницы, общежития, спальные корпуса санаториев и домов отдыха общего типа, кемпингов, мотелей и пансионатов
Ф1.3	Многоквартирные жилые дома
Ф1.4	Одноквартирные, в том числе блокированные жилые дома
Ф2	Зрелищные и культурно-просветительные учреждения (основные помещения в этих зданиях характерны массовым пребыванием посетителей в определенные периоды времени)
Ф2.1	Театры, кинотеатры, концертные залы, клубы, цирки, спортивные сооружения с трибунами, библиотеки и другие учреждения с расчетным числом посадочных мест для посетителей в закрытых помещениях
Ф2.2	Музеи, выставки, танцевальные залы и другие подобные учреждения в закрытых помещениях
Ф2.3	Учреждения, указанные в Ф2.1, на открытом воздухе
Ф2.4	Учреждения, указанные в Ф2.2, на открытом воздухе
Ф3	Предприятия по обслуживанию населения (помещения этих предприятий характерны большей численностью посетителей, чем обслуживающего персонала)
Ф3.1	Предприятия торговли
Ф3.2	Предприятия общественного питания
Ф3.3	Вокзалы
Ф3.4	Поликлиники и амбулатории
Ф3.5	Помещения для посетителей предприятий бытового и коммунального обслуживания (почт, сберегательных касс, транспортных агенств, юридических консультаций, нотариальных контор, прачечных, ателье по пошиву и ремонту обуви и одежды, химической чистки, парикмахерских и других подобных, в том числе ритуальных и культурных учреждений) с нерасчетным числом посадочных мест для посетителей

1	2
Ф3.6	Физкультурно-оздоровительные комплексы и спортивно-тренировочные учреждения без трибун для зрителей, бытовые помещения, бани
Ф4	Учебные заведения, научные и проектные организации, учреждения управления (помещения в этих зданиях используются в течение суток некоторое время, в них находится, как правило, постоянный, привыкший к местным условиям контингент людей определенного возраста и физического состояния)
Ф4.1	Школы, внешкольные учебные заведения, средние специальные учебные заведения, профессионально-технические училища
Ф4.2	Высшие учебные заведения, учреждения повышения квалификации
Ф4.3	Учреждения органов управления, проектно-конструкторские организации, информационные и редакционно-издательские организации, научно-исследовательские организации, банки, конторы, офисы
Ф4.4	Пожарные депо
Ф5	Производственные и складские здания, сооружения и помещения (для помещений этого класса характерно наличие постоянного контингента работающих, в том числе круглосуточно)
Ф5.1	Производственные здания и сооружения, производственные и лабораторные помещения, мастерские
Ф5.2	Складские здания и сооружения, стоянки для автомобилей без технического обслуживания и ремонта, книгохранилища, архивы, складские помещения
Ф5.3	Сельскохозяйственные здания

Примечание. Производственные и складские помещения, в том числе лаборатории и мастерские в зданиях классов Ф1, Ф2, Ф3 и Ф4, относятся к классу Ф5.

СХЕМЫ СКЛАДИРОВАНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

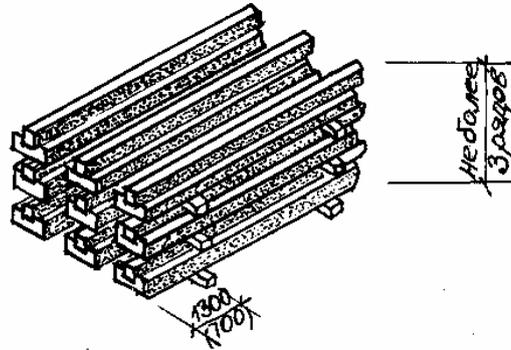


Рис.1ПЗ. Ригели

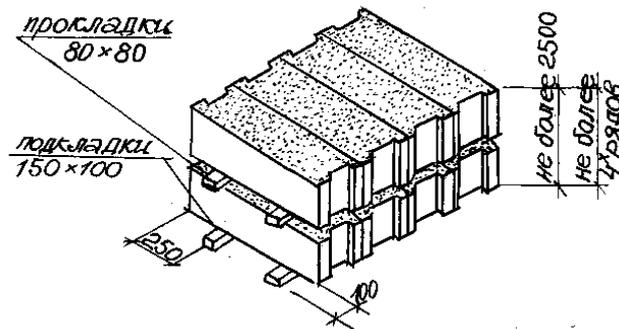


Рис.2ПЗ. Блоки стен подвала

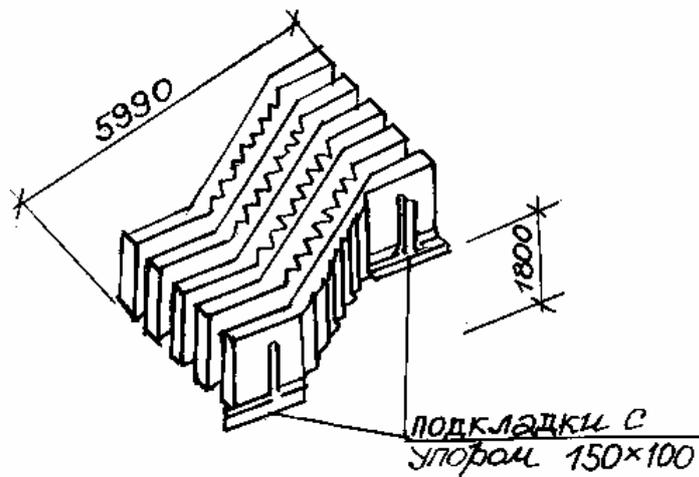


Рис.3ПЗ. Лестничные марши с площадками

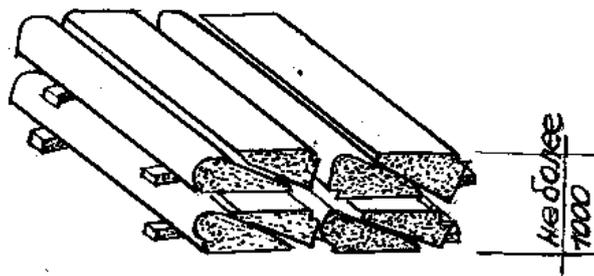


Рис.4ПЗ. Ступени

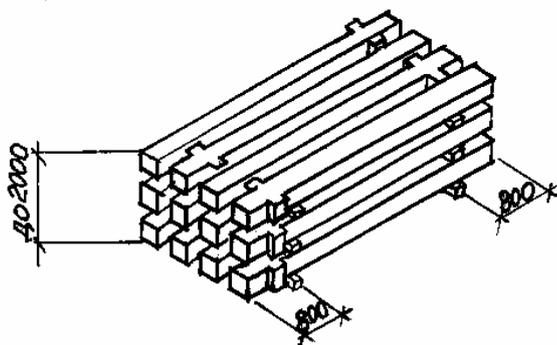


Рис.5ПЗ. Колонны одноэтажные

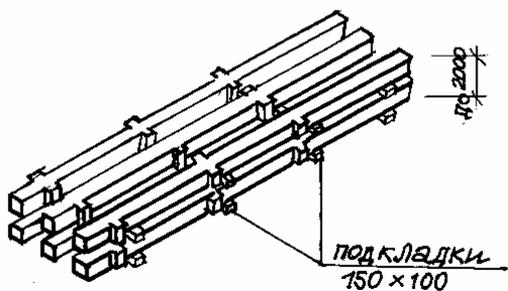


Рис.6ПЗ. Колонны длинномерные

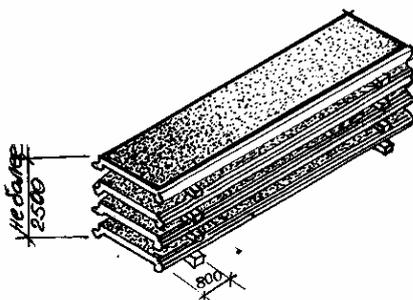


Рис.7ПЗ. Плиты ребристые длиной 12 м

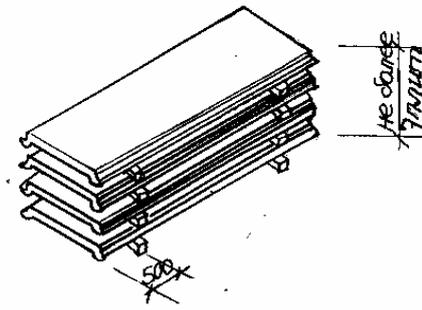


Рис.8ПЗ. Плиты ребристые длиной до 6 м

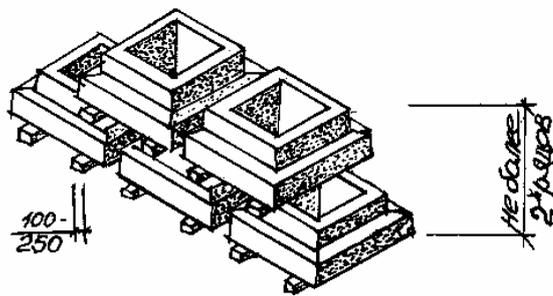


Рис.9ПЗ. Фундаменты под колонны

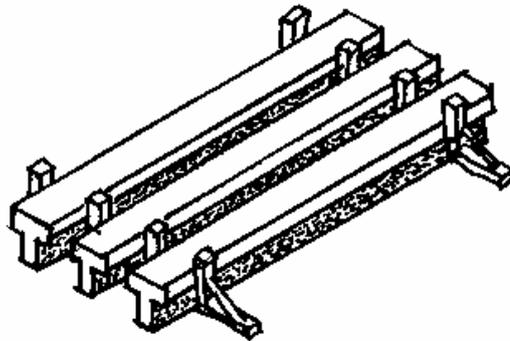


Рис.10ПЗ. Балки фундаментные

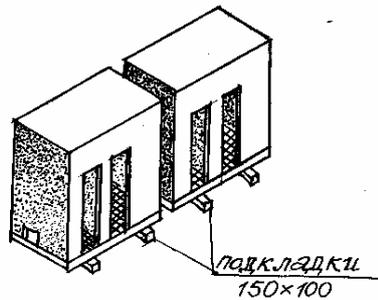


Рис.11ПЗ. Сантехкабины

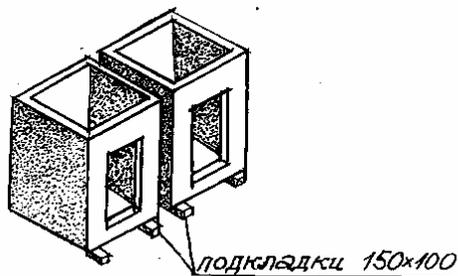


Рис.12ПЗ. Шахты лифтов

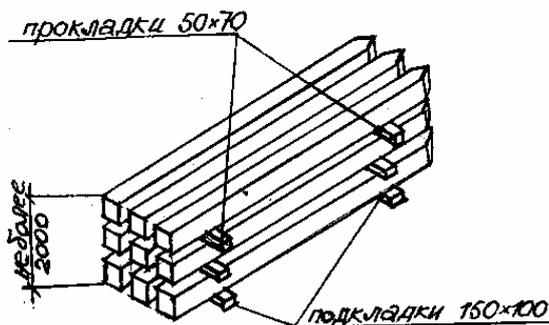


Рис.13ПЗ. Сваи

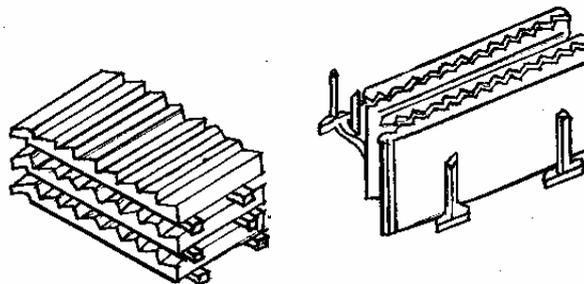


Рис.14ПЗ. Лестничные марши без площадок

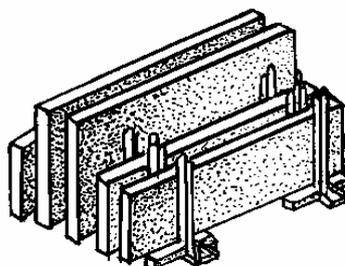


Рис.15ПЗ. Панели наружных стен

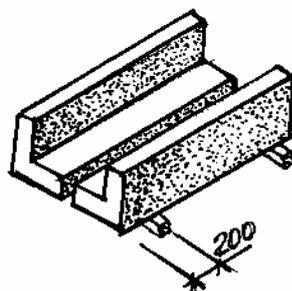


Рис.16ПЗ. Угловые стеновые панели

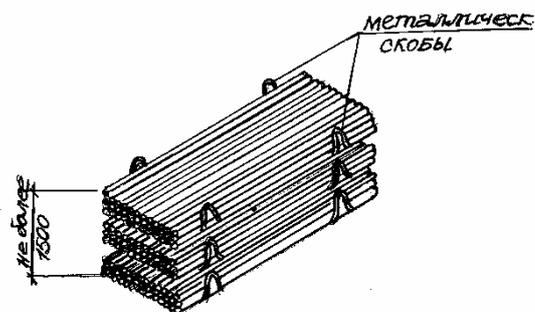


Рис.17ПЗ. Мелкосортный металл

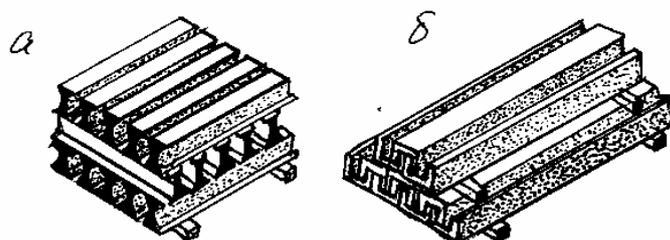


Рис.18ПЗ. Металлопрокат:
а – двутавры; б – швеллеры

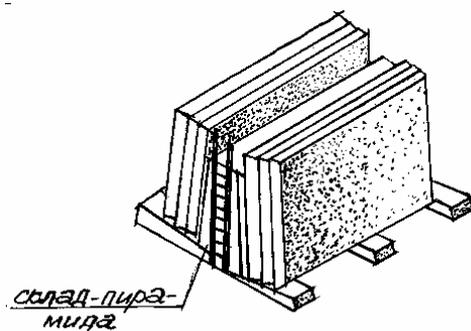


Рис.19ПЗ. Перегородки , стеновые панели, панели пола

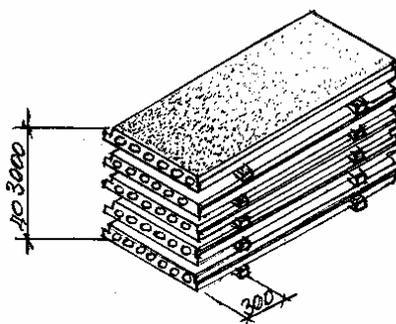


Рис.20ПЗ. Панели многопустотные

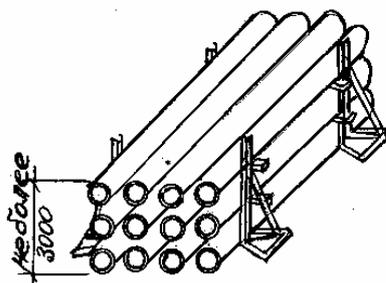


Рис.21ПЗ. Трубы диаметром до 300 м

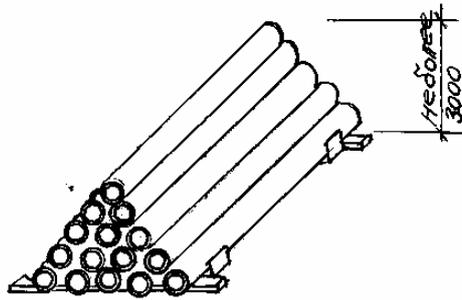


Рис.22ПЗ. Трубы диаметром более 300 м

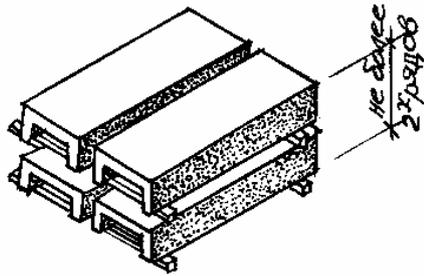


Рис.23ПЗ. Лотки непроходных каналов

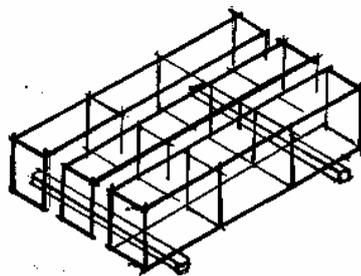


Рис.24ПЗ. Арматурные каркасы

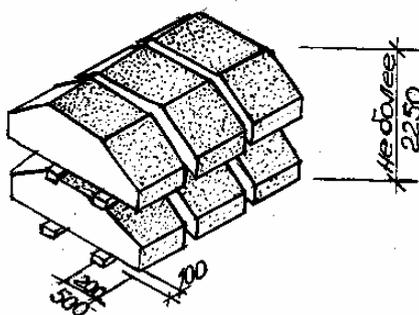


Рис.25ПЗ. Фундаментные плиты

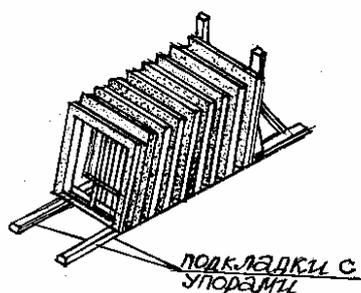


Рис.26ПЗ. Оконные деревянные блоки

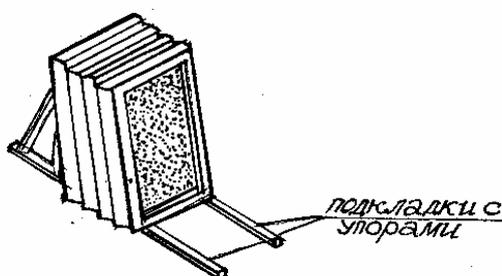


Рис.27ПЗ. Дверные деревянные блоки

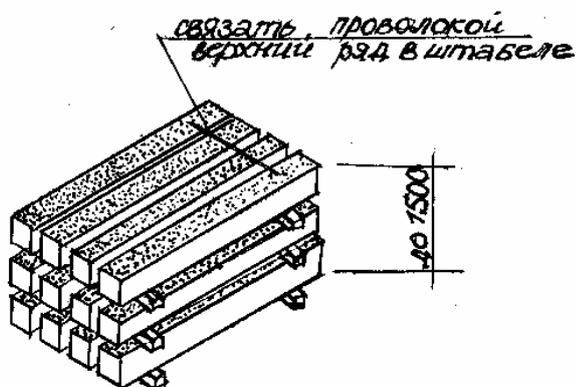


Рис.28ПЗ. Перемычки, прогоны

СХЕМА СТРОПОВКИ ОТДЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

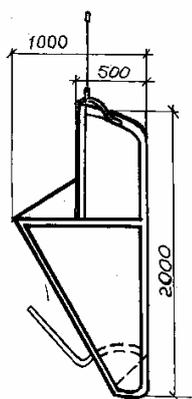


Рис.1П4. Бадья с бетоном

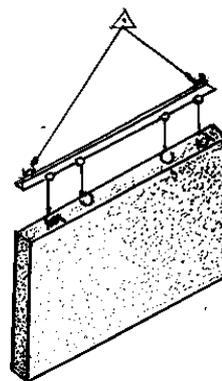


Рис.2П4. Перегородка, панель пола

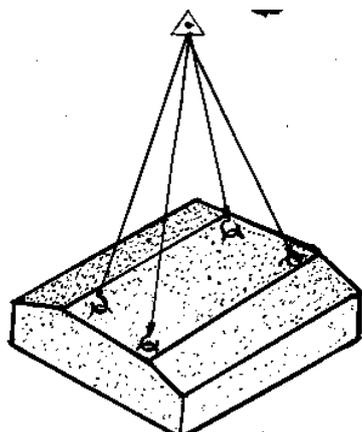


Рис.3П4. Фундаментная плита

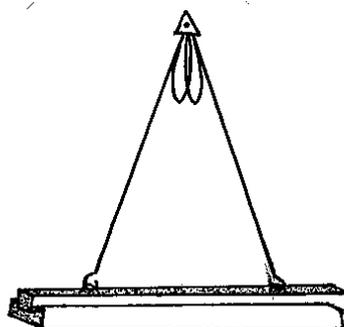


Рис.4П4. Ригель

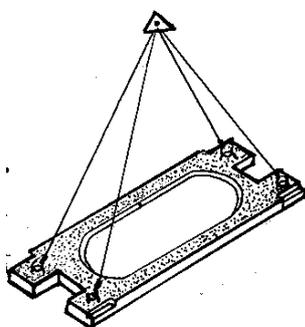


Рис.5П4. Панель перекрытия

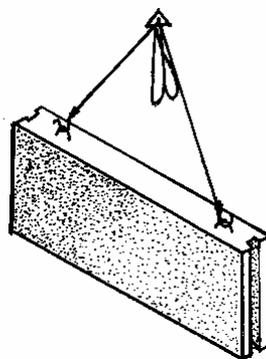


Рис.6П4. Стеновая панель

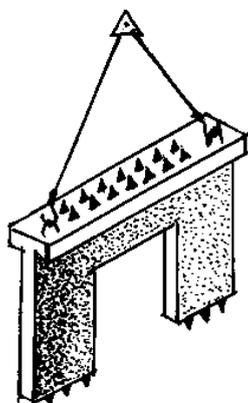


Рис.7П4. Диафрагма жесткости

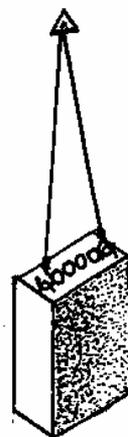


Рис.8П4. Вентиляционный блок

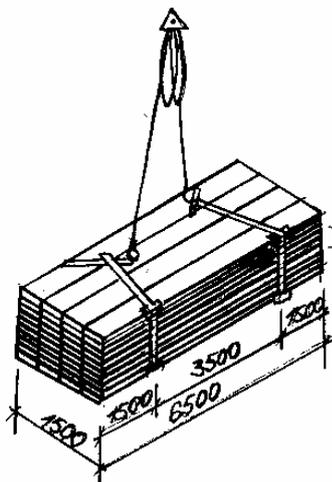


Рис.9П4. Пакет пиломатериалов

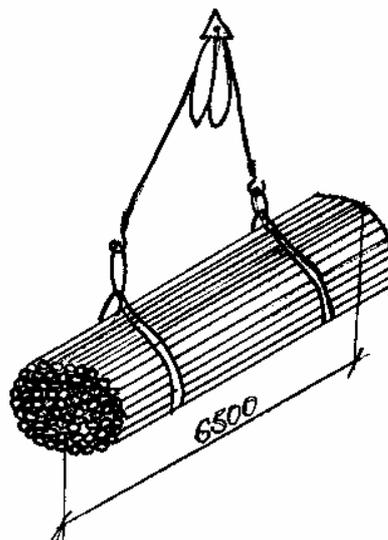


Рис.10П4. Арматура

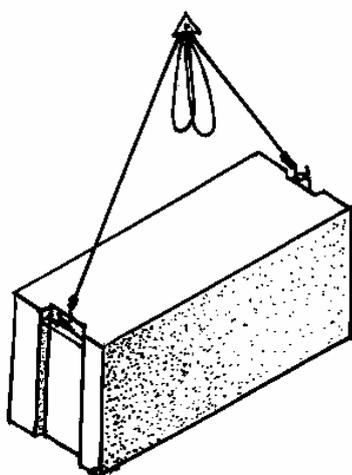


Рис.11П4. Перегородка и панель
дома

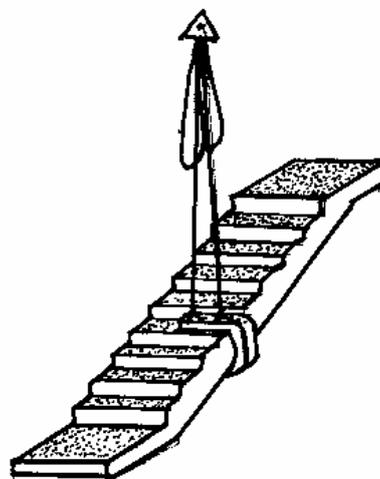


Рис.12П4. Лестничный марш

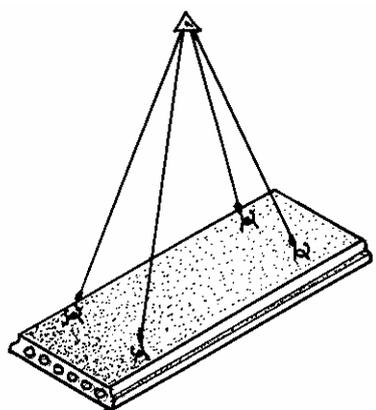


Рис.13П4. Плита перекрытия

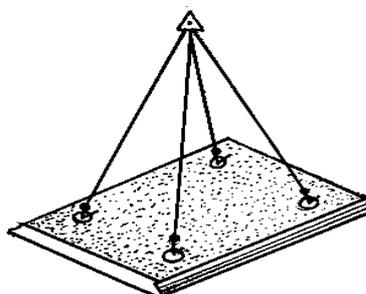


Рис.14П4. Плоская плита

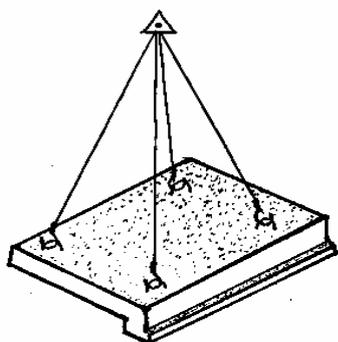


Рис.15П4. Лестничная площадка

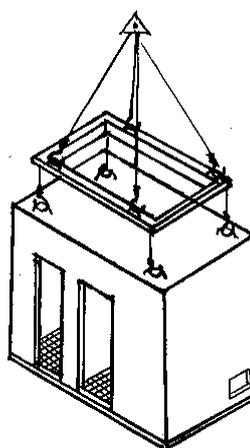


Рис.16П4. Санитарно-техническая
кабина

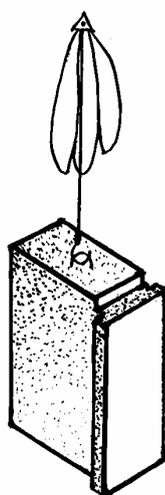


Рис.17П4. Блок простенка, плита
жесткости

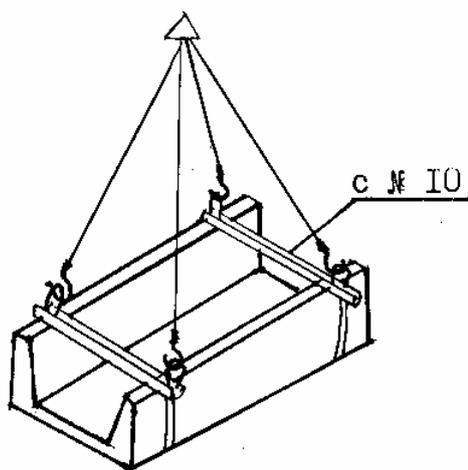


Рис.18П4. Лоток

КОЭФФИЦИЕНТЫ ЗАПАСА ПРОЧНОСТИ
УСЛОВИЙ РАБОТЫ И УСТОЙЧИВОСТИ

Т а б л и ц а 1П5

Зависимость коэффициента запаса прочности от вида канатов

Наименование канатов	Коэффициент запаса прочности K_3
Стропы:	
а) витые при соотношении D_3/d_c от 2 и более	5,0
б) полотенчатые при соотношении D_3/d_c :	
– от 3,5 до 6	5,5
– от 6 и более	5,0
в) с обвязкой или зацепкой крюками или серьгами	6,0
Грузовые канаты:	
а) с ручным приводом	4,0
б) с машинным приводом:	
– для легкого режима работы	5,0
– для среднего режима работы	5,5
– для тяжелого режима работы	6,0
Канаты для полиспастов с изменяющейся длиной под нагрузкой :	
а) грузоподъем от 5 до 50 т при соотношении D/d :	
– от 13 до 16	5,0
– от 16 и более	4,0
б) грузоподъем от 50 до 100 т при соотношении D/d :	
– от 13 до 16	4,0
– от 16 и более	3,5
в) грузоподъем от 100 т и более при соотношении D/d :	
– от 13 до 16	3,5
– от 16 и более	3,0
Расчалки, оттяжки, тяги при соотношении D_3/d :	
– от 4 до 5	5,0
– от 5 до 7	4,0
– от 7 до 9	3,5
– от 10 и более	3,0

П р и м е ч а н и я : D – диаметр ролика; d – диаметр каната; D_3 – диаметр захватного устройства (элемента, огибаемого стропом, раскачкой, тягой, крепящим канатом); d_c – диаметр витого стропа.

Продолжение прил.5

Таблица 2П5

Значение коэффициентов условий работы

№ п/п	Наименование конструкции, элемента	Коэффициент условий работы k
1	Мачты, шевры, порталы, стрелы и т.п.	0,90
2	Грузозахватные приспособления	0,85
3	Эстакады, опоры, распорки, подкрановые пути, монтажные балки	0,85
4	Стойки, подпорки	0,90
5	Сжатые раскосы решетчатых конструкций из одиночных уголков, прикрепленных к поясам одной полкой сваркой или болтами:	
	– при перекрестной решетке с совмещенными в смежных гранях узлами	0,90
	– при треугольной и перекрестной решетках с несовмещенными в смежных гранях узлами	0,80
6	Сжатые элементы из одиночных уголков, прикрепленные с одной полкой (за исключением элементов, указанных в п.5)	0,75

Окончание прил.5
Таблица 3П5

Коэффициенты устойчивости продольного изгиба
центрально-сжатых элементов для стали марки Ст3

Гиб- кость тра- версы	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1,00	0,999	0,998	0,997	0,996	0,995	0,994	0,993	0,992	0,991
10	0,99	0,988	0,986	0,984	0,982	0,980	0,978	0,976	0,974	0,972
20	0,97	0,968	0,966	0,964	0,962	0,960	0,958	0,956	0,954	0,952
30	0,95	0,947	0,944	0,941	0,938	0,935	0,932	0,929	0,926	0,923
40	0,92	0,917	0,914	0,911	0,908	0,905	0,902	0,899	0,896	0,893
50	0,89	0,887	0,884	0,881	0,878	0,875	0,872	0,869	0,866	0,863
60	0,86	0,855	0,850	0,845	0,840	0,835	0,830	0,825	0,820	0,815
70	0,81	0,804	0,798	0,792	0,786	0,780	0,774	0,766	0,762	0,756
80	0,75	0,774	0,738	0,732	0,726	0,720	0,714	0,708	0,702	0,696
90	0,69	0,681	0,672	0,663	0,654	0,645	0,636	0,627	0,618	0,609
100	0,60	0,592	0,584	0,576	0,568	0,560	0,552	0,544	0,536	0,528
110	0,52	0,513	0,506	0,499	0,492	0,485	0,478	0,471	0,464	0,457
120	0,45	0,445	0,440	0,435	0,430	0,425	0,420	0,415	0,410	0,405
130	0,40	0,396	0,392	0,388	0,384	0,380	0,376	0,372	0,368	0,364
140	0,36	0,356	0,352	0,348	0,344	0,340	0,336	0,332	0,328	0,364
150	0,32	0,317	0,314	0,311	0,308	0,305	0,302	0,299	0,296	0,293
160	0,29	0,287	0,284	0,281	0,278	0,275	0,272	0,269	0,266	0,262
170	0,26	0,257	0,254	0,251	0,248	0,245	0,242	0,239	0,236	0,233
180	0,23	0,228	0,226	0,224	0,222	0,220	0,218	0,216	0,214	0,213
190	0,21	0,208	0,206	0,204	0,202	0,200	0,198	0,196	0,194	0,192
200	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕМЕНТОВ
ГРУЗОЗАХВАТНЫХ УСТРОЙСТВ

Таблица 1П6

Канаты стальные (выдержки из ГОСТов 3077-80, 2688-80)

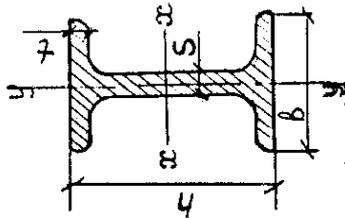
Диаметр каната, мм	Масса 1000 м, кг	Разрывное усилие, кН, в маркировочной группе, МПа				
		1372	1568	1666	1764	1960
1	2	3	4	5	6	7
Канат типа ЛК-О конструкции 6х19 (1 + 9 + 9) + 1 с.с.						
10,5	387,5	-	53,7	55,9	57,7	62,9
11,5	487,0	-	66,2	70,3	72,5	79,1
12,0	530,0	-	72,0	76,5	78,9	86,1
13,0	597,3	-	81,1	86,2	88,7	96,8
14,0	719,0	-	97,8	103,5	106,5	116,5
15,0	852,5	-	115,5	122,5	126,5	138,0
16,5	996,5	118,0	135,0	143,5	147,5	161,5
17,5	1155,0	136,5	156,0	166,0	171,5	187,0
19,5	1370,0	162,5	183,0	197,0	203,5	221,5
20,5	1550,0	184,0	210,5	223,5	230,5	251,5
22,0	1745,0	207,0	236,5	251,0	259,0	283,0
23,0	1950,0	231,0	264,5	281,0	289,5	316,0
25,5	2390,0	294,0	324,5	344,5	355,5	388,0
28,0	2880,0	342,0	391,0	415,5	428,0	466,5
30,5	3410,0	405,0	463,5	492,0	507,5	535,5
32,5	3990,0	474,0	541,5	575,5	593,0	647,0
35,0	4610,0	548,0	626,5	665,5	686,0	748,5
37,0	5035,0	598,5	684,0	726,5	749,0	815,0
39,0	5475,0	651,0	744,0	790,5	815,0	886,5
40,0	5830,0	693,5	792,5	841,0	863,0	-
41,0	6200,0	737,5	843,0	872,0	906,5	-
43,5	6975,0	829,5	948,0	980,0	1015,0	-
45,0	7370,0	877,0	999,5	1030,0	1075,0	-
46,0	7790,0	926,5	1055,0	1090,0	1135,0	-

Продолжение прил. 6
Окончание табл.1П6

1	2	3	4	5	6	7
Канат типа ЛК-Р конструкции 6x19 (1 + 6 + 6/6) + 1 с.с.						
11,0	462	-	62,9	66,8	68,8	72,5
12,0	527	-	71,8	76,2	78,6	85,8
13,0	596	71,5	81,3	86,3	89,0	97,0
14,0	728	86,7	99,0	105,0	108,0	118,0
15,0	844	100,0	114,5	122,0	125,5	137,0
16,6	1025	121,5	139,0	147,5	152,0	166,0
18,0	1220	145,0	166,0	176,0	181,0	198,0
19,5	1405	167,0	191,0	203,0	209,0	228,0
21,0	1635	194,5	222,0	236,0	243,5	265,5
22,5	1850	220,0	251,0	267,0	275,0	303,5
24,0	2110	250,5	287,0	304,0	314,0	343,0
25,5	2390	284,0	324,5	345,0	355,5	388,5
27,0	2685	319,0	365,0	388,0	399,5	436,5
28,0	2910	346,5	386,0	421,0	434,0	473,5
30,5	3490	415,5	473,0	504,5	520,0	567,5
32,0	3845	458,0	523,5	556,0	573,0	625,5
33,5	4220	502,5	574,0	610,5	629,0	686,0
37,0	5015	597,5	683,0	725,0	748,0	816,0
39,5	5740	684,0	781,5	828,0	856,0	938,0
42,0	6535	779,0	890,0	945,0	975,0	1060,0
44,5	7385	880,5	1000,0	1035,0	1075,0	-
47,5	8430	1000,0	1145,0	1185,0	1230,0	-
51,0	9545	1135,0	1295,0	1340,0	1395,0	-
56,0	11650	1385,0	1580,0	1635,0	1705,0	-

Продолжение прил. 6
Таблица 2П6

Балки двутавровые (выдержка из ГОСТ 8239-89)*



Номер балки	Размеры, мм		Площадь сечения F^D , см ²	Масса g^D 1 м, кг	Справочные величины для осей					
	h	b			$x-x$			$y-y$		
					I_x^D , см ⁴	W_x^D , см ³	r_x^D , см	I_y^D , см ⁴	W_y^D , см ³	r_y^D , см
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
10	100	55	4,5	9,46	198	39,7	4,06	17,9	6,49	1,22
12	120	64	4,8	11,50	350	58,4	4,88	27,9	8,72	1,38
14	140	73	4,9	13,70	572	81,7	5,73	41,9	11,50	1,55
16	160	81	5,0	15,90	873	109,0	6,57	58,6	14,50	1,70
18	180	90	5,1	18,40	1290	143,0	7,42	82,6	18,40	1,88

* Таблица приведена по ГОСТ 3077-80. "Канат двойной свивки типа ЛК-О конструкции 6х19 (1 + 9 + 9) + 1 с.с. и ГОСТ 2688-8- "Канат двойной свивки типа ЛК-Р конструкции 6х19 (1 + 6 + 6/6 + 1 с.с.

Продолжение прил. 6

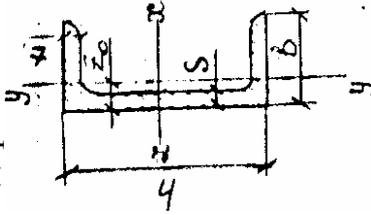
Окончание табл. 2П6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20	200	100	5,2	26,8	21,00	1840	184,0	8,28	115,0	23,10	2,07
22	220	110	5,4	30,6	24,00	2550	232,0	9,13	157,0	28,60	2,27
24	240	115	5,6	34,8	27,30	3460	289,0	9,97	198,0	34,50	2,37
27	270	125	6,0	40,2	31,50	5010	371,0	11,20	260,0	41,50	2,54
30	300	135	6,5	46,5	36,50	7080	472,0	12,30	337,0	49,90	2,69
33	330	140	7,0	53,8	42,20	9840	597,0	13,50	419,0	59,90	2,79
36	360	145	7,5	61,9	48,60	13380	743,0	14,70	516,0	71,10	2,89

Продолжение прил. 6

Таблица ЗП6

Швеллеры (выдержка из ГОСТ 8240-89)



Но- мер швел- лера	Размеры, мм		Площадь сечения F^{III} , см ²	Масса g^{III} 1 м, кг	Справочные величины для осей						Z_0 , см
					x-x			y-y			
	h	b			S	I_x^{III} , см ⁴	W_x^{III} , см ³	r_x^{III} , см	I_y^{III} , см ⁴	W_y^{III} , см ³	
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13
5	50	32	4,4	4,84	22,8	9,10	1,92	5,61	2,75	0,954	1,16
6,5	65	36	4,4	5,90	48,6	15,00	2,54	8,70	3,68	1,080	1,24
8	80	40	4,5	7,05	89,4	22,40	3,16	12,8	4,75	1,190	1,31
10	100	46	4,5	8,59	174,0	34,80	3,99	20,40	6,46	1,370	1,44
12	120	52	4,8	10,40	304,0	50,60	4,78	31,20	8,52	1,530	1,54
14	140	58	4,9	12,30	491,0	70,20	5,60	45,50	11,0	1,700	1,67
14a	140	62	4,9	13,30	545,0	77,80	5,66	57,50	13,3	1,840	1,87

Продолжение прил.6

Окончание табл.ЗП6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
16	160	64	5,0	18,10	14,20	747,0	93,40	6,42	63,30	13,8	1,870	1,80
16a	160	68	5,0	19,50	15,30	823,0	103,00	6,49	78,80	16,4	2,010	2,00
18	180	70	5,1	20,70	16,30	1090,0	121,00	7,24	86,00	17,0	2,040	1,94
18a	180	74	5,1	22,20	17,40	1190,0	132,00	7,32	105,00	20,0	2,180	2,13
20	200	76	5,2	23,40	18,40	1520,0	152,00	8,07	113,00	20,5	2,200	2,07
20a	200	80	5,2	25,20	19,80	1670,0	167,00	8,15	139,00	24,2	2,350	2,28
22	220	82	5,4	26,70	21,00	2110,0	192,00	8,89	151,00	25,1	2,370	2,21
22a	220	87	5,4	28,80	22,60	2330,0	212,00	8,99	187,00	30,0	2,550	2,46
24	240	90	5,6	30,60	24,00	2900,0	242,00	9,73	208,00	31,6	2,600	2,42
24a	240	95	5,6	32,90	25,80	3180,0	265,00	9,84	254,00	37,2	2,780	2,67
27	270	95	6,0	35,20	27,70	4160,0	308,00	10,90	262,00	37,3	2,730	2,47
30	300	100	6,5	40,50	31,80	5810,0	387,00	12,00	327,00	43,6	2,840	2,52
33	330	105	7,0	46,50	36,50	7980,0	484,00	13,10	410,00	51,8	2,970	2,59
36	360	110	7,5	53,40	41,90	10820,0	601,00	14,20	513,00	61,7	3,100	2,68
40	400	115	8,0	61,50	48,30	15220,0	761,00	15,70	642,00	73,4	3,230	2,75

Продолжение прил.6

Таблица 4П6
Стальные бесшовные горячедеформированные трубы (выдержка из ГОСТ 8732-89)

Диаметр, мм		Толщина стенки δ , мм	Площадь сечения F^* , см ²	Момент инерции I^* , см ⁴	Момент сопротив- ления W^* , см ³	Радиус инерции r^* , см	Масса 1 м, g ^г , кг
наружный d_n	внутренний d_b						
1	2	3	4	5	6	7	8
102	94	4	12,3	148	29,0	3,47	9,67
	90	6	18,1	209	41,0	3,40	14,21
	86	8	23,6	263	51,6	3,34	18,55
	82	10	28,9	309	60,6	3,27	22,69
	78	12	33,9	350	68,6	3,21	26,63
	74	14	38,7	394	75,3	3,15	30,38
	70	16	43,2	413	81,0	3,09	33,93
127	119	4	15,5	293	46,1	4,35	12,13
	115	6	22,8	418	65,9	4,28	17,90
	111	8	29,9	532	83,8	4,22	23,48
	107	10	36,8	633	99,8	4,15	28,85
	103	12	43,4	724	114,0	4,09	34,03
	99	14	49,7	806	127,0	4,02	39,01
	95	16	55,8	877	138,0	3,96	43,80

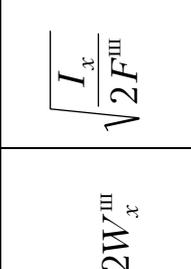
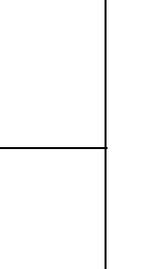
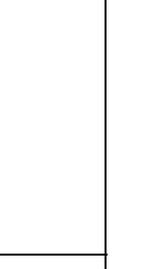
Продолжение прил. 6
Продолжение табл. 4П6

1	2	3	4	5	6	7	8
159	147	6	28,8	845	106	5,41	22,64
	143	8	37,9	1085	136	5,35	29,79
	139	10	46,8	1304	164	5,28	36,75
	135	12	55,4	1507	190	5,21	43,50
	131	14	63,8	1692	213	5,15	50,06
	127	16	71,9	1861	234	5,09	56,43
	123	18	79,7	2014	253	5,03	62,59
	119	20	87,3	2153	270	4,97	68,56
203	191	6	36,9	1800	181	6,97	29,15
	187	8	48,7	2329	234	6,90	38,47
	183	10	60,5	2826	284	6,83	47,60
	179	12	72,2	3291	331	6,76	56,52
	175	14	83,2	3725	375	6,69	65,25
	171	16	94,2	4131	415	6,62	73,79
	167	18	104,4	4510	453	6,55	82,12
	163	20	114,6	4862	489	6,48	90,26
299	283	8	73,1	7747	518	10,30	57,41
	279	10	90,8	9490	635	10,20	71,27
	275	12	108,0	11160	746	10,20	84,93
	271	14	125,0	12760	853	10,10	98,40
	267	16	142,0	14290	956	10,00	111,67
	263	18	159,0	15750	1054	9,96	124,74
	259	20	175,0	17150	1147	9,90	137,61

Продолжение прил. 6

Таблица 5П6

Схемы сквозных сечений балок и стержней и формулы для определения их расчетных данных

Но- мер схе- мы	Схема сечения сквозной балки или стержня	Главные оси							
		x-x				y-y			
		$I_x, \text{см}^4$	$W_x, \text{см}^3$	$r_x, \text{см}$	$I_y, \text{см}^4$	$W_y, \text{см}^3$	$r_y, \text{см}$		
1		3	4	5	6	7	8		
1		$2I_x^m$	$2W_x^m$	$\sqrt{\frac{I_x}{2F^m}}$	$2 \left[I_y^m + F^m \left(\frac{b}{2} - z_0 \right)^2 \right]$	$2W_y^m$	$\sqrt{\frac{I_y}{2F^m}}$		
2		$2I_x^m$	$2W_x^m$	$\sqrt{\frac{I_x}{2F^m}}$	$2 \left[I_y^m + F^m \left(\frac{b}{2} + z_0 \right)^2 \right]$	$2W_y^m$	$\sqrt{\frac{I_y}{2F^m}}$		

Продолжение прил. 6
Окончание табл. 5П6

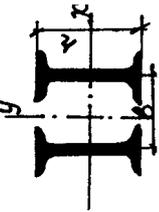
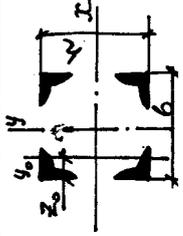
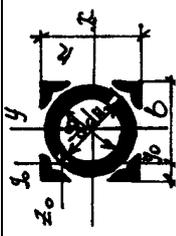
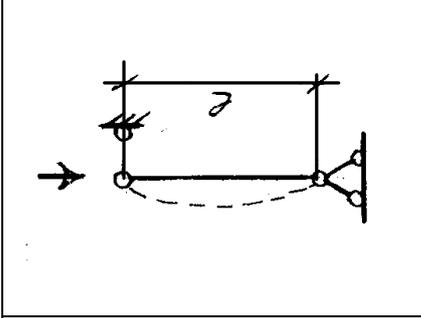
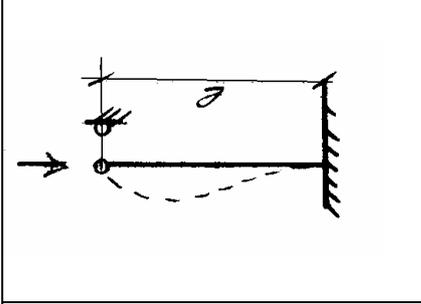
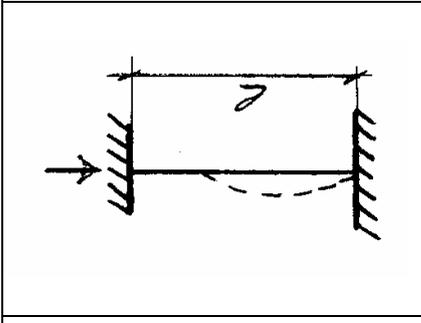
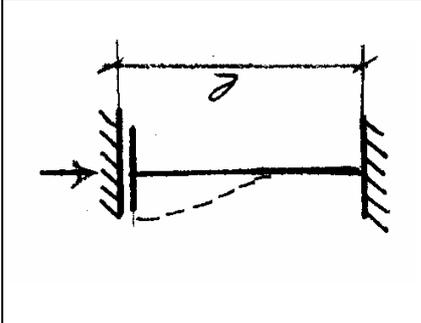
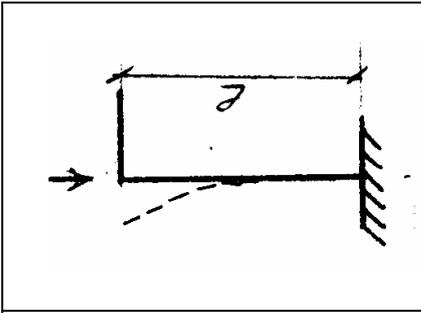
1	2	3	4	5	6	7	8
3		$2I_x^H$	$2W_x^H$	$\sqrt{\frac{I_x}{2F^H}}$	$2 \left[I_y^{Jb} + F^{Jb} \left(\frac{b}{2} \right)^2 \right]$	$2W_y^H$	$\sqrt{\frac{I_y}{2F^H}}$
4		$4 \left[I^{-x} + F^{-x} \left(\frac{b}{2} - Z_0 \right)^2 \right]$	$\frac{I_x}{b/2}$	$\sqrt{\frac{I_x}{4F^{HT}}}$	$4 \left[I^{-x} + F^{-x} \left(\frac{h}{2} - Z_0 \right)^2 \right]$	$\frac{I_y}{h/2}$	$\sqrt{\frac{I_y}{4F^{HT}}}$
5		$\frac{\pi}{64} (d^4 - d_{\%0}^4) + 4 \left[I^{-x} + F^{-x} \left(\frac{b}{2} - Z_0 \right)^2 \right]$	$\frac{I_x}{d_H/2}$	$\sqrt{\frac{I_x}{F^r + 4F^{HT}}}$	$\frac{\pi}{64} (d^4 - d_{\%0}^4) + 4 \left[I^{-x} + F^{-x} \left(\frac{h}{2} - Z_0 \right)^2 \right]$	$\frac{I_y}{d_H/2}$	$\sqrt{\frac{I_y}{F^r + 4F^{HT}}}$

Таблица 6П6

Зависимость коэффициента μ
от схемы закрепления концов стержня

Схемы закрепления концов стержня					
Коэффициент μ	1,0	0,7	0,5	1,0	2,0

КЛАССИФИКАЦИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН

Таблица 1П7

Характеристики климатической зоны

Климатическая зона	Средняя многолетняя температура, °С		Среднегодовое количество осадков, см	Продолжительность заморозания вод, дн.
	низкая (январь)	высокая (июль)		
I	от -20 до -15	от +16 до +18	40	190-170
II	от -14 до -10	от +18 до +22	50	150
III	от -10 до 0	от +22 до +24	50	100
IV	от 0 до +5	от +24 до +26	30-60	0

Таблица 2П7

Зависимость коэффициента сезонности от климатической зоны

Климатическая зона	Коэффициенты сезонности для однородной земли во время измерений ее сопротивлений при влажности		
	повышенной	нормальной	малой
Вертикальный электрод длиной 3 м			
I	1,9	1,7	1,5
II	1,7	1,5	1,3
III	1,5	1,3	1,2
IV	1,3	1,1	1,0
Вертикальный электрод длиной 5 м			
I	1,5	1,4	1,3
II	1,4	1,3	1,2
III	1,3	1,2	1,1
IV	1,2	1,1	1,0
Горизонтальный электрод длиной 10 м			
I	9,3	5,5	4,1
II	5,9	3,5	2,6
III	4,2	2,5	2,0
IV	2,5	1,5	1,1
Горизонтальный электрод длиной 50 м			
I	7,2	4,5	3,6
II	4,8	3,0	2,4
III	3,2	2,0	1,6
IV	2,2	1,4	1,12

Приложение 8

КОЭФФИЦИЕНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ

Таблица 1П8

Зависимость коэффициента использования вертикальных электродов группового заземлителя (труб, уголков и т.п.) без учета влияния полосы связи от числа заземлителей

Число заземлителей	Коэффициент использования вертикальных электродов группового заземлителя при отношении расстояний между ними к их длине l					
	1	2	3	1	2	3
	и при размещении электродов					
	в ряд			по контуру		
2	0,85	0,91	0,94	-	-	-
4	0,73	0,83	0,89	0,69	0,78	0,85
6	0,65	0,77	0,85	0,61	0,73	0,80
10	0,59	0,74	0,81	0,56	0,68	0,76
20	0,48	0,67	0,76	0,47	0,63	0,71
40	-	-	-	0,41	0,58	0,66
60	-	-	-	0,39	0,55	0,64
100	-	-	-	0,36	0,52	0,62

Таблица 2П8

Зависимость коэффициента использования горизонтального полосового электрода, соединяющего вертикальные электроды (труб, уголков и т.п.) группового заземлителя, от числа заземлителей

Число вертикальных электродов	Коэффициент использования горизонтального колосового электрода при отношении расстояния между вертикальными электродами к их длине					
	1	2	3	1	2	3
	и при размещении вертикальных электродов					
	в ряд			по контуру		
2	0,85	0,94	0,96	-	-	-
4	0,77	0,80	0,92	0,45	0,55	0,70
6	0,72	0,92	0,88	0,40	0,48	0,64
10	0,62	0,45	0,82	0,34	0,40	0,56
20	0,42	0,55	0,68	0,27	0,32	0,45
40	-	-	-	0,22	0,29	0,39
60	-	-	-	0,20	0,27	0,36
100	-	-	-	0,19	0,23	0,33

КАТЕГОРИРОВАНИЕ РАБОТ И ИХ ПОКАЗАТЕЛИ

Таблица 1П9

Характеристика категорий работ

Категория работ	Характеристика работ
1. Легкие физические работы: – категория I	Виды деятельности, сопряженные с расходом энергии организмом не более 150 ккал/ч (174Вт):
– категория I,а	– работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением, при энергозатратах организма до 120 ккал/ч (139 Вт)
– категория I,б	– работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением, при энергозатратах организма 121-150 ккал/ч (140-174 Вт)
2. Средней тяжести физические работы: – категория II	Виды деятельности, сопряженные с расходом энергии организмом в пределах 151-250 ккал/ч (175-290 Вт):
– категории II,а	– работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения, при энергозатратах организма от 151 до 200 ккал/ч (175-232 Вт)
– категория II,б	– работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг, а также сопровождающиеся умеренным физическим напряжением при энергозатратах организма от 201 до 250 ккал/ч (233-290 Вт)
3. Тяжелые физические работы: – категория III	Виды деятельности, работы, связанные с передвижениями, перемещениями и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей, а также требующие больших физических затрат, сопряженные с расходом энергии организмом более 250 ккал/ч (290 Вт)

Продолжение прил.9
Таблица 2П9

Показатели микроклимата производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура, °С						Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая		нижняя граница		оптимальная	допустимая не более	оптимальная не более	допустимая	
			верхняя граница	на рабочих местах		постоянных					непостоянных
Холодный	I,а	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	не более 0,1	
	I,б	21-23	24	25	20	17	40-60	75	0,1	не более 0,2	
	II,а	18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	не более 0,3	
	II,б	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	не более 0,4	
	III	16-18	19	20	13	12	40-60	75	0,3	не более 0,5	
	I,а	23-25	28	30	22	20	40-60	55 (при 28 °С)	0,1	0,1-0,2	
Теплый	I,б	22-24	28	30	21	19	40-60	60 (при 27 °С)	0,2	0,1-0,3	
	II,а	21-23	27	29	18	17	40-60	65 (при 26 °С)	0,3	0,2-0,4	
	II,б	20-22	27	29	16	15	40-60	70 (при 25 °С)	0,3	0,2-0,5	
	III	18-20	26	28	15	13	40-60	75 (при 24 °С и ниже)	0,4	0,2-0,6	

Приложение 10

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ НЕКОТОРЫХ
ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ

Таблица 1П10

Пределно допустимые концентрации
некоторых вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	Пределно допустимая концентрация вредных веществ, мг/м ³	Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности вредных веществ	Особенности воздействия на организм вредных веществ
1	2	3	4	5
Аммиак	20	п	II	Ф,А
Ацетон	200	п	I	А
Бензин (растворитель топливный)	100	п	II	А
Бензол ⁺	15/5	п	II	К
Известняк	6	а	IV	Ф
Кислота масляная	10	п	III	
Кислота серная ⁺			II	
Марганец в сварочных аэрозолях при его содержании:				
– до 20 %	0,2	а	II	
– от 20 до 30 %	0,1	2	II	
Масла минеральные нефтяные ⁺	5	а	III	
Пыль древесная с примесью диоксида кремния:				
– менее 2 %	6	а	IV	А,Ф
– от 2 до 10 %	4	а	IV	А,Ф
Сероводород ⁺	10	п	II	О
Силикатсодержащие пыли, силикаты, алюмосиликаты:				
– асбестопородные при содержании в них асбеста до 10 %	4	а	III	Ф,К

Продолжение прил. 10
Окончание табл. 1П10

1	2	3	4	5
– цемент, оливин, апатит, шамот каолиновый	6	а	IV	Ф
Скипидар (в пересчете на С)	300	п	IV	
Спирт н-бутиловый, бутиловый вторичный и третичный	10	п	III	
Спирт метиловый ⁺	5	п	III	
Оксид углерода	20	п	IV	О
Щелочи едкие ⁺ (растворы в пересчета на NaOH)	0,5	а	II	
Этиловый эфир	0,15	п+а	II	

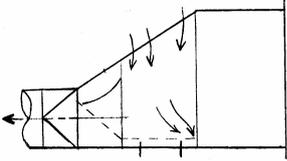
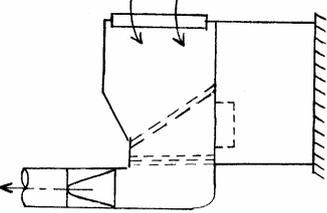
Примечания: "а" – означает аэрозоль; "п" – пары и газы (либо пары или газы); "а+п" – смесь паров и аэрозоля; "А" – вещества, способные вызвать аллергические заболевания в производственных условиях; "К" – канцерогены; "Ф" – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия; "О" – вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе; "+" – требуется специальная защита кожи и глаз.

Таблица 2П10

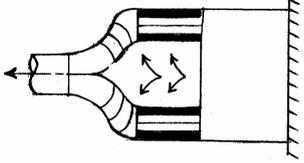
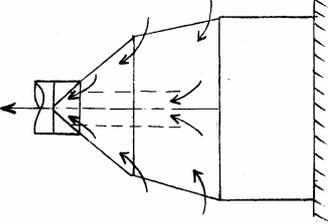
Зависимость предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны от их класса опасности

Класс опасности вредных веществ	Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м
1	Менее 0,1
2	0,1-1,0
3	1,1-10,0
4	Более 10,0

Рекомендуемые виды вытяжных шкафов

Операция или процесс	Характер вредных выделений	Расчетная скорость, м/с	Рекомендуемые типы конструкции вытяжных шкафов
1	2	3	4
Окраска кистью, валками, окутанием	Пары растворятелей и краски	0,5-0,7	 <p>Шкаф с отсосом в двух зонах</p>
Окраска пневматическим распылением	Пары растворятелей и краски	1-1,5	 <p>Шкаф с отсосом в тыльной части</p>

Продолжение прил.11
Окончание табл.1П11

1	2	3	4
Гидропескоструйная очистка	Силикатная пыль	1-1,5	 <p>Щкаф с отсосом в виде двух боковых вертикальных улиток</p>
Металлизация распылением	Пыль металлов	0,7-1,5	То же
Точечная сварка мелких изделий	Аэрозоли металла	0,3-0,5	 <p>Щкаф двухсторонний. (Скорость воздуха в рабочем месте не менее 0,2 м/с)</p>

Продолжение прил.11

Таблица 2П11

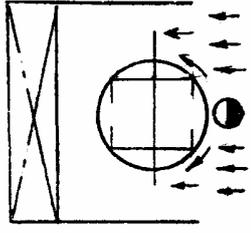
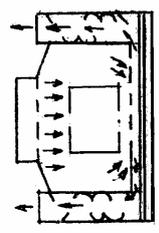
Характеристика лакокрасочных материалов

Лакокрасочные материалы	Растворитель	Компоненты растворителей	Массовое содержание компонентов, %
Перхлорвиниловые	Р-4	Бутилацетат	12
		Ацетон	26
		Толуол	62
Нитроцеллюлозные, нитроглифталевые, эпоксидные, мочевиномелаиноформальдегидные	№ 646	Бутилацетат	16
		Этилцеллюлоза	8
		Ацетон	7
		Бутиловый спирт	15
		Толуол	50
Алкидно-акриловые фенольные		Уайт-спирит	50
		Ксилол	50
Масляные эмали и битумные лаки	РС-2	Уайт-спирит	70
		Ксилол	30
Меламиномочевинно-и фенолформальдегидные	РКБ-1	Ксилол	50
		Бутиловый спирт	50

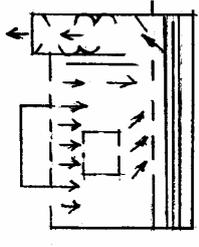
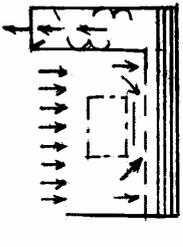
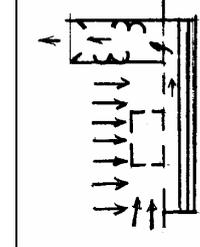
Продолжение прил.11
Таблица 3П11

Лакокрасочные материалы	Способ нанесения краски на изделие	Средняя скорость всасывания воздуха
Ручная окраска		
Содержащие ароматические углеводороды (бензол, толуол, ксилол, сольвент-нафта)	Кистью, окунанием	1,0
Не содержащие ароматических углеводородов	Кистью, окунанием, обливом	0,5
Содержащие диизоцианаты, эпоксидные, полиуретановые и акрилатные соединения	Пневматическое распыление	1,7
Содержащие свинцовые соединения или ароматические углеводороды	Пневматическое распыление	1,3
Содержащие свинцовые соединения и ароматические углеводороды	Пневматическое распыление	1,0
Не содержащие ароматических углеводородов и свинцовых соединений	Безвоздушное распыление	0,7
Не содержащие ароматических углеводородов и свинцовых соединений диизоцианатов	Безвоздушное распыление	0,6
Различные	Электростатическое распыление	0,4-0,5
Автоматизированная окраска		
Различный	Окунанием, обливом, с помощью электростатической стационарной установки	0,4-0,5
Содержащие свинцовые соединения	Безвоздушное распыление	0,5
Не содержащие свинцовых соединений	Электростатическое распыление	0,4

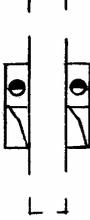
Продолжение прил.11
Таблица 4П11

Тип камеры	Вид нагрузки на изделия	Расположение рабочего в камере	Направление воздушного потока в камере	Вытяжка воздуха из камеры	Приток воздуха в камеру	Схема кабины
1	2	3	4	5	6	7
Тупиковый	Ручной через рабочий проем	Вне кабины	Горизонтальное (поперечное)	Вертикальная решетка за изделием	Из цеха через рабочий проем	
Прходной	Конвейерный	Вне кабины	Горизонтальное (поперечное)	Вертикальная решетка за изделием	Из цеха через рабочий и транспортные проемы	
Тупиковый	Тележкой	В камере с той или другой стороны изделия	Вертикальное	Решетки в полу под изделием и вокруг него	Из цеха через распределители воздуха в потолке	

Продолжение прил.11
Продолжение табл. 4П11

1	2	3	4	5	6	7
Тупиковый	Тележкой	В камере с одной стороны изделия	Вертикальное	Решетки в полу под изделием и вокруг него	Из цеха через открытый потолок	
Прходной	Конвейерный	В камере с одной стороны изделия	Вертикальное	Решетки в полу под изделием и вокруг него	Из цеха через камеру через воздухоораспределители в потолке	
Бескамерный	Мостовым краном	Вне укрытия	Вертикально-горизонтальное	Решетки в полу под изделием и вокруг него	Из цеха	

Продолжение прил.11
Окончание табл.4П11

1	2	3	4	5	6	7
Проходной	Конвейерный	В камере с той или другой стороны изделия с двух сторон изделия	Горизонтально-продольное	Вертикальные решетки в торце камеры	Из цеха через двери или решетки в торце камеры	
Проходной	Конвейерный	На площадках с той и другой стороны изделия	Горизонтальное	Боковые решетки в вертикальных воздуховодах	Из цеха	

Продолжение прил.11
Таблица 5П11

Зависимость расчетных объемов воздуха
от способов окраски изделий

Способ окраски	Расчетные объемы воздуха, м ³ /ч		Лакокрасочные материалы
	для камер с нижним отсосом на 1 м ² суммарной площади горизонтальной проекции изделия и площади проходов вокруг него	для бескамерной окраски изделия на решетках на 1 м ² габаритной площади одной решетки	
Пневматический	1800	2200	Не содержащие свинец и ароматические углеводороды Содержащие свинец и ароматические углеводороды
	2200	2500	
Безвоздушный	1200	1350	Не содержащие свинец и ароматические углеводороды Содержащие свинец и ароматические углеводороды
	1500	1700	
Гидроэлектрический	-	900	Не содержащие свинец и ароматические углеводороды Содержащие свинец и ароматические углеводороды
	-	1100	
Пневмоэлектрический	-	900	

Продолжение прил.11
Таблица 6П11

Виды укрытия для пылящего оборудования

Оборудование	Характеристика оборудования	Вид укрытия оборудования	Объем воздуха, удаляемого аспирацией от пылящего оборудования, м ³ /ч	Место отсоса воздуха от пылящего оборудования			
1	2	3	4	5			
Элеваторы	Высота $H < 10$ м Ширина ковша: $B = 300$ мм $B = 400-500$ мм $B = 600-700$ мм	Сплошной металлический кожух	1200 1400-1700 1800-2100	От башмака От башмака От башмака			
	Высота $H > 10$ м Ширина ковша: $B = 300$ мм $B = 400-500$ мм $B = 600-700$ мм				Сплошной металлический кожух	1100 500 1200-1500 600-800 1700-2000 800-1000	От башмака От головки От головки От головки От головки От головки

Продолжение прил.11
Продолжение табл. 6П11

1	2	3	4	5
Шнеки уплотнения	$d \leq 200$ мм	Сплошной разъемный кожух	300	От перепада По длине на 1 м
	$d = 300$ мм	Сплошной разъемный кожух	40 400	По длине на 1 м
	$d = 400$ мм	Сплошной разъемный кожух	50 500	То же
	$d = 500$ мм	Сплошной разъемный кожух	60 600	То же
			Сплошной разъемный кожух	70
Шнеки герметичные	$d = 200$ мм	Сплошной кожух	30	По длине на 1 м
	$d = 300$ мм	Сплошной кожух	40 По расчету	По длине на 1 м
Дезинтегратор		Кожух	600-900	От загрузочной теч- ки или башмака элеватора

Продолжение прил.11
Продолжение табл. 6П11

1	2	3	4	5
Транспортеры, пол- ностью укрытые (реверсивные, передвижные и др.)	Ширина ленты: <i>B</i> – 500 мм <i>B</i> – 600-800 мм <i>B</i> – 1000-1200 мм	Укрытие со съем- ными стальными шторами Укрытие со съем- ными стальными шторами Укрытие со съем- ными стальными шторами	300-400 400-500 500-600	От перепада По длине на 1 м По длине на 1 м По длине на 1 м
Автовесы	-	Сплошной кожух	500-600 1000-1500	От верха кожуха
Бегуны смешиваю- щие или помольные	Диаметр чаши <i>D</i> : – до 1200 мм – до 1500 мм – до 2000 мм	Сплошной кожух с проемом Сплошной кожух с проемом Сплошной кожух с проемом	2000-2500 2500-3000 3000-4000	От верха кожуха То же От верха кожуха
Сепаратор магнитный	-	Сплошной кожух	800-1200 1500-2000	От верха кожуха

Продолжение прил.11
Продолжение табл. 6П11

1	2	3	4	5
Грохоты плоские качающиеся и вибрационные	Площадь: – до 2 м ²	Сплошное укрытие	2000 на 1 м ² площади грохота	От верха укрытия
	– свыше 2 м ²	Сплошное укрытие	1500-1800 на 1 м ² площади грохота	То же
	-	Кожух со шторками	2000-3500 на 1 м ² площади грохота	То же
Грохот барабанный	-	Сплошной кожух	(3,5-4,0)d	
Питатель: – пластинчатый – ленточный	-	Кожух	1200-1600	От верха кожуха
	-	То же	800-1000 1200-1600	То же То же
Транспортер скребковый	-	То же	1000-2500	От перепада
	-	Сплошной кожух без проемов	400-600	Подленточника на 1 м
Мешалки (смесители)	-	Сплошной кожух без проемов	500-800 1500	От верха кожуха
Мельницы трубчатые	-	Укрытие мест загрузки и разгрузки	300-600 объемов барабана	Через полую сеть от мест загрузки и разгрузки

Продолжение прил.11
Продолжение табл.6П11

1	2	3	4	5
Мельницы шаровые: – малые – большие	-	Сплошное укрытие Сплошное укрытие	800-1200	Сверху кожуа Сверху кожуа
	-		1500-2500	
Подъемники скиповые: – большие – малые	-	Укрытие скиповой ямы и места раз- грузки Сплошной кожух	2500-5000	От низа скипового подъемника От верха скипового подъемника От верха и низа кожуа
	-		1500-3000	
	-		2000-4000	
Бункера, загружаемые: – элеватором – шнеками	-	-	500	От перекрытия бун- кера То же
	-		800	
	-		1200 500 800	

Продолжение прил.11
Продолжение табл. 6П11

1	2	3	4	5
– конвейерами ширина ленты:	– 500 мм – до 800 мм – до 1000 мм	- - -	900-1200 2000-2500 3000-3500	От перекрытия бун- кера То же "-
Барабаны очистные	-	-	1800d ² d – диаметр барабана	Через полюю ось барабана
Камеры дробеструй- ные и пескоструйные	-	Сплошное укрытие	1800 на 1 м ² горизон- тальной проекции	Сверху укрытия
Дробилки: – щековые, произ- водительностью до 30 т/ч – валковые, произ- водительностью до 10 т/ч – разные	Объем укрытия, м ³ : – 0,25 – 0,5 – 1,0 – 0,25 – 1,0 – 4,0 -	Полное укрытие загрузочного отверстия То же "- "- При открытом за- грузочном отверс- тии (бортовой отсос у отверстия)	500 800 1100 750 1000 1200 7000 на 1 м ² пло- щади загрузочной воронки	Сверху укрытия То же "- "- "-

Окончание прил.11
Окончание табл. 6П11

1	2	3	4	5
Сито: – вибрационное, производительность до 1,5 т/ч – качающееся, про- изводительностью до 1,5 т/ч – цилиндрическое полигональное	- - Диаметр сита, мм: – до 700 – 750-1200 – 1200-1500 – 1500-1800 – 1800	Полное укрытие ко- жухом Отсос типа "Улит- ка" Полное укрытие кожухом	1500 на 1 м ² сита 1500 на 1 м ² сита 2500 3500 5000 7000 85000	Сверху кожуха Сверху укрытия Сверху укрытия

Примечания:

1. При наличии силикозной, асбестовой и токсической пыли объем воздуха, удаляемый от аспирируемого укрытия, следует принимать с коэффициентом β : а) для пылей с допустимой концентрацией: 3...5 мг/м³ – 1,2; 1-2 мг/м³ – 1,3; б) для токсических пылей с допустимой концентрацией до 0,3 кг/м³ – 1,4; ниже 0,3 мг/м³ – 1,5-1,6.

2. При тщательной герметизации кожухов элеваторов и уплотнении течек объем воздуха, удаляемый от аспирируемого укрытия, следует принимать с коэффициентом 0,8.

Приложение 12

ОСВЕЩЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Таблица 1П12

Рекомендуемые уровни освещенности

Производственные помещения	Разряд зритель-ной работы	Освещенность производственного помещения, лк, при освещении	
		комбини-рованном	общем
1	2	3	4
Цементное производство			
Цеха и отделения	-	-	75
Обжиговая печь (площадка машинистов)	VIIIб	-	50
Участки расфасовки и упаковки цемента	Vб	-	150
Асбестоцементное производство			
Бегуны, участок твердения плоских листов и труб, площадка гидравлического испытания труб	VIIIа	-	75
Листоформовочная и трубоформовочная машины, участок прессования листов	Vб	-	150
Место контроля и маркировки изделий всех видов	Vб	300	200
Обточные и сверлильные станки	IVб	500	200
Производство сборных железобетонных и бетонных конструкций и деталей			
Правильно-отрезной станок, станок для гнутья сеток и петель, вальцовочный станок	VI	-	150
Место сборки объемных каркасов	Va	-	200
Сварочные аппараты, контактные машины, одноточечные автоматы	VII	-	200
Ручная доводка изделий при помощи шлифовальной машины, распалубка и устранение мелких дефектов изделий, формовочное отделение, ОТК	IVб	-	200

Продолжение прил.12
Продолжение табл.1П12

1	2	3	4
Производство строительных материалов и изделий из полимерного сырья			
Краскотерка, смеситель, эмульгатор, дозатор, экструдер, сушильные камеры и емкости	VIIIa	-	75
Грунтовальная, вальцово-каландровая машина, вулканизационный пресс, швейная и копировальная машины, стол для обрезки и отбраковки выпрессовок плитки	IIIв	750	300
Сварка ковров и очистка их основы	IVб	-	200
Экструдерная машина, прессы	IVв	400	200
Отрезное устройство для резки линолеума, браковка и сортировка пенопласта, литевых и прессовых изделий	IVб	600	300
Форма для пенопласта, литевая машина, машина для изготовления пленки и ее сборки, ковровая машина	Vб	-	150
Участок изготовления синтетического ворсового ковра	-	-	200
Производство строительной керамики			
Печи-дезинтеграторы, смесители, сетки для провеса шамота	VIIIa	-	75
Сушильно-глазуровочный конвейер, конвейерная линия для изготовления плиток, матрица шнекового прессы	IVв	400	150
Места сортировки и столы для браковки и набора плиток в ковры	IVб	600	-
Брикетные вальцы и очистительные машины, полуавтоматы для приготовления валяшки	VI	-	150

Продолжение прил.12
Окончание табл.1П12

1	2	3	4
Шлифовальные и сверлильные станки, место контроля и упаковки изделий	IIIв	750	300
Производство теплоизоляционных материалов			
Прессы, сушильные печи и камеры, зоны обслуживания емкостей для эмульсии, электродвигателей и насосов, печи варки стекла	VIIIа	-	75
Конвейеры полимеризации и цепной конвейер	VI	-	150
Прошивочная машина, шлифовальный и сверлильный станки, станок для снятия фаски	Vв	-	150
Формовочная и прессовочная машины	Vа	-	200
Производство кровельных и гидроизоляционных материалов			
Приемные столы, массовые бассейны, пропиточные ванны, агрегаты склейки картона, смесители, каландры, термические печи	VIIIа	-	75
Картоноделательная и вальцовочная машины, сушильные цилиндры, перемоточные станки	Vб	-	150
Место контроля и упаковки изделий	Vб	200	150

Окончание прил.12
Таблица 2П12

Рекомендуемое освещение помещений

Производственные и бытовые помещения	Нормируемая минимальная освещенность, лк	Сроки		
		протирки окон	очистки светильников (не реже)	побелки
Помещения управления	75	Два раза в год	Два раза в месяц	Ежегодно
Санитарно-бытовые помещения	50	Два раза в год	Два раза в месяц	То же
Бетоносмесительные, склады цемента, галереи, эстакады	30	Четыре раза в год	Четыре раза в месяц	Один раз в шесть месяцев
Цехи:				
– формовочные	30	Четыре раза в год	Три раза в месяц	Шесть месяцев
– арматурные и механические	50	год	То же	То же
Пульты управления измерительной аппаратуры	75	-	-	-
Материальные склады	30	Два раза в год	Два раза в месяц	Ежегодно
Лестницы и коридоры:				
– главные	20	Два раза в год	Два раза в месяц	Ежегодно
– прочие	10			
Главные проходы и проезды в цехах	10	Два раза в год	Два раза в месяц	"-"
Железнодорожные пути	5	Два раза в год	Три раза в год	-
Территории предприятий	3	Два раза в год	Три раза в год	-

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Таблица 1П13

Технические данные светильников
для производственных помещений

Тип светильников для производственных помещений	Номинальная мощность лампы, Вт	Габариты лампы, мм	Защитный угол, град	Масса светильника, кг
Лампы накаливания:				
– Астра-1, НСПО1х100/ДОЗ-01	100	208×315	30	1,4
– ППД-100	100	170×332	15	1,7
– УПД-500	500	372×540	30	3,9
Дуговые ртутные лампы:				
– Астра-3, РСПО1х125/ДОЗ-07	125	310×340	30	7
– УПДРЛ-250	250	373×500	72	13

Продолжение приложения 13

Таблица 2П13

Технические данные ламп накаливания общего назначения

Тип лампы накаливания общего назначения	Мощность лампы накаливания, Вт	Световой поток, лм, лампы накаливания при напряжении 220 В	Тип лампы накаливания общего назначения	Мощность лампы накаливания, Вт	Световой поток, лм, лампы накаливания при напряжении 220 В
В	15	105	Г	150	2000
В	25	220	Б	150	2100
Б	40	400	Г	200	2800
БК	40	460	Б	200	2920
Б	60	715	Г	300	4600
БК	60	790	Г	500	8300
Б	100	1350	Г	750	13100
БК	100	1450	Г	1000	18600

Таблица 3П13

Технические данные ртутных дуговых ламп высокого давления со сроком службы 10000 ч

Тип ртутной дуговой лампы высокого давления (срок службы – 10000 ч)	Мощность лампы, Вт	Световой поток, лм
ДРЛ 125	125	5600
ДРЛ 250	250	11000
ДРЛ 400	400	19000
ДРЛ 700	700	35000
ДРЛ 1000	1000	50000

**КОЭФФИЦИЕНТЫ ЗАПАСА,
ОТРАЖЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Таблица 1П14

Зависимость коэффициента запаса от типа лампы

Освещаемые объекты	Значения коэффициента запаса при лампах		Расчетные сроки регулярной чистки осветительных приборов
	газоразрядных	накаливания	
Производственные помещения с воздушной средой, содержащей 10 мг/м ³ : – темной пыли – светлой пыли	2,0 1,8	1,7 1,5	Не реже двух раз в месяц
Производственные помещения с воздушной средой, содержащей от 5 до 10 мг/м ³ : – темной пыли – светлой пыли	1,8 1,6	1,5 1,4	Не реже одного раза в месяц
Производственные помещения с воздушной средой, содержащей не более 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти, а также вспомогательные помещения с нормальной воздушной средой и помещения общественных и жилых зданий	1,5	1,3	Не реже одного раза в три месяца
Площадки промышленных предприятий с воздушной средой, содержащей: – более 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти – менее 0,5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	1,5 1,5	1,3 1,3	Не реже одного раза в шесть месяцев
Улицы, площади, дороги, территории общественных зданий, жилых районов и выставок, парки и бульвары	1,5	1,3	

Зависимость коэффициента отражения
от фона пола, стен и потолка

Характеристика поверхности	Коэффициенты отражения пола, стен и потолка, %
Побеленный потолок и стены с окнами, закрытыми белыми шторами	70
Побеленные стены при незавешенных окнах, побеленный потолок в сырых помещениях, чистый бетонный и светлый деревянный потолок	50
Бетонный потолок в грязных помещениях, деревянный потолок, бетонные стены с окнами, стены, оклеенные светлыми обоями	30
Стены и потолки в помещениях с большим количеством темной пыли, сплошное остекление без штор; красный кирпич, стены с темными обоями	10

Окончание прил.14
Таблица ЗП14

Значения коэффициента использования от типа светильников

Индекс помещения	Коэффициент использования светильниками светового потока η, %, типа																
	"Астра-1,11,12"							ММР, НСР-0,1, НСП-0							УАД, ДРЛ		
	при коэффициентах отражения пола, стен и потолка, %																
0,5	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	30	0	70	70	50	30	0
0,6	50	50	30	10	0	50	30	30	10	0	30	0	50	50	30	10	0
0,7	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	10	0	30	10	10	10	0
0,8	24	22	20	17	16	19	18	12	9	6	30	30	30	30	23	20	18
0,9	34	32	26	23	21	24	23	15	11	8	15	11	37	36	30	27	26
1,0	42	39	34	30	29	29	27	19	15	12	15	12	42	40	33	31	29
1,1	46	44	38	34	33	33	31	23	18	14	18	14	45	43	37	34	33
1,25	49	47	41	37	36	35	33	25	19	15	19	15	47	45	40	37	35
1,5	51	49	43	39	37	37	35	26	20	16	20	16	49	47	41	40	38
1,75	53	40	45	41	39	40	37	28	22	18	22	18	54	50	43	42	40
2	56	52	47	43	41	43	40	30	24	19	24	19	55	53	47	44	42
2,25	60	55	50	46	44	46	42	32	25	20	25	20	59	56	50	48	45
2,5	63	58	53	48	46	49	45	35	27	22	35	27	62	58	53	50	48
3	66	60	55	54	49	52	47	37	29	23	37	29	67	60	56	53	50
3,5	68	62	57	53	54	54	19	39	31	24	39	31	69	62	57	54	52
4	70	64	59	55	53	56	50	40	32	25	40	32	71	63	59	57	53
5	73	66	62	58	56	60	53	43	35	27	43	35	73	66	60	58	56
Φ ₀ , %	76	68	64	61	59	62	55	45	36	28	45	36	75	67	61	59	57
	78	70	66	62	60	64	57	47	38	30	47	38	77	69	63	61	58
	81	73	69	64	62	67	59	49	40	32	59	40	79	70	66	63	60
	75							47							70		

Приложение 15

ДОПУСТИМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ

Среднегеометрические и граничные частоты октавных полос, Гц	Частота вибриро- вания, Гц	Амплиту- да пере- мещения, мм	Среднеквадратичная виброскорость основания	
			мм/с	дБ
$\frac{2}{1,4 - 2,8}$	1,4	3,11	11,2	107
	1,6	2,22		
	2,0	1,28		
	2,5	0,73		
	2,8	0,61		
$\frac{4}{2,8 - 5,6}$	3,2	0,44	5	100
	4,0	0,28		
	5,0	0,16		
	5,6	0,13		
$\frac{8}{5,6 - 11,2}$	6,3	0,09	2	92
	8,0	0,056		
	10,0	0,045		
	11,2	0,041		
$\frac{16}{11,2 - 22,4}$	12,5	0,036	2	92
	16,0	0,028		
	20,0	0,0225		
	22,4	0,020		
$\frac{31,5}{22,4 - 45}$	25,0	0,018	2	92
	31,5	0,014		
	40,0	0,0113		
	45,0	0,0102		
$\frac{63}{45 - 90}$	50,0	0,009	2	92
	63,0	0,0072		
	80,0	0,0056		
	90,0	0,005		

ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ ШУМА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ дБ

Рабочие места	Частотный множитель при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц										Уровни звука и эквивалентные уровни, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
Вычислительные группы, КБ, теоретические лаборатории, здравпункты	71	61	54	49	45	42	40	38			50
	79	70	68	63	55	52	50	49			
Управление, рабочие комнаты	83	74	68	63	60	57	55	54			65
Участки точной сборки, машбюро, кабины наблюдений и дистанционного управления с телефонной связью	94	87	82	78	75	73	71	70			80
Экспериментальные лаборатории, шумные агрегаты ЭВМ, кабины наблюдений и дистанционного управления без телефонной связи	99	92	86	83	80	78	76	74			85
Постоянные рабочие места и зоны в производственных помещениях и на территории предприятий											

КЛАССИФИКАЦИЯ СРЕДСТВ
ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ПО НАЗНАЧЕНИЮ*

- | | |
|---|---|
| <p>1. КОСТЮМЫ ИЗОЛИРУЮЩИЕ:
пневмокостюмы;
гидроизолирующие костюмы;
скафандры.</p> | <p>галoши;
боты;
тапочки (сандалии);
унты, чувяки;</p> |
| <p>2. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ:
противогазы;
респираторы;
самоспасатели;
пневмошлемы;
пневмомаски;
пневмокуртки.</p> | <p>щитки, ботфорты, наколенники, портянки.</p> |
| <p>3. ОДЕЖДА СПЕЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТНАЯ:
тулупы, пальто;
полупальто, полушубки;
накидки;
плащи, полуплащи;
халаты;
костюмы;
куртки, рубашки;
брюки, шорты;
комбинезоны, полукомбинезоны;
жилеты;
платья, сарафаны;
блузки, юбки;
фартуки;
наплечники.</p> | <p>5. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РУК:
рукавицы;
перчатки;
полуперчатки;
напальчники;
наладонники;
напульсники;
нарукавники;
налокотники.</p> |
| <p>4. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ НОГ:
сапоги;
сапоги с удлиненным голенищем;
сапоги с укороченным голенищем;
полусапоги;
ботинки; полуботинки;
туфли;
бахилы;</p> | <p>6. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ГОЛОВЫ:
каска защитные;
шлемы, подшлемники;
шапки, береты, колпаки, косынки, накомарники.</p> |
| | <p>7. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ГЛАЗ:
очки защитные.</p> |
| | <p>8. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЛИЦА:
щитки защитные лицевые.</p> |
| | <p>9. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ СЛУХА:
противошумные шлемы;
противошумные вкладыши;
противошумные наушники.</p> |
| | <p>10. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ПАДЕНИЯ С ВЫСОТЫ И ДРУГИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА:
предохранительные пояса, тросы;
ручные захваты, манипуляторы;
наколенники; налокотники, наплечники.</p> |
| | <p>11. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ КОМПЛЕКСНЫЕ.</p> |

* Классификация приведена по ГОСТ 12.4.011-89. "Система стандартов безопасности труда: Средства защиты работающих".

Приложение 18

РЕСПИРАТОРЫ И ПРОТИВОГАЗЫ

Марка респиратора	Маркировка патронов и респираторов	Время действия	Вредные вещества, от которых защищает респиратор
А	РУ-60М0-А РПГ-67-А	60 30	Органические пары (бензин, керосин, ацетон, бензол и его гомологи, дихлохэтан, метиламины, сероуглерод, хлорэтил, спирты, эфиры и др.), пары хлор- и фосфорорганических ядохимикатов.
В	РУ-60М-В РПГ-67-В	50 30	Кислые газы (сернистый ангидрид, сероводород и др.), пары хлор- и фосфорорганических ядохимикатов, пары и аэрозоли азотной, серной и соляной кислоты
КД	РПГ-67-КД	30 50	Аммиак Сероводород
Г	РУ-60М-Г РПГ-67-Г	20 15	Пары ртути

Продолжение прил.18

Марка противогаза	Окраска поглощающего элемента	Вредные примеси, от которых защищает противогаз
А, А2	Коричневая	Органические пары (бензин, ксилол, ацетон, толуол, бензин, керосин, галоидоорганические соединения, нитросоединения бензола и его гомологов, эфиры, спирты, анилин, кетоны, тетраэтилсвинец, сероуглерод, фосфор- и хлорорганические ядохимикаты)
АФ, А2Ф	Коричневая	То же и аэрозоли (пыль, туман, дым)
В, В2	Желтая	Кислые газы и пары (хлор, диоксид, гидрид серы, цианистый, хлористый, фосфористый водороды, арсины, фосген), фосфор- и хлорорганические ядохимикаты.
ВФ, В2Ф	Желтая	То же и аэрозоли (пыль, дым, туман)
Г	Черная с желтой полосой	Пары ртути, ртутьорганические ядохимикаты на основе этилмеркурхлорида
ГФ	-"-	То же и аэрозоли (пыль, туман, дым)
К, К2	Зеленая	Аммиак
КФ, К2Ф	Зеленая	То же и аэрозоли (пыль, туман, дым)
КД, К2Д	Серая	Смесь аммиака и гидрида серы
КДФ, КД2Ф	Серая	То же и аэрозоли (пыль, туман, дым)
С	Желтая с красной полосой	Окислы азота и диоксид серы
СФ		То же и аэрозоли (пыль, туман, дым)

Примечание. Защиту от аэрозолей (пыль, туман, дым) обеспечивает и фильтрующий элемент (Ф), окрашенный в белый цвет.

Приложение 19

СОВМЕСТИМЫЕ ГРУППЫ ЦВЕТОВ

Потолок	Верхняя часть стены	Панель стены	Пол	Перегородки	Оборудование
Белый	Бледно-зеленый	Зеленый средней насыщенности	Зеленый средней насыщенности	Зеленый средней насыщенности	Зеленоватый-серый или светло-коричневый
Бледно-желтый	Бледно-желтый	Рыжеватый-коричневый	Коричневый средней насыщенности	Коричневый средней насыщенности	Светло-коричневый
Белый	Бледно-розовый	Розовый	Рыжеватый-коричневый средней насыщенности	Рыжеватый-коричневый средней насыщенности	Рыжеватый или светло-коричневый
Белый	Бледно-голубой	Серый средней насыщенности с голубым оттенком	Серый	Голубой средней насыщенности	Серый с голубым оттенком

НОРМЫ ОСНАЩЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ РУЧНЫМИ ОГНЕТУШИТЕЛЯМИ

Категория помещений	Пределная защищаемая площадь, м ²	Класс пожара	Пенные и водные огнетушители вместимостью 10 л	Порошковые огнетушители			Хладоновые огнетушители вместимостью 2 (3) л	Углекислотные огнетушители		
				вместимостью, л				вместимостью, л	вместимостью, л	
				2	5	10			2	5(8)
А, Б, В /горючие газы и жидкости/	200	A	2++	-	2+	1++	-	-		
		B	4+	-	2+	1++	4+	-		
		C	-	-	2+	1++	4+	-		
		D	-	-	2+	1++	-	-		
		/E/	-	-	2+	1++	-	2++		
B	400	A	2+	4+	2++	1+	-	2+		
		D	-	-	2+	1++	-	-		
		/E/	-	-	2++	1+	2+	+		
Г	800	B	2+	-	2++	1+	-	-		
		C	-	4+	2++	1+	-	+		
Г, Д	1800	A	2++	4+	2++	1+	-	-		
		D	-	-	2+	1++	-	-		
		/E/	-	2+	2++	1+	4+	2++		
Общественные здания	800	A	4++	8+	4++	2+	-	4+		
		/E/	-	-	4++	2+	4+	2++		

П р и м е ч а н и я . 1. Знаком "++" обозначены рекомендуемые к оснащению объектов огнетушители, знаком "+" огнетушители, применение которых допускается при отсутствии рекомендуемых к оснащению объектов и при соответствующем обосновании, знаком "-" огнетушители, которые не допускаются для оснащения объектов.

2. Для тушения очагов пожаров различных классов порошковые огнетушители должны иметь соответствующие заряды: для класса А – порошок А, В, С (Е); для класса В, С (Е) – ВС (Е) или АВС (Е) и для класса Д – Д.

3. В замкнутых помещениях объемом не более 50 м³ для тушения пожаров вместо переносных огнетушителей или дополнительно к ним могут быть использованы огнетушители самосрабатывающие порошковые.

О Г Л А В Л Е Н И Е

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОХРАНА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ.....	6
1.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов	6
1.2. Характеристики производственной среды, зданий, помещений и сооружений	10
1.2.1. Категории зданий и помещений по взрывопожароопасности	10
1.2.2. Степень огнестойкости зданий и классы пожарной опасности	13
1.2.3. Классификация помещений.....	15
1.2.4. Классификация производственных процессов по санитарной характеристике.....	16
1.2.5. Санитарные классы производств	20
1.3. Мероприятия по обеспечению безопасности труда	21
1.3.1. Расположение зданий и сооружений на генеральном плане	22
1.3.2. Устройство дорог, проездов и проходов	26
1.3.3. Складирование готовой продукции, материалов, сырья и топлива.....	30
1.3.4. Размещение производственного оборудования.....	34
1.3.5. Ограждение опасных зон	35
1.3.6. Защитные и предохранительные устройства.....	37
1.3.7. Транспортные и погрузочные работы	38
1.3.8. Обеспечение безопасности производственных процессов	45
1.3.9. Обеспечение электробезопасности.....	51
1.4. Санитарно-гигиенические мероприятия	66
1.4.1. Микроклимат производственных помещений	66
1.4.2. Воздух рабочей зоны.....	68
1.4.3. Производственное освещение	82
1.4.4. Защита от вибрации	89
1.4.5. Средства и методы защиты от шума	98
1.4.6. Бытовые здания и помещения.....	104
1.4.7. Средства индивидуальной защиты.....	107
1.4.8. Эстетика производства	108
1.5. Обеспечение пожаро- и взрывобезопасности.....	110
1.6. Экономическая оценка мероприятий по охране производственной среды	116

2. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	118
2.1. Защита атмосферного воздуха от загрязнения.....	118
2.1.1. Методы очистки промышленных выбросов от вредных примесей	118
2.1.2. Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу	120
2.1.3. Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу заводом по производству сборного железобетона	124
2.2. Защита водного бассейна	168
2.2.1. Методы очистки сточных вод.....	168
2.2.2. Расчеты необходимой степени очистки сточных вод	170
2.2.3. Требования к качеству воды.....	175
2.3. Утилизация отходов.....	180
2.4. Экономическая оценка природоохранных мероприятий	187
2.4.1. Критерии экономической оценки природоохранных мероприятий.....	189
2.4.2. Экономический ущерб от загрязнения окружающей природной среды.....	192
2.4.3. Методика укрупненной оценки предотвращенного экономического ущерба от загрязнения окружающей среды	193
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	197
ПРИЛОЖЕНИЯ	201

Учебное издание

Разживина Галина Петровна
Макридин Николай Иванович
Идрисов Илья Хамитович

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРЕДПРИЯТИЙ
СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ**
Учебное пособие

Редактор В.С.Кулакова
Верстка Н.В.Кучина

Подписано в печать 09.11.13. Формат 60x84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 15,8. Уч.-изд.л. 17,0. Тираж 80 экз.
Заказ № 205.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28

