

С. Н. ОРЛОВСКИЙ

**Безопасность работ в АПК.
Защитная и спасательная техника**

Электронное издание



Красноярск 2020

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

С. Н. ОРЛОВСКИЙ

**Безопасность работ в АПК.
Защитная и спасательная техника**

Рекомендовано учебно-методическим советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет» для внутривузовского использования в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность», профиль «Безопасность технологических процессов и производств в АПК»

Электронное издание

Красноярск 2020

ББК 68.9

О 66

Рецензенты

А. И. Карнаухов, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии и машин природообустройства Сибирского государственного университета науки и технологий им. акад. М. Ф. Решетнева

Д. А. Едимичев, канд. техн. наук, доцент кафедры пожарной безопасности Сибирского федерального университета

О 66 Орловский, С. Н.
Безопасность работ в АПК. Защитная и спасательная техника [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. Н. Орловский; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2020. – 183 с.

Учебное пособие составлено в соответствии с действующей программой по безопасности ведения работ в АПК. Представлены методы расчетов приспособлений и устройств по защите от запыленности и загазованности рабочей зоны, борьбе с тепловыми излучениями, вибрацией, повышенным уровнем шума; воздействием электромагнитных полей, расчету и конструированию приспособлений для защиты от механического травмирования при работе на станках и оборудовании, расчету сосудов под давлением, пожарной безопасности машин, зданий, сооружений и прилегающих к ним территорий. Особое внимание уделено безопасности хранения и применения гербицидов и удобрений, применяемых в сельском хозяйстве.

Предназначено для обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность», профиль «Безопасность технологических процессов и производств в АПК».

ББК 68.9

© Орловский С. Н., 2020

© ФБГОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», 2020

ВВЕДЕНИЕ

Учебная дисциплина «Безопасность работ в АПК. Защитная и спасательная техника» – обязательная общепрофессиональная дисциплина, в которой соединена тематика изучения задач по созданию безопасных и безвредных условий труда работающих на предприятиях АПК с решением вопросов проектирования и эксплуатации машин, орудий и установок, их воздействия на человека и окружающую среду, снижения уровней негативных факторов.

Любая машина – потенциальный источник опасности, а минимизировать ее – задача инженеров по безопасности технологических процессов и производств. Изучение дисциплины достигается формированием представления о неразрывном единстве эффективной профессиональной деятельности по безопасному применению машин и орудий с требованиями к безопасности и защищенности человека, производственных и жилых объектов. Примеры воздействия негативных факторов на человека и объект труда сформируют у студентов представление о мерах безопасности в АПК.

Современный агропромышленный комплекс представляет собой сложное объединение производственных процессов. Вместе с тем, условия труда в отдельных отраслях сохраняют свои особенности, обусловленные спецификой производственного процесса и далеки от требуемых.

В целом по России материальный ущерб только от производственного травматизма и профессиональной заболеваемости в организациях агропромышленного комплекса, по нашим расчетам, составляет более 3,5 млрд руб., из них в сельском хозяйстве – 1,7 млрд руб., в пищевой промышленности – 1,6 млрд руб., что соответствует недопроизводству продукции сельского хозяйства в размере 0,7%, продукции пищевой промышленности – 0,4%.

Создание благоприятных и безопасных условий труда, сохранение нормального функционального состояния человека и его работоспособности неразрывно связаны с обеспечением работающих средствами индивидуальной защиты.

Согласно ФГОС ВО государственные требования к минимуму содержания и уровню подготовки выпускника предполагают, что в результате изучения дисциплины «Безопасность работ в АПК. За-

щитная и спасательная техника» студент не только сможет грамотно разработать меры безопасности при выполнении тем курсовых и дипломного проектов, но и организовать работу на предприятии по профилактике и предупреждению несчастных случаев.

1 РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

1.1 Защита от пыли- и газовыделений

Повышенная запыленность и загазованность, повышенная или пониженная влажность, повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны оказывают вредное воздействие на организм человека, вызывают снижение его работоспособности, увеличение травматизма и профессиональных заболеваний. Основными источниками теплоты, влаги и различных веществ, ухудшающих состояние воздушной среды, являются разнообразные технологические процессы. Среднестатистические данные и методики расчетов выделений вредных веществ в воздух рабочей зоны для наиболее характерных технологических процессов машиностроения приведены в справочной литературе [4, 37, 38].

Нормативные значения параметров микроклимата и требования к составу воздуха рабочей зоны определяют ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны, общие санитарно-гигиенические требования», а также «Санитарные нормы микроклимата производственных помещений № 4088-86» и СНиП 2.04.05-86 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Обеспечение нормативных значений параметров воздуха рабочей зоны достигается применением систем вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по организации и устройству общеобменной вентиляции цехов машиностроительных предприятий приведены в специальных справочных изданиях [4, 35]. Наиболее распространенным и эффективным способом улавливания вредных веществ непосредственно у мест их образования является применение аспирационных устройств, в частности местных отсосов, расчет и проектирование которых рассматриваются далее.

1.2 Классификация местных отсосов

По степени изоляции области действия отсоса от окружающего пространства различают отсосы открытого типа и отсосы от полных укрытий (рис. 1.1).

Отсосы открытого типа – отсосы, находящиеся за пределами источников выделения вредных веществ. Это вытяжные зонты, вытяж-

ные панели, бортовые отсосы и другие устройства. В ряде случаев для отделения зоны выделения вредных веществ от незагрязненного объема воздуха используют плоскую приточную струю, которая обеспечивает сдув вредных веществ в зону эффективного действия отсоса и усиливает подсасывающее действие последнего за счет эжекции. Такие отсосы получили название активированных.

Отсосы от полных укрытий – отсосы, внутри которых находятся источники выделений вредных веществ. Такими отсосами являются вытяжные шкафы, кожухи и вытяжные камеры, герметичное технологическое оборудование.



Рисунок 1.1 – Классификация местных отсосов

Отсосы открытого типа следует применять в тех случаях, когда по технологическим или иным причинам источник не может быть снабжен полным укрытием, которое является наиболее эффективным средством оздоровления воздушной среды.

Существенное влияние на выбор конструкции отсоса оказывают причины и характер движения выделений вредных веществ около источников. Последние разделяются на тепловые, динамические, диффузионные и смешанные.

Движение около тепловых источников происходит за счет тепловой энергии, подводимой к ним. Выделения вредных веществ распространяются в виде направленного потока – конвективной струи,

как правило, турбулентной. Конвективные струи разделяются на участки: начальный или разгонный (участок формирования), на котором осевая скорость возрастает от нуля на поверхности источника до некоторого максимального значения, и основной, где осевая скорость убывает или остается постоянной с удалением от источника. Длина разгонного участка приблизительно может быть принята равной 1,5-2 калибрам теплового источника.

Движение около динамических источников обусловлено перепадом давлений, что приводит к образованию приточной струи. Приточная струя – струя, обладающая некоторой минимальной скоростью истечения за счет избыточного давления внутри объема сосуда. Она состоит из начального и основного участков. Длина начального участка, в пределах которого сохраняются постоянными скорость и температура на оси струи, равна примерно шести калибрам отверстия.

По форме в плане источники и приемные отверстия отсосов могут быть круглыми, прямоугольными и щелевыми. В соответствии с этим струи могут быть компактными и плоскими.

При выборе и конструктивной проработке местного отсоса необходимо руководствоваться следующими основными положениями:

- элементы отсоса и укрытий должны составлять единое целое с конструкцией аппарата и не мешать проведению рабочего процесса;
- всасывающее отверстие должно быть максимально приближено к источнику выделений вредных веществ;
- размеры приемного отверстия должны быть больше размеров подтекающей к отсосу струи;
- зону действия отсоса следует максимально ограничивать фланцами, экранами, ширмами и т.д.;
- ориентация приемного отверстия в пространстве должна производиться с учетом возможно меньшего отклонения потока выделений вредных веществ от естественного направления движения;
- при определении направления движения потока выделений вредных веществ следует следить за тем, чтобы они не проходили через зону дыхания работающих;
- препятствия на пути движения воздуха к отсосу следует придавать форму, при которой сопротивление их будет минимальным;

- поле скоростей в приемном отверстии отсоса рекомендуется устраивать соответствующим полем скоростей в подтекающем потоке выделений вредных веществ.

1.3 Местные отсосы открытого типа

Вытяжные зонты. По направлению движения выделений вредных веществ различают отсосы, расположенные соосно с источником, и отсосы, расположенные сбоку от источника. К отсосам первого типа относятся вытяжные зонты, отсасывающие воронки и т.п. Зонты устанавливаются, как правило, над сосредоточенными источниками тепло- и влаговывделений, над источниками вредных веществ, выделяющихся вместе с теплотой. Применять зонты можно при незначительной подвижности воздуха в помещении, так как поток воздуха, направляемый под зонт, может отклоняться. Для обеспечения устойчивой работы зонтов их снабжают съемными или откидными фартуками с одной, двух или трех сторон и располагают на оси (плоскости) симметрии источника на минимально возможной высоте h (рис. 1.2).

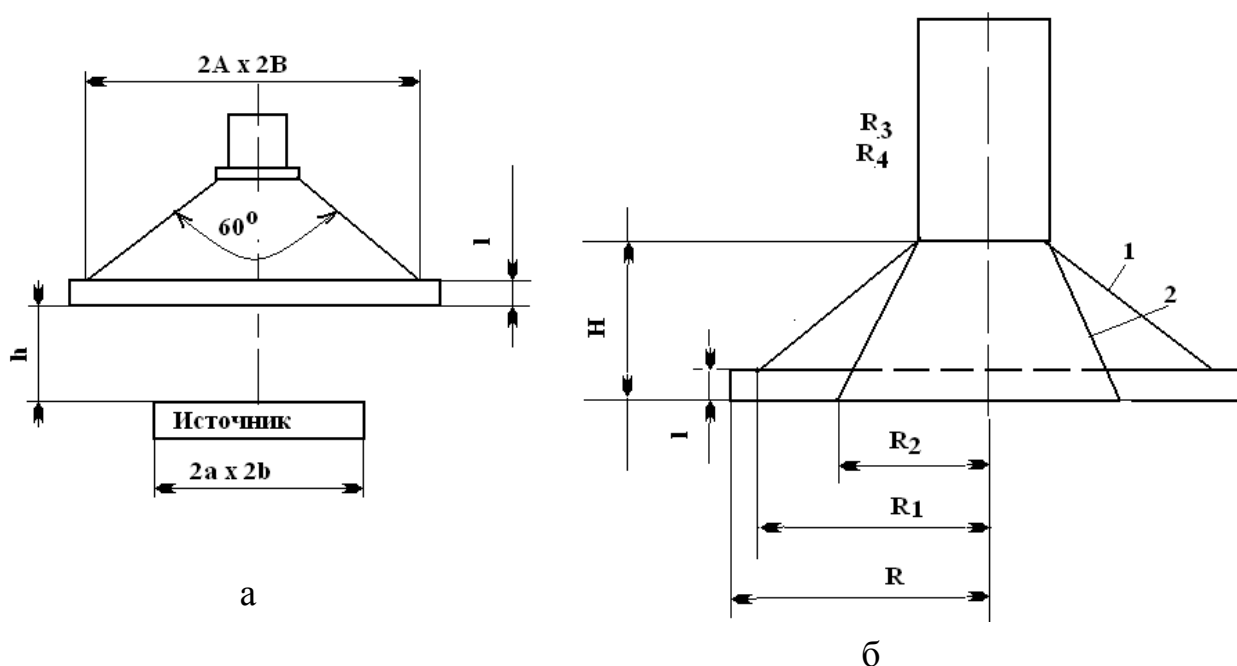


Рисунок 1.2 – Схемы отсосов, расположенных соосно с источником:
 а – зонт с прямоугольным приемным отверстием; б – зонт с неравномерным всасыванием по площади приемного отверстия;
 1 – корпус отсоса; 2 – вставка, обеспечивающая неравномерность всасывания

При конструировании зонта следует делать с центральным углом раскрытия не более 60° и приемным отверстием, перекрывающим в плане источник выделений вредных веществ. Размеры зонта в плане выбирают в зависимости от характера движения выделений вредных веществ. Для улавливания конвективных струй $B = 1,2 b$ или $R = 1,2 r$. Для улавливания приточных струй $B = b + 0,24 h$ или $R = r + 0,24 h$. Длинную сторону приемного отверстия отсоса рекомендуется принимать $A = a + 0,24 h$.

При наличии над источником выделений вредных веществ устойчивого струйного течения рекомендуется внутри зонта устанавливать коническую вставку, а по периметру корпуса устраивать кольцевой уступ (рис. 1.2, б). Коническая вставка обеспечивает качественное соответствие профилей скоростей в приемном отверстии и в подтекающей струе. Действие всасывающего факела при этом сосредоточено в центре течения, что увеличивает устойчивость струи по отношению к неорганизованным потокам в помещении. Кольцевой уступ позволяет достичь эффективного всасывания практически по всей площади приемного отверстия, так как вихревые зоны локализуются в уступах. В этом случае рекомендуются следующие соотношения размеров зонта: $R_1 = 0,8 \dots 0,85R$; $R_2 = 0,55 \dots 0,6R$; $R_4 = 0,7R_3$; $\Delta h = 1,2 \dots 1,4(R_2 - R_1)$. Размеры R , R_3 и H назначаются из конструктивных соображений.

Расчет вытяжных зонтов. Для расчета отсосов, улавливающих конвективные струи в пределах разгонного участка, и для расчета отсосов, улавливающих приточные струи в пределах основного участка исходными данными для расчета являются:

- размеры источника выделений вредных веществ r , м, или $2a \cdot 2b$;
- производительность источника по теплоте Q , Вт или скорость истечения загрязненной приточной струи u_0 , м/с;
- скорость движения воздуха в помещении $w_в$, м/с;
- высота расположения отсоса H , м;
- его размеры R , м, или $2A \cdot 2B$;
- производительность источника по газовым выбросам G , мг/с;
- приходящееся на один отсос количество газовой примеси, выделяющейся в единицу времени от рассредоточенных источников, не снабженных местными отсосами, Q_p , мг/с;
- приходящийся на один отсос расход воздуха, удаляемого из помещения общеобменной вентиляцией, $L_в$, м³/с.

Расчет осуществляется в следующей последовательности:

1. Вычисляют осевую скорость u_m и расход воздуха в струе на уровне всасывания L_{cmp} . Если компактный источник имеет прямоугольную форму, то при расчете вместо r используют эквивалентный по площади радиус r_y , вычисляемый по формуле

$$r_y = \sqrt{4ab/\pi} = 1,128\sqrt{a \cdot b}. \quad (1.1)$$

2. Определяют значение поправочного коэффициента, учитывающего подвижность воздуха в помещении:

$$k_n = 1 + \left(3 - \frac{F}{F_{cmp}}\right) \cdot \frac{w_g}{u_m}, \quad (1.2)$$

где F – площадь всасывающего отверстия, m^2 ;

F_{cmp} – площадь сечения затопленной струи, m^2 .

3. Далее определяют относительный предельный расход отсоса $L_{np.oms}$.

4. Вычисляют предельный расход отсоса, обеспечивающий полное улавливание струи при минимальной производительности отсоса,

$$L_{np.oms} = k \cdot L_{cmp} \cdot L_{np.oms}. \quad (1.3)$$

5. Находят предельную концентрацию вредных веществ, mg/m^3 и относительную предельную избыточную концентрацию вредных веществ в удаляемом отсосом воздухе, mg/m^3 , соответствующие режиму предельного улавливания.

6. Вычисляют значение безразмерного комплекса M .

7. Находят оптимальное значение эффективности улавливания вредных веществ.

8. Определяют требуемую производительность отсоса, обеспечивающую оптимальную эффективность улавливания вредных веществ.

9. В случае необходимости можно подсчитать количество уловленных G_y , mg/c , и концентрацию $c_{y\delta}$, mg/m^3 , выделений вредных веществ в воздухе, отсасываемых местным отсосом:

$$G_y = G \cdot \eta_{opt};$$

$$c_{y\delta} = G_y/L_{oms}.$$

Вытяжные панели. Когда по конструктивным соображениям соосный отсос нельзя расположить достаточно близко над источни-

ком, и поэтому производительность отсоса чрезмерно велика, а также когда необходимо отклонять поднимающуюся над источником струю так, чтобы выделения вредных веществ не попадали в зону дыхания работающего, применяют вытяжные панели – боковые (рис. 1.3, а, б, в), угловые (рис. 1.3, г) и наклонные (рис. 1.3, д).

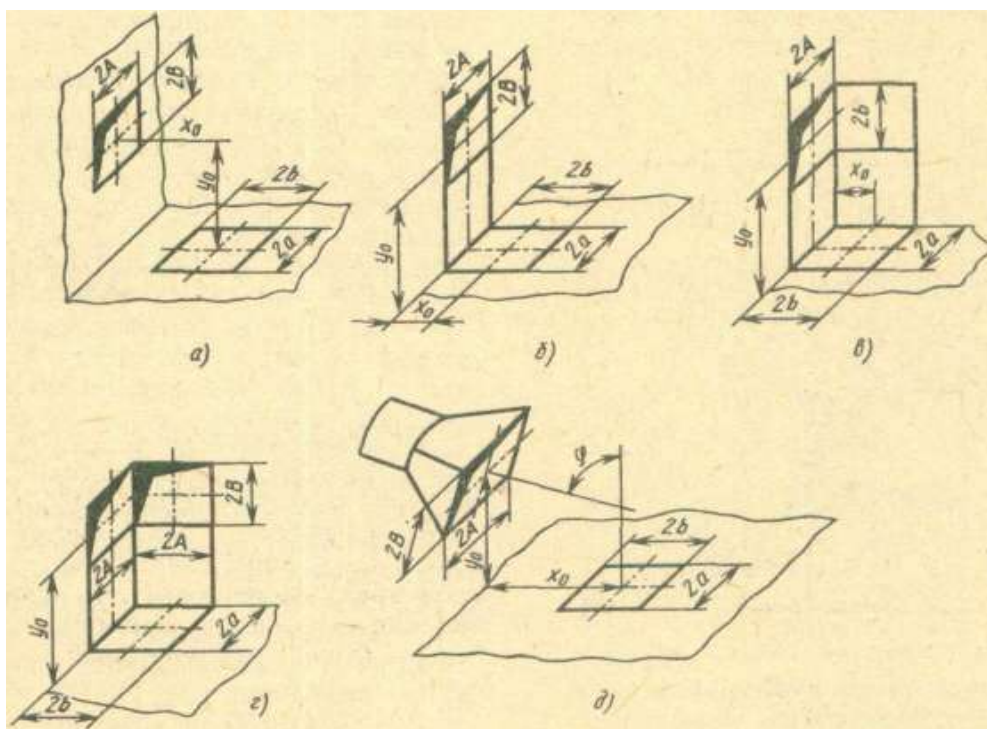


Рисунок 1.3 – Конструктивные схемы отсосов:

а – отсос в стенке; б – свободно расположенный боковой отсос;
в – боковой отсос с экраном; г – угловой отсос; д – наклонный отсос

Такие отсосы находят широкое применение в цехах пластмасс, сборочно-сварочных, литейных. Длина прямоугольных отсосов $2A$, как правило, принимается равной либо несколько большей (до 20%) длины источника $2a$. Высота отсоса $2B$ назначается из конструктивных соображений. Следует иметь в виду, что с уменьшением высоты несколько увеличивается необходимая производительность отсоса.

Наличие фланца по периметру всасывающего отверстия улучшает условия улавливания. При ширине фланца $\Delta h \geq B$ отсос следует считать расположенным в стенке. При меньшей ширине фланца – это свободно расположенный отсос. При выборе конструктивной схемы вытяжной панели предпочтение следует отдавать отсосам с малым углом несоосности φ , как наиболее выгодным по количеству удаляемого воздуха.

В практике сварочных цехов машиностроительных заводов большое распространение получили конструкции отсосов, вы-

полненных в виде стационарных боковых вытяжных панелей, обеспечивающих отклонение факела выделений вредных веществ от лица сварщика. Всасывающее отверстие выполнено в виде решетки, живое сечение щелей которой составляет 25% площади панели. Угол наклона всасывающей решетки принят 45° к горизонту. Нижний край панели располагается на высоте 300 мм от поверхности стола для размещения свариваемых деталей. Скорость воздуха в живом сечении щелей решетки принимают равной 3-4 м/с (при сварке особо токсичных материалов – до 8 м/с) Расход воздуха подсчитывается по удельному расходу, равному $3300 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 площади отсоса.

При электросварке применяются также вытяжные панели, представляющие собой прямоугольный короб с открытым отверстием для всасывания воздуха размером 600×550 , 750×550 или 920×550 мм. Отверстие закрыто предохранительной сеткой. Над всасывающим отверстием установлен козырек шириной 200 мм. Для обеспечения равномерности всасывания в вытяжном коробе панели устанавливаются направляющие перья. Рекомендуемый расход воздуха – $4100 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 площади всасывающего отверстия.

Панельно-щелевой отсос, применяемый при сварке мелких и средних деталей, представляет собой наклонную панель с всасывающим отверстием размером 100×500 мм. Рекомендуемый расход воздуха $1600 \text{ м}^3/\text{ч}$. При таком расходе скорость воздуха в спектре всасывания у края стола 0,2 м/с обеспечивает эффективное улавливание вредных веществ [17].

Бортовые отсосы. В цехах металлопокрытий для улавливания выделений вредных веществ с поверхности растворов гальванических, травильных, закалочных ванн и т.п. применяют разновидность боковых отсосов – бортовые отсосы. Особенностью бортового отсоса является то, что зона его действия велика по сравнению с шириной всасывающей щели. Щель располагают у борта ванны, если поверхность жидкости в ванне находится ниже борта на расстоянии до 100 мм.

В случае применения однобортового отсоса без поддува расход воздуха увеличивают в 1,8 раз. Недостатком однобортовых и двубортовых отсосов от прямоугольных ванн является образование вихрей у бортов, свободных от отсосов. Образование вихрей отрицательно влияет на эффективность бортовых отсосов, что приводит к увеличению объемов отсасываемого воздуха. Полностью устранить это явление можно, если устанавливать замкнутые бортовые отсосы у всех четырех сторон ванны.

Скорость выхода приточного воздуха при отсосах у ванн во избежание образования волн на поверхности жидкости принимают 6-7 м/с, но не более 10 м/с. Для остальных отсосов она не должна быть более 20 м/с, так как при более высоких скоростях возникают нежелательные шумы.

1.4 Местные отсосы от полных укрытий

Наиболее эффективным типом местных отсосов является полное укрытие источника выделения вредных веществ. В этом случае локализация выделений достигается при минимальном объеме воздуха. Однако далеко не всегда укрытие можно сделать герметичным. В его ограждениях обычно имеются рабочие проемы, размеры которых определяются конструкцией и технологическим режимом работы укрываемого оборудования. Одним из видов полных укрытий являются вытяжные шкафы (рис. 1.4). Различают вытяжные шкафы с верхним, нижним и комбинированным (нижним и верхним) удалением воздуха. Шкаф с комбинированным удалением воздуха применяют для удаления пыли и тяжелых газов. Из нижней зоны шкафа, как правило, следует отсасывать $\frac{2}{3}$ общего объема воздуха, а из верхней зоны – $\frac{1}{3}$. Если в шкафу проводят работы, сопровождающиеся выделением большого количества теплоты, то следует отсасывать сверху $\frac{2}{3}$ общего объема воздуха и снизу – $\frac{1}{3}$. Однако должна быть предусмотрена возможность регулирования этого распределения.

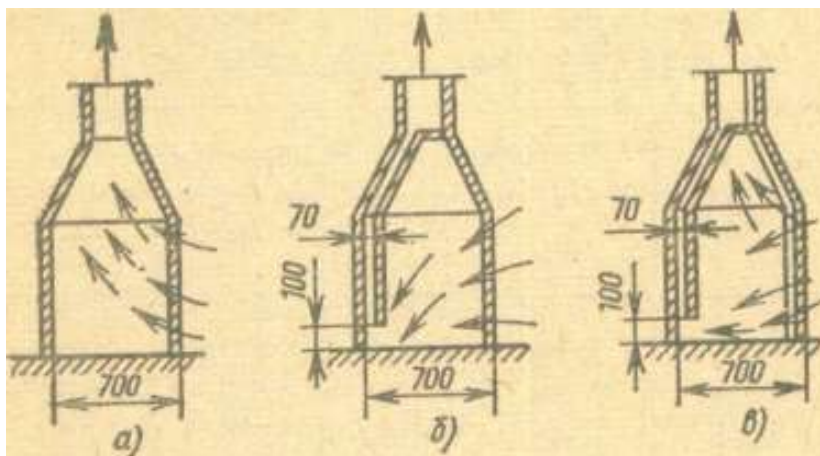


Рисунок 1.4 – Схемы вытяжных шкафов:
 а – с верхним отсосом; б – с нижним отсосом;
 в – с комбинированным отсосом

Количество воздуха, м³/с, удаляемого из вытяжного шкафа, определяют по формулам:

при отсутствии в нем источника теплоты $L_{om.m.} = v_0 \cdot F$;
при наличии в шкафу источников тепловыделений:

$$L_{\text{всасывания}} = 123 \sqrt[3]{h \cdot Q \cdot F^2}, \quad (1.4)$$

где v_0 – средняя по сечению открытого проема скорость всасывания, м/с;

P – площадь рабочего проема, м²;

H – высота рабочего проема шкафа, м;

Q – количество тепловыделений в шкафу, идущих на нагрев воздуха в нем, Вт; ориентировочно Q принимается 50-70% полной теплопроизводительности источника [35].

Скругление кромок всасывающих проемов повышает эффективность вытяжных шкафов. Смещение верхней кромки проема назад облегчает работу в шкафу и позволяет значительно уменьшить площадь рабочего проема путем сокращения его высоты.

В ряде случаев источники вредных веществ оборудуются укрытиями, которые закрывают источник на время проведения технологического процесса.

Одним из средств уменьшения выделения вредных веществ является применение пенообразователей для укрытия поверхности испарения, которые значительно сокращают количество выделяемых вредных веществ, а в отдельных случаях позволяют полностью отказаться от местной вытяжной вентиляции. В раствор для щелочного травления алюминия и его сплавов вводят сульфанол в количестве 0,3-0,5 г/л. Для анодного снятия олова в щелочном растворе рекомендуется применять пенообразователь ПО-1 в количестве 0,3-0,5 г/л. При анодировании алюминия и его сплавов в серной кислоте (0,18-0,22 г/л) при температуре раствора 15-25°С рекомендуется применять пенообразователи ПО-7 или ОП-10 в количестве 0,03-0,05 г/л.

1.5 Местные отсосы, встроенные в технологическое оборудование

На абразивных станках (заточных, шлифовальных и др.), предназначенных для обработки деталей абразивными кругами, устанавливают кожухи-воздухоприемники. Такие кожухи устраиваются не только для защиты рабочего от пыли, но и от травм, поэтому их называют защитно-обеспыливающими. Кожух должен охватывать круг

со всех сторон, оставляя открытой только ту его часть, на которой протекает процесс обработки. Схемы расположения и максимально допустимые углы открытия защитного кожуха установлены ГОСТ 12.3.028-82 для различных абразивных станков.

Расход воздуха, отсасываемого от кожухов станков с сухими кругами, принимают равным большему из двух следующих значений, определяемых по формуле

$$L_1 = 3600 F v_0; \quad L_2 = D k_L, \quad (1.5)$$

где F – площадь живого сечения рабочего отверстия кожуха, м^2 ;

v_0 – скорость в воздухоприемном отверстии кожуха, м/с ;

при направлении пылевого факела непосредственно в отверстие кожуха $v_0 = 0,25 v_k$;

при направлении пылевого факела непосредственно вдоль отверстия кожуха $v_0 = (0,3-0,4)$;

здесь v_k – максимальная окружная скорость вращения круга, м/с ;

D – диаметр круга, мм ;

k_L – удельная величина отсоса воздуха, $\text{м}^3/(\text{ч} \cdot \text{мм})$, принимаемая для заточных и шлифовальных станков с абразивными кругами: стационарными $k_L = 2$, качающимися $k_L = 3$, для полировальных станков с войлочными кругами $k_L = 4$, с матерчатыми кругами $k_L = 6$.

При автоматической и полуавтоматической сварке в среде защитных газов рекомендуется, чтобы скорости движения воздуха в зоне сварки не превышали $0,5-0,6 \text{ м/с}$ при сварке в среде углекислого газа и $0,25-0,3 \text{ м/с}$ при сварке в аргоне [37].

1.6 Отсос вредных газов от места электродуговой сварки в среде защитного газа

Наиболее простой конструкцией местного отсоса при сварке в среде защитного газа является цилиндрический патрубок, расположенный коаксиально вокруг сварочной головки. Однако при близком расположении патрубка от сопла, подающего защитный газ и сварочную проволоку, наблюдается существенное перетекание защитного газа в отсос и ухудшение качества газовой защиты шва. Поэтому разработано несколько специальных конструкций отсосов.

На рисунке 1.5 показана сварочная горелка с отсосом конструкции ВИСП.

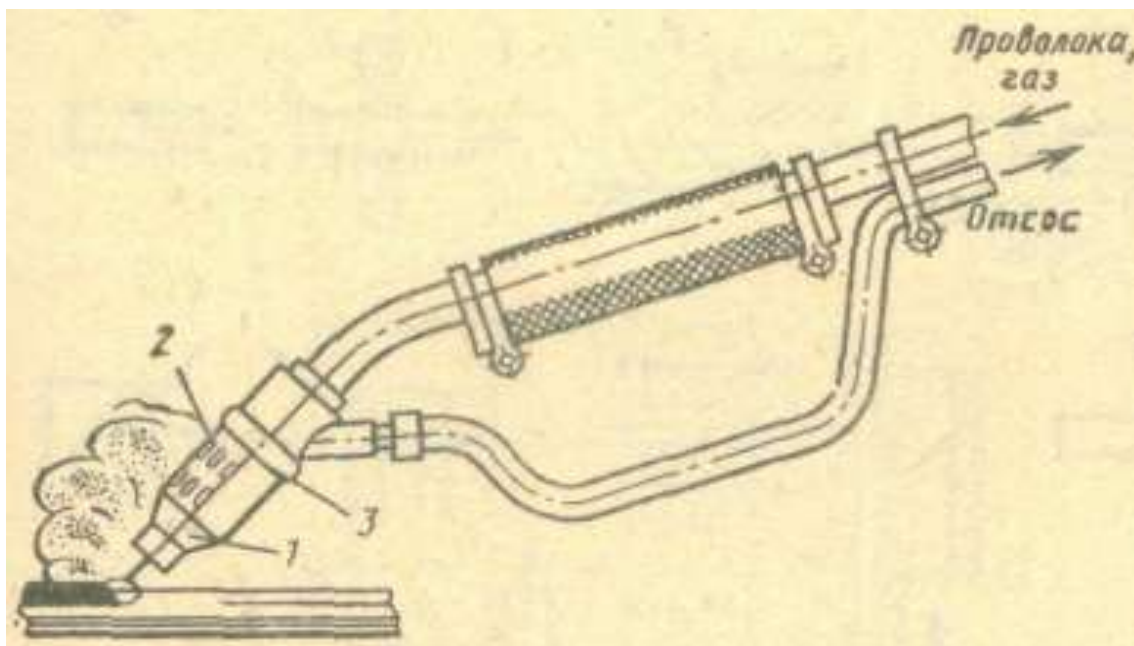


Рисунок 1.5 – Горелка с отсосом конструкции ВИСП:
 1 – коническая часть отсоса; 2 – цилиндрическая часть отсоса;
 3 – цанговые соединения

На рисунке 1.6 приведена схема местного отсоса конструкции НИИСТ. Отсос предназначен для сварочных полуавтоматов. Воздухоприемная часть отсоса монтируется соосно с горелкой. При сварке током до 500 А необходимый расход воздуха равен 80 м³/ч, коэффициент местного сопротивления – 5, масса отсоса – примерно 100 г. Необходимую скорость воздуха, м/с, можно определить по формуле

$$v_0 = v_c \cdot \frac{\pi}{2 \arctg \frac{F_{\text{щ}} \cdot \cos \delta}{l_{\text{щ}} \cdot D_c}} \cdot \sqrt{\frac{\rho_{\text{н}}}{\rho_{\text{а}}}}, \quad (1.6)$$

где v_c , D_c и ρ_c – характеристики разгонного участка сварочного факела: соответственно средняя по сечению скорость, диаметр потока и плотность воздуха;

$F_{\text{щ}}$ и $l_{\text{щ}}$ – суммарная площадь и длина всасывающих щелей отсоса;
 δ – угол наклона оси щели относительно вертикали, град.

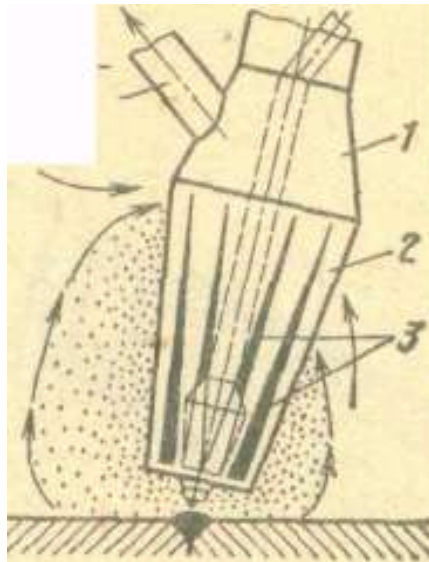


Рисунок 1.6 – Местный отсос с клиновидными щелями:

1 – корпус; 2 – воздухоприемник; 3 – клиновидные всасывающие щели

При конструировании местных отсосов следует иметь в виду, что аэродинамическое сопротивление местных отсосов, подключающихся к общей вытяжной системе цеха, не должно превышать 400-500 Па. Поточные линии и группы автоматов рекомендуется снабжать фильтрами для очистки удаляемого воздуха. Очистка воздуха от аэрозоля свинца и олова чаще всего производится ячейковыми фильтрами типа ФяУ с заполнением фильтрующим материалом из стекловолна. Коэффициент эффективности таких фильтров 0,70. Допустимая воздушная нагрузка – 6000 м³/ч на 1 м².

При проведении ряда технологических процессов с целью предотвращения загрязнения воздуха в помещениях применяют аспирируемые укрытия. Внутри укрытия поддерживают разрежение, чтобы через его неплотности засасывался воздух со скоростями, препятствующими распространению вредных веществ.

Отверстия укрытий, через которые отсасывается воздух, не должны находиться в непосредственной близости к местам загрузки материала, а скорости в них не должны превышать 0,7 м/с для порошкообразных материалов (содержащих частицы диаметром менее 0,2 мм более 50% по массе при максимальном размере частиц 1,5 мм с $\gamma = 1200 \text{ кг/м}^3$), 1 м/с для зернистых материалов (со средним диаметром частиц в пределах 0,2-3 мм при $\gamma = 2000 \text{ кг/м}^3$ и в пределах 0,2-7 мм при $\gamma = 1200 \text{ кг/м}^3$) и 2 м/с для кусковых материалов (со средним диаметром частиц более 3 мм при $\gamma = 2000 \text{ кг/м}^3$ и более 7 мм при $\gamma = 1200 \text{ кг/м}^3$).

1.7 Аппараты для очистки аспирационного воздуха в системах с рециркуляцией

Системы местной вытяжной вентиляции с возвратом (рециркуляцией) очищенного воздуха в производственное помещение находят применение:

- для очистки воздуха от пыли при обработке режущим и абразивным инструментом металлов, их сплавов и неметаллических материалов;
- от сварочного аэрозоля при электросварке;
- туманов масел и смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) при обработке металлов резанием;
- туманов масел на холодновысадочных автоматах и др.

Преимущества таких систем очистки:

- малая длина воздуховодов;
- малое гидравлическое сопротивление системы;
- не требуется подогрев или охлаждение очищенного воздуха, что дает наибольшую экономию энергии в холодный период года.

Недостатки систем:

- пониженный коэффициент полезного действия вентиляторов индивидуальных аппаратов очистки по сравнению с вентиляторами центральной очистки;
- излучение на рабочие места шума от индивидуального аппарата очистки.

Требуемая эффективность очистки рециркуляционного воздуха в таких аппаратах определяется из условия, что концентрация каждого вида примесей на выходе из пылеуловителя должна быть не более 0,3 ПДК (предельно-допустимой концентрации в рабочей зоне)

$$\eta \geq (c_{\text{вх}} - 0,3 \text{ ПДК}_{\text{р.з.}}) / c_{\text{вх}}, \quad (1.7)$$

где $c_{\text{вх}}$ – концентрация примесей перед входом в аппарат очистки, мг/м³.

Высокоэффективная очистка от пыли обычно достигается применением аппаратов с двухступенчатой схемой очистки: первая ступень очищает от крупно- и среднезернистой пыли, а вторая – от ее тонких фракций. При наличии в очищаемом воздухе вредных газообразных веществ в рециркуляционной системе необходимо предусматривать очистку воздуха и от газообразных примесей до концентраций не более 0,3 ПДК_{р.з.}

Рециркуляционные системы очистки воздуха включают следующие элементы:

- устройство для улавливания примесей в зоне их выделения (местный отсос);
- аппарат очистки воздуха от примесей;
- побудитель движения воздуха в системе;
- устройство для возврата воздуха в производственное помещение;
- воздуховоды.

В качестве воздуховодов обычно используют металлорукава, а в качестве побудителей движения воздуха – вентиляторы с суммарным напором от 3 кПа и выше. В компоновочных схемах использования аппаратов предусмотрено индивидуальное применение их на станках, а также для очистки воздуха, отводимого от группы станков.

1.8 Аппараты для очистки от пыли

Для очистки аспирационного воздуха при обработке материалов на абразивных кругах широко применяется пылеулавливающий агрегат ЗИЛ-900, имеющий две ступени очистки: циклон и рукавный фильтр (рис. 1.7).

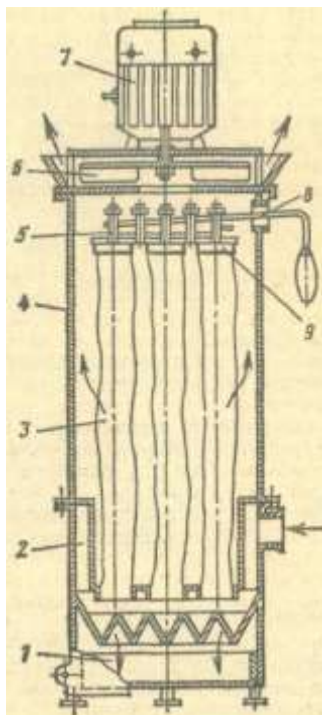


Рисунок 1.7 – Вентиляционный пылеулавливающий агрегат ЗИЛ-900:
1 – пылесборник; 2 – циклон; 3 – рукав; 4 – корпус; 5 – механизм встряхивания рукавов; 6 – вентилятор; 7 – электродвигатель; 8 – рукоятка встряхивающего механизма; 9 – крепление рукавов

Испытания аппарата на заточном станке при входной концентрации пыли 300-400 мг/м³ с отклонениями в пределах 200-600 мг/м³ показали, что эффективность очистки от пыли составляет 0,997.

1.9 Защита от химических веществ, применяемых в сельскохозяйственном производстве

Большинство технологических операций в агропромышленном производстве сопровождаются выделением в воздух рабочих зон различного рода вредных веществ, причем сами методы и приемы выполнения работ, например, опыливание и опрыскивание растений пестицидами, протравливание зерна и другие, являются по существу, генераторами загрязнения воздуха вредными аэрозолями, парами и газами. Так, при обработке растений пестицидами создаются концентрации, способные уничтожить вредителей, но они могут быть опасными и для работающих, однако уменьшить их нельзя потому, что не будут уничтожены вредители. Основными вредными веществами, загрязняющими воздух рабочих зон в агропромышленном производстве, являются пестициды и пыль.

Воздействие пестицидов является одним из существенных факторов риска, так как по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и Международной организации труда (МОТ) они являются причиной 14% всех производственных травм в сельском хозяйстве и более 10% случаев со смертельным исходом.

Пестициды отличаются способностью уничтожать живое, следовательно, они обладают биологической активностью и могут вызывать нарушения жизнедеятельности не только тех живых организмов, против которых их применяют, но и других, в том числе теплокровных животных и человека.

Отдельные химические вещества вступают в реакцию с биохимическими структурами организма, блокируя их и извращая биохимические процессы, что приводит к нарушению физиологических функций, порождая патологию. Например, ртутьорганические соединения блокируют важные сульфгидрильные группы ферментных белков, а фосфорорганические – фермент холинэстеразу. Первые и вторые играют важную роль в жизнедеятельности живых организмов, в том числе и людей, поэтому ртутьорганические и фосфорорганические соединения чаще других препаратов служат причиной отравлений человека.

Основными путями проникновения пестицидов в организм человека во время производственных операций являются дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы и слизистые оболочки. Чаще всего химические вещества, применяемые в сельском хозяйстве при опылировании, опрыскивании, протравливании семян и других работах, попадают в организм через дыхательные пути. Учитывая анатомическое строение дыхательных путей, ингаляционное воздействие ядов следует считать наиболее опасным.

Важнейшие формы препаратов:

- порошки, дусты – для опыливания и опудривания;
- гранулированные зернистые препараты – для обработки растений и для внесения в почву;
- смачивающиеся порошки, дающие с водой суспензию; препарата для опрыскивания;
- растворы в воде и органических растворителях;
- концентраты эмульсий, при разбавлении водой образующие эмульсии для опрыскивания;
- аэрозоли и фумиганты.

В сельском хозяйстве используются различные способы борьбы с болезнями и вредителями сельскохозяйственных растений, а именно протравливание семян – опыливание, опрыскивание, фумигация растений и помещений, разбрасывание отравленных приманок и др.

Существует несколько приемов протравливания семян: сухой; полусухой и мокрый. Наибольшее распространение получило сухое и полусухое протравливание.

Для протравливания семян применяют машины порционного и непрерывного действия. Основные марки протравителей: ПС11-0,5 (порционный), протравители универсальные ПС-10, АС-2 УМ, «Мобитокс», ПСШ, СП-ЗМ, АПС-4 и др.

При использовании машин непрерывного действия содержание пестицидов в воздухе меньше, чем при использовании машин порционного действия.

Кроме того, при протравливании семян определенное влияние на содержание пестицидов в воздухе оказывают способ протравливания и конструктивные особенности машин-протравителей. Так, при сухом протравливании гранозаном его концентрация превышает ПДК в 30-200 раз, при полусухом – в 4-40 раз, а при влажном и использовании прилипателей – в 5-8 раз.

В холодные месяцы года семена протравливаются в закрытых помещениях. В этих условиях в воздухе рабочей зоны возникают концентрации ртутьорганических препаратов, в 16-37 раз превышающие ПДК. В настоящее время применение ртутьорганических препаратов запрещено. Особенно высокие концентрации отмечаются во время засыпки семян в бункер, при откидывании протравленных семян от машины, затаривании в мешки.

Эффективной мерой по предупреждению пылеобразования является предварительное увлажнение семян. При этом наблюдается снижение концентрации протравителя в воздухе при загрузке бункера в 2 раза, при выгрузке протравленного зерна – в 9 раз. Значительное уменьшение летучести препарата достигается при применении прилипателей. В этом случае, например, концентрация этилмеркурхлорида приближается к ПДК.

Воздействие протравителей на человека имеет место и при загрузке протравленного зерна в бункеры сеялок, при севе, особенно если высевающий аппарат не укрыт специальным щитком. Неблагоприятное направление ветра может также способствовать сдуванию пестицидов с поверхности семян в зону дыхания сеяльщиков.

Опыливание заключается в нанесении на растения пылевидных препаратов – дустов, представляющих собой смесь действующего вещества с нейтральными наполнителями. Во время опыливания вследствие заноса пылевых частиц в зону дыхания могут создаваться неблагоприятные условия труда для работающих; концентрации иногда превышают ПДК в десятки раз.

Опрыскивание – наиболее распространенный способ внесения пестицидов путем нанесения на растение пестицидов в виде растворов эмульсий и суспензий. Этот метод более экономичный, так как капли препарата лучше задерживаются на частях растений, прилегают к ним и меньше уносятся ветром.

Перед началом работ по опрыскиванию и опыливанию проводится ряд подготовительных операций. В воздухе рабочей зоны создаются концентрации пестицидов, превышающие ПДК, особенно при недостаточно механизированных работах.

При приготовлении, например, раствора хлорофоса путем перемешивания его с водой в приспособленных емкостях в воздухе рабочей зоны содержание паров препарата превышает ПДК в 6 раз, а тиофоса в 10 раз.

Опрыскивание производится вентиляторным и штанговым опрыскивателями. В отдельных хозяйствах при опрыскивании используются тракторы с кабинами, не отвечающие гигиеническим требованиям. В этих случаях концентрация препаратов в зоне дыхания резко повышается и превышает ПДК в десятки раз, в то время как в оборудованных металлических кабинах содержание пестицида в 7-8 раз меньше.

При применении мало- и ультраобъемного опрыскивания не ухудшаются условия труда тракториста по уровню содержания препарата в зоне дыхания и по дисперсному составу аэрозоля, но при малообъемном опрыскивании возможно более длительное пребывание пестицидов в воздухе и снос их на прилегающие участки.

Существуют следующие методы опыливания и опрыскивания: наземный и авиационный. Для обработки больших массивов (поля, лесные угодья) используется химическая авиация. В рабочую бригаду входят командир корабля, второй пилот, техник, механик, рабочий, заливающий раствор пестицидов, и два сигнальщика. Командир и второй пилот прямого контакта с пестицидами не имеют, но в связи с наличием их паров в воздухе кабины и загрузочной площадки подвержены воздействию яда ингаляционным путем, а также через незащищенные кожные покровы и слизистые оболочки.

Механик, подготавливая самолет, находится на загрузочной площадке, воздух которой загрязнен пестицидами.

Техник в большей степени имеет контакт с пестицидами, так как в его обязанности входят монтаж и демонтаж сельскохозяйственной аппаратуры, подготовка ее перед вылетом, ремонт. Особенно часты случаи засорения жиклеров, штанги опрыскивателя, в обязанности техника входит их очистка.

При авиационном способе применения пестицидов условия труда летного и технического состава имеют специфику – длительный контакт с пестицидами, часто высокотоксичными, в связи с использованием аппаратуры в течение всего сезона обработок в различных зонах страны.

На рабочих площадках приготавливаются растворы пестицидов и ведется заправка резервуаров самолетов. В воздухе рабочей зоны при выполнении таких работ концентрации пестицидов нередко превышают ПДК.

Во время работы в кабине пилотов концентрации пестицидов превышают ПДК в 1,8-3,4 раза при размещении бачков с ядом на на-

ружной поверхности фюзеляжа самолета, а при размещении их внутри – в 1,6-47 раз.

Наиболее опасными с гигиенической точки зрения являются работы сигнальщиков, так как они могут попасть в волну распыливаемых пестицидов.

Фумигация и окуривание применяются для обработки помещений зернохранилищ, элеваторов, теплиц, уничтожения вредителей citrusовых и других плодовых культур, чайных кустов.

Классификация минеральных удобрений по степени токсичности для человека и теплокровных животных не разработана. Минеральные удобрения можно условно разделить на 3 класса:

- среднетоксичные (цианамид кальция и удобрения, выделяющие аммиак);
- малотоксичные (фосфорные, калийные);
- практически нетоксичные (известковые).

Во время внесения порошкообразных удобрений в почву при помощи туковых сеялок в кабине трактора обнаружено в пылевидном состоянии аммиачной селитры 22-96 мг/м³, порошкообразного суперфосфата 100-432 мг/м³ (ПДК – 6 мг/м³).

Внесение аммиачной воды в почву сопровождается поступлением аммиака в зону дыхания работающих. Раздражение слизистых оболочек человека наблюдается уже при концентрации аммиака в воздухе 0,1 мг/л, а концентрация 0,35-0,7 мг/л опасна для жизни человека.

В составе цианамида кальция содержатся цианистые соединения, которые могут вызвать отравление людей.

Из фосфорных удобрений наиболее опасными для человека являются сильнопылящие, тонкие порошки – фосфатшлак, фосфоритная мука, удобрительный преципитат. При погрузочно-разгрузочных работах, особенно при поврежденной таре, в воздухе рабочей зоны образуется много пыли, токсичной для человека.

Работа на складах, где хранятся пестициды, минеральные удобрения, является одной из наиболее опасных. Это связано с длительным, практически круглогодичным контактом работающих с вредными веществами, возможностью их воздействия в концентрированном виде, с комбинированным действием веществ, относящихся к различным классам.

В воздухе складов при хранении пестицидов обнаруживаются концентрации, превышающие ПДК. Причинами поступления паров и твердых частиц пестицидов в воздух является просыпание и проливание препаратов, неисправность тары, недостаточно эффективная вентиляция. При неэффективной вентиляции в воздухе складов концентрация гексахлорана достигает 0,39 мг/м (ПДК – 0,1 мг/м), метафоса 0,3 мг/м, хлорофоса 1,4 мг/м, гранозана 0,028 мг/м, что превышает ПДК в 3-10 раз.

Аммиачная вода выгружается центробежными насосами и перевозится на склады сельхозпредприятий в тракторных и автомобильных цистернах. Процесс заполнения сопровождается выделением больших количеств аммиака (до 100 мг/м³) в зоне дыхания работающего. При транспортировке аммиак поступает в кабину водителя в концентрациях 1,8-250 мг/м (ПДК 20 мг/м).

Таким образом, работы в складских помещениях, работы, связанные с транспортировкой, погрузкой, разгрузкой пестицидов и минеральных удобрений, относятся к категории вредных работ и требуют соблюдения санитарно-гигиенических правил и применения средств индивидуальной защиты.

В сельском хозяйстве пыль воздействует на рабочих при полевых работах, начиная с ранних этапов обработки почвы и заканчивая уборкой урожая. Пыль оказывает неблагоприятное воздействие на работающих в кормопроизводстве, промышленном животноводстве и других отраслях сельского хозяйства. По химическому составу пыль делится на органическую, неорганическую и смешанную. Пыль может быть загрязнена микробами, бактериями, грибами и др. Так, хлопковая, зерновая, мучная пыли могут содержать грибки.

Концентрация пыли в зоне дыхания работающих в агропромышленном производстве колеблется в широких диапазонах – от единиц до сотен миллиграммов в 1 м воздуха; 85% находящихся в воздухе частиц представляет собой респираторную фракцию.

Пыль может оказывать неблагоприятное действие на организм, вызывая заболевания органов дыхания, кожи и слизистых оболочек глаз:

- пыль, содержащая свободный диоксид кремния, вызывает силикоз, наиболее тяжелые заболевания легких;
- мучнистая пыль – бронхиальную астму, кожный зуд, заболевания верхних дыхательных путей, риниты;

- пыль ванили, корицы – кожные заболевания, особенно на пальцах, тыльной поверхности кистей, запястье и предплечье;

- табачная пыль – бронхиты, конъюнктивиты, атрофические состояния слизистой оболочки носа, глотки и гортани.

Зерновая пыль может вызывать острое общее заболевание организма человека – «зерновую лихорадку», хронические заболевания верхних дыхательных путей.

Одним из важных неблагоприятных факторов производственной среды в животноводстве, птицеводстве является неприятный специфический запах, обусловленный присутствием нескольких десятков газообразных и летучих соединений в воздухе. При возрастании концентрации газообразных химических соединений-источников запаха у работающих появляется раздражение слизистых, спазм дыхательных путей, повышенная саливация; тошнота, головные боли.

1.10 Основные правила по безопасности труда при работе с ядохимикатами

Во время работы с ядохимикатами необходимо:

- защищать рот и нос респираторами или марлевыми повязками с ватной прокладкой;

- надевать защитные очки, резиновые перчатки и сапоги;

- пользоваться специально выделенной одеждой и фартуком, которые следует хранить отдельно;

- при опрыскивании растворами нитрафена или ДИНОК – закрывать лицо герметичными защитными очками и щитками;

- при работе с ядохимикатами не разрешается курить, есть и пить;

- после работы следует хорошо вымыть с мылом лицо и руки, прополоскать рот;

- к работе с ядохимикатами нельзя допускать детей, подростков, беременных и кормящих женщин.

Особенно осторожно надо обращаться с ядохимикатами в процессе приготовления из них рабочих растворов.

Ядохимикаты необходимо хранить в шкафах или помещениях, запирающихся на замок, в хорошо закрытой таре с указанием их названий. Категорически запрещается хранить ядохимикаты вместе с продуктами и фуражом. Нельзя использовать для других целей посуду и инвентарь, в которых готовят растворы и смеси ядохимикатов.

Перед началом работ необходимо проверить и отрегулировать работу опрыскивателя с помощью воды. При заполнении опрыскивателя необходимо тщательно фильтровать раствор.

При опрыскивании растений следует учитывать направление ветра, для того чтобы брызги и пыль не попадали на работающих.

Движение рабочего при удалении сорняков в междурядьях препаратом «Раундап» безвоздушным распылением должно производиться впереди модуля для исключения попадания препарата на одежду и обувь рабочего.

Одежду, в которой опрыскивали растения ядохимикатами, следует проветривать вдали от помещений и периодически стирать в мыльно-содовом растворе (замачивать и кипятить).

Посуду, в которой хранились ядохимикаты, обезвреживают раствором кальцинированной соды (50 г на 1 л воды) или кашицей из древесной золы с последующей промывкой водой.

После работы резервуар, шланги и распылители тщательно промывают и прочищают, заполняя систему водой три раза и вырабатывая ее на соответствующий участок.

При появлении признаков отравления ядохимикатами (тошнота, рвота, боли в животе, слабость, головокружение, а иногда и обмороки) надо оказать первую помощь и немедленно обратиться к врачу.

При попадании ядохимикатов внутрь надо освободить желудок и кишечник от ядовитых веществ, вызвав рвоту (перед этим выпивают несколько стаканов теплой чистой воды, а затем воды, в которой растворено немного мыла, или принимают слабительное – глауберову соль, но не касторовое масло, при отравлении ядохимикатами его применять нельзя). Когда желудок и кишечник очищены, нужно выпить молоко или овсяный отвар. Пострадавшему необходимы полный покой и тепло. При общей слабости и падении сердечной деятельности следует дать крепкий кофе или чай. Если ядохимикат случайно попал в глаза, их надо обильно промыть водой.

1.11 Ядохимикаты для борьбы с вредителями и санитарно-гигиенические мероприятия при их использовании

Ядохимикаты используются для уничтожения вредных насекомых, борьбы с грибковыми заболеваниями растений, уничтожения сорняков. Подавляющее большинство их является ядами для человека

и животных, нарушение установленных норм и правил обращения с ними представляет определенную опасность.

Их воздействию подвергаются лица, чей труд связан с уходом за посевами лесных культур. К работам с ядохимикатами не допускаются подростки до 18 лет, беременные и кормящие женщины. Продолжительность рабочего дня при работе с ядохимикатами в зависимости от степени их токсичности – 4-6 часов. На местах работ с ядохимикатами не допускается хранение продуктов питания, воды, фуража, предметов домашнего обихода.

Нельзя оставлять ядохимикаты без охраны. Для временного их содержания (во время проведения работ) выделяют специальные участки на расстоянии не менее 200 м от водоемов и мест выпаса скота. Применение пестицидов при обработке лесов допускается только в том случае, если между обрабатываемыми объектами и водоемами можно сохранить санитарно-защитную зону протяженностью не менее 300 м.

Работы с ядохимикатами в жаркое время года проводят в утренние часы, когда ниже температура воздуха, меньше инсоляция и менее подвижны воздушные потоки. Опрыскивание растений на открытом воздухе исключается при скорости ветра свыше 4 м/с. Опрыскивая растения, необходимо следить за тем, чтобы распыляемые препараты не направлялись на работающих. При использовании опрыскивателей работающие должны находиться с подветренной стороны, на не обработанной ядохимикатами площади.

Любые работы на участках, где применены ядохимикаты, разрешаются только по истечении сроков, установленных для каждого ядохимиката. Для выполнения работ, не связанных с рыхлением почвы, соприкосновением с растениями, которые обработаны пестицидами, действующими при попадании на кожу, выход на участки разрешается:

- после применения метилмеркаптофоса, октаметила, фосфамида, трихлорметафоса через 3 суток;
- тюлихлорнинена и полихлоркамфена – через 4 суток;
- карбофоса – через 6 суток;
- гексахлорбутадиена – через 3 недели;
- остальных пестицидов – через 3 суток.

Работы, сопровождающиеся рыхлением почвы на площадях, где использованы гептахлор, гексахлоран, разрешаются через 2 недели, а после применения других препаратов – через 1 неделю.

Хранение ядохимикатов на складах допускается только после осмотра помещения представителем органов государственного санитарного надзора и составления паспорта склада. Категорически запрещается держать ядохимикаты непосредственно на полу и использовать тару из-под ядохимикатов для хранения пищевых продуктов. Уборку складов производят не реже одного раза в 2 недели. В начале уборки со стен, полов, стеллажей, полок и тары удаляют пыль, а затем моют стены, полы, свободные стеллажи и полки.

Рекомендации по применению ядохимикатов, предусмотренные для определенного вида растений, непригодны в отношении других растений.

Меры безопасности при работе с ядохимикатами

Все работающие с ядохимикатами обеспечиваются средствами индивидуальной защиты. Их подбором занимаются лица, ответственные за проведение работ с ядохимикатами, которые назначаются приказом руководителя питомника. Эти средства хранят в отдельных шкафчиках в гардеробной или в специально выделенном чистом, сухом помещении. Индивидуальные защитные средства запрещается держать в помещении, где хранятся ядохимикаты, забирать домой и носить после работы. При расфасовке, загрузке ядохимикатов, опрыскивании растворами ядохимикатов, летучесть которых при обычных температурах невысока, следует пользоваться противопылевыми респираторами типа Ф-62ш, Астра-2, Лепесток-5, Лепесток-40, Лепесток-200. При работах с высокотоксичными летучими соединениями необходимы респираторы с противогазовыми патронами (РУ-60, РПГ-67).

Для защиты от ртуторганических соединений применяют противогазовый патрон марки Г, для фосфор-, хлор- и других органических соединений – противогазовый патрон марки А. При отсутствии указанных респираторов и патронов работы с этими веществами проводятся в промышленных противогазах с коробками, снабженными фильтрами.

Ежедневно после работы резиновые части противогазов и респираторов, соприкасающиеся с лицом, тщательно моют в теплой воде с мылом и дезинфицируют ватным тампоном, смоченным в спирте или 0,5%-м растворе марганцовокислого калия, после чего их вновь промывают в чистой воде и сушат при температуре 30-35° С. Для защиты рук от

концентратов, эмульсий, паст, растворов и других жидких ядохимикатов применяют специальные резиновые перчатки. Недопустимо использовать для этих целей крайне непрочные медицинские резиновые перчатки. При работе с жидкими ядохимикатами – резиновые сапоги; на складах ядохимикатов используют специальную обувь. Глаза защищают с помощью противопылевых очков типа ПО-3.

По окончании работы сначала, не снимая с рук, моют резиновые перчатки в обезвреживающем растворе (3-5%-й раствор кальцинированной соды, известковое молоко), промывают их в воде, затем снимают защитные очки, респиратор, сапоги и комбинезон, потом снова моют перчатки в обезвреживающем растворе и воде, после чего их снимают.

Ядохимикаты перевозят только на специально оборудованном транспорте с бортовой надписью «Ядохимикаты». Категорически запрещается транспортировать вместе с ядохимикатами пищевые продукты и другие товары. Транспорт для перевозки ядохимикатов, а также аппаратура, предназначенная для их применения, должны обезвреживаться не реже 2 раз в месяц кашицей хлорной извести (1 кг извести на 4 л воды) на специально отведенных участках. Запрещается сброс загрязненных ядохимикатами вод и остатков ядохимикатов в водоемы, используемые для водопоя скота, содержания водоплавающей птицы и разведения рыбы.

Первая помощь при отравлении

В местах работы с ядохимикатами должна быть аптечка первой помощи с набором необходимых медикаментов. Общие меры первой помощи независимо от характера яда, вызвавшего отравление, направлены на прекращение поступления яда в организм. Если ядохимикаты проникли через дыхательные пути, пострадавшего выводят или выносят из опасной зоны на свежий воздух; если через кожу – препарат смывают струей воды (лучше с мылом) или снимают куском ткани и затем обмывают холодной водой или слабощелочным раствором.

При попадании яда в глаза их обильно промывают водой и двухпроцентным раствором гидрокарбоната натрия (пищевой соды) или борной кислоты. В тех случаях, когда ядохимикаты проникли в желудок, пострадавшему дают выпить несколько стаканов воды или слабого раствора марганцовокислого калия (розовой окраски) и, раз-

дражая заднюю стенку глотки, вызывают рвоту; процедуру повторяют 2-3 раза. Нельзя вызывать рвоту у больного в бессознательном состоянии и при судорогах. После рвоты дают полстакана воды с 2-3 столовыми ложками активированного угля (20-25 г) или 40-50 таблеток карболена в виде взвеси, а затем солевое слабительное (20 г сульфата магния или сульфата натрия на полстакана воды). Нельзя применять в качестве слабительного касторовое масло.

При ослаблении дыхания к носу пострадавшего осторожно подносят ватку, смоченную раствором аммиака (нашатырным спиртом), а в случае прекращения дыхания немедленно приступают к искусственному дыханию. Перед этим выносят пострадавшего на свежий воздух, расстегивают одежду, очищают полость рта от слизи.

При судорогах необходимо обеспечить пострадавшему полный покой (исключить возможные раздражения). Если произошло отравление фосфорорганическими соединениями, которое обычно сопровождается слюнотечением, сужением зрачков, слезотечением, затруднением дыхания, мышечными подергиваниями, пострадавшему до прихода врача или фельдшера дают 3-4 таблетки бесалола. Во всех случаях отравления ядохимикатами необходимо как можно быстрее вызвать врача.

Вопросы для самопроверки

1. Что является наиболее эффективным способом улавливания вредных веществ непосредственно у мест их образования?
2. По степени изоляции области действия отсоса от окружающего пространства отсосы каких типов различают?
3. Что такое отсосы открытого типа? Дать определение.
4. Форма приемных отверстий отсосов.
5. Как должно быть расположено всасывающее отверстие местного отсоса по отношению к источнику выделений вредных веществ?
6. Где устанавливаются вытяжные зонты?
7. С каким центральным углом раскрытия должен конструироваться вытяжной зонт?
8. Что применяется для того чтобы выделения вредных веществ не попадали в зону дыхания работающего?

9. Что применяется для улавливания выделений вредных веществ с поверхности растворов гальванических ванн?
10. Что применяется для уменьшения выделения вредных веществ с поверхностей гальванических ванн?
11. Какой в единицах ПДК должна быть эффективность очистки рециркуляционного воздуха на выходе из пылеуловителя заточного станка?
12. С какой схемой очистки достигается высокоэффективная очистка от пыли?
13. Каким путем попадают в организм химические вещества, применяемые в сельском хозяйстве при опылировании, опрыскивании, протравливании семян?
14. Какой основной неблагоприятный фактор производственной среды в животноводстве, птицеводстве?
15. Что следует учитывать при опрыскивании растений для того чтобы брызги и пыль не попадали на работающих?
16. Что надо делать при появлении признаков отравления ядохимикатами?
17. Что надо делать при попадании ядохимикатов внутрь?
18. Через сколько суток допускается выход на участки после применения метилмеркаптофоса, октаметила, фосфамида, трихлорметафоса?
19. Через сколько суток допускается выход на участки после применения тюлихлорнинена и полихлоркамфена?
20. Через сколько суток допускается выход на участки после применения карбофоса?
21. Через сколько суток допускается выход на участки после применения гексахлорбутадиена?
22. Через сколько суток разрешаются работы, сопровождающиеся рыхлением почвы на площадях, где были использованы гептахлор, гексахлоран?

2 ЗАЩИТА ОТ ТЕПЛОВЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Промышленная теплозащита в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.123-83 «Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений» достигается герметизацией оборудования, максимальной механизацией и автоматизацией технологических процессов с выводом работающих из «горячих зон» (дистанционное управление), оптимальным размещением оборудования и рабочих мест, автоматическим контролем и сигнализацией, применением средств коллективной и индивидуальной защиты.

2.1 Классификация теплозащитных средств

Для защиты от теплового излучения и высоких температур воздуха применяются следующие коллективные теплозащитные средства:

- теплоизоляция поверхностей источников излучения теплоты;
- экранирование источников либо рабочих мест;
- воздушное душирование;
- радиационное охлаждение;
- мелкодисперсное распыление воды;
- общеобменная вентиляция или кондиционирование воздуха (рис. 2.1). Общеобменной вентиляции при этом отводится ограниченная роль – доведение условий труда до комфортных с минимальными эксплуатационными затратами.

Выбор теплозащитных средств в каждом отдельном случае должен осуществляться по максимальным значениям эффективности с учетом требований эргономики, технической эстетики, безопасности для данного процесса или вида работ и технико-экономического обоснования. Установленные в цехе теплозащитные средства должны быть простыми в изготовлении и монтаже, удобными для обслуживания, не затруднять осмотр, чистку, смазку агрегатов; обеспечивать полную гарантию безопасности работы; обладать необходимой прочностью; иметь минимальные эксплуатационные расходы.

Теплозащитные средства должны обеспечивать тепловую облученность на рабочих местах не более $0,350 \text{ кВт/м}^2$ и температуру поверхности оборудования не выше 308 К (35°C) при температуре внутри источника теплоты до 373 К (100°C) и не выше 318 К (45°C) при температуре внутри источника теплоты выше 373 К (100°C).

2.2 Теплоизоляция горячих поверхностей

Теплоизоляция горячих поверхностей (печей, трубопроводов с горячими газами и жидкостями) снижает температуру излучающей поверхности и уменьшает как общее выделение теплоты, так и лучистую его часть.

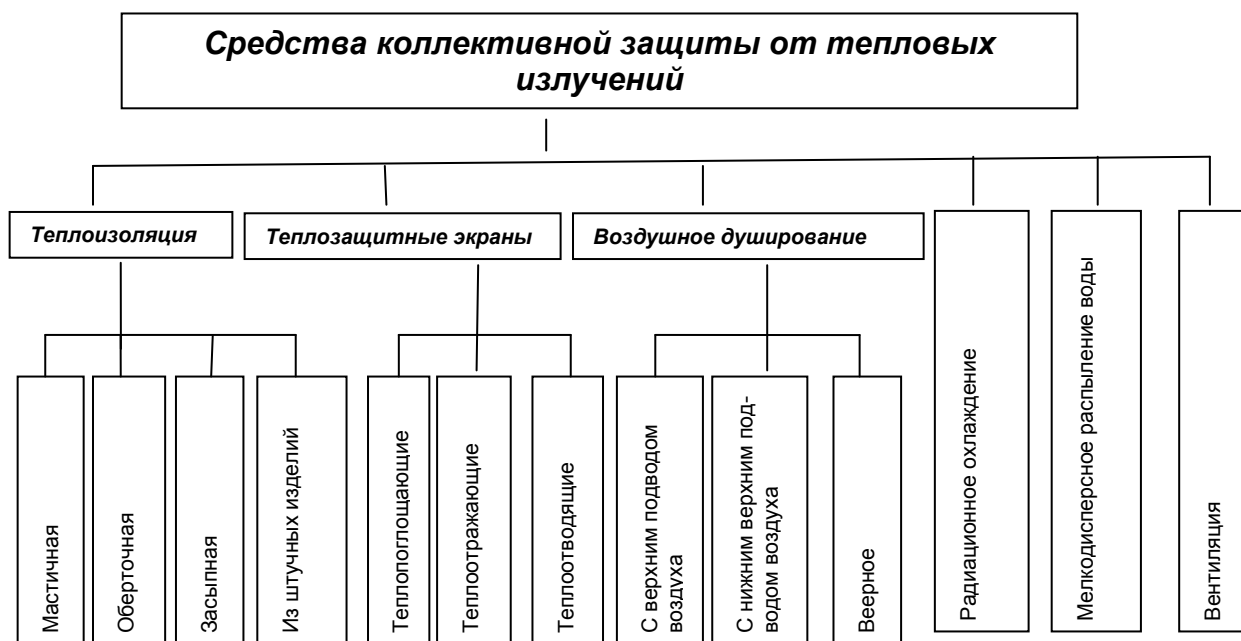


Рисунок 2.1 – Классификация средств промышленной теплозащиты

Кроме улучшения условий труда теплоизоляция уменьшает тепловые потери оборудования, снижает расходы энергии и приводит к увеличению производительности агрегатов. Следует иметь в виду, что теплоизоляция, повышая рабочую температуру изолированных элементов, может резко сократить срок их службы. Решение о теплоизоляции должно быть проверено расчетом рабочей температуры изолированных элементов. Если она окажется выше предельно допустимой, защита от тепловых излучений должна осуществляться другими способами.

Ассортимент теплоизоляционных материалов разнообразен. Обычно для теплоизоляции применяются материалы, теплопроводность λ которых при температурах 50-100°C меньше 0,2 Вт/(м·К). При выборе материала для теплоизоляции необходимо принимать во внимание механические свойства материалов, а также их способность выдерживать высокую температуру. Если температура изолируемого

объекта высокая, то обычно применяется многослойная изоляция: сначала ставится материал, выдерживающий высокую температуру (так называемый высокотемпературный слой), а затем уже более эффективный теплоизоляционный материал. При этом толщина «высокотемпературного слоя» выбирается из тех условий, чтобы температура на его поверхности T, K , не превышала предельную температуру применения следующего слоя.

Конструктивно теплоизоляция может быть мастичной, оберточной, засыпной, из штучных изделий и смешанной. Мастичная изоляция осуществляется путем нанесения на горячую поверхность изолируемого объекта изоляционной мастики. Мастичную изоляцию можно применять на объектах любой конфигурации. Оберточная изоляция изготавливается из волокнистых материалов – асбестовая ткань, минеральная вата, войлок и др. Наиболее пригодна оберточная изоляция для трубопроводов. Засыпную изоляцию используют в основном при прокладке трубопроводов в каналах и коробах там, где требуется большая толщина изоляционного слоя или при изготовлении теплоизоляционных панелей. Теплоизоляцию штучными или формованными изделиями, скорлупами применяют для облегчения работ. Смешанная изоляция состоит из нескольких слоев. В первом слое обычно устанавливают штучные изделия. Наружный слой изготавливают из мастичной или оберточной изоляции. Целесообразно устраивать алюминиевые кожухи снаружи теплоизоляции. Затраты на устройство кожухов быстро окупаются вследствие уменьшения тепловых потерь на излучение и повышения долговечности изоляции под кожухом.

Исходными данными для расчета толщины теплоизоляции являются температура сред (t' и t'' , °C), разделяемых теплоизоляционной перегородкой, допустимая температура на поверхности изоляции t_0 °C, и геометрические размеры теплоизолируемой поверхности (площадь поверхности F , м²).

При расчете теплоизоляции следует придерживаться следующего порядка. Сначала устанавливают допустимые тепловые потери объекта при наличии изоляции. Затем выбирают материал изоляции и, задавшись температурой изолируемой поверхности, определяют значение теплопроводности $\lambda_{из}$. Зная температуры на внутренней и внешней поверхностях изоляции и значение теплопроводности, определяют требуемую толщину изоляции. После этого производят пове-

рочный расчет и определяют значения средней температуры изоляционного слоя и температуры на разделе поверхностей.

Тепловые потери Q , Вт, в условиях стационарного теплового потока в многослойной плоской теплоизоляции

$$Q = \frac{(t' - t'') \cdot F}{\frac{1}{a'} + \frac{1}{a''} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_{\text{э}i}}{\lambda_i}}, \quad (2.1)$$

где a' и a'' – коэффициенты теплоотдачи от теплоносителя к стенке и от внешней поверхности изоляции к окружающей среде, Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{К}$);

$\delta_{\text{из}}$ – толщина i -го слоя теплоизоляции, м;

λ_i – теплопроводность i -го слоя теплоизоляции, Вт/($\text{м} \cdot \text{К}$);

температура t_m в стыке слоев $m - 1$ и m

$$t_m = t' - \frac{Q}{F} \cdot \left[\frac{1}{a'} + \sum_{i=1}^m \left(\frac{\lambda_i}{\delta_{\text{э}i}} \right)^{-1} \right]. \quad (2.2)$$

Для условий стационарного потока в цилиндрической теплоизоляции длиной $l_{\text{ц}}$, м, из n слоев

$$Q = \frac{(t' - t'') \cdot l_{\text{ц}}}{\frac{1}{a' \cdot \pi \cdot d_1 + \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} \right) + \frac{1}{a'' \cdot \pi \cdot d_{n+1}}}}; \quad (2.3)$$

$$t_m = t' - \frac{Q}{l_{\text{ц}}} \cdot \left(\frac{1}{a' \cdot \pi \cdot d_1} + \sum_{i=1}^m \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} \right), \quad (2.4)$$

где d_i – диаметр i -го слоя теплоизоляции, м.

При ориентировочных расчетах термическим сопротивлением теплоотдачи от горячей жидкости к стенке и самой стенки можно пренебречь. Тогда температуру изолируемой поверхности можно принять равной температуре горячей жидкости и теплообмен будет

определяться только термическим сопротивлением изоляции и теплоотдачей от внешней поверхности изоляции к окружающей среде.

При расчете теплоотдачи от горизонтальных плит значение коэффициента теплоотдачи необходимо увеличить на 30%, если теплоотдающая поверхность обращена кверху, или уменьшить на 30%, если теплоотдающая поверхность обращена книзу.

При вынужденном движении воздуха вдоль нагретой поверхности коэффициент теплоотдачи конвекцией $a_k = 5,8 v_B^{0,8} l^{0,2}$,

где l – характерный размер поверхности.

Для расчета коэффициента теплоотдачи при лобовом обдувании плоской нагретой поверхности рекомендуется пользоваться формулой

$$a_k = 11,6 \sqrt{V_B}.$$

Если температура окружающей среды выше 20°C , то тепловые потери уменьшаются: на каждые 5°C повышения температуры тепловые потери снижаются приблизительно на 1,5%.

2.3 Теплозащитные экраны

Теплозащитные экраны применяют для локализации источников лучистой теплоты, уменьшения облученности на рабочих местах и снижения температуры поверхностей, окружающих рабочее место. Ослабление теплового потока за экраном обусловлено его поглощательной и отражательной способностью. Кратность ослабления теплового потока m при установке n экранов со степенью черноты ξ_ε и пренебрежимо малыми термическими сопротивлениями $R_{\varepsilon,i} = b_\varepsilon / \lambda_{\varepsilon,i}$ определяется по формуле

$$m = \frac{E_1}{E_2}; \quad m = \frac{\varepsilon_{1,2}}{\varepsilon_{1,\varepsilon}} (n + 1), \quad (2.5)$$

где E_1 и E_2 – интенсивность теплового облучения на рабочем месте соответственно до и после установки экранов;

$\varepsilon_{1,2}$ и $\varepsilon_{1,\varepsilon}$ – приведенная степень черноты соответственно источника и рабочего места и источника и экрана.

Эффективность установки теплозащитного экрана оценивается долей задержанной теплоты и определяется по формуле

$$\eta_\varepsilon = \frac{E_1 - E_2}{E_1} = \frac{m - 1}{m} \cdot 100\%. \quad (2.6)$$

Различают теплоотражающие, теплопоглощающие и теплоотводящие экраны. По степени прозрачности они делятся на три класса: не прозрачные, полупрозрачные и прозрачные. К первому классу относят металлические водоохлаждающие и футерованные асбестовые, альфолиевые, алюминиевые экраны. Ко второму – экраны из металлической сетки, цепные завесы, экраны и стекла, армированного металлической сеткой. Экраны первого и второго классов могут орошаться водяной пленкой. К третьему классу относят экраны из различных стекол: силикатного, кварцевого и органического, бесцветного, окрашенного и металлизированного, пленочные водяные завесы, свободные и стекающие по стеклу, вододисперсные завесы.

Непрозрачные экраны. В качестве материалов для непрозрачных теплоотражающих экранов используют альфоль (алюминиевую фольгу), алюминий листовой, белую жечь, алюминиевую краску (рис. 2.2).

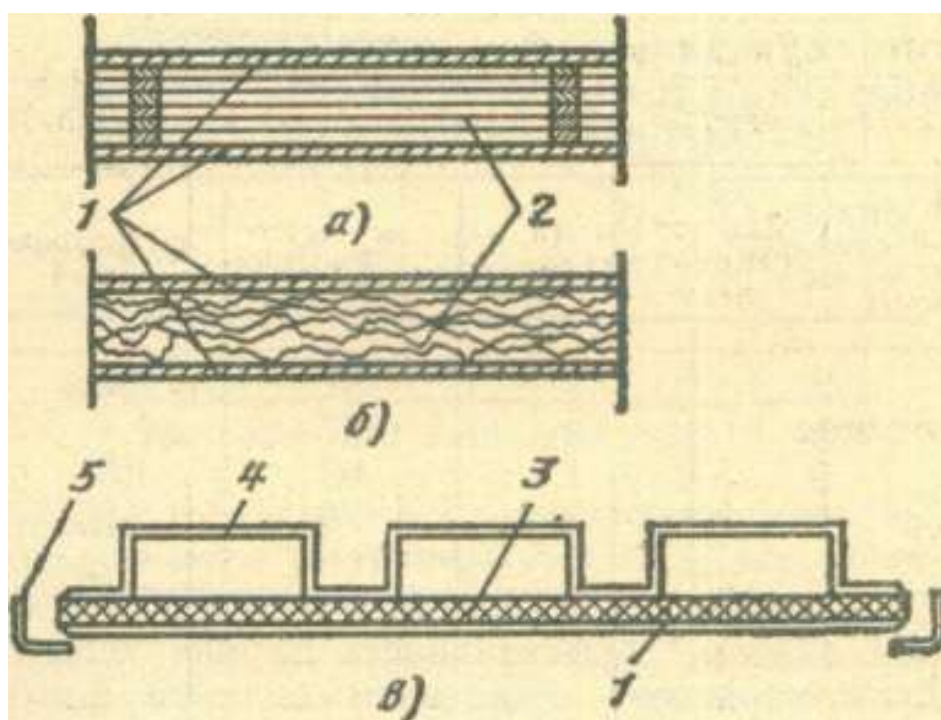


Рисунок 2.2 – Конструктивные схемы непрозрачных теплозащитных экранов:

- а – экран из альфоля, уложенного рядами в воздушных прослойках;
- б – экран из скомканного альфоля в воздушных прослойках;
- в – комбинированный экран; 1 – металлический лист; 2 – слой альфоля;
- 3 – слой из теплоизоляционного металла; 4 – профилированный алюминиевый лист; 5 – рамка

Экран состоит из несущего каркаса, отражающей поверхности и деталей крепления к экранируемому оборудованию. Межэкранное пространство при установке нескольких простых одинарных экранов принимается обычно (по конструктивным соображениям) равным 20-25 мм. Уменьшение межэкранного пространства до 5 мм улучшает теплозащитные свойства экранов вследствие устранения конвективного теплообмена между слоями экрана.

Теплоотражающие экраны для трубопроводов изготавливаются в виде квадратных коробов или полуцилиндрических скорлуп, оклеенных внутри альфолем. При температуре трубопровода выше 90°C нужен двойной экран. Достоинством теплоотражающих экранов являются высокая эффективность, малая масса, экономичность. Однако применение их ограничивается, так как они не выдерживают высоких температур и механических воздействий. Эффективность экранов ухудшается при отложении на них пыли, сажи и при окислении.

В качестве непрозрачных теплопоглощающих экранов используют металлические заслонки и щиты, футерованные огнеупорным или теплоизоляционным кирпичом, асбестовые щиты на металлической раме, сетке или листе и другие конструкции. Футерованные экраны могут применяться при интенсивности облучения до 10 кВт/м²; асбестовые до 3 кВт/м². Эффективность футерованных экранов равна примерно 30%; асбестовых – 60%.

Непрозрачные экраны радиационного охлаждения – сварные или литые (с замкнутым змеевиком) конструкции, охлаждаемые протекающей внутри водой. Их можно футеровать с одной стороны. Временные экраны можно изготавливать в виде металлических щитов, орошаемых водой. Футерованные теплоотводящие экраны могут применяться при любых встречающихся в практике интенсивностях облучения, нефутерованные – при интенсивностях 5-14 кВт/м², орошаемые щиты – при интенсивностях 0,7-3,5 кВт/м².

Полупрозрачные экраны применяют в тех случаях, когда экран не должен препятствовать наблюдению или вводу через него инструмента, материалов. В качестве полупрозрачных теплопоглощающих экранов используют металлические сетки с размером ячейки 3-3,5 мкм, цепные завесы, армированное стальной сеткой стекло.

Металлические сетки применяют при интенсивностях облучения до 0,35-1,05 кВт/м². Эффективность экранов из сетки: один слой – 33-50, два слоя – 57-74%.

Цепные завесы применяют при интенсивностях облучения 0,7-5 кВт/м². Эффективность цепной завесы около 70%. Для повышения эффективности можно применять орошение завесы водяной пленкой и устраивать двойные экраны.

Прозрачные экраны. Теплопоглощающие прозрачные экраны изготавливают из различных бесцветных или окрашенных стекол (силикатных, кварцевых, органических). Для повышения эффективности применяют двойное остекление с вентилируемой воздушной прослойкой.

Стекла всех теплозащитных экранов обладают спектральной селективностью, поэтому их эффективность в большой степени зависит от спектрального состава излучения. При длине волны излучения более 5 мкм для защиты может быть использовано обычное оконное стекло толщиной 2-4 мм. При длине 2,8-5 мкм требуется бесцветное стекло толщиной 5 мм. При длине волны в диапазоне 0,78-2,8 мкм требуется применять теплозащитное стекло толщиной 5-6 мм.

Эффективность теплозащиты стекол висит от температуры источника излучения теплоты. Наибольшую эффективность при температуре до 1100°С имеет органическое стекло толщиной 6-8 мм. Выше этой температуры – закаленное стекло, окрашенное в массе, со светопропусканием 40%.

Если тепло поток действует на стекло постоянно, то эффективность теплозащиты снижается в среднем на 10% по сравнению с периодически действующим потоком.

Прозрачные теплоотводящие экраны (водяные и вододисперсные завесы) применяют для экранирования рабочих окон печей и т. п., если через экран необходимо вводить инструмент или заготовки. Водяные завесы рекомендуется применять при интенсивности облучения 0,350-1,400 кВт/м². Коэффициент эффективности водяных завес в различных участках спектра в значительной степени зависит от толщины слоя и достигает 80%.

Тонкие водяные пленки (толщиной до 15 мм) заметно поглощают тепловые лучи с длиной волны более 1,9 мкм, а сильно – более 3,2 мкм. Поэтому они пригодны для экранирования источников с температурой до 800°С. При толщине слоя воды 15-20 мм полностью поглощаются тепловые лучи с длиной волны более 1 мкм. При таком слое вода эффективно защищает от теплового излучения источников с температурой до 1800°С. Экраны в виде водяной пленки, стекающей по

стеклу, более устойчивы по сравнению со свободными водяными завесами. Они имеют коэффициент эффективности порядка 90% и могут применяться при интенсивности облучения до 1,75 кВт/м².

Аквариумные экраны, представляющие собой коробку из двух стекол, заполненную проточной чистой водой с толщиной слоя 15-20 мм, имеют коэффициент эффективности до 93% и рекомендуются при интенсивности облучения до 2,0 кВт/м².

Расчет экранов. Температуру внутренней (обращенной к источнику) поверхности экрана $T_{э1}$ рассчитывают по формуле

$$T_{э1} = \sqrt[4]{\frac{\varepsilon_{н,э} T_{н,н}^4 + T_в^4}{1 + \varepsilon_{н,э}}}, \quad (2.7)$$

где $\varepsilon_{н,э}$ – приведенная степень черноты наружной поверхности источника и экрана;

$T_{н,н}$ – температура экранируемой поверхности источника, К;

$T_в$ – среднее значение температуры воздуха в рабочей зоне, К.

Формула (2.7) справедлива при условии, что поступление теплоты на экран из цехового пространства незначительно, и им можно пренебречь. При расчете температуры экрана необходимо обращать внимание на определение приведенной степени черноты, которая зависит от степени черноты каждого материала. Применять формулу (2.7) для расчета температуры экрана можно только для металлических листов без теплоизоляции. Если металлические экраны будут использоваться с теплоизоляцией, то температура их наружной поверхности будет ниже.

Конструкция экрана должна обеспечивать свободный восходящий поток воздуха в межэкранном пространстве, чтобы максимально использовать охлаждающее действие конвективных потоков. Температура наружной поверхности экрана согласно требованиям ГОСТ 12.4.123-83 не должна превышать 45°C (318 К). Исходя из этого условия необходимое число экранов определяют по формуле

$$n = \frac{1 - \left(\frac{T_в}{T_{н,н}}\right)^4}{\left(\frac{T_{э1}}{T_{н,н}}\right)^4 - \left(\frac{T_в}{T_{н,н}}\right)^4} \cdot \frac{\varepsilon_{э,в}}{\varepsilon_{н,в}} - 1, \quad (2.8)$$

$\epsilon_{\text{э,в}}$ и $\epsilon_{\text{н,в}}$ – приведенная степень черноты соответственно экрана и рабочего места.

Экранирование источника теплового излучения приводит к некоторому повышению температуры последнего вследствие отражательной способности экрана. Расход воды на охлаждение теплоотводящих экранов определяется из теплового баланса экрана

$$G = 0,93 \frac{c_0 \epsilon_{\text{н,в}} (T_{\text{н.п.}}^4 - T_{\text{э}}^4) \cdot F}{(t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}})} \cdot 10^{-8}, \quad (2.9)$$

где 0,93 – коэффициент, учитывающий неполноту поглощения падающего на экран теплового излучения;

$T_{\text{э}}$ – температура поверхности экрана;

$t_{\text{вх}}, t_{\text{вых}}$ – температура входящей и выходящей воды, °С.

Температура входящей воды не должна превышать 35-50°С.

Конструктивная схема экрана и место его установки определяются технологическим процессом. Лучшими являются экраны, которые составляют часть конструкции агрегата.

2.4 Воздушное душирование

При воздействии на работающего теплового облучения интенсивностью 0,35 кВт/м² и более, а также 0,175-0,35 кВт/м² при площади излучающих поверхностей в пределах рабочего места более 0,2 м² применяют воздушное душирование (подача приточного воздуха в виде воздушной струи, направленной на рабочее место). При интенсивности облучения свыше 2,1 кВт/м² воздушный душ не может обеспечить необходимого охлаждения. В этом случае следует по возможности уменьшить облучение, предусматривая теплоизоляцию, экранирование и другие мероприятия, или проектировать устройства для периодического охлаждения рабочих (радиационные кабины, комнаты отдыха). Воздушное душирование устраивается также и при производственных процессах с выделением вредных газов или паров, если невозможно применение местных укрытий и отсосов.

Воздушное душирование устраивают для мест длительного пребывания рабочего, а также в местах кратковременного отдыха. Охлаждающий эффект воздушного душирования зависит от разности температур тела работающего и потока воздуха, а также от скорости об-

текания воздухом охлаждаемого тела. Для обеспечения на рабочем месте заданных температур и скоростей воздуха ось воздушного потока направляют на грудь человека горизонтально или под углом 45° , а для обеспечения допустимых концентраций вредных веществ ее направляют в зону дыхания горизонтально или сверху под углом 45° .

Поток воздуха на выходе из душирующего патрубка должен иметь равномерную скорость и одинаковую температуру. Расстояние от кромки душирующего патрубка до рабочего места должно быть не менее 1 м. Минимальный диаметр патрубка принимают равным 0,3 м. При фиксированных рабочих местах расчетную ширину рабочей площадки принимают 1 м.

При душировании фиксированных рабочих мест наружным или охлажденным внутренним воздухом следует применять цилиндрические насадки или поворотные душирующие патрубки с обработанным внутренним воздухом. При душировании площадок необработанным воздухом следует применять поворотные аэраторы. Аэратор состоит из осевого вентилятора диаметром 800 мм с электродвигателем на одном валу и имеет автоматическое устройство, поворачивающее вентилятор на угол до 60° одиннадцать раз в минуту. Дальность струи – 20 м. Диаметр выходного отверстия – 675 мм. Агрегат применяют для обслуживания площадок, на которых работает несколько человек.

При душировании группы постоянных рабочих мест рекомендуется применять воздухоразделительные устройства типа ВГК.

При душировании по способу ниспадающего потока воздух подают на рабочее место сверху с минимально возможного расстояния струей большего сечения и с максимальной скоростью. Душирование по способу ниспадающего потока требует меньшего расхода воздуха и меньшей степени его охлаждения по сравнению с обычными воздушными душами, что позволяет в большинстве случаев обходиться испарительным охлаждением воздуха рециркуляционной водой. Системы, подающие воздух для воздушных душей, нельзя совмещать с системами приточной вентиляции.

При интенсивности теплового облучения на открытых рабочих местах $0,35 \text{ кВт/м}^2$ и выше и температуре воздуха не ниже $27-28^\circ\text{C}$ при проведении средней и тяжелой физической работы применяют зональное мелкодисперсное распыление воды. Диаметр капелек воды не должен превышать 50-60 мкм. Водяная пыль, попадая на одежду и

тело работающего, испаряясь, способствует охлаждению, а вдыхаемая водяная пыль предохраняет слизистые оболочки дыхательных путей от высыхания. Мелкодисперсное распыление применяется и при температуре воздуха 17-18°C и скорости движения его на рабочем месте – не менее 0,3 м/с, если интенсивность теплового излучения – более 10,5 кВт/м². Количество распыляемой воды должно составлять 7-10 г в минуту при интенсивности облучения до 0,35 кВт/м². Повышение интенсивности теплового облучения на 1 кВт/м² соответствует увеличению расхода распыляемой воды на 2,4 г в минуту.

Для ускоренного восстановления физиологических показателей всех работающих в горячих цехах устраивают специально оборудованные места отдыха. Для рабочих основных профессий горячих цехов (литейных, кузнечно-прессовых и термических) следует устанавливать стационарные комнаты отдыха. Для ремонтных рабочих, обслуживающих металлургические агрегаты (печи, регенераторы, ковши), устраивают переносные комнаты отдыха. В стационарной комнате отдыха следует предусматривать радиационное охлаждение посредством автоматической фреоновой холодильной установки, кондиционирование воздуха, звукоизоляцию стен и потолка. Переносная комната отдыха должна иметь радиационное охлаждение стен, осуществляемое мелкодисперсным охлаждением воды. В ней должен быть и осевой вентилятор. Включать установку мелкодисперсного распыления воды и вентиляторы следует только в период нахождения в ней рабочих.

Оборудование стационарной комнаты отдыха включает:

- аппарат газированной воды;
- стеллаж для головных уборов и рукавиц;
- полудуш на два рожка;
- стол;
- стулья;
- панели радиационного охлаждения;
- компрессор;
- кондиционер;
- баллон с углекислым газом;
- сатуратор;
- бачок для охлаждения воды;
- фонтанчик.

Вопросы для самопроверки

1. Какие коллективные теплозащитные средства применяются для защиты от теплового излучения и высоких температур воздуха? Перечислить и охарактеризовать.
2. Что такое общеобменная вентиляция?
3. Как производится выбор теплозащитных средств?
4. Нормы тепловой облученности на рабочих местах при температуре внутри источника теплоты до 373 К (100°C).
5. Нормы тепловой облученности на рабочих местах при температуре внутри источника теплоты выше 373 К (100°C).
6. Назначение теплоизоляции горячих поверхностей.
7. Ассортимент теплоизоляционных материалов.
8. Виды теплоизоляции.
9. Исходные данные для расчета толщины теплоизоляции.
10. Порядок расчета теплоизоляции.
11. Тепловые потери в условиях стационарного теплового потока в многослойной плоской теплоизоляции
12. Тепловые потери для условий стационарного потока в цилиндрической теплоизоляции длиной $l_{ц}$, м, из n слоев.
13. При расчете теплоотдачи от горизонтальных плит значение коэффициента теплоотдачи необходимо увеличить на ... %, если теплоотдающая поверхность обращена кверху. Указать значение коэффициента теплоотдачи.
14. При расчете теплоотдачи от горизонтальных плит значение коэффициента теплоотдачи необходимо увеличить на ... %, если теплоотдающая поверхность обращена книзу. Указать значение коэффициента теплоотдачи.
15. Если температура окружающей среды выше 20°C, то тепловые потери уменьшаются: на каждые ...°C повышения температуры тепловые потери снижаются приблизительно на ... %. Заполнить пропуски.
16. Назначение теплозащитных экранов.
17. Чем оценивается эффективность установки теплозащитного экрана?
18. Эффективность установки теплозащитного экрана оценивается долей задержанной теплоты. По какой формуле она определяется?
19. На какие группы делятся теплозащитные экраны?

20. Теплозащитные экраны по степени прозрачности они делятся на три класса. Перечислить.
21. Какие теплозащитные экраны относят к первому классу?
22. Какие теплозащитные экраны относят ко второму классу?
23. Какие теплозащитные экраны относят к третьему классу?
24. Материалы для непрозрачных теплоотражающих экранов.
25. Каков размер межэкранного пространства при установке нескольких простых одинарных экранов?
26. Уменьшение межэкранного пространства до 5 мм улучшает или ухудшает теплозащитные свойства экранов?
27. Охарактеризовать непрозрачные экраны радиационного охлаждения.
28. Полупрозрачные экраны.
29. Охарактеризовать прозрачные экраны.
30. Что такое «аквариумные экраны»?
31. Что такое «воздушное душирование», где оно применяется?
32. При каких условиях труда применяют зональное мелкодисперсное распыление воды?

3 ЗАЩИТА ОТ ВИБРАЦИИ И ПОВЫШЕННОГО УРОВНЯ ШУМА

Производственное оборудование, являющееся источником общей технологической вибрации в цехах машиностроительных заводов, делится на машины, развивающие периодические динамические нагрузки, и машины, создающие импульсные нагрузки. Машины, развивающие периодические нагрузки, подразделяются:

- на машины с конструктивно неуравновешенными движущимися частями;

- поршневые компрессоры, металлообрабатывающие строгальные, плоскошлифовальные и другие подобные станки; дробилки, вибрационные центрифуги;

- машины с конструктивно уравновешенными движущимися частями:

- центрифуги, грохоты нормально уравновешенные, металлообрабатывающие токарные, сверлильные, круглошлифовальные и другие станки с вращающимися шпинделями и абразивными кругами, вентиляторы, электроприводы и т.п.

Машины, в которых основной причиной возникновения нагрузок является движение обрабатываемого материала (галтовочные автоматы, мельницы и т.п.), составляют отдельную группу машин, генерирующих случайную нагрузку.

Средства защиты от общей вибрации должны применяться в тех случаях, когда фактические значения ее гигиенических характеристик, в качестве которых ГОСТ 12.1.012-78 и СН 3044-84 установлены виброскорость и виброускорение рабочего места, превышают допустимые значения.

3.1 Определение размеров зоны вибрационной опасности

Оценку ожидаемой амплитуды виброперемещения при распространении вибрации по грунту от фундаментов машин-источников вибрации на произвольное расстояние r осуществляют по формуле

$$Am_r = Am_{cp} \times \left\{ \frac{1}{\delta [1 + (\delta - 1)^2]} + \frac{\delta^2 - 1}{(\delta^2 + 1) \cdot \sqrt{3\delta}} \right\}, \quad (3.1)$$

где Am_{zp} – амплитуда виброперемещения грунта под фундаментом машин-источников вибрации;

$$\delta = r/r_0;$$

$r_0 = \sqrt{S/\pi}$ – приведенный радиус подошвы фундамента машины;

S – площадь подошвы фундамента.

Амплитуду Am_{zp} принимают равной амплитуде виброперемещения Am_{ϕ} фундамента, которую определяют для невиброизолированных систем по формуле

$$\dot{Am}_{\dot{a}\delta} = \frac{F_{mz}}{k_z - m_{\Sigma}} \omega^2, \quad (3.2)$$

где F_{mz} – вертикальная составляющая амплитуды вынуждающей силы;

m_{Σ} – суммарная масса машины и ее фундамента;

ω – угловая частота колебаний машины;

k_z – коэффициент жесткости системы «машина – фундамент – основание (грунт)» в вертикальном направлении (Н/м), определяемый коэффициентом упругого равномерного сжатия грунта G_z , (Н/м³) и площадью подошвы фундамента машины S (м²).

Аналитическая зависимость между амплитудой виброскорости $v_{m.zp}$ (виброускорения $w_{m.zp}$) грунта под фундаментом машины-источника вибрации принимаемой равной амплитуде колебаний фундамента машины, и амплитудой виброскорости $v_{m.zp}$ на расстоянии r от фундамента. Таким образом можно рассчитать допустимое расстояние, при котором колебания грунта вызывают колебания фундаментов и рабочих мест с уровнями, не превышающими значений, установленных действующими нормами.

3.2 Классификация методов и средств защиты от вибрации

Классификация средств и методов защиты от вибрации определяется ГОСТ 26568-85*. Средства защиты от вибрации делятся на коллективные и индивидуальные. Средства коллективной защиты, в свою очередь, делятся на воздействующие на источник возбуждения и средства защиты от вибрации на путях ее распространения.

К первым относятся такие средства защиты, как широко распространенные динамическое уравновешивание, антифазная синхрони-

зация, изменение характера возмущающих воздействий, изменение конструктивных элементов источника возбуждения, изменение частоты колебаний. Они используются, как правило, на этапе проектирования или изготовления машины.

Средства защиты от вибрации на путях ее распространения (рис. 3.1) могут быть заложены в проекты машин и производственных участков, а могут быть применены на этапе их эксплуатации.



Рисунок 3.1 – Классификация методов и средств защиты от вибрации

3.3 Виброизоляция стационарного технологического оборудования

Проектирование виброизоляции машин и оборудования включает методики расчета: виброизоляции машин с периодической возмущающей нагрузкой; виброизоляции фундаментов под ковочные молоты.

Аналитическая зависимость между амплитудой виброскорости $v_{m,гр}$ грунта под фундаментом машины-источника вибрации, принимаемой равной амплитуде колебаний фундамента машины, и амплитудой виброскорости v_m на расстоянии r от фундамента. Зная значение характеристик вибрации грунта под фундаментом, можно рассчитать допустимое расстояние, при котором колебания грунта вызывают колебания фундаментов и рабочих мест с уровнями, не превышающими значений, установленных действующими нормами.

При отсутствии стандартных виброизоляторов по ГОСТ 17725- 81 производят расчет виброизолирующих прокладок из резины или других упругих материалов. При расчете резиновых виброизоляторов задаются маркой резины и определяют высоту, общую площадь поперечного сечения и количество резиновых элементов. Площадь поперечного сечения всех резиновых виброизоляторов выбирают по условию прочности.

Если изолируемая машина с амплитудой возмущающей силы, не превышающей 980 Н, устанавливается на фундаментный блок, масса которого больше массы самой машины, то частоты собственных поступательно-вращательных колебаний можно не определять в случае, когда жесткость виброизоляторов под нагрузкой в горизонтальном направлении не больше их жесткости в вертикальном направлении.

3.4 Виброизоляция рабочих мест

Расчет виброизоляции рабочих мест проводят согласно ГОСТ 25571-82 «Вибрация. Основные положения методов расчета виброизоляции рабочего места операторов самоходных машин».

Целью расчета виброизоляции рабочих мест является определение значений коэффициентов эффективности виброизоляции, значений амплитуд виброскорости (виброускорения) и виброперемещения сиденья относительно основания для каждой из гармонических составляющих полигармонического возбуждения; определение сум-

марных среднеквадратических значений виброскорости (ускорения) в каждой стандартной октавной полосе частот; сравнение их с допустимыми значениями, установленными ГОСТ 12.1.012-78*.

Исходные данные к расчету: масса сиденья m_c , масса оператора m_u , масса опорной конструкции M , масса оборудования $m_{об}$. Расчет осуществляется в следующей последовательности:

1. Задают число виброопор N (4, 8 или 16, но не менее 4).
2. Подбирают стандартный тип виброизолятора.
3. По данным на виброизоляторы определяют жесткость q и коэффициент трения опор ε .
4. Рассчитывают суммарную жесткость всех виброизоляторов $q_\Sigma = q \cdot N$.
5. Определяют степень демпфирования систем виброизоляции

$$D = \frac{\varepsilon}{2} \sqrt{q_\Sigma \cdot m_\Sigma}, \quad (3.3)$$

где $m_\Sigma = m_c + m_u + M + m_{об}$.

6. Вычисляют значения угловых частот возбуждения $\omega_k = 2 \cdot \pi \cdot f_k$ и отношений ω_k/ω_0 , где $\omega_0 = 2 \cdot \pi \cdot f_0$, $k = 1, 2, \dots, \pi$:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{q_z}{m_z}}.$$

7. Подсчитывают коэффициенты передачи:

$$K\ddot{I}_o = \frac{\left(\frac{\omega_k}{\omega_0}\right)^2}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega_k}{\omega_0}\right)^2\right]^2 + \left[2D\left(\frac{\omega_k}{\omega_0}\right)\right]^2}}, \quad (3.4)$$

$$K\ddot{I}_z = \frac{\sqrt{1 + \left[2D\left(\frac{\omega_k}{\omega_0}\right)\right]^2}}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega_k}{\omega_0}\right)^2\right]^2 + \left[2D\left(\frac{\omega_k}{\omega_0}\right)\right]^2}}. \quad (3.5)$$

8. Исходные данные по возбуждению колебаний рабочего места найти в соответствующей справочной литературе [20].

9. Определяют коэффициент эффективности виброзащиты $K_{\text{Э}} = 1/K\Pi_z$.

10. Определяются $\left(\frac{dz}{dt}\right)_m, \left(\frac{d^2z}{dt^2}\right)_m, x_m$.

11. Определяют среднеквадратические значения скорости (ускорения) и логарифмические уровни скорости

$$v = \frac{1}{1,41} \left(\frac{dz}{dt}\right)_m; \quad \omega_{\text{н\acute{e}}} = \frac{1}{1,41} \left(\frac{d^2z}{dt^2}\right)_m; \quad L = 20 \lg \frac{v_{\text{н\acute{e}}}}{v_{\text{н}}}, \quad (3.6)$$

где $v_{\text{он}} = 5 - 10^{-8}$ м/с.

12. Полученные значения вибрационных параметров сравнивают с допустимыми значениями по ГОСТ 12.1.012-78*.

13. При превышении нормативных значений в какой-либо полосе частот задают другие типы опор либо увеличивают их число и расчет повторяют.

3.5 Вибродемпфирующие покрытия и конструкции

Однородные жесткие покрытия выполняются из однородного полимерного слоя, жестко связанного тонкой клеевой прослойкой с поверхностью демпфируемого металлического материала либо нанесенного на нее и затем отвержденного. Возможно использование многослойных жестких покрытий. В этом случае между слоями вибродемпфирующего материала помещают слой жесткого легкого материала, увеличивающего деформации покрытия и его эффективность. Такой слой может быть предусмотрен в однослойном жестком покрытии между демпфируемой поверхностью и вибропоглощающим слоем.

Мягкие покрытия чаще всего выполняются из резиноподобных материалов или пластмасс.

Широкое распространение получили армированные покрытия. Они состоят из тонкого вибропоглощающего слоя, в котором происходит однородная по толщине слоя сдвиговая деформация, и промежуточного армирующего металлического слоя, испытывающего при изгибных деформациях конструкции растяжение и сжатие и «удерживающего» при этом вибропоглощающий слой, вынуждая тем самым его к деформации сдвига.

Для вибродемпфирования тонкостенных конструкций применяют многослойное армированное покрытие, состоящее из чередующихся тонких слоев вибропоглощающего материала и металлической фольги. Число пар слоев составляет 3-13 и зависит от условия применения покрытия и требуемой эффективности. Модуль упругости вибропоглощающих слоев должен быть мал, поэтому используют специальные мягкие полимерные материалы. Недостатком армированных вибропоглощающих покрытий является резонансный характер их частотной характеристики.

Возможно использование слоеных вибродемпфированных конструкций (металл – вибродемпфирующий материал – металл).

3.6 Защита от шума

Источниками шума на машиностроительных предприятиях являются производственное оборудование (станочное, кузнечно-прессовое и т.п.), энергетическое оборудование, компрессорные и насосные станции, вентиляторные установки, трансформаторные подстанции; продукция предприятия – при ее испытаниях на стендах (двигатели внутреннего сгорания, авиационные двигатели, компрессоры и т.п.).

В зависимости от физической природы возникающего шума они подразделяются на источники механического, аэродинамического, электромагнитного и гидродинамического шума. Снижение шума на рабочих местах должно достигаться прежде всего за счет акустического совершенствования машин – улучшения их шумовых характеристик.

Шумовые характеристики (ШХ) источников шума (ИШ) – октавные уровни звуковой мощности (УЗМ) L_p , дБ и показатели направленности излучения шума G , дБ или предельно допустимые шумовые характеристики (ПДШХ) должны быть указаны в паспорте на них, руководстве (инструкции) по эксплуатации или другой сопроводительной документации. При отсутствии таких сведений необходимо пользоваться справочными данными по шумовым характеристикам применяемой машины или ее аналога.

3.7 Классификация средств защиты от шума

Средства защиты от шума, применяемые на машиностроительных предприятиях, подразделяются на средства коллективной защиты (СКЗ) и индивидуальной защиты (СИЗ). Классификация средств коллективной защиты приведена на рисунке 3.2. Разработка или выбор средств защиты от шума производится на основании акустического расчета.

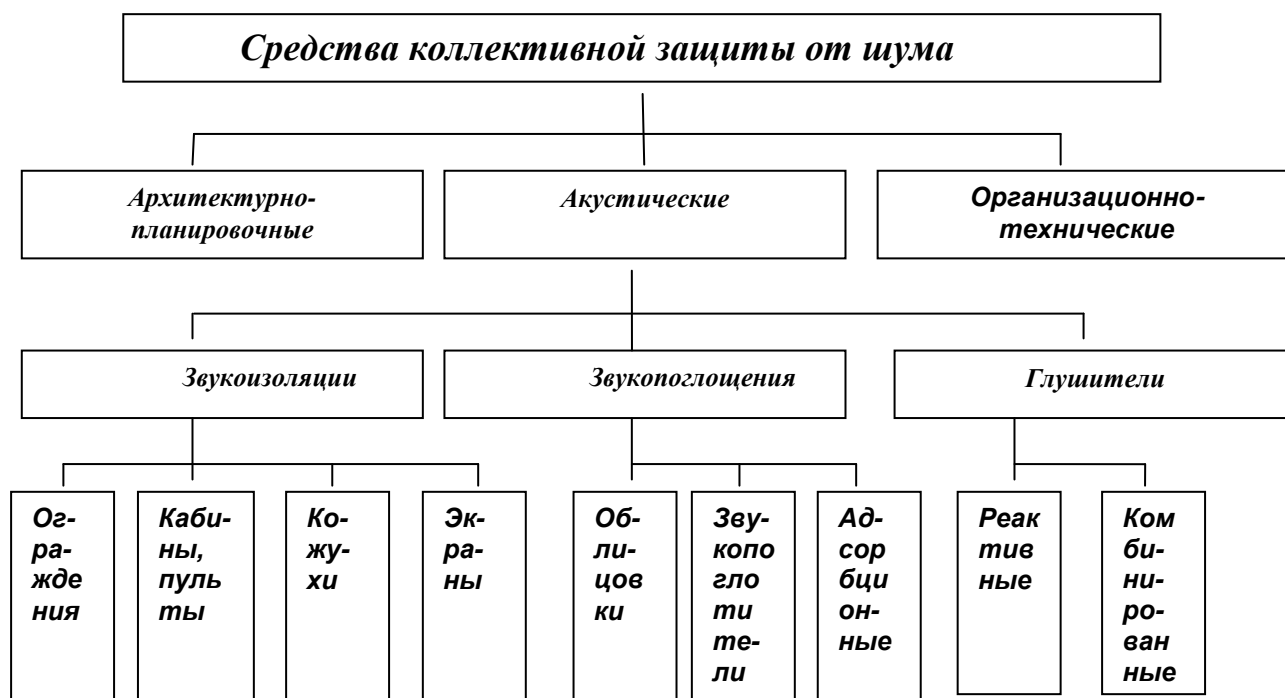


Рисунок 3.2 – Средства коллективной защиты от шума на пути его распространения

3.8 Шум и методы его снижения до допустимых пределов на объектах

3.8.1 Физиолого-гигиенические и социально-экономические аспекты борьбы с шумом

Шум определяют как звук, оцениваемый негативно и наносящий вред здоровью. Проявление вредного воздействия шума на организм человека весьма разнообразно. Длительное воздействие шума выше 80 дБ (А) на слух человека приводит к его частичной или полной потере. В зависимости от длительности и интенсивности воздействия шума происходит большее или меньшее снижение чувствительности органов слуха, выражающееся временным смещением по-

рога слышимости, которое исчезает после окончания воздействия шума, а при большой длительности или интенсивности шума происходят необратимые потери слуха.

В настоящее время оценка приемлемости производственного шума с уровнем выше 80 дБ (А) чаще всего базируется на выявлении воздействия шума на органы слуха человека, Степень повреждения органов слуха зависит от уровня звука и его продолжительности и индивидуальной чувствительности человека.

Методика оценки воздействия производственного шума с целью сохранения слуха регламентируется в стандарте ИСО-1999-75, в котором установлено соотношение между воздействием шума, выражаемым через уровень звука и его продолжительность, и процентом людей, у которых можно ожидать ухудшения слуха вследствие воздействия производственного шума. Методика оценки воздействия производственного шума с целью сохранения слуха предполагает, что слух является ухудшившимся (поврежденным), если среднеарифметическая величина постоянного смещения уровней порогов слуха для трех частот 500, 1000 и 2000 Гц составляет 25 дБ или более по сравнению с соответствующим средним уровнем по стандарту ИСО-389-75.

Воздействие шума на вегетативную нервную систему проявляется при уровнях звука 40-70 дБ (А) и не зависит от субъективного восприятия шума. Из вегетативных реакций наиболее выраженным является нарушение периферического кровообращения за счет сужения капилляров кожного покрова и слизистых оболочек, а также повышение артериального давления при уровнях звука выше 85 дБ (А).

Воздействие шума на центральную нервную систему приводит к нарушению подвижности нервных процессов. Также оно приводит к изменению электроэнцефалографических показателей, нарушает биоэлектрическую активность головного мозга с проявлением функциональных изменений в организме уже при шуме 50-60 дБ (А), существенно изменяет биопотенциалы мозга, их динамику, вызывает биохимические изменения в структурах головного мозга.

Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и др. При работах, требующих повышенного внимания, при увеличении уровня звука от 70 до 90 дБ (А) имеет место снижение производительности труда на 20%.

В таблице 3.1 указаны предельные уровни звука в зависимости от категорий тяжести и напряженности труда, являющиеся безопасными в отношении сохранения здоровья и работоспособности. Базовым уровнем является уровень звука 80 дБ (А) как безопасный согласно исследованиям отечественных гигиенистов. Он соответствует нулевому риску потери слуха.

Таблица 3.1 – Оптимальные уровни звука, дБ (А), на рабочих местах для труда разных категорий тяжести и напряженности

Категория напряженности труда	Категория тяжести труда			
	I Легкая	II Средняя	III Тяжелая	IV Очень тяжелая
I Мало напряженный	80	80	75	75
II Умеренно напряженный	70	70	65	65
III Напряженный	60	60	+	+
IV Очень напряженный	50	50	+	+

3.8.2 Требования к шумовым характеристикам рабочих мест

Целью нормирования шумовых характеристик рабочих мест (санитарного нормирования шума) является установление научно обоснованных предельно допустимых величин шума, которые при ежедневном систематическом воздействии в течение всего рабочего дня и в течение многих лет не вызывают существенных заболеваний организма человека и не мешают его нормальной трудовой деятельности.

При нормировании шумовых характеристик рабочих мест, как правило, регламентируется общий шум на рабочем месте независимо от числа источников шума в помещениях и характеристик каждого в отдельности. В условиях производства в большинстве случаев технически трудно снизить шум до очень малых уровней, поэтому при нормировании исходят не из оптимальных (комфортных), а из терпимых условий, т.е. таких, когда вредное действие шума на человека не проявляется или проявляется незначительно. Поэтому санитарное нормирование представляет собой компромисс между гигиеническими требованиями и техническими возможностями на данном этапе развития науки и техники.

Допустимые шумовые характеристики рабочих мест в нашей стране регламентируются ГОСТ 12.1.003-83. Нормируемой шумовой характеристикой рабочих мест при постоянном шуме являются уровни звукового давления L_v дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. В таблице 3.2 приведены примеры видов трудовой деятельности с учетом соответствующей напряженности и рекомендуемые уровни звука.

Требования к допустимым уровням ультразвука на рабочих местах установлены ГОСТ 12.1.001-83. Обычно ультразвуковыми считают колебания с частотой выше 16000 Гц. Однако нормирование начинается с более низких частот, чтобы учесть постепенный переход от ультразвуковых колебаний к звуковым. Источником ультразвука является производственное оборудование, в котором генерируются ультразвуковые колебания для выполнения технологического процесса, и оборудование, при эксплуатации которого ультразвук возникает как сопутствующий фактор.

ГОСТ 12.1.001-83 установлены допустимые уровни звукового давления на рабочих местах в третьоктавных полосах частот, которые не должны превышать 80 и 90 дБ в полосах со среднегеометрическими частотами соответственно 12 500 Гц и 16 000 Гц. 100 и 105 дБ при 20 000 и 25000 Гц и 110 дБ при 31500-100 000 Гц.

Санитарные нормы и правила при работе с оборудованием, создающим ультразвук, передаваемый контактным путем на руки работающих, устанавливают предельно допустимый уровень контактного ультразвука для низкочастотного и высокочастотного диапазона равным 110 дБ.

Достаточно широко в промышленности и на транспорте распространены инфразвук – звуковые колебания в диапазоне частот ниже 16 Гц. В настоящее время действуют гигиенические нормы, устанавливающие предельно допустимые уровни инфразвука на рабочих местах по общему уровню 110 дБ и 105 дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8, 16 Гц, 102 дБ для октавной полосы с частотой 31,5 Гц.

Процедура измерения шума на рабочих местах промышленных предприятий изложена в ГОСТ 20445-75, в котором определены условия проведения измерений, выбор измерительных точек, их число, требования к измерительной аппаратуре и пр. Время оценки шума в производственном помещении – рабочая смена. Продолжительность

измерения шума следует устанавливать в зависимости от характера шума. При непостоянном шуме измеряются эквивалентный уровень звука и максимальный уровень звука в точке измерения в течение полного технологического цикла (если таковой имеется) или в течение половины рабочей смены (4 ч).

Таблица 3.2 – Рекомендуемые уровни звука

Вид трудовой деятельности	Степень напряженности	Рекомендуемые уровни звука, дБ (А)
Разработка концепций, новых программ; творчество, преподавание	IV	40
Труд высших производственных руководителей, связанных с контролем группы людей, выполняющих преимущественно умственную работу	IV	50
Высококвалифицированная умственная работа, требующая сосредоточенности. Труд, связанный исключительно с разговорами по средствам связи	III	55
Умственная работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами; работа, требующая постоянного ¹ слухового контроля, высокоточная категория зрительных работ ²	III	60
Умственная работа по точному графику с инструкцией (операторская), точная категория зрительных работ ²	II	65
Физическая работа, связанная с точностью, сосредоточенностью или периодическим слуховым контролем	II	80
¹ Более 50% рабочего времени ² По СНиП II – 4-79		

При прерывистом шуме измеряются уровни звука в пределах каждой ступени шума, а также в паузах между ними. Методика измерения ультразвука на рабочих местах персонала, обслуживающего установки, излучающие ультразвук, или подвергающегося его воздействию, определена ГОСТ 12.4.077-79. Измеряются третьоктавные уровни звукового давления со среднегеометрическими частотами 12500, 16000, 20000, 25000, 31500, 40000, 6 000, 80000 и 100000 Гц.

3.8.3 Акустические характеристики помещений

По акустическим свойствам все помещения в зависимости от соотношения их размеров (высоты H , ширины G , длины D), могут быть разбиты на три группы:

- соразмерные, у которых отношение наибольшего размера к наименьшему не более 5;
- плоские, у которых $D/H > 5$; $G/H \gg 4$;
- длинные, у которых $D/H > 5$; $G/H < 4$.

Если помещение не прямоугольное, то в расчете используют усредненные размеры H , D , G .

Акустическими характеристиками помещений являются наименование группы, к которой оно относится в зависимости от соотношения размеров.

Октавные уровни звукового давления L , дБ, в расчетных точках соразмерных помещений, в которых находится один источник шума, определяются по формуле

$$L = L_p + 10 \lg (\Pi + 4/V), \quad (3.7)$$

где Π – вклад прямого звука;
 V – постоянная помещения, м^2 .

Октавные уровни звукового давления в расчетных точках плоских помещений, в которых находится один источник шума, определяются по формуле

$$L = L_p + 10 \lg \left[\Pi + \frac{1 - \alpha}{H \cdot (r + H)} \cdot J(\alpha, \rho) \right], \quad (3.8)$$

где α – средний коэффициент звукопоглощения в помещении;
 H – высота помещения, м;

$J(\alpha, \rho)$ – функция, описывающая поле отраженного звука в несоразмерных помещениях и определяемая по формуле

$$J(\alpha, \rho) = \frac{0,1}{(\alpha + \rho^2 \cdot e^{0,65\rho})}, \quad (3.9)$$

или по графику в зависимости от коэффициента звукопоглощения α и приведенного расстояния ρ ;

$\rho = a \cdot r / l$ – приведенное расстояние, где a – показатель звукопоглощения в помещении, l – средняя длина свободного пробега звуковых лучей, м [5].

Октавные уровни звукового давления в расчетных точках длинных помещений, в которых находится один источник шума, определяются по формуле

$$L = L_p + 10 \lg \left[\Pi + \frac{1 - \alpha}{H \cdot G} \cdot \frac{r + G}{r + H} \cdot J(\alpha, \rho) \right], \quad (3.10)$$

где G – ширина помещения, м.

Если источник расположен у не облицованной звукопоглощающими материалами торцевой стены длинного помещения на расстоянии, меньшем l , то к рассчитанному значению L прибавляется 3 дБ.

3.8.4 Снижение шума методами звукоизоляции

Фактическая звукоизоляция ограждениями должна обеспечивать снижение шума на рабочих местах до уровней, допустимых по нормам во всех октавных полосах со средними геометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Требуемое для этого значение звукоизоляции R_{Ti} рассчитывается отдельно для каждой ограждающей конструкции или для каждого типа конструкции и для каждой из указанных частотных полос по следующим формулам:

1. При распространении шума из свободного пространства (с территории предприятия) в изолируемое помещение

$$R_{Ti} = L_i - L_d - 10 \lg (B_n / B_0) + 10 \lg (S_i / S_0) + 10 \lg m + 6, \quad (3.11)$$

где R_{Ti} – требуемая звукоизоляция i -й ограждающей конструкцией в данной октавной полосе, дБ;

L_i – октавный уровень звукового давления в точке A_i , расположенной на расстоянии 2 м от центра i -й ограждающей конструкции, от n источников шума, дБ;

L_D – допустимый по нормам октавный уровень звукового давления в расчетной точке, дБ;

B_u – постоянная изолируемого помещения, m^2 , для каждой октавной полосы;

$$B_o = 1 m^2;$$

S_i – площадь i -й ограждающей конструкции изолируемого помещения, m^2 ;

$S_o = 1 m^2$; m – число ограждающих конструкций, через которые шум проникает в изолируемое помещение.

Октавный уровень звукового давления в точке A_i от k -го источника шума, дБ

$$L_{ki} = L_{Pk} - 15 \lg(r_{ki}/r_0) - \beta_\alpha \cdot r_{ki}/1000 - 8, \quad (3.12)$$

где L_{Pk} – октавный уровень звуковой мощности k -го источника шума, дБ;

r_{ki} – расстояние от акустического центра k -го источника шума до точки A_i , м;

$$r_0 = 1 m;$$

β_α – коэффициент поглощения звука в воздухе, дБ/км.

2. При распространении шума из помещения с источниками шума в свободное пространство (на территорию предприятия)

$$R_{Ti} = L_P - L_D - 10 \lg(B_u / B_o) - 10 \lg(S_i / S_o) - 15 \lg(r_i / r_0) + 10 \lg m - 5, \quad (3.13)$$

где L_P – суммарный октавный уровень звуковой мощности всех n источников шума, дБ;

B_u – постоянная шумного помещения, m^2 ;

r – расстояние от центра i -й ограждающей конструкции до расчетной точки, м.

3. При передаче шума из помещения с источниками шума в смежное изолируемое помещение

$$R_{Ti} = L_P - L_D - 10 \lg(B_u / B_o) - 10 \lg(B_i / B_o) - 10 \lg(S_i / S_o) + 10 \lg m + 6, \quad (3.14)$$

где R_{Ti} – требуемая звукоизоляция однотипными i -ми ограждающими конструкциями в данной октавной полосе частот, дБ;

S_i – общая площадь однотипных i -х ограждающих конструкций изолируемого помещения, m^2 (например, общая площадь глухой части стены, суммарная площадь окон и т.д.);

m – число разнотипных ограждающих конструкций, через которые шум проникает в изолируемое помещение.

3.8.5 Звукоизоляция щелями и отверстиями

Щели и отверстия приводят к значительному снижению звукоизоляции конструкциями. Особенность передачи звука через ограждения с малыми щелями и отверстиями состоит в том, что через такие ограждения в ряде случаев передается часть звуковой энергии, которая существенно больше, чем часть, соответствующая отношению площади отверстия к площади остального ограждения. Большая передача объясняется дифракцией звука и резонансными колебаниями объема воздуха, заключенного в щели или отверстия. В результате коэффициенты звукопроницаемости щели или отверстия могут быть больше единицы, а значения их звукоизоляции отрицательны.

При частотах $f < c/[6 \cdot (l + 2 \Delta l)]$ коэффициенты звукопроницаемости щели и отверстия вычисляются по формулам

$$\tau_{щ} = \left(\frac{2}{\alpha} \right) \cdot [m^2 \cdot (\gamma + \varepsilon)^2 + 1]^{-1}; \quad (3.15)$$

$$\tau_0 = \left[\left(\frac{n}{4} \right)^2 \cdot \left(\eta + \frac{\pi}{2} \right)^2 + \beta^2 \right]^{-1}, \quad (3.16)$$

где c – скорость звука в воздухе;

$\alpha = \pi b/\lambda$;

b – ширина щели;

λ – длина звуковой волны в воздухе;

$m = 1$ для щели в середине ограждения, $m = 0,5$ для щели по краю ограждения;

$\gamma = l/b$;

l – глубина щели или отверстия;

$\varepsilon_{щ} = 2\Delta l/b = 0,368 \cdot 4 \lg (4/\alpha) - 1$;

$2\Delta l$ – концевая поправка, учитывающая присоединенный объем воздуха у обеих сторон щели или отверстия, связанный при колеба-

ниях с воздухом соответственно щели или отверстия; $n = 2$ для отверстия в середине ограждения;

$n = 1$ для отверстия у края ограждения, $n = 0,5$ для отверстия в углу;

$$\eta = l/r;$$

r – радиус отверстия.

При частотах $f > c/[6(l + 2 \Delta l)]$ усредненные в полосах частот значения звукопроницаемости щели и отверстия равны

$$\tau_{щ} = \left(\frac{4\alpha}{m^2}\right) \cdot \alpha_1 \cdot \left[\frac{1}{\alpha_1} + \left(\frac{\alpha}{m^2}\right) \cdot (1 + \alpha_1)\right]^{-1}; \quad (3.17)$$

$$\tau_0 = 32 \left(\frac{\beta}{n}\right)^2 \alpha_2 \left[\frac{1}{\alpha_2} + \left(\frac{4\beta^2}{n}\right)^2 \cdot (1 + \alpha_2)\right]^{-1}, \quad (3.18)$$

$$\alpha_1 = 2 \cos^2\left(\alpha \varepsilon_{щ}\right); \quad \alpha_2 = 2 \cos^2\left(\frac{\pi \beta}{2}\right).$$

Из приведенных формул следует, что в указанной области частот звукопроницаемость щели не зависит от ее глубины.

Звукоизоляцию ограждением с щелью или отверстием определяют по формуле

$$R = R_0 - 10 \lg \left\{ 1 + \left[\frac{S_{щ}}{S_0} + S \right] \cdot \left[10^{0.1(R_0 - R_{щ})} - 1 \right] \right\}, \quad (3.19)$$

где R_0 и $R_{щ}$ – звукоизоляция глухой частью ограждения и щелью (отверстием);

S_0 и $S_{щ}$ – площади глухой части ограждения и щели (отверстия).

Отверстия и щели оказывают тем большее влияние на звукоизоляцию ограждением, чем выше его собственная звукоизоляция R_0 . Если диаметр отверстия или ширина щели больше длины звуковой волны, то прошедшая через них звуковая энергия пропорциональна площади соответственно отверстия или щели.

3.8.6 Изоляция шума многослойными ограждениями

Повышение звукоизоляции однослойными ограждениями достигается главным образом путем увеличения их массы. Однако даже удвоение массы такого ограждения приводит к росту звукоизоляции лишь на 5-6 дБ. Более эффективный способ повышения звукоизоляции – применение многослойных ограждений. Под последними подразумеваются конструкции, составленные из нескольких жестких и упругих слоев. Упругим слоем является и воздушная прослойка. В последнем случае при достаточно большом расстоянии между составляющими плитами и отсутствии косвенных путей передачи звука звукоизоляция приближается в пределе к значению, равному сумме значений звукоизоляции составляющими плитами.

Двойные ограждения без жесткой связи по контуру

Расчетную модель таких ограждений обычно принимают в виде двух неограниченных по протяженности плит, связанных упругим слоем. Если скорость продольных волн в слое $c_n < c/3$, то роль продольных связей, воспринимающих усилия сдвига, мала, и при расчетах звукоизоляции можно ограничиться рассмотрением плит с упругими поперечными связями, реакция которых пропорциональна разности смещений составляющих плит.

Если длина продольной волны в слое больше шестикратной толщины ограждения, то волновыми процессами в слое можно пренебречь и представить его в виде системы поперечных упругих связей (пружин), непрерывно и равномерно распределенных по поверхности плит. Тогда при частотах ниже граничных для этих плит двойное ограждение представляет собой двухмассовую колебательную систему: масса 1 м^2 первой плиты – жесткость поперечных связей, распределенных на площади 1 м^2 , – масса 1 м^2 второй плиты. Частота собственных колебаний этой системы

$$f_p = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m_1} + \frac{K}{m_2}}. \quad (3.20)$$

При частоте колебаний f_p наблюдается наибольшее прохождение звука через двойное ограждение. Двойные ограждения следует про-

ектировать таким образом, чтобы частота f_p лежала вне области частот с нормируемой звукоизоляцией, т.е. ниже 63 Гц. В частности, для двойных ограждений с воздушным промежутком наименьшее допустимое расстояние между плитами, м, найденное из этого условия

$$d_{\min} = 0,9 \sqrt{\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}}. \quad (3.21)$$

Если плиты изготовлены из одного материала, то оптимальными являются соотношения толщин плит $h_2 = (2 - 4) h_1$. Однако наибольший звукоизоляционный эффект достигается при $m_1 = m_2$ и $D/D \ll 1$. Практически достаточно, чтобы цилиндрические жесткости плит отличались друг от друга в 6-7 раз. Подобные конструкции изготавливаются из материалов с разными плотностями, что позволяет при неодинаковых толщинах получать одинаковые массы составляющих плит.

Дополнительное повышение звукоизоляции двойным ограждением из плит одинаковой массы, но с различными цилиндрическими жесткостями, составляет при $f > f_{zp}$ около 10 дБ. Таким образом, тонкие плиты двойных ограждений, например, стекла при общей толщине остекления до 10-14 мм следует изготавливать одинаковыми, а толстые плиты (двойные стены) – разными.

При отсутствии упругого материала между плитами двойного ограждения звуковые волны распространяются в воздушном промежутке под всевозможными углами. В связи с этим дополнительная звукоизоляция на частотах $f < c/6d$ растет только на 6 дБ, а на 12 дБ при удвоении частоты и на 4 дБ – при удвоении толщины воздушного промежутка между плитами d . При частотах $f > c/6d$ звукоизоляция не зависит от толщины воздушного промежутка. Приведенные выше формулы звукоизоляции справедливы при отсутствии жесткой связи между плитами двойного ограждения по контуру.

Двойные ограждения типа «сэндвич»

Такие конструкции состоят из двух тонких плит, связанных упругим промежуточным слоем-сердцевинной. Отличительной особенностью ограждений типа «сэндвич» является сочетание высокой жесткости при изгибе и звукоизоляции, подчиненной закону массы в

широком диапазоне частот. Этим требованиям данные ограждения удовлетворяют благодаря достаточно большой жесткости при сдвиге сердцевины и высокой граничной частоте.

Повышения граничной частоты «сэндвича» следует добиваться не только уменьшением толщины наружных плит, но и уменьшением жесткости сердцевины при сдвиге для того чтобы иметь возможно большую массу всей конструкции. В то же время жесткость сердцевины при сдвиге не должна быть слишком малой, чтобы значительно не снижать жесткость конструкции «сэндвича» при изгибе. Во всех случаях целесообразно задавать α^2 не менее 0,1, поскольку при меньших значениях α^2 граничная частота f_{cp} практически уже не повышается, и звукоизоляция в области действия закона массы дополнительно не увеличивается.

Дополнительным требованием является отсутствие в рассматриваемом диапазоне резонансных частот симметричных колебаний.

Расчет фактической звукоизоляции в дБ (А)

Для ориентировочной оценки звукоизоляции многослойными ограждениями ее значение выражается в дБ (А), которое вычисляется по формулам:

1. Для ограждения, составленного из двух одинаковых плоских плит с воздушным промежутком между ними

$$R_A = 22 \lg \left(\frac{m_n}{m_0} \right) - 3, \quad (3.22)$$

где m_n – масса 1 м² одной плиты из бетона, железобетона, шлакобетона, кирпича, газо-пенбетона и подобных материалов, кг.

2. Для двойного глухого окна из стекол одинаковой толщины

$$R'_A = R_A + \Delta R'_A, \quad (3.23)$$

где R_A – звукоизоляция дБ (А) одинарным глухим окном, $\Delta R'_A$ – дополнительная звукоизоляция дБ (А) двойным глухим окном

$$R'_A = 2,51 \lg \left(\frac{hd^2}{h_0^3} \right) - 6, \quad (3.24)$$

где h – толщина стекла, мм;

$h_0 = 1$ мм;

d – толщина воздушного промежутка между стеклами, мм.

3.8.7 Звукоизолирующие кожухи

Звукоизолирующие кожухи, как правило, являются наиболее эффективным средством уменьшения шума от оборудования и позволяют значительно снизить шум в непосредственной близости к источнику. Кожухи могут быть съемными или разборными, иметь смотровые окна, открывающиеся двери, а также проемы для ввода коммуникаций. Кожухи выполняются из стали, дюралюминия и других материалов. Внутренние поверхности стенок кожухов следует облицовывать звукопоглощающим материалом толщиной не менее 50 мм. Звукоизолирующие кожухи устанавливаются на упругих прокладках, не допуская жесткой связи элементов кожуха с изолируемым оборудованием или его фундаментом. Отверстия для циркуляции воздуха или прохода коммуникаций должны быть снабжены щелевыми глушителями длиной 0,5-1,0 м с шириной щели 20-40 мм при ее двусторонней облицовке звукопоглощающим материалом и 10-20 мм при односторонней облицовке.

Требуемая звукоизоляция кожухом определяется по следующим формулам:

1. При устройстве кожуха для защиты от шума оборудования, расположенного в открытом пространстве:

$$R = L_p - L_d - 15 \lg \left(\frac{r}{r_0} \right) - \frac{\beta_a \cdot r}{1000} - 10 \lg \alpha - 3, \quad (3.25)$$

где L_p – октавный уровень звуковой мощности источника шума, дБ;
 r – расстояние от акустического центра источника шума до расчетной точки, м;

$r_0 = 1$ м;

β_a – коэффициент поглощения звука в воздухе, дБ/км;

α – средний коэффициент звукопоглощения внутренних поверхностей кожуха.

2. При устройстве кожуха для защиты от шума оборудования, расположенного в помещении,

$$R = L_p - L_d + 10 \lg \left(\frac{r_0^2}{2\pi r^2} + \frac{B_0}{4B_{II}} \right) - 10 \lg \alpha + 5, \quad (3.26)$$

где B_{II} – постоянная изолируемого помещения, м²;

$$B_0 = 1 \text{ м}^2.$$

При отсутствии внутренней звукопоглощающей облицовки кожуха член $10 \lg \alpha$ в формулах (3.25) и (3.26) следует заменить на $10 \lg(S_{ист}/S_K)$,

где $S_{ист}$ – площадь поверхности источника; S_K – площадь поверхности кожуха.

Акустическая эффективность кожуха, под которой понимается снижение уровня звукового давления в помещении после установки кожуха,

$$\Delta L = R + 10 \lg \alpha, \quad (3.27)$$

или приближенно

$$\Delta L = R_0 + 5 \lg[\alpha^2/(1-\alpha)], \quad (3.28)$$

где R – звукоизоляция кожухом.

Акустический эффект установки или звукоизоляция кожуха – снижение уровня звуковой мощности, шума, излучаемого источником в окружающее пространство в результате установки кожуха на данный источник. Схемы звукоизолирующих кожухов представлены на рисунке 3.3. Для облицовки кожуха следует использовать такие ЗПМ, как минераловатные плиты, маты из супертонкого стекловолокна или базальтового волокна толщиной не менее 30-50 мм. Слой материала должен быть закрыт стеклотканью типа ЭЗ-100 и перфорированным металлическим листом (коэффициент перфорации не менее 20%) или сеткой.

Для облицовки кожуха следует использовать такие ЗПМ, как минераловатные плиты, маты из супертонкого стекловолокна или базальтового волокна и других материалов, толщиной не менее 30-50 мм. Слой материала должен быть закрыт стеклотканью типа ЭЗ-100 и перфорированным металлическим листом (коэффициент перфорации не менее 20%) или сеткой.

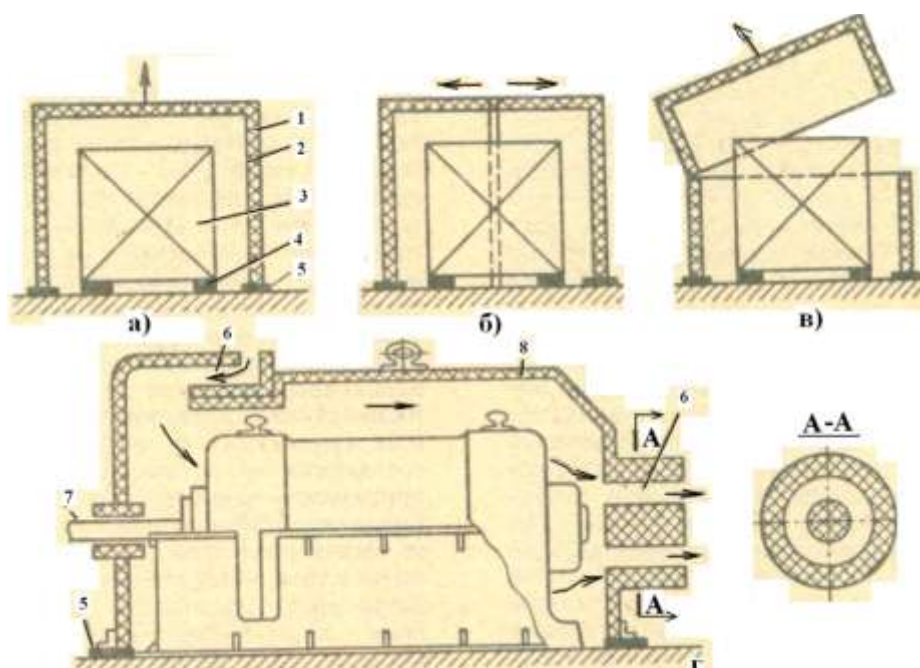


Рисунок 3.3 – Схемы звукоизолирующих кожухов:

а – съемного; б – раздвижного; в – капотного типа; г – неоднородной конструкции;
 1 – стенка кожуха; 2 – звукопоглощающая облицовка; 3 – машина; 4 – вибро-
 изолирующие опоры машины; 5 – виброизолирующие прокладки; 6 – глушители
 в отверстиях для циркуляции воздуха; 7 – глушитель в отверстии для провода;
 8 – перфорированный лист или сетка

3.8.8 Термозвукоизолирующие покрытия

Для этой цели можно применять термозвукоизол (ТЗИ), который представляет собой трехслойный прошивной материал, состоящий из стекловолокнистого холстопрошивного полотна-наполнителя с двусторонней защитной оболочкой из нетканого полипропиленового материала, позволяющего полностью исключить проникновение стекловолокон и стеклянной пыли в окружающую среду. ТЗИ зарегистрирован как российское изобретение, сертифицирован Минстроем России, имеет медицинский и пожарный сертификаты, результаты официальных исследований теплофизических и акустических свойств.

Промышленное производство ТЗИ организовано согласно ТУ6-48-97-93 в 1997 г. на заводе ОАО «Судогодское стекловолокно». В стандартном исполнении ТЗИ выпускается в виде прошивных матов шириной 1,7 м, длиной 10 м и лент ТЗИ шириной 0,13 м, длиной 5 м. За счет увеличения количества внутренних слоев изделия ТЗИ могут иметь толщину, кратную 5 мм. Температурный режим использования ТЗИ для температуры изолируемой поверхности – от -100°C

до +140°C. Наряду с ТЗИ выпускается «ТЗИ-Базальт» – «ТЗИ-Б» по ТУ36-16-22-71-95, где в качестве наполнителя используется базальтовое супертонкое штапельное волокно, которое находится в оболочке из базальтовой конструкционной ткани, прошитой базальтовой нитью. Предлагаемые базальтовые маты могут эксплуатироваться длительное время без разрушения в качестве теплоизоляции термонагруженных агрегатов при температуре до +700°C. Они не накапливают радиацию, химически стойки по отношению к агрессивным средам, паростойчивы. Свойства ТЗИ представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Свойства термозвукоизола (ТЗИ)

Характеристики ТЗИ в сухом состоянии			Расчетная влажность в процентах		Расчетные коэффициенты, при условиях эксплуатации А и Б*		
Материал	Плотность кг/м ³	Коэфф. теплопроводности Вт/м °С	А	Б	Теплопроводность Вт/м°С		Паропроницаемость мг/м ч
					А	Б	А, Б
«Термозвукоизол» ТЗИ от 0,005 до 0,01м.	136	0,039	2	5	0,04	0,05	0,51
«Термозвукоизол-Базальт» (ТЗИ-Б) толщина 0,01 м	175	0,039	2	5	0,04	0,05	0,50

Таким образом, полученные результаты соответствуют значениям приведенным в ТУ 36.16.22-71-95 на материал «Термозвукоизол» и характеризуются более эффективными теплотехническими показателями применительно к теплоизоляционным МВП, выпускаемым ОАО «Мостермостекло» по ТУ 5762-010-04001485-96, а также данным приведенным в ГОСТ 9573-96, СН и П 2.04.14-88 и СН и П П-3-79 Г. 1998 г. Существенным преимуществом ТЗИ как утеплителя является его малая гигроскопичность и высокая паропроницаемость, которая позволяет обеспечить благоприятный влажностный

режим ограждений и создать комфортные условия помещений. Срок эксплуатации и хранения не ограничен. «Термозвукоизол-Базальт (ТЗИ-Б)» является уникальным материалом для ограждения высоко-температурных поверхностей [28].

На основании анализа литературных и нормативных источников было выведено и принято следующее уравнение для расчета температуры наружной поверхности теплоизоляции в зависимости от факторов:

- температура поверхности теплоизоляции;
- температура внутреннего воздуха в помещении;
- температура наружной поверхности;
- коэффициент теплообмена;
- коэффициент теплопроводности теплоизоляции в конструкции.

Один слой ТЗИ (5 мм) снижает температуру на поверхности с 90°С до 62,5°С на поверхности ТЗИ, что выше допустимой нормы в 50° С. Однако, например, уже при 2-слойном ТЗИ (10 мм) температура поверхности теплоизоляции снижается до 30°С, что не превышает норму. Результаты измерений по определению акустических параметров ТЗИ представлены в таблице 3.4.

Коэффициенты звукопоглощения в диапазоне частот 250-2000 Гц до 0,7-0,85. Слой ТЗИ толщиной 5 мм обеспечивает снижение уровней ударного шума до 22 дБА (в 13 раз). Подобную виброизоляцию обеспечивает слой пенополистирола толщиной 35 мм. В автомобильной промышленности ТЗИ рекомендуется применять в качестве заполнителя для звукоизоляции и снижения шума в кабинах (салонах).

Таблица 3.4 – Определение коэффициента звукопоглощения при нормальном падении звука

Объект измерений	Коэффициент звукопоглощения в октавных полосах частот, Гц						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Термозвукоизол толщиной 5 мм	0,13	0,11	0,13	0,17	0,62	0,86	-

Коэффициенты звукопоглощения в диапазоне частот 250-2000 Гц до 0,7-0,85. Слой ТЗИ толщиной 5 мм обеспечивает снижение уровней ударного шума до 22 дБА (в 13 раз). Подобную виброизоляцию обеспечивает слой пенополистирола толщиной 35 мм. В автомобильной промышленности ТЗИ рекомендуется применять в качестве заполнителя для звукоизоляции и снижения шума в кабинах (салонах).

Вопросы для самопроверки

1. Перечислить машины, развивающие периодические нагрузки, подразделяющиеся на машины с конструктивно неуравновешенными движущимися частями и машины с конструктивно уравновешенными движущимися частями.
2. В каких случаях должны применяться средства защиты от общей вибрации?
3. Типы виброзащитных средств.
4. Оценка ожидаемой амплитуды виброперемещения при распространении вибрации по грунту от фундаментов машин-источников вибрации на произвольное расстояние.
5. Рассчитать допустимое расстояние, при котором колебания грунта вызывают колебания фундаментов и рабочих мест с уровнями, не превышающими значений, установленных действующими нормами.
6. Расчет резиновых виброизоляторов.
7. Расчет виброизоляции рабочих мест.
8. Расчет вибродемпфирующих покрытий.
9. Что такое шум, в чем вредность его воздействия на человека?
10. В каких единицах измеряется шум? Какова его физическая сущность?
11. Для чего необходимо знать характеристику шума по отдельным частотам?
12. По каким документам нормируется шум?
13. Что такое звуковое давление?
14. Охарактеризуйте порог слышимости и болевой порог.
15. Чем характеризуются звукоизолирующие свойства экранов?
16. Как измеряется шум в кабине трактора?
17. Перечислить источниками шума на предприятиях.
18. Классификация средств защиты от шума.
19. Шум и методы его снижения до допустимых пределов на объектах.
20. Методика оценки воздействия производственного шума с целью сохранения слуха.
21. Воздействие шума на вегетативную нервную систему.
22. Воздействие шума на центральную нервную систему.

23. Рекомендуемые предельные уровни звука в зависимости от категорий тяжести и напряженности труда, являющиеся безопасными в отношении сохранения здоровья и работоспособности.

24. Требования к шумовым характеристикам рабочих мест.

25. Требования к допустимым уровням ультразвука на рабочих местах.

26. Процедура измерения шума на рабочих местах промышленных предприятий.

27. Акустические характеристики помещений.

28. Снижение шума методами звукоизоляции.

29. Звукоизоляция щелями и отверстиями.

30. Двойные ограждения без жесткой связи по контуру.

31. Двойные ограждения типа «сэндвич».

32. Расчет фактической звукоизоляции в дБ (А).

33. Звукоизолирующие кожухи.

34. Термозвукоизолирующие покрытия.

4 ЗАЩИТА ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

В машиностроении источниками электромагнитных полей (ЭМП) являются:

- индукторы;
- трансформаторы;
- антенны;
- конденсаторы термических установок с ламповыми генераторами;
- фидерные линии, соединяющие отдельные части генераторов;
- фланцевые соединения волновых трактов;
- открытые концы волноводов;
- генераторы СВЧ.

При работе с легко электризующимися материалами и изделиями, при эксплуатации высоковольтных установок постоянного тока образуются электростатические поля. Источниками постоянных магнитных полей могут быть электромагниты, соленоиды, импульсные установки полупериодного или конденсаторного типа, литые и металлокерамические магниты. Уровни электрических полей промышленной частоты, электромагнитных полей радиочастот и электростатических полей регламентированы соответственно ГОСТ 12.1.002-84, ГОСТ 12.1.006-84 и ГОСТ 12.1.045-84.

Электромагнитное поле в материальной среде имеет зоны индукции и излучения. В зоне индукции ЭМП зависит от типа источника излучения и может быть преимущественно электрическим (например, для штыревой антенны или высоковольтной передающей линии) и магнитным (например, для обычных катушек, различных антенн, трансформаторов). При увеличении расстояния от источника импеданс Z^E уменьшается, а импеданс $Z_{\text{в}}$ растет, так что в зоне излучения (ЭМП имеет характер плоской волны) импеданс $Z^E = Z_{\text{в}} = Z_*$.

4.1 Классификация средств защиты от электромагнитных полей

Средства защиты от ЭМП можно условно разделить на три группы:

- организационные (создают условия работы и отдыха, при которых удается снизить до минимума время нахождения людей под

облучением и предотвратить их попадание в зоны с высокой плотностью потока энергии);

- лечебно-профилактические (направлены на повышение сопротивляемости организма к воздействию ЭМП и лечение);

- инженерно-технические (направлены на снижение уровня ЭМП до допустимых значений).

Классификация защитных методов и средств защиты от электромагнитных излучений представлена на рисунке 4.1.

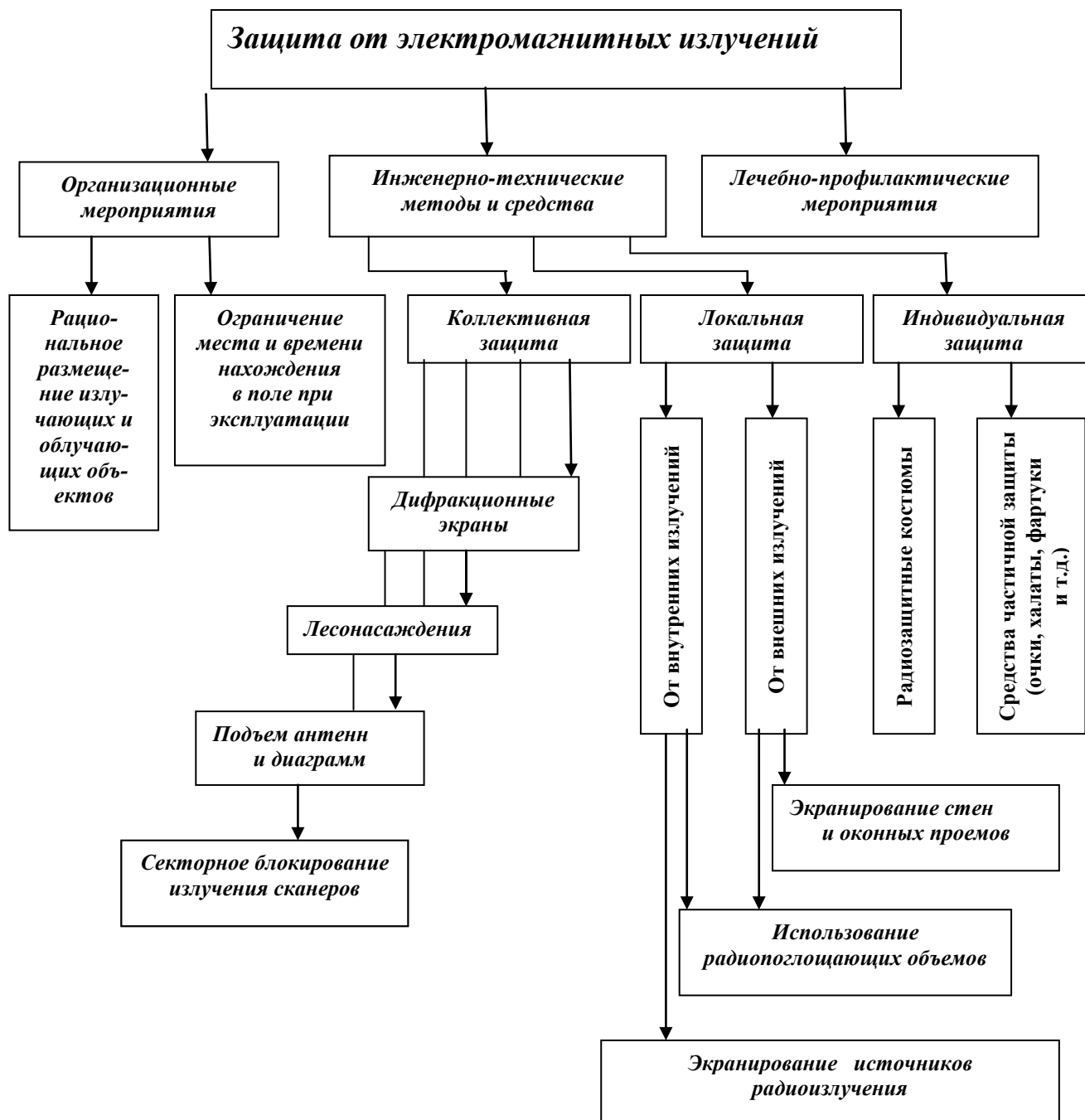


Рисунок 4.1 – Классификация защитных методов и средств экранирования электромагнитных полей

4.2 Экранирование электромагнитных полей

Эффективность экранирования определяется структурой ЭМП (магнитные, электрические, плоская волна, поперечные волны ТЕ, ТМ и т.д.), зависящей от конфигурации и расположения источников, и конструкцией экрана (его конфигурацией, толщиной, степенью герметичности, материалом).

Степень влияния конфигурации, расположения источников, конструкции экрана и других факторов на эффективность экранирования изучена недостаточно. Теоретические соотношения были проверены в экспериментальных условиях. В сложных условиях окончательный вывод об эффективности экранирования можно получить только на основании экспериментальных данных. Наиболее распространен способ оценки эффективности экранирования с помощью функций экранирования T и обратного действия R .

Плоский экран. Для гармонической волны, падающей с одной стороны из среды на защитное устройство, представляющее собой плоский экран бесконечной длины, ограниченный с другой стороны средой, причем импедансы сред соответственно равны Z_1 , Z_2 , Z_3 , волновое поле в среде на длине h затухает по экспоненциальному закону. В этом случае эффективность экранирования (дБ) может быть представлена следующими суммами:

$$e = e_\delta + e_k + e_h = e_k + e_z, \quad (4.1)$$

где e_δ – эффективность экранирования за счет затухания волн в материале экрана;

e_r и e_h – вклад в эффективность экранирования соответственно за счет отражения волн на границе раздела сред при многократных отражениях волн внутри экрана;

e_k и e_z – вклад в эффективность экранирования, связанный соответственно с потерями волновой энергии в материале экрана и с несоответствием импедансов материала экрана и среды, в которой он установлен.

Экранирование оболочками. Конструкция замкнутого экрана (оболочки), ее размеры и форма обычно определяются экранируемым объектом. При экранировании постоянных и низкочастотных ЭМП толстостенными или тонкостенными оболочками (под диаметром D

оболочки понимают наибольшее расстояние между ее точками) наиболее распространенных типов (сферической и круговой цилиндрической) функции экранирования и обратного действия для составляющих магнитной напряженности определяют по данным таблицы 6.3 [17]. При экранировании низкочастотных ЭМП толстостенными оболочками функции экранирования и обратного действия определяют по формулам [17]. При экранировании высокочастотных ЭМП тонкостенными оболочками и оболочками конечной толщины функции экранирования и обратного действия в общем виде можно определить по данным формул (6.18)-(6.21) [17].

Для защитных экранов из магнитных материалов эффективность экранирования при $|kh| \ll 1$ мало зависит от частоты и ее можно определить по формуле

$$e \approx 20 \lg(1 + 0,5\mu \cdot h/m \cdot a). \quad (4.2)$$

Негерметичные экраны. При наличии в экране для радиоэлектронной аппаратуры отверстий или щелей, возникающих вследствие несовершенства его конструкции, эффективность экранирования определяют по эмпирической формуле

$$e = 10 \lg \left\| \frac{\sqrt{2} \cdot Z_1}{Z_2} \right\| + A + 8,686 \cdot B. \quad (4.3)$$

Здесь импеданс $Z_1 = Z^E$ при экранировании электрического поля; $Z_1 = Z^H$ при экранировании магнитного поля.

4.3 Материалы для защитных экранов

Для защиты от ЭМП обычно применяют металлические листы, которые обеспечивают быстрое затухание поля в материале. Однако во многих случаях экономически выгодно вместо металлического экрана применять другие материалы, эффективность использования которых рассмотрена ниже.

Проволочные сетки. Эффективность экранирования электрического поля при использовании сеток [17].

$$e = 10 \lg |Ze / Z| + A + 8,686C', \quad (4.4)$$

где $C' = \pi d / (s - d)$;

$Z = l / \delta h_*$;

эквивалентная толщина сетки $h_* = \pi d^2 / 4S$.

Фольговые материалы. В сортамент фольговых материалов толщиной 0,01-0,05 мм входят в основном диамагнитные материалы - алюминий, латунь, цинк. Расчет эффективности экранирования фольговых материалов проводится по формулам для тонких материалов. При наличии негерметичности эффективность экранирования электрического поля

$$e = 10 \lg |Z^E / Z| + A + 11,9, \quad (4.5)$$

где $Z = l / \delta h$ [17].

Токопроводящие краски. Такие краски создают на основе пленкообразующего материала с добавлением проводящих составляющих, пластификатора, отвердителя. В качестве токопроводящих элементов используют коллоидное серебро, графит, сажу, окислы металлов, порошки меди, алюминия. Эффективность экранирования при использовании токопроводящих красок определяют по формулам для тонких материалов.

Материалы с металлизированной поверхностью. Эффективность экранирования можно определить по формуле (4.5) при $Z = q / \sigma q$, где q и Q – соответственно плотность исходного материала, кг/м³, и удельный расход металла, кг/м². Средняя эффективность экранирования металлизированной цинком поверхности с погрешностью ± 10 дБ может быть рассчитана по эмпирической формуле $e \approx 97 + 5 \lg Q - 20 \lg f$, f – частота в МГц.

Радиопоглощающие материалы. Их изготавливают в виде эластичных и жестких пенопластов, тонких листов, рыхлой сыпучей массы для заливочных компаундов. В последнее время все большее распространение получают керамико-металлические композиции.

Многослойные материалы. Экраны из таких материалов обычно состоят из последовательно чередующихся немагнитных или магнитных слоев. На границе слоев, составленных из металлов, осуществляется многократное отражение волн, что обуславливает высокую эффективность экранирования.

Функцию экранирования для экрана с любым числом слоев любой толщины можно найти с помощью матрицы

$$T = \begin{pmatrix} t_{11}t_{12} \\ t_{21}t_{22} \end{pmatrix}. \quad (4.6)$$

Перфорированные материалы. Эффективность экранирования ими можно определить по формуле (4.3), в правую часть которой следует добавить слагаемое $E = 40lg(a - D)/a$. Формула будет справедлива при $a > D$ и $k_1l < 2$, при этом размер щели $l > D$. При размере щели $l < D$ в формулу вместо l подставляют диаметр отверстия D .

Сотовые решетки. Эффективность экранирования сотовыми решетками зависит вплоть до сантиметрового диапазона от отношения глубины к ширине ячейки.

Ориентировочно эффективность

$$e \approx 27M_m + 20 \lg n, \quad (4.7)$$

где l и l_m – соответственно глубина и максимальный поперечный размер ячейки сотовой решетки;

n – число ячеек.

Эффективность экранирования определяется самым низким значением эффективности одного из узлов экрана. Отсутствие в таблице цифровых значений для отдельных устройств означает, что рассматриваемый вариант не рекомендуется или является нереализуемым.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислить источники электромагнитных полей.
2. Перечислить источники постоянных магнитных полей.
3. Где регламентированы уровни электрических полей промышленной частоты, электромагнитных полей радиочастот и электростатических полей?
4. Классификация защитных методов и средств экранирования электромагнитных полей.
5. Экранирование электромагнитных полей.
6. Степень влияния конфигурации, расположения источников, конструкции экрана и других факторов на эффективность экранирования.
7. Привести расчеты эффективности экранирования плоскими экранами.

8. Привести расчеты эффективности экранирования высокочастотных ЭМП тонкостенными оболочками.
9. Привести расчеты эффективности экранирования низкочастотных ЭМП толстостенными оболочками.
10. Привести расчеты эффективности экранирования негерметичными экранами.
11. Привести расчеты эффективности экранирования электрического поля при использовании сеток.
12. Привести расчеты эффективности экранирования фольговыми материалами.
13. Привести расчеты эффективности экранирования токопроводящими красками.
14. Привести расчеты эффективности экранирования материалами с металлизированной поверхностью.
15. Привести расчеты эффективности экранирования радиопоглощающими материалами.
16. Привести расчеты эффективности экранирования многослойными материалами.
17. Привести расчеты эффективности экранирования сотовыми решетками.
18. Привести расчеты эффективности экранирования перфорированными материалами.

5 ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Электробезопасность обеспечивается конструкцией электроустановок, организационными и техническими мероприятиями, техническими способами и средствами защиты. Требования электробезопасности к конструкции электроустановок указаны в Правилах устройства электроустановок (ПУЭ) и в стандартах и ТУ на соответствующие изделия.

Организационные и технические мероприятия по обеспечению безопасности при эксплуатации электроустановок указаны в Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей, а также в Правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

Технические способы и средства обеспечения электробезопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.019-79* разделены на две группы: обеспечивающие защиту от случайного прикосновения к токоведущим частям и защищающие от поражения током при прикосновении к металлическим нетокоевущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции или по иным причинам.

Согласно ПУЭ для защиты от поражения током в случае повреждения изоляции необходимо применять, по крайней мере, одну из следующих мер: заземление, зануление, защитное отключение, разделительный трансформатор, малое напряжение, двойную изоляцию, выравнивание потенциалов.

5.1 Электробезопасность оборудования

Электронасыщенность современного производства формирует электрическую опасность, источником которой могут быть электрические сети, электрифицированное оборудование и инструмент, вычислительная и организационная техника, работающая на электричестве.

Электротравматизм по сравнению с другими видами производственного травматизма составляет небольшой процент, однако по числу травм с тяжелым и летальным исходом занимает одно из первых мест. Наибольшее число электротравм (60-70%) происходит при работе на электроустановках напряжением до 1000 В. Это объясняет-

ся широким распространением таких установок и сравнительно низким уровнем подготовки лиц, эксплуатирующих их. Электроустановок напряжением свыше 1000 В в эксплуатации значительно меньше и обслуживает их специально обученный персонал, что и обуславливает меньшее количество электротравм.

Электрический ток, протекая через тело человека, производит термическое, электролитическое, биологическое, механическое и световое воздействие. Термическое воздействие характеризуется нагревом кожи, тканей вплоть до ожогов. Электролитическое воздействие заключается в электролитическом разложении жидкостей, в т.ч. и крови. Биологическое действие электрического тока проявляется в нарушении биологических процессов, протекающих в организме человека, и сопровождается разрушением и возбуждением тканей и судорожным сокращением мышц. Механическое действие приводит к разрыву ткани, а световое – к поражению глаз.

Различают два вида поражения организма электрическим током: электрические травмы и электрические удары.

Электрические травмы – местные поражения тканей и органов. К ним относятся электрические ожоги, электрические знаки и электрометаллизация кожи, механические повреждения в результате произвольных судорожных сокращений мышц при протекании тока (разрыва кожи, кровеносных сосудов и нервов, вывихи суставов, переломы костей), а также электроофтальмия – воспаление глаз в результате воздействия ультрафиолетовых лучей электрической дуги.

Электрический удар представляет собой возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающееся произвольным сокращением мышц.

Различают четыре степени электрических ударов:

I – судорожное сокращение мышц без потери сознания.

II – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранением дыхания и работы сердца.

III – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе).

IV – клиническая смерть, то есть отсутствие дыхания и кровообращения.

Поражение человека электрическим током может произойти при прикосновениях:

- к токоведущим частям, находящимся под напряжением;

- отключенным токоведущим частям, на которых остался заряд или появилось напряжение в результате случайного включения;
- металлическим нетокведущим частям электроустановок после перехода на них напряжения с токоведущих частей.

Кроме того, возможно электропоражение напряжением шага при нахождении человека в зоне растекания тока на землю, электрической дугой в установках с напряжением более 1000 В; при приближении к частям, находящимся под напряжением, на недопустимо малое расстояние, зависящее от значения высокого напряжения.

Характер и последствия поражения человека электрическим током зависят от ряда факторов, в том числе и от электрического сопротивления тела человека, величины и длительности протекания через него тока, рода и частоты тока, схемы включения человека в электрическую цепь, состояния окружающей среды и индивидуальных особенностей организма.

Электрическое сопротивление тела человека складывается из сопротивления кожи и сопротивления внутренних тканей. Кожа, в основном верхний ее слой толщиной 0,2 мм, состоящий из мертвых ороговевших клеток, обладает большим сопротивлением, которое определяет общее сопротивление тела человека. При сухой, чистой и неповрежденной коже сопротивление тела человека составляет 200-20000 Ом. При увлажненной и загрязненной коже сопротивление тела снижается до 300-500 Ом, т.е. до сопротивления внутренних органов. При расчетах сопротивление тела человека принимается равным 1000 Ом.

Сила тока, протекающего через тело человека, является главным фактором, от которого зависит исход поражения: чем больше сила тока, тем опаснее последствия. Человек начинает ощущать проходящий через него ток промышленной частоты 50 Гц относительно малого значения 0,5-1,5 мА. Этот ток называется **пороговым ощущимым током**. Ток силой 10-15 мА вызывает сильные и непроизвольные судороги мышц, которые человек не в состоянии преодолеть, т.е. он не может разжать руку, которой касается токоведущей части, отбросить от себя провод, оказываясь как бы прикованным к токоведущей части. Такой ток называется **пороговым неотпускающим**.

При силе тока 20-25 мА у человека происходит судорожное сокращение мышц грудной клетки, затрудняется и даже прекращается

дыхание, что может привести к смерти вследствие прекращения работы легких.

Ток силой 100 мА является смертельно опасным, так как он в этом случае оказывает непосредственное влияние на мышцы сердца, вызывая его остановку или фибрилляцию (быстрые хаотические и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы), при которой сердце перестает работать.

Длительность протекания тока через тело человека определяет исход поражения им, так как с течением времени резко возрастает сила тока вследствие уменьшения сопротивления тела, и также потому, что в организме человека накапливаются отрицательные последствия воздействия тока.

Род и частота тока также в значительной степени определяют степень поражения электрическим током. Наиболее опасен переменный ток частотой 20-1000 Гц. При частоте меньше 20 Гц или более 1000 Гц опасность поражения током значительно снижается.

Состояние окружающей среды (температура, влажность, наличие пыли, паров кислот) влияет на сопротивление тела человека и сопротивление изоляции, что в конечном итоге определяет характер и последствия поражения электрическим током. С точки зрения состояния окружающей среды, производственные помещения могут быть сухими, влажными, сырыми, особо сырыми, жаркими, пыльными с токопроводящей и нетокопроводящей пылью, с химически активной или органической средой. Во всех помещениях, кроме сухих, сопротивление тела человека уменьшается.

Согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) все производственные помещения по опасности поражения электрическим током разделяются на три категории.

1. Помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием одного из следующих факторов (признаков):

- сырости, когда относительная влажность превышает 75%;
- высокой температуры воздуха, превышающей 35°C;
- токопроводящей пыли;
- токопроводящих полов;
- возможности одновременного прикосновения к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

2. Особо опасные помещения, характеризующиеся наличием одного из трех условий:

- особой сырости, когда относительная влажность воздуха ближе к 100%;

- химически активной среды, когда содержащиеся пары или образующиеся отложения действуют разрушающе на изоляцию и токоведущие части оборудования;

- двух и более признаков одновременно, свойственных помещениям с повышенной опасностью.

3. Помещения без повышенной опасности, характеризующиеся отсутствием признаков повышенной и особой опасности.

5.2 Опасность трехфазных электрических цепей с изолированной нейтралью

Провода электрических сетей по отношению к земле имеют емкость и активное сопротивление – сопротивление утечки, равное сумме сопротивлений изоляции путем тока на землю (рис. 5.1.).

Для упрощения анализа можно принять их равными, т.е. $C_a = C_b = C_c$ и $r_a = r_b = r_c = r$.

При прикосновении человека к одному из фазных проводов (см. рисунок 5.1, а) (однофазное сопротивление) исправной сети проводимость этого провода относительно земли уменьшается и происходит смещение нейтрали.

Ток через человека в этом случае выражается зависимостью

$$I = \frac{U_{\phi}}{R \cdot \sqrt{1 + \frac{r \cdot (r + 6R_{\text{ч}})}{9R_{\text{ч}}^2 \cdot (1 + r^2 \cdot \omega^2 \cdot C^2)}}}, \quad (5.1)$$

где U_{ϕ} – фазное напряжение сети;

$R_{\text{ч}}$ – сопротивление цепи человека;

$r = r_{\text{мч}} + r_{\text{од}} + r_{\text{об}} + r_{\text{он}}$;

где $r_{\text{мч}}$ – сопротивление тела человека;

$r_{\text{од}}$ – сопротивление одежды (0,5-1 кОм для влажной ткани и 10-15 кОм – для сухой);

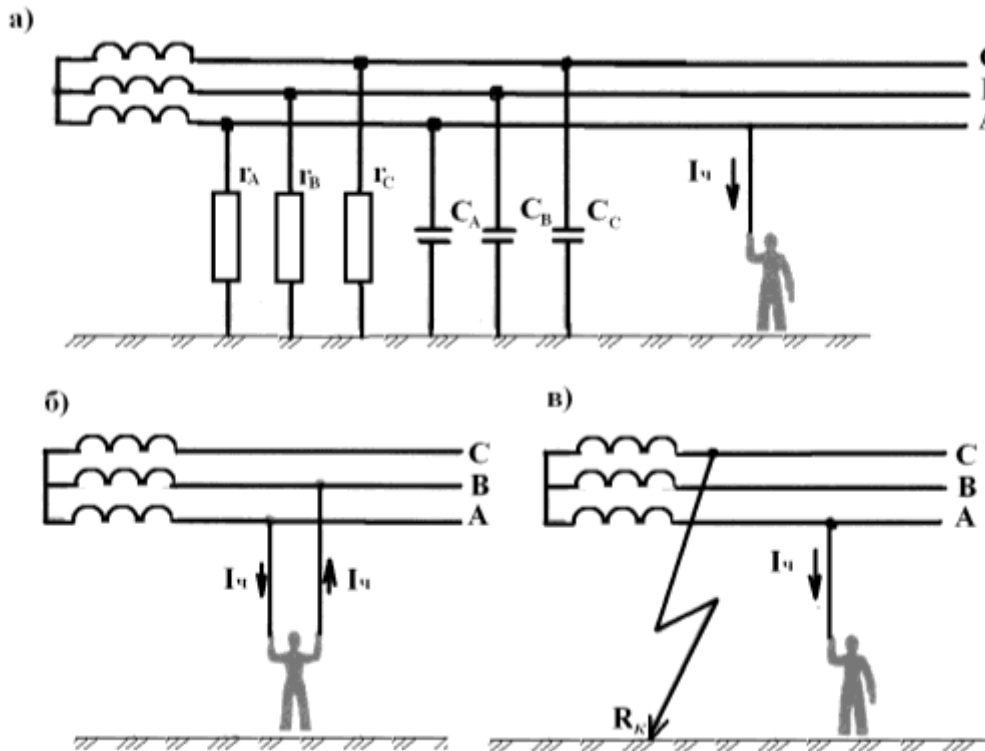


Рисунок 5.1 – Опасность трехфазных электрических сетей с изолированной нейтралью

$r_{об}$ – сопротивление обуви (для влажной – 0,2-2 кОм, а для сухой – 25-5000 кОм);

$r_{он}$ – сопротивление опорной поверхности ног – пола или грунта (сопротивление сухих полов достигает 2 кОм, а влажных или пропитанных щелочами или кислотами – 4-50 Ом);

- сопротивление опорной поверхности ног на грунте зависит от удельного сопротивления грунта и может быть определено по формулам: $r_{он} = 2,2 q$, если ступни расположены рядом и $r_{он} = 1,6 q$ – ступни ног расположены на расстоянии шага (где q – удельное сопротивление грунта, Ом·м);

$\omega = \pi \cdot f$ – угловая частота сети;

f – частота тока для промышленных сетей равна 50 Гц.

В случае коротких электрических сетей (при малых емкостях фазных проводов относительно земли $C = 0$) выражение для тока через человека запишется так:

$$I_u = \frac{3U_\phi}{(3R_q + r)}. \quad (5.2)$$

В кабельных сетях сопротивления утечки большие ($r \rightarrow \infty$), а емкости значительны. Тогда

$$I_q = U_\phi \cdot \omega \cdot C \cdot \sqrt{9 \cdot R_q^2 \cdot \omega^2 \cdot C^2 + 1}. \quad (5.3)$$

При двухфазном прикосновении (рис. 5.1, б) человек попадает под линейное напряжение, и ток через человека определяется выражением

$$I_q = \frac{U_l}{R_q}, \quad (5.4)$$

где U_l – линейное напряжение сети, $U_l = \sqrt[3]{U_\phi}$.

В аварийном режиме работы сети при наличии замыкания на одной из фаз на землю (рис. 5, в) ток, проходящий через человека, прикоснувшегося к исправной фазе, выразится зависимостью

$$I_q = \frac{U_l}{R_q + R_k}. \quad (5.5)$$

Если переходным сопротивлением R_k в месте замыкания на землю можно пренебречь по сравнению с сопротивлением цепи человека, ток через человека

$$I_q = \frac{U_l}{R_q}. \quad (5.6)$$

Таким образом, при прикосновении к одному фазному проводу сети с изолированной нейтралью в нормальном режиме ток через человека зависит от сопротивления утечки и емкости сети относительно земли. Замыкание одной из фаз на землю резко повышает опасность однофазного прикосновения, так как в этом случае человек попадает под напряжение, близкое к линейному. Наиболее опасным является двухфазное прикосновение.

5.3 Опасность трехфазных электрических сетей с заземленной нейтралью

Трехфазные сети с заземленной нейтралью обладают малым сопротивлением между нейтралью и землей (практически оно равно сопротивлению рабочего заземления нулевой точки трансформатора или генератора). Напряжение любой фазы исправной сети относительно земли равно фазному напряжению, и ток через человека, прикоснувшегося к одной из фаз, определится выражением

$$I_{\text{ч}} = U_{\phi} \cdot (R_{\text{ч}} + R_0), \quad (5.7)$$

где R_0 – сопротивление рабочего заземления нейтрали.

Пренебрегая сопротивлением рабочего заземления нейтрали ($R \leq 10$ Ом) по сравнению с сопротивлением цепи человека, можно записать следующим образом:

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{ч}}}. \quad (5.8)$$

При двухфазном прикосновении человек попадает под линейное напряжение как в сетях с изолированной нейтралью и ток через человека

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{л}}}{R_{\text{ч}}}. \quad (5.9)$$

В аварийном режиме, когда одна из фаз сети замкнута на землю, происходит перераспределение напряжения, а напряжения исправных фаз по отношению к земле отличны от фазного напряжения сети. Прикасаясь к исправной фазе, человек попадает под напряжение $U_{\text{ч}}$, которое больше фазного, но меньше линейного, и ток, проходящий через человека,

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{ч}}}{R_{\text{ч}}}. \quad (5.10)$$

Таким образом, прикосновение к исправной фазе при замыкании другой фазы на землю опаснее, чем прикосновение в фазе в нормальном режиме работы трехфазной сети с заземленной нейтралью, а наиболее опасно двухфазное прикосновение.

Анализируя различные случаи прикосновения человека к проводам трехфазных электрических сетей, можно сделать следующие выводы:

1) наименее опасным является однофазное прикосновение к проводу исправной сети с изолированной нейтралью;

2) при замыкании одной из фаз на землю опасность однофазного прикосновения к исправной фазе больше, чем в исправной сети при любом режиме нейтрали;

3) наиболее опасным является двухфазное прикосновение при любом режиме нейтрали.

Режим нейтрали трехфазной сети выбирается по технологическим требованиям и по условиям безопасности. Согласно ПУЭ при напряжении выше 1000 В применяется две схемы:

- трехпроводные сети с изолированной нейтралью;
- трехпроводные сети с эффективно заземленной нейтралью.

При напряжении до 1000 В:

- трехпроводные сети с изолированной нейтралью;
- четырехпроводные сети с глухозаземленной нейтралью.

5.4 Опасность сетей однофазного тока

При однополюсном прикосновении к проводу человек оказывается подключенным к другому проводу через сопротивление утечки. Ток, протекающий через человека, равен

$$I_q = \frac{U}{r + 2R_q}. \quad (5.11)$$

Прикосновение человека к незаземленному проводу сети с заземленным полюсом вызывает протекание тока

$$I_q = \frac{U}{R_q + R_0}, \quad (5.12)$$

а так как $R_0 \ll R_q$, то можно записать, что

$$I_q = \frac{U}{R_q}. \quad (5.13)$$

Прикосновение к исправному проводу при замыкании другого провода на землю вызывает ток через человека

$$I_q = \frac{U}{R_q + R_k}. \quad (5.14)$$

При прикосновении к одному из проводов сети с заземленной средней точкой человек попадает под напряжение, равное половине напряжения сети

$$I_q = \frac{U}{2 \cdot (R_q + R_3)}. \quad (5.15)$$

где R_3 – сопротивление замыкания.

В случае прикосновения к двум проводам сети человек попадает под напряжение сети и выражение для тока будет

$$I_q = \frac{U}{R_q}. \quad (5.16)$$

Анализируя эти выражения для токов, проходящих через человека при различных случаях прикосновения к однофазным сетям постоянного тока, можно сделать вывод, что наиболее опасно двухполюсное прикосновение при любом режиме сети относительно земли (изолированной, с заземленным полюсом или средней точкой), так как в этом случае ток, протекающий через человека, определяется только сопротивлением его тела.

5.5 Рекомендации по применению и устройству защитного заземления и зануления

Заземление следует применять:

- в сетях напряжением до 1 кВ переменного тока – трехфазных трехпроводных с изолированной нейтралью, однофазных двухпро-

водных, изолированных от земли, а также постоянного тока двухпроводных с изолированной средней точкой обмоток источника тока;

- в сетях напряжением выше 1 кВ переменного и постоянного тока с любым режимом нейтральной или средней точки обмоток источников тока [26].

В тех сетях, нейтраль или средняя точка которых изолирована от земли, защитное заземление должно быть выполнено в сочетании с контролем изоляции сети. Зануление следует выполнять в трехфазных четырехпроводных сетях напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью, в однофазных двухпроводных сетях переменного тока с глухозаземленным выводом источника тока, а также в трехпроводных сетях постоянного тока с глухозаземленной средней точкой источника. Применение в таких электроустановках заземления корпусов электроприемников без их зануления не допускается.

Заземление или зануление электроустановок следует выполнять: при напряжении 380 В и выше переменного тока и 440 В и выше постоянного тока – во всех электроустановках (кроме случаев, оговоренных ниже), при номинальных напряжениях выше 42 В, но ниже 380 В переменного тока и выше 110 В, но ниже 440 В постоянного тока – только в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках.

Заземление и зануление электроустановок не требуется при номинальных напряжениях до 42 В переменного тока и до 110 В постоянного тока во всех случаях, кроме следующих:

- во взрывоопасных зонах электроустановки подлежат занулению (заземлению) при всех напряжениях постоянного и переменного тока;

- один из выводов вторичной обмотки напряжением не выше 42 В понижающего трансформатора, питающего электродвигатель переменного тока подвижной головки сварочных автоматов и полуавтоматов, должен быть наглухо заземлен; корпус электродвигателя допускается при этом не заземлять.

Заземлению или занулению подлежат следующие части:

- корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т.п.;

- приводы электрических аппаратов;

- вторичные обмотки измерительных трансформаторов;

- каркасы распределительных щитов, щитов управления, щитков и шкафов, а также съемные и открывающиеся части, если на последних установлено электрооборудование напряжением выше 42 В переменного или более 110 В постоянного тока;

- металлические конструкции распределительных устройств, металлические кабельные соединительные муфты, металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей, металлические оболочки проводов, металлические рукава и трубы электропроводки, кожухи и опорные конструкции шинопроводов, лотки, коробка, струны, тросы и стальные полосы, на которых укреплены кабели и провода (кроме струн, тросов и полос, по которым проложены кабели с заземленной или зануленной металлической оболочкой или броней), а также другие металлические конструкции, на которых устанавливается электрооборудование;

- металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей и проводов напряжением до 42 В переменного или до 110 В постоянного тока, проложенных на общих металлических конструкциях, в т.ч. в общих трубах, коробах, лотках и т.п.; вместе с кабелями и проводами, металлические оболочки и броня которых подлежат заземлению или занулению;

- металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников;

- оборудование, размещенное на движущихся частях станков, машин и механизмов.

С целью выравнивания потенциалов в тех помещениях и наружных установках, в которых применяется заземление или зануление, строительные и производственные конструкции, стационарно проложенные трубопроводы всех назначений, металлические корпуса технологического оборудования, подкрановые и железнодорожные рельсовые пути и т.п., должны быть присоединены к сети заземления или зануления. При этом естественные контакты в сочленениях являются достаточными.

Не требуется преднамеренно заземлять или занулять:

- корпуса электрооборудования, аппаратов и электромонтажных конструкций, установленных на заземленных (зануленных) металлических конструкциях;

- конструкции, перечисленные выше, при условии надежного электрического контакта между этими конструкциями и установлен-

ным на них заземленным или зануленным электрооборудованием. При этом указанные конструкции не могут быть использованы для заземления или зануления установленного на них другого электрооборудования;

- арматуру изоляторов всех типов, оттяжек, кронштейнов и осветительной арматуры при установке ее на деревянных опорах воздушных линий или на деревянных конструкциях открытых подстанций, если не требуется по условиям защиты от атмосферных перенапряжений;

- при прокладке кабеля с металлической заземленной оболочкой или неизолированного заземляющего проводника на деревянной опоре перечисленные части, расположенные на этой опоре, должны быть заземлены или занулены;

- съемные или открывающиеся части металлических каркасов камер распределительных устройств, шкафов, ограждений и т.п., если на съемных (открывающихся) частях не установлено электрооборудование или если напряжение установленного электрооборудования не превышает 42 В переменного и 110 В постоянного тока (исключение для взрывоопасных зон);

- корпуса электроприемников с двойной изоляцией;

- металлические скобы, закрепы, отрезки труб механической защиты кабелей в местах их прохода через стены и перекрытия и другие подобные детали, в том числе протяжные и ответвительные коробки размером до 100 см² электропроводок, выполняемых кабелями или изолированными проводами, прокладываемыми по стенам, перекрытиям и другим элементам строений.

Для заземления электроустановок, получающих энергию от одной сети, целесообразно устраивать общее заземляющее устройство. Если выполняется несколько заземляющих устройств, то они должны быть электрически соединены между собой. Если их невозможно соединить (например, из-за большого расстояния между ними), то необходимо оборудовать эти установки релейной защитой от однофазных или двойных замыканий на землю. Для заземления электроустановок различных назначений и разных напряжений, территориально приближенных одна к другой, следует выполнять общее заземляющее устройство.

Сети защитного заземления и зануления электрооборудования, питающегося от двух электрических сетей, получающих электро-

энергию от отдельных трансформаторов, из которых один с изолированной, а другой с глухозаземленной нейтралью, могут выполняться общими при любых напряжениях установок.

Для заземления электроустановок в первую очередь должны быть использованы естественные заземлители. Если при этом сопротивление заземляющих устройств или напряжение прикосновения имеют допустимые значения, а также если обеспечиваются нормированные значения напряжения на заземляющем устройстве, то искусственные заземлители должны применяться лишь при необходимости снижения плотности токов, протекающих по естественным заземлителям или стекающих с них.

Рекомендации по использованию естественных заземлителей.

В качестве естественных заземлителей рекомендуется использовать:

- проложенные в земле водопроводные и другие металлические трубопроводы за исключением трубопроводов горючих жидкостей, горючих или взрывчатых газов и смесей;

- обсадные трубы скважин; металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, находящиеся в соприкосновении с землей;

- металлические шунты гидротехнических сооружений, водоводы, затворы и т.п.;

- свинцовые оболочки кабелей, проложенных в земле (алюминиевые оболочки кабелей нельзя использовать в качестве естественных заземлителей);

- заземлители опор воздушных линий (ВЛ), соединенные с заземляющим устройством электроустановки при помощи грозозащитного троса ВЛ, если трос не изолирован от опор ВЛ;

- нулевые провода ВЛ напряжением до 1 кВ с повторными заземлителями при количестве ВЛ не менее двух;

- рельсовые пути магистральных неэлектрифицированных железных дорог и подъездные пути при наличии преднамеренного устройства перемычек между рельсами.

В целях экономии черных металлов и снижения трудоемкости электромонтажных работ следует преимущественно использовать железобетонные и металлические конструкции производственных зданий в качестве заземляющих устройств. Это относится прежде всего к железобетонным фундаментам (Технический циркуляр Главэ-

лектромонтажа № 9-6-186/78 «Об использовании железобетонных фундаментов зданий в качестве заземлителей»).

Согласно «Техническому циркуляру» в электроустановках напряжением выше 1 кВ с заземленной нейтралью зданию с железобетонным фундаментом рекомендуется использовать фундамент в качестве заземлителя без сооружения искусственных заземлителей, если выполняется условие

$$\sqrt{S} \geq K_1 \cdot \rho_y \quad (5.17)$$

где S – площадь, ограниченная периметром здания, м^2 ;

K_1 – коэффициент;

ρ_y – удельное эквивалентное электрическое сопротивление земли, $\text{Ом} \cdot \text{м}$.

В электроустановках напряжением свыше 1 кВ с изолированной нейтралью, расположенных внутри или примыкающих к промышленному зданию с железобетонным фундаментом, следует использовать эти фундаменты в качестве заземлителей, если выполняется условие

$$\sqrt{S} \geq K_2 \cdot J_y \cdot \rho_y, \quad (5.18)$$

где J_y – расчетный ток замыкания на землю, А $K_2 = 10^{-3} \text{ В}^{-1}$.

Если железобетонный фундамент используется для заземления одновременно электроустановок напряжением до 1 кВ и выше 1 кВ сетей с изолированной нейтралью, то условием его применимости будет

$$\sqrt{S} \geq K_3 \cdot J_y \cdot \rho_y, \quad (5.19)$$

где $K_3 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ В}^{-1}$.

В целях экономии металлопроката и снижения затрат труда рекомендуется в качестве заземляющих устройств использовать эстакады всех видов (Технический циркуляр Главэлектромонтажа № 9-2-223/84 «Об использовании эстакад промышленных предприятий в качестве заземляющих устройств»). Эти рекомендации распространяются так-

же на кабельные галереи, расположенные на неагрессивных и слабоагрессивных грунтах.

5.6 Рекомендации по конструктивному исполнению и размещению искусственных заземлителей

Выносное заземляющее устройство следует устраивать:

- при невозможности разместить заземлитель на защищаемой территории;
- высоком сопротивлении земли на этой территории и наличии на сравнительно небольшом удалении мест с повышенной проводимостью;
- рассредоточенном размещении заземляемого оборудования и т.п.

Контурное (распределенное) заземляющее устройство следует применять в случаях, когда необходимо выровнять потенциал на защищаемой территории и тем самым уменьшить напряжения прикосновения и шага до допустимых значений. Обычно контурное заземление устраивают на открытых электрических подстанциях при больших токах замыкания на землю и в животноводческих помещениях.

Для сооружения искусственных заземлителей используют обычно вертикальные и горизонтальные электроды. В качестве вертикальных электродов предпочтительно использовать стальные стержни диаметром 10-16 мм и длиной 5-10 м, угловую сталь (от 40×40 до 63×63 мм). Как исключение можно использовать стальные трубы диаметром 50-60 мм с толщиной стенки не менее 3,5 мм (некондиционные или бывшие в употреблении), длиной 2,5-3,0 м. Для связи вертикальных электродов и в качестве самостоятельного горизонтального электрода обычно применяют полосовую сталь шириной 20-40 мм и толщиной 4 мм, а также сталь круглого сечения диаметром 10-12 мм.

Для заземления электроустановок, питающихся от сети с изолированной нейтралью, наиболее часто применяют комбинированные групповые заземлители, состоящие из вертикальных электродов, размещенных в плане в ряд или по контуру, верхние концы которых расположены на глубине 0,7-0,8 м от поверхности земли и электрически соединены между собой горизонтальным электродом.

В открытых электроустановках напряжением свыше 1 кВ сетей с изолированной нейтралью вокруг площади, занимаемой оборудованием, на глубине не менее 0,5 м должен быть проложен замкнутый

горизонтальный заземлитель (контур), к которому подсоединяют заземляемое оборудование. Если сопротивление заземляющего устройства свыше 10 Ом (при удельном сопротивлении земли более 500 Ом·м), то следует дополнительно проложить горизонтальные заземлители вдоль рядов оборудования со стороны обслуживания на глубине 0,5 м и на расстоянии 0,8-1,0 м от фундаментов или оснований оборудования.

Для заземления электроустановок напряжением свыше 1 кВ сети с эффективно заземленной нейтралью, т.е. установок напряжением 110 кВ и выше используют распределенный заземлитель. Распределенный заземлитель выполняют в виде сетки, состоящей из соединенных друг с другом продольных и поперечных горизонтальных электродов, размещенных на глубине 0,5-0,7 м в пределах территории, занятой заземленным оборудованием. Обычно по периметру сетки, а иногда и внутри нее располагают вертикальные электроды, образующие в сочетании с сеткой сложный заземлитель. Если заземлитель выполнен с соблюдением требований к его сопротивлению, то продольные электроды должны быть проложены вдоль осей электрооборудования со стороны обслуживания на расстоянии 0,8-1,0 м от фундаментов или оснований оборудования. Поперечные электроды следует прокладывать в удобных местах между оборудованием. Расстояние между ними рекомендуется принимать увеличивающимся от периферии к центру заземляющей сетки: 4; 5; 6; 7,5; 9; 11; 13,5; 16; 20 м. Размеры ячеек сетки, примыкающих к местам присоединения нейтралей силовых трансформаторов и короткозамыкателей к заземляющему устройству, не должны превышать 6×6 м.

Если контур заземлителя располагается в пределах внешнего ограждения электроустановки, у входов и въездов на ее территорию следует выравнивать потенциал путем установки двух вертикальных заземлителей у внешнего горизонтального заземлителя напротив входов и въездов. Вертикальные заземлители должны быть длиной 3-5 м, а расстояние между ними должно быть равно ширине входа или въезда.

При выполнении заземлителя с соблюдением требований, предъявляемых к напряжению прикосновения, расстояние между продольными и поперечными горизонтальными электродами не должно превышать 30 м, а глубина их заложения в грунт должна быть не менее 0,3 м.

В ряде случаев верхний слой земли имеет сравнительно малое удельное сопротивление, например, в районах многолетней мерзлоты

при оттаивании поверхностного слоя в летнее время, при создании искусственных талых зон путем укрытия грунта над заземлителем слоем торфа или другого теплоизоляционного материала на зимний период, если у поверхности земли расположены слои глины или чернозема, который богат растворимыми веществами и хорошо удерживает воду. Для указанных условий целесообразно использовать протяженные горизонтальные заземлители – один или несколько электродов, размещенных в верхнем слое земли параллельно ее поверхности.

Если сопротивление верхнего слоя земли подвержено значительным сезонным изменениям, могут быть применены углубленные горизонтальные заземлители, которые следует размещать на дне котлована при сооружении фундаментов зданий цехов, электрических подстанций и т.п. Глубина заложения таких заземлителей – 2,5-3 м ниже уровня земли.

В плохо проводящих грунтах, например, в песчаных, если проводимость нижнего слоя грунта в 3-10 раз больше проводимости верхнего слоя, следует использовать вертикальные глубинные заземлители. В районах многолетней мерзлоты глубинные заземлители целесообразно дополнять протяженными горизонтальными, прокладываемыми на глубине 0,5 м, которые предназначены для работы в летнее время при оттаивании верхнего слоя грунта.

Заземлители не следует размещать вблизи горячих трубопроводов и других объектов, вызывающих высыхание почвы, а также в местах, где возможна пропитка грунта нефтью, маслами. Горизонтальные заземлители в местах пересечения с подземными сооружениями (кабелями, трубопроводами), железнодорожными путями и дорогами, а также в местах возможных механических повреждений следует защищать асбоцементными (безнапорными) трубами. Прокладку заземлителей параллельно кабелям или трубопроводам следует выполнять на расстоянии в свету не менее 0,3-0,35 м, а при пересечении – не менее 0,1 м.

В случае опасности коррозии заземлителей должно выполняться одно из следующих мероприятий:

- увеличение сечения заземлителей с учетом расчетного срока их службы;
- применение оцинкованных заземлителей;
- применение электрической защиты (в редких случаях).

Для установки вертикальных заземлителей предварительно роют траншеи глубиной 0,7-0,8 м, после чего уголки или трубы заглубляют специальными механизмами – копрами, гидропрессами и т.п. Стальные стержни диаметром 10-12 мм, длиной 4-4,5 м ввертывают в землю с помощью специальных приспособлений, а более длинные заглубляют вибраторами.

5.7 Устройство заземляющих и нулевых защитных проводников

В качестве нулевых защитных проводников согласно ПУЭ должны быть в первую очередь использованы нулевые рабочие проводники, кроме идущих к переносным электроприемникам и электроустановкам, расположенным во взрывоопасных зонах.

В качестве заземляющих и нулевых защитных проводников могут быть использованы:

- специально предусмотренные для этой цели проводники и так называемые естественные проводники – металлические конструкции зданий (фермы, колонны и т.п.);

- арматура железобетонных строительных конструкций и фундаментов;

- металлические конструкции производственного назначения (подкрановые пути, каркасы распределительных устройств, галереи, площадки, шахты лифтов, подъемников, элеваторов, обрамления каналов и т.п.);

- стальные трубы электропроводок; алюминиевые оболочки кабелей; металлические кожухи и опорные конструкции шинопроводов, металлические короба и лотки электропроводок;

- металлические стационарные, открыто проложенные трубопроводы всех назначений, кроме трубопроводов горючих и взрывоопасных веществ и смесей, канализации и центрального отопления.

Перечисленные естественные проводники могут служить единственными заземляющими или нулевыми проводниками, если они по проводимости удовлетворяют требованиям ПУЭ и обеспечена непрерывность электрической цепи на всем протяжении пользования. Заземляющие и нулевые защитные проводники должны быть защищены от коррозии. Заземляющие проводники, используемые для заземления или зануления элементов в ВЛ, должны иметь диаметр не менее 6 мм.

В электроустановках напряжением до 1 кВ и выше сети с изолированной нейтралью проводимость заземляющих проводников должна быть не менее $1/3$ проводимости фазных проводников. Не рекомендуется применять медные проводники сечением более 25 мм^2 , алюминиевые – 35 мм^2 , стальные – 120 мм^2 . В производственных помещениях с такими электроустановками магистрали заземления из стальной полосы должны иметь сечение не менее 100 мм^2 . Допускается применение круглой стали того же сечения.

В электроустановках напряжением до 1 кВ сетей с глухозаземленной нейтралью проводимость нулевых защитных проводников (а также фазных) должна быть выбрана такой, чтобы при замыкании на корпус или на нулевой защитный проводник возникал ток короткого замыкания, вызывающий быстрое и надежное срабатывание автомата защиты. Полная проводимость нулевого защитного проводника во всех случаях должна быть не менее 50% проводимости фазного проводника. Прокладывать их рекомендуется совместно или в непосредственной близости друг от друга. Нулевые защитные проводники линий не допускается использовать для зануления электрооборудования, питающегося по другим линиям. В цепи заземляющих и нулевых защитных проводников не должно быть разъединяющих приспособлений и предохранителей. Прокладку заземляющих и нулевых защитных проводников в сухих помещениях без агрессивной среды допускается производить непосредственно по стенам. Во влажных, сырых и особо сырых помещениях, а также при наличии агрессивной среды эти проводники следует прокладывать на расстоянии не менее 10 мм от стен.

Магистрали заземления или зануления и ответвления от них должны быть доступны для осмотра. Это требование не распространяется на нулевые жилы и оболочки кабелей, арматуру железобетонных конструкций, а также на заземляющие и нулевые защитные проводники, проложенные в трубах, коробах и непосредственно в теле строительных конструкций (замоноличенные). Ответвления от магистралей к электроприемникам напряжением до 1 кВ допускается прокладывать скрыто непосредственно в стене, под чистым полом и т.п. с защитой их от воздействия агрессивных сред. Такие ответвления не должны иметь соединений.

В наружных установках заземляющие и нулевые защитные проводники допускается прокладывать в земле, полу, а также по краю

площадок, фундаментов, технологических установок и т.п. Использование незаземленных алюминиевых проводников для прокладки в земле в качестве заземляющих и нулевых защитных проводников не допускается. Соединения заземляющих и нулевых защитных проводников между собой должны обеспечивать надежный контакт и выполняться посредством сварки. Места соединения стыков после сварки должны быть окрашены.

Присоединение заземляющих и нулевых защитных проводников к частям оборудования, подлежащим заземлению или занулению, должно быть выполнено сваркой или болтовым соединением. Присоединение должно быть доступно для осмотра. Для болтового соединения должны быть предусмотрены меры против ослабления и коррозии контактных соединений.

Каждая часть электроустановки, подлежащая заземлению или занулению, должна быть присоединена к сети заземления или зануления при помощи отдельного ответвления. Последовательное соединение заземляющим или нулевым защитным проводником заземляемых или зануляемых частей электроустановок не допускается.

Соединение заземляющих проводников с заземлителями и частей заземлителя между собой следует выполнять сваркой. Сварные швы, расположенные в земле, необходимо покрывать битумным лаком для защиты от коррозии. Присоединение заземляющих проводников к трубопроводам, используемым в качестве естественных заземлителей, должно осуществляться сваркой, а в отдельных случаях – с помощью хомута. Присоединение необходимо выполнять со стороны линии на вводе трубопровода в здание (до водомера, задвижки, соединительного фланца).

Заземление или зануление переносных электроприемников должно осуществляться специальной жилой (третья – для электроприемников однофазного и постоянного тока, четвертая – для электроприемников трехфазного тока), расположенной в одной оболочке с фазными жилами переносного провода и присоединяемой к корпусу электроприемника и специальному контакту вилки втычного соединителя. Сечение этой жилы должно быть равным сечению фазных проводников. Использование для этой цели нулевого рабочего проводника, в том числе расположенного в общей оболочке, не допускается.

Для устройства заземления передвижных электроустановок используются инвентарные заземлители, входящие в комплект пе-

редвижной электростанции. Они представляют собой стержни с зажимом, при этом глубина погружения в землю составляет соответственно 580, 900 и 1400 мм. Наружный диаметр стержня –15 мм.

5.8 Защитное отключение

Защитное отключение рекомендуется применять в качестве основной или дополнительной меры защиты, если безопасность не может быть обеспечена путем устройства заземления или зануления либо если устройство заземления или зануления вызывает трудности по условиям выполнения или экономическим соображениям. Устройства защитного отключения (УЗО) могут применяться в сетях любого напряжения с любым режимом нейтрали. В электроустановках напряжением свыше 1 кВ УЗО целесообразно использовать для защиты от глухих замыканий на землю. Особенно следует рекомендовать защитное отключение к применению в электроустановках напряжением до 1 кВ, когда высока вероятность случайного контакта людей токоведущими частями. Устройства защитного отключения используют:

- в передвижных электроустановках;
- стационарных, расположенных в районах с плохопроводящими грунтами;
- стационарных, удаленных от источника питания электроприемников и потребителей большой номинальной мощности, для которых защита занулением недостаточно эффективна.

Устройства защитного отключения используются для ручных электрических машин, которые широко применяются в машиностроении.

Все УЗО строятся по определенной схеме, приведенной на рисунке 5.2.

Они состоят из датчика *D*, преобразователя *П*, канала передачи аварийного сигнала *КПАС* и исполнительного органа *ИО*. На схеме показан также источник опасности поражения *ИОП* и помехи, влияющие на работу устройства. В сетях напряжением до 1 кВ качестве *ИО* применяют контакторы, магнитные пускатели, автоматические выключатели.

Требуемое время срабатывания и рекомендуемые значения уставок УЗО. Устройство, предназначенное для отключения электроустановки при прикосновении человека к частям, находящимся

под напряжением, должно иметь такие функциональные характеристики, чтобы при его использовании ток, проходящий через тело человека и продолжительность воздействия тока в интервале времени до 1 с не превышали допустимых значений.

Время срабатывания селективных УЗО, предназначенных для многоступенчатой защиты сетей напряжением свыше 1 кВ с изолированной нейтралью, должно быть таким, чтобы время срабатывания УЗО, установленного на последней ступени, не превышало 0,5 с.

Требуемое время срабатывания и рекомендуемые значения уставок УЗО. Устройство, предназначенное для отключения электроустановки при прикосновении человека к частям, находящимся под напряжением, должно иметь такие функциональные характеристики, чтобы при его использовании ток, проходящий через тело человека и продолжительность воздействия тока в интервале времени до 1 с не превышали допустимых значений.

Время срабатывания селективных УЗО, предназначенных для многоступенчатой защиты сетей напряжением свыше 1 кВ с изолированной нейтралью, должно быть таким, чтобы время срабатывания УЗО, установленного на последней ступени, не превышало 0,5 с.

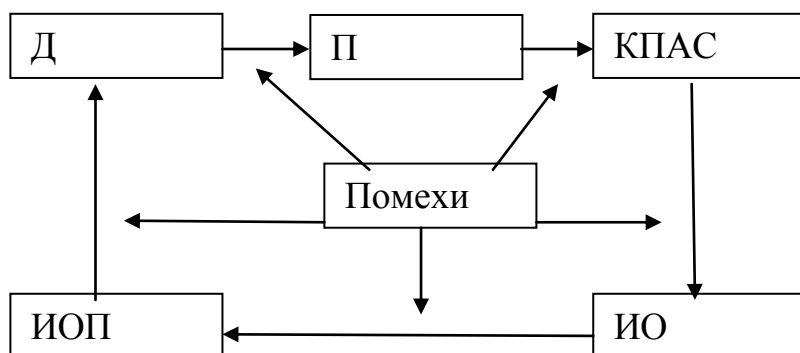


Рисунок 5.2 – Структурная схема УЗО

Время действия прибора УЗО зависит от конструкции датчика, преобразователя и других узлов прибора, а также от используемой элементной базы и составляет 0,02-0,05 с.

Электрический параметр, несущий информацию об опасности поражения током, является входным сигналом для УЗО, которое сравнивает входной сигнал с уставкой и при достижении ее отключает сеть. УЗО наиболее эффективно осуществляет защиту, когда уставка равна величине входного сигнала, соответствующей наиболь-

шему значению длительно допускаемого тока, проходящего через тело человека.

Уставка бывает нерегулируемой и регулируемой. В последнем случае она может быть плавно регулируемой, дискретно регулируемой и комбинированной. Выбор уставки производят исходя из условия обеспечения безопасности с помощью расчетных зависимостей, связывающих входной сигнал УЗО с параметрами электрической сети и цепи тела человека.

По типу входного сигнала согласно ГОСТ 12.4.155-85 различают УЗО, реагирующие:

- на ток нулевой последовательности;
- напряжение нулевой последовательности;
- сумму, разность, фазные соотношения между током и напряжением нулевой последовательности, а также между током или напряжением нулевой последовательности и фазными напряжениями сети;
- оперативный ток (постоянный, переменный не промышленной частоты), накладываемый на рабочий ток электроустановки;
- напряжение корпуса электроустановки относительно земли;
- ток утечки.

УЗО способны осуществлять несколько видов защиты:

- 1) защита от глухих замыканий на землю;
- 2) защита от глухих и неполных замыканий на землю;
- 3) автоматический контроль изоляции;
- 4) автоматический контроль цепей заземления и зануления.

Для осуществления защиты первого вида могут быть применены УЗО всех типов. Для реализации второго вида защиты следует применять УЗО, реагирующие на ток нулевой последовательности с усилением входного сигнала. При соответствующей уставке они обеспечивают безопасность при прикосновении к фазе. Для автоматического контроля изоляции можно применять УЗО, реагирующие на оперативный ток. УЗО второго вида защиты позволяют обеспечить защиту от поражения током при прикосновении к фазе и самоконтроль исправности. Четвертый вид защиты может быть также осуществлен УЗО, реагирующими на оперативный ток.

Область применения каждого типа УЗО имеет свои особенности. Устройства, реагирующие на ток нулевой последовательности, могут применяться в сетях любого напряжения независимо от режима нейтрали. Устройства, реагирующие на напряжение нулевой последовательности, применяют в трехфазных трехпроводных сетях на-

пряжением преимущественно до 1 кВ малой протяженности с изолированной нейтралью. УЗО, реагирующие на напряжение корпуса относительно земли, могут применяться в сетях любого напряжения как с заземленной, так и с изолированной нейтралью. Причем, если в качестве датчика этих устройств применено реле напряжения, то область использования УЗО ограничена установками с индивидуальными заземлителями (например, передвижными электроустановками). Если датчиками являются токовые реле, то такие устройства следует применять в электроустановках, корпуса которых изолированы от земли и не имеют между собой электрической связи помимо связи через реле. К таким установкам относят, например, ручной электрифицированный инструмент, передвижные электроустановки. УЗО, реагирующие на оперативный постоянный ток, используют в сетях напряжением до 1 кВ с изолированной нейтралью небольшой протяженности. При этом корпуса электроустановок могут быть заземлены или изолированы от земли.

Вопросы для самопроверки

1. Какое воздействие производит электрический ток, протекая через тело человека?
2. Два вида поражения организма электрическим током.
3. Электropоражение напряжением шага.
4. Три категории производственных помещений по опасности поражения электрическим током.
5. Дать определение помещения с повышенной опасностью.
6. Дать определение особо опасных помещений.
7. Дать определение помещения без повышенной опасности.
8. Опасность трехфазных электрических цепей с изолированной нейтралью.
9. Как измерить ток, проходящий через тело человека.
10. От чего зависит ток, проходящий через тело человека, при прикосновении к одному фазному проводу сети с изолированной нейтралью в нормальном режиме?
11. Проанализировать схемы УЗО.

6 ЗАЩИТА ОТ МЕХАНИЧЕСКОГО ТРАВМИРОВАНИЯ ПРИ РАБОТЕ НА СТАНКАХ И ОБОРУДОВАНИИ

Источником травм на предприятиях машиностроения могут быть движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования, передвигающиеся изделия; заготовки, материалы, разрушающиеся конструкции, острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхности заготовок, инструментов и оборудования, а также падение предметов с высоты.

Классификация средств коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов в соответствии с ГОСТ 12.4.125-83 приведена на рисунке 6.1, а общие требования к средствам защиты определены в ГОСТ 12.4.011-87.

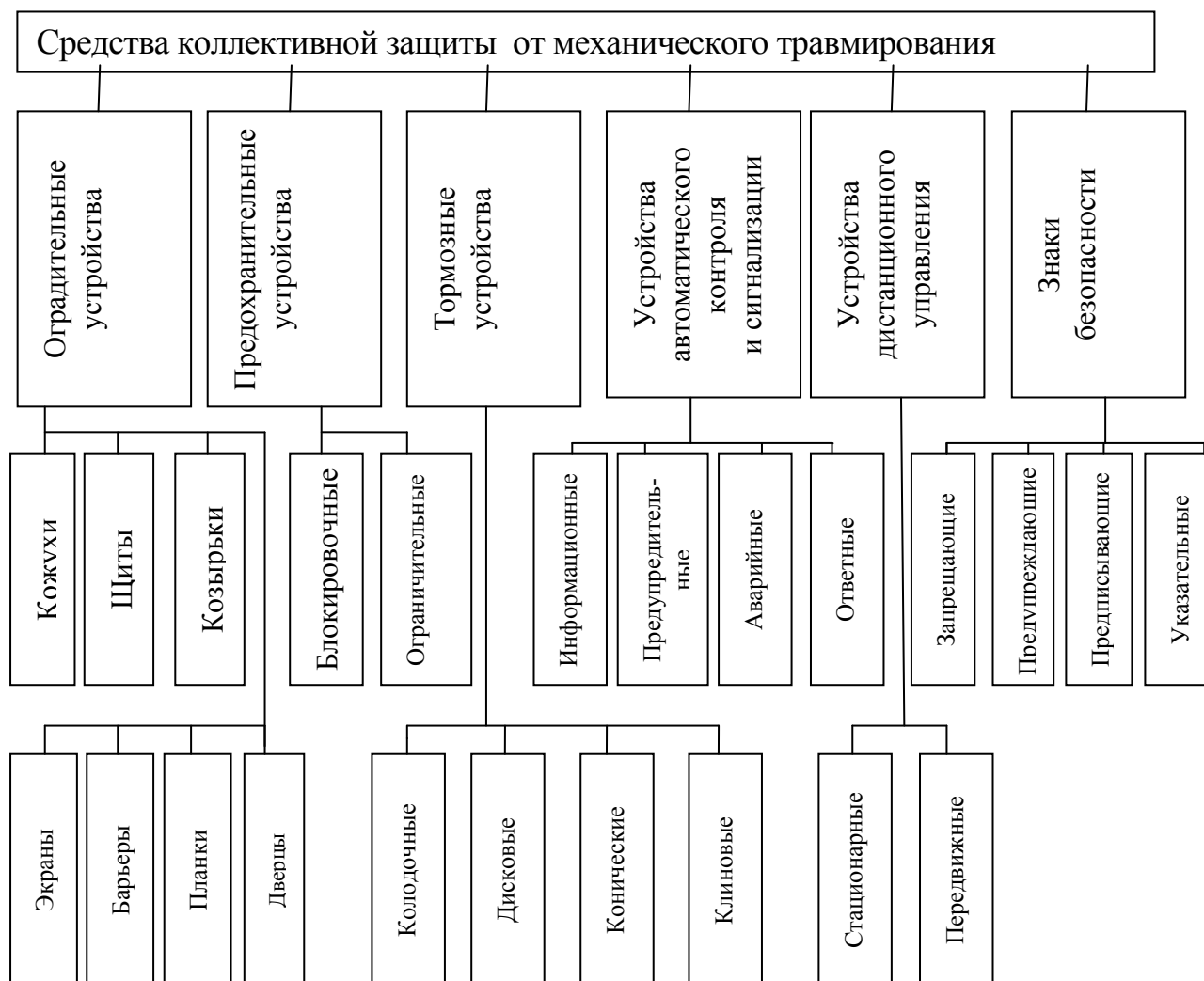


Рисунок 6.1 – Классификация средств коллективной защиты от механического травмирования

6.1 Выбор материалов и расчет защитных ограждений

В соответствии с ГОСТ 12.2.003-74* «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» движущиеся части должны быть ограждены. Выбор материала и толщины экрана зависит от величины динамических нагрузок, действующих на экран. Так, на металлорежущих станках на защитный экран может ударно воздействовать элементная стружка, а также режущий инструмент при его вылете вследствие плохого крепления или разрушения, на испытательных стендах – испытываемые образцы, узлы, элементы стенда. Экран может разрушиться вследствие возникающих изгибных деформаций либо может быть «прошит» насквозь стружкой или подобным ей элементом.

Определение толщины сплошного экрана h при изгибном воздействии на него определяется для наиболее опасного случая – удар в центр экрана. При этом прочность экрана должна соответствовать условию $[\sigma] > \sigma_{\text{экв}}$, где $[\sigma]$ – допустимое напряжение на изгиб материала экрана, Н/м^2 ; $\sigma_{\text{экв}}$ – действующее эквивалентное напряжение на изгиб материала экрана, Н/м^2 :

$$\sigma_{\text{экв}} = \sigma_x - \sigma_y, \quad (6.1)$$

где $\sigma_{\text{экв}}$ – напряжение на изгиб в направлении по высоте экрана, Н/м^2 ;

$$\sigma_x = \frac{E}{1 - \mu^2} (\varepsilon_x + \mu \cdot \varepsilon_y); \quad (6.2)$$

$$\sigma_y = \frac{E}{1 - \mu^2} \cdot (\varepsilon_y + \mu \varepsilon_x); \quad (6.3)$$

где μ и E – соответственно коэффициент Пуассона и динамический модуль упругости материала, МПа;

ε_x и ε_y – деформация по осям x и y , рассчитываемые по формуле (6.4).

$$\varepsilon_x = \frac{2 \cdot \delta_x \cdot P \cos \frac{2\pi \cdot x}{a} \cdot \left(1 - \cos \frac{2\pi \cdot y}{b}\right)}{\pi^2 \cdot D \cdot a^3 \cdot b \cdot \left(\frac{3}{a^4} + \frac{2}{a^2 \cdot b^2} + \frac{3}{b^4}\right)};$$

$$\varepsilon_y = \frac{2 \cdot \delta_y \cdot P \cos \frac{2\pi \cdot y}{b} \cdot \left(1 - \cos \frac{2\pi \cdot x}{a}\right)}{\pi^2 \cdot D \cdot a \cdot b^3 \cdot \left(\frac{3}{a^4} + \frac{2}{a^2 \cdot b^2} + \frac{3}{b^4}\right)};$$
(6.4)

$$D = \frac{E \cdot \delta^3}{12 \cdot (1 - \mu^2)};$$

P – динамическое воздействие, Н;

$$P = 2 P_{cm}.$$

$$P_{cm} = m \cdot v/t \tag{6.5}$$

где m – максимальная масса элемента, вылет которого возможен, кг;

v – скорость элемента в момент удара, м/с (принимается равной максимальной скорости элемента либо окружной скорости вращения объекта, или максимальной скорости резания);

$t = l/v$ – время соударения элемента с экраном, с;

l – расстояние от элемента до экрана в начальный момент, м;

P_{cm} – значение статического воздействия на экран, Н;

a, b – соответственно высота и длина экрана, м (определяются размерами опасной зоны с учетом конструкции ограждаемого оборудования).

Применительно к имеющимся конструкциям ограждений типа защитных козырьков или щитков может быть использована следующая методика поверочного расчета на прочность. Из условий прочности должно выполняться условие:

$\sigma_{дин} < [\sigma]$, где $\sigma_{дин}$ – напряжение при динамической нагрузке, Н/м²;

$k_{дин}$ – динамический коэффициент.

Динамический коэффициент подсчитывается по формуле

$$k_{\text{äëí}} = 1 + \sqrt{\frac{v^2}{g \cdot \delta_{\text{ñò}} \cdot \left(1 + \frac{kM}{m} k\right)}}, \quad (6.6)$$

где g – ускорение силы тяжести, м/с²;

$\delta_{\text{ст}}$ – статическая деформация от силы $m \cdot g$, м;

k – коэффициент приведения; в первом приближении может быть принято $k = 1/3$;

M – масса ограждения, кг;

m – масса ударяющего тела, кг.

Значение статической деформации с учетом многообразия способов крепления защитного козырька определяют в точке, делящей ширину щитка пополам. Для исключения «прошивания» защитного экрана должно выполняться условие:

$$v < v_0, \quad (6.7)$$

где v_0 – минимальная скорость, с которой элемент массой m «прошивает» экран;

$$v_0 = \xi \cdot d \left[h \cdot \left(\frac{h}{m} \right)^n \right]^{1/2}, \quad (6.8)$$

где d и m – размер и масса вылетающей стружки; определяются в каждом конкретном случае с учетом обрабатываемого материала, параметров резания, типа режущего инструмента и условий его заточки; наличия и типа стружколомателя;

h – толщина экрана,

n – показатель степени, учитывающий толщину экрана, обычно $n = 2$;

ξ – коэффициент, значение которого принимается для пластиков равным $1,1 \cdot 10^6$, для металлов $1,23 \cdot 10^7$.

Варьируя значения h по формуле (6.8), определяют значение v_0 и производят его сравнение со значением фактической скорости соударения v . В качестве расчетного принимается наименьшее значение

толщины экрана, при котором выполняется условие (6.7). По рассмотренной методике может быть проведен также расчет толщины ограждений типа щитов и экранов-кожухов.

Сетчатые оградительные устройства применяются только при отсутствии вероятности динамических воздействий на защитный экран. Расстояния от опасного элемента оборудования до ограждения установлены ГОСТ 12.2.062-81*: наибольший диаметр окружности, вписанной в отверстие решетки (сетки), мм – до 8; свыше 8 – до 10; свыше 10 – до 25; свыше 25 – до 40.

Безопасное расстояние от ограждения до опасного элемента, мм: не менее 15; свыше 15 – до 35; свыше 35 – до 120; свыше 120 – до 200.

6.2 Защитные экраны металлорежущих станков

В соответствии с ГОСТ 12.2.009-80* должна ограждаться зона обработки универсальных станков при обработке заготовок диаметром до 630 мм включительно; универсальных фрезерных станков с крестовым столом, зубообрабатывающих станков и шлифовальных станков, круглопильных и ленточных отрезных станков (нерабочая зона режущего инструмента).

Защитные экраны металлорежущих станков должны:

- защищать работающего от отлетающей стружки и смазочно-охлаждающей жидкости;
- иметь массу не более 6 кг и крепление, не требующее применения ключей и отверток (защитные устройства открывающего типа должны при установившемся движении перемещаться с усилием не более 40 Н);
- быть жестким, для чего выполняться из листовой стали толщиной не менее 0,8 мм, листового алюминия толщиной не менее 2 мм или прочной пластмассы толщиной не менее 4 мм.

Смотровые окна в защитных экранах на станках, работающих лезвийным инструментом, необходимо изготавливать из бессклочного трехслойного полированного или плоского закаленного полированного (ГОСТ 5727-88 Е) стекла толщиной не менее 4 мм. Возможно использование другого прозрачного материала, не уступающего по эксплуатационным свойствам, указанным выше.

Защитные экраны не должны ограничивать технологические возможности станка и вызывать неудобства при работе, уборке, наладке, а также приводить при открывании к загрязнению пола сма-

зочно-охлаждающей жидкостью. При необходимости защитные экраны следует снабжать рукоятками, скобами для удобства открывания и закрывания, снятия, перемещения и установки. Крепление защитных устройств должно быть надежным, исключающим случаи самооткрывания.

Толщины защитных ограждений из разных материалов и их схемы для разных типоразмеров шлифовальных кругов определены ГОСТ 12.3.028-82* в зависимости от рабочей окружной скорости.

6.3 Оградительные устройства кузнечно-прессового и штамповочного оборудования

В соответствии с ГОСТ 12.2.017-86 при управлении рабочими режимами кузнечно-прессового оборудования одной рукой или педалью применяются защитные устройства рабочей (опасной) зоны. Когда для загрузки заготовок и удаления готовых изделий применяются приспособления или средства автоматизации и механизации, исключающие необходимость ввода рук оператора в опасную зону, а также когда удержание заготовок осуществляется обеими руками вне опасной зоны, допускается работа без защитных устройств.

Все открытые движущиеся и вращающиеся части оборудования, расположенные на высоте до 2500 мм от уровня пола, если они являются источниками опасности, должны быть закрыты сплошным или сетчатым ограждением со стороной ячейки не менее 10 мм, за исключением мест, ограждение которых не допускается их функциональным назначением. Рабочая зона также подлежит ограждению.

Ограждения подвешивают на петлях, шарнирах и т.п.; допускается глухое подвешивание (на болтах, шпильках и т.п.) при наличии в ограждении окна с подвижной крышкой для доступа к частям, требующим обслуживания (при диаметре окон менее 30 мм установка подвижной крышки не обязательна). Ограждения массой более 5 кг должны иметь рукоятки, скобы и другие устройства для их удержания при открывании или съеме. Ограждения могут быть стационарными и подвижными.

Стационарные ограждения исключают возможность проникновения в опасную зону во время хода рабочего органа. Они изготавливаются из листовой полосовой стали толщиной 0,5-1,5 мм, из прозрачной небьющейся пластмассы или в виде решетки из металлических прутков диаметром 6-8 мм. Допускается изготовление из сетки

или материала с отверстиями, но при этом расстояние от движущихся деталей до поверхности ограждения должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.062-81* «ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные».

Ограждения, закрывающие кузнечно-прессовые машины целиком, применяются для машин-автоматов. В этом случае появляется возможность одновременно решить проблемы защиты от шума. Для этого стенки ограждения должны иметь достаточную звукоизоляцию, а изнутри ограждение должно быть облицовано звукопоглощающим материалом.

Расстояние от внутренней поверхности ограждения до контура оборудования должна быть не менее 50 мм.

Подвижные ограждающие устройства могут быть с приводом от рабочего органа, с индивидуальным и ручным приводом.

Подвижные устройства с приводом от рабочего органа применяют при штамповке деталей из штучных заготовок. Допускается их использование при штамповке из полосы, ленты и листа. Такие устройства в зависимости от характера движения делятся на четыре группы:

- движущиеся синхронно;
- движущиеся с опережением хода рабочего органа;
- комбинированного действия;
- отводящего действия.

Устройства, движущиеся синхронно с рабочим органом, рекомендуется применять для защиты штампового пространства закрытых механических прессов, имеющих ход ползуна более 500 мм. При ходе рабочего органа решетка перемещается на величину хода ползуна со скоростью, равной его скорости.

Устройства, движущиеся с опережением хода рабочего органа, целесообразно применять на прессах, имеющих ход ползуна 400-500 мм и число ходов ползуна не более 16 в минуту. С увеличением числа ходов увеличивается скорость движения решетки, что может привести к травмированию оператора самой решеткой.

Устройства комбинированного действия, состоящие из рычажных систем и решеток, совершающих сложное движение (вверх, вниз и в сторону рабочего), рекомендуется применять на прессах с ходом ползуна не менее 200 мм. Решетка в зависимости от соотношения

плеч рычагов может перемещаться с различными опережениями хода ползуна.

Устройство отводящего действия состоит из решетки, движущейся по дуге от верхней части штампов к нижней, и системы рычагов, приводимых в действие от ползуна. При своем движении решетка может отводить руки работающего и надежно закрывать рабочую зону раньше, чем произойдет смыкание штампа. Такие решетки следует применять на прессах с ходом ползуна 400 мм.

К устройствам отводящего действия относятся так называемые руко- и корпусоотводчики, которые состоят из решетки, приводимой в действие от ползуна через систему рычагов. При опускании ползуна вниз решетка совершает движение в сторону рабочего и вынуждает его отходить назад, что вызывает повышенную утомляемость рабочего и боязнь травмирования самим устройством, поэтому эти устройства являются морально устаревшим средством защиты и рекомендуются для использования в исключительных случаях, когда нет возможности применить более эффективные современные средства защиты.

Подвижные защитные устройства с индивидуальным приводом являются наиболее перспективными средствами защиты, отвечающими современным эстетическим, эргономическим и техническим требованиям безопасности. По принципу действия и характеру защиты данные устройства подобны устройствам с приводом от рабочего органа и отличаются тем, что подвижный экран (решетка) связан с системой управления и приводится в действие от индивидуального привода (например, пневмоцилиндра). Такие защитные устройства обеспечивают защиту опасной зоны при совершении прессом 50 одиночных ходов в минуту и более, что невозможно при использовании конструкций защитных устройств с приводом от ползуна, не загромождают рабочее пространство и не затрудняют установку и снятие инструмента.

При отключении электро- или пневмопитания конструкции некоторых подвижных защитных устройств перекрывают рабочую зону подвижным экраном, предотвращая тем самым доступ рук работающего в опасную зону. В случае сдвоенных (повторных) ходов ползуна такой экран будет находиться в защитном положении и тем самым исключать травмирование оператора.

Подвижные защитные устройства с ручным приводом по принципу действия и характеру защиты подобны устройствам с приводом от рабочего органа и устройствам с индивидуальным приводом и отличаются тем, что подвижный экран приводится в действие вручную. Устройства с ручным приводом целесообразно применять на машинах с небольшими усилиями, при небольших габаритах и массах подвижного экрана.

Во всех случаях, когда возможно применение устройств с индивидуальным приводом взамен устройств с ручным приводом, предпочтение отдается первым, так как применение устройств с ручным приводом способствует утомляемости оператора.

6.4 Защитные ограждения деревообрабатывающих станков

В соответствии с ГОСТ 12.2.026.0-77* деревообрабатывающее оборудование должно иметь предохранительные и оградительные устройства, исключаяющие:

- опасное соприкосновение человека с движущимися элементами и режущим инструментом;
- вылет режущего инструмента или других деталей;
- выбрасывание движущимся инструментом обрабатываемых заготовок и отходов;
- возможность травмирования людей при установке и смене режущего инструмента;
- возможность выхода за установленные пределы подвижных частей оборудования (кареток, салазок, тележек, рамок, столов, суппортов).

Рабочая часть режущих инструментов (пил, фрез, ножевых головок и т.п.) должна закрываться автоматически действующим ограждением, открывающимся во время прохождения обрабатываемого материала или инструмента только для его пропуска на величину, соответствующую габаритам обрабатываемого материала по высоте и ширине.

Неподвижные ограждения допускается применять в тех случаях, когда они исключают возможность соприкосновения станочника с приведенным в действие режущим инструментом. Такого рода ограждения (в том числе нерабочей части режущих инструментов) могут одновременно использоваться и как приспособления для улавливания

и направления отходов, и как устройства для их удаления, а также как шумоглушащие конструкции.

Ограждения механизмов и узлов, периодически переставляемых и регулируемых, должны быть открывающимися на петлях или легкоъемными, устанавливаемыми и открываемыми без применения специальных инструментов. Ограждения режущих инструментов, которые необходимо открывать или снимать для замены и правки инструмента, должны быть заблокированы с пусковыми и тормозными устройствами. Открываемые или легкоъемные ограждения цепных, ременных, зубчатых и фрикционных передач ведущих и ведомых звездочек цепных конвейеров должны быть заблокированы с пусковыми устройствами.

Блокирующее устройство должно исключать возможность пуска оборудования при незакрытых или снятых ограждениях, обеспечивать полный останов двигателей приводов в случае открывания ограждений или их частей или исключать открывание ограждений во время работы.

Для наблюдения за ограждаемыми узлами или деталями или при необходимости притока воздуха к ним соответствующие части ограждений могут быть решетчатыми, сетчатыми, из прозрачного материала или в виде жалюзи. Решетчатые или сетчатые части ограждений должны располагаться не ближе 50 мм от движущихся или вращающихся элементов, при этом ширина зазоров в решетке или жалюзи должна быть не более 10 мм. Размеры отверстий в сетчатых ограждениях также не более 10 мм.

Для закрывания и открывания ограждений должны быть предусмотрены ручки, скобы и другие устройства.

Ограждения должны изготавливаться и устанавливаться с точностью, исключающей их перекос или смещение от заданного положения относительно закрываемых ими движущихся или вращающихся элементов и соприкосновение с ними. Ограждения, требующие настройки в зависимости от размеров обрабатываемых заготовок, должны иметь устройства для закрепления регулируемых частей без применения инструментов.

Ограждения не должны затруднять удаление отходов, разрушаться при разрыве или поломке закрываемых ими движущихся деталей или режущих инструментов.

Применение искрообразующих материалов для изготовления ограждений к шлифовальным, калибровальным и полировальным станкам не допускается.

Усилия для закрывания и открывания неподвижных ограждений вручную не должны превышать 80 Н. Усилия для подъема и сдвига подвижной части ограждения зоны обработки не должны превышать 30 Н. Окраска ограждений по ГОСТ 12.4.026-76*.

6.5 Ограждения конвейеров и роботокomплексов

В соответствии с ГОСТ 12.2.022-80* движущиеся части конвейеров, к которым возможен доступ обслуживающего персонала и лиц, работающих вблизи конвейеров, должны быть ограждены. В зоне возможного нахождения людей должны быть ограждены или защищены:

- смотровые люки пересыпных лотков, бункеров и т.п., установленных в местах загрузки конвейеров, периодически очищаемые обслуживающим персоналом;

- проходы (проезды) под конвейерами (сплошными навесами, выступающими за габариты конвейеров не менее чем на 1 м);

- участки трассы конвейеров (кроме подвесных конвейеров), на которых запрещен проход людей (при помощи установки вдоль трассы перил высотой не менее 1 м от уровня пола).

Защитные ограждения конвейеров должны быть снабжены приспособлениями для надежного удержания их в закрытом положении и в случае необходимости быть заблокированными с приводом конвейера для его отключения при снятии ограждения.

Конструкция ограждения должна быть такой, чтобы при необходимости его удаления или перемещения это было возможным лишь с помощью инструмента. Ограждения следует изготавливать из металлических листов, сетки и других прочных материалов.

В соответствии с ГОСТ 12.2.072-82* опасная зона роботокomплекса должна быть ограждена. При расчете размеров ограждений зоны должны быть предусмотрены необходимые расстояния между стационарными ограждениями и границей рабочей зоны и рабочего пространства промышленного робота и технологическим оборудованием для удобного и безопасного выполнения операций программирования, обучения, ремонта и наладки промышленного робота и оборудо-

дования комплекса или участка. При этом следует учитывать системы координат робота, тип и число роботов, а также антропометрические данные и рабочую позу оператора при выполнении операции по обслуживанию робота и основного технологического оборудования.

Стационарные ограждения должны:

- не затруднять оператору визуального контроля за работой роботизированного технологического комплекса или участка;
- обеспечивать проход человека в зону ограждения только через места, оборудованные соответствующими устройствами (светозащита, дверной проем с датчиками и др.);
- исключать возможность попадания объектов манипулирования и выхода исполнительных устройств промышленного робота за огражденную зону.

Как правило, ограждение выполняется высотой не менее 1,5 м из металлической сетки с размером ячейки не более 0,1 м. Сетка окрашивается сигнальными цветами (чередующиеся полосы черного и желтого цвета).

Если рабочая зона робота захватывает пространство над проходами, проездами, рабочими местами, пространство под зоной движения манипулятора промышленного робота (ПР) ограждается.

Наиболее эффективно активное ограждение. В простейшем случае для этой цели используют механические коммутационные устройства, например контактные плиты, трапы или другие аналогичные устройства. Сигнал при попадании человека в рабочее пространство ПР передается в систему управления ПР, и перемещение человека блокируется.

6.6 Блокировка режущих рабочих органов ручных инструментов

Для примера рассмотрим конструкцию приспособления для защиты от попадания рук в рабочий орган типа косилки орудия для стрижки живых изгородей в городских условиях «Гардена». Орудие представляет собой электродвигатель мощностью 0,6 кВт, к которому присоединен понижающий редуктор, соединенный с кулисным приводом. Кулисный привод соединен в свою очередь с режущим и противорежущим ножами. Конструкция орудия представлена на рисунке 6.2.

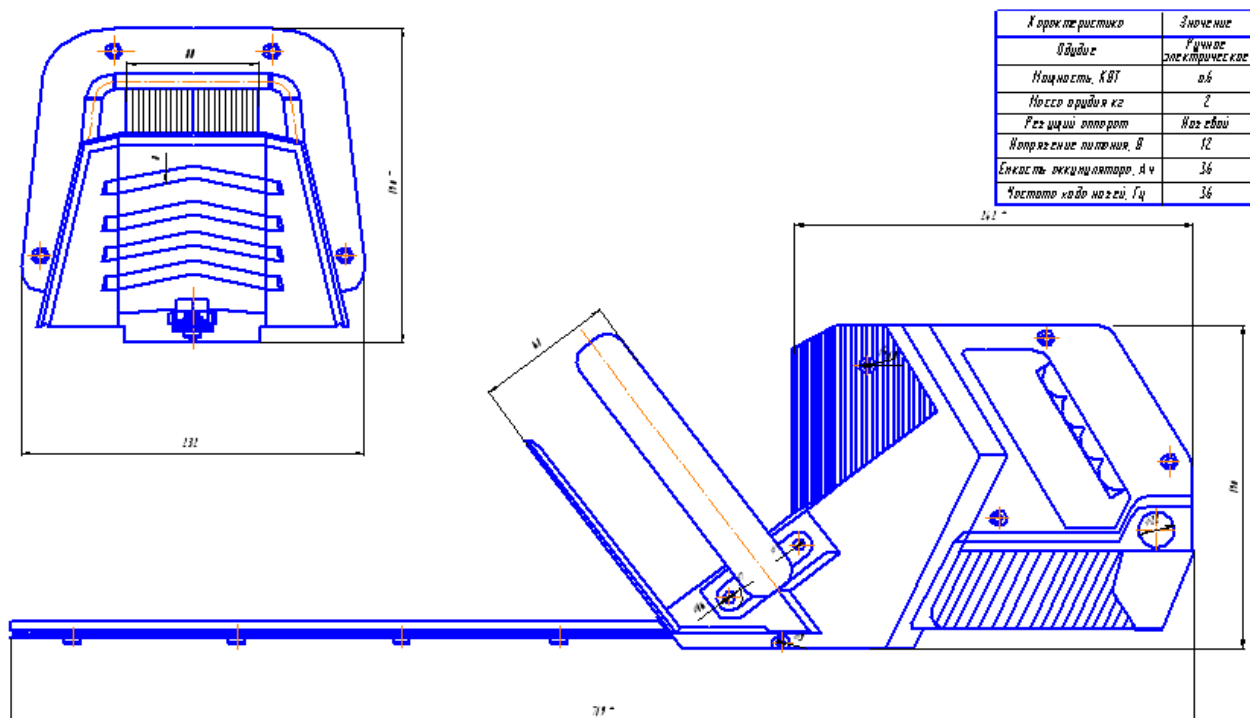


Рисунок 6.2 – Орудие для стрижки живых изгородей «Гардена»

Для предупреждения травмирования конечностей рабочего режущим аппаратом и отбрасывания продуктов резания в лицо рабочему в конструкции проектного орудия предусмотрены:

- защитный щиток над рабочим органом на линии «рабочий орган – лицо рабочего»;
- отключение двигателя орудия при снятии хотя бы одной руки с рукояток управления.

Рукоятки и кнопки расположены для пользования как правой, так и левой рукой (с учетом физиологических особенностей «праворуких» и «леворуких» рабочих). В орудии кнопки включения двигателя, размещенные на рукоятках управления (1 кнопка на задней рукоятке и 3 – на передней, 2 по бокам и одна сверху, связанные между собой гибким тросом и присоединенным к выключателю), соединены в единую электрическую схему.

При отпускании рукояток хотя бы одной рукой двигатель отключается согласно электросхеме его подключения. Усилия на кнопках включения двигателя привода режущего аппарата 3 Н. Размещение рукояток предусматривает работу как в верхнем, так и в низком положении орудия.

6.7 Защита кабин тракторов от падающих деревьев при работе в лесу

Расчет диаметра трубы для стойки ограждения кабины выполняется для исключения повреждения кабины или травмирования тракториста при работе в лесу. Кабина защищается шестистоечным силовым защитным каркасом с покрытием сверху из гофрированного железа толщиной 4 мм.

На рисунке 6.3 представлена схема расчета реакций в стойках. Сверху стойки соединяются гофрированным стальным листом, поэтому нагрузка на стойки принимается равномерной.

Ниже приведен пример расчета ограждения кабины колесного трактора класса 9-14 кН.

Согласно схеме $b = 1,2$ м; $L = 1,5$ м. Максимальная масса дерева $m = 200$ кг.

Сила, действующая на ограждения при этом будет равна

$$P = m \cdot g \cdot k, \quad (6.9)$$

g – ускорение свободного падения, м/с²;
 k – коэффициент динамичности, $k = 10$.

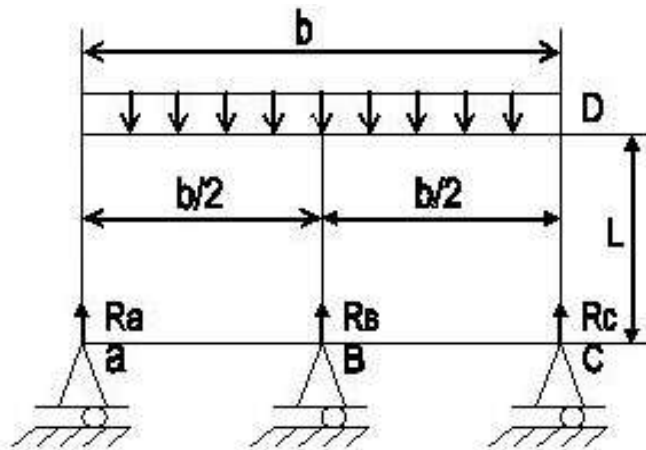


Рисунок 6.3 – Расчетная схема силового каркаса кабины трактора

Равномерная нагрузка определяется по формуле

$$g = \frac{P}{b} [26]. \quad (6.10)$$

Величина g равна

$$g = \frac{m \cdot g \cdot k}{b} = \frac{200 \cdot 9,81 \cdot 10}{1,2} = 16350 \text{ м/с}^2.$$

Реакции R_a , R_b , R_c равны между собой согласно условию:

$$R_a = R_b = R_c = \frac{g \cdot b \cdot 10}{3} = \frac{200 \cdot 9,81 \cdot 10 \cdot 1,2}{1,2 \cdot 3} = 6,5 \text{ кН.}$$

Площадь поперечного сечения стойки равна

$$F = \frac{R}{[\delta_{сж}]}, \quad (6.11)$$

где R – нагрузка на стойку, Н;

$[\delta_{сж}]$ – допускаемое напряжение на сжатие, МПа.

Допускаемое напряжение на сжатие для стали Ст 3ПС равно

$[\delta_{сж}] = 120$ МПа.

Подставим значение нагрузки R и допускаемое напряжение $[\delta_{сж}]$ в формуле (6.8.) найдем площадь поперечного сечения F :

$$F = \frac{R}{[\delta_{сж}]} = \frac{6,5 \cdot 10^3}{120 \cdot 10^6} = 0,00005417 \text{ м}^2 = 54,16 \text{ мм}^2.$$

Наружный диаметр трубы определяется по формуле

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi} + d^2}, \quad (6.12)$$

где F – площадь поперечного сечения, мм^2

d – внутренний диаметр, мм.

Принимаем соотношение $D/d = 1,33$ и задавшись $d = 30$ мм, получим наружный диаметр трубы D :

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi} + 30^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 54,16}{3,14} + 900} = 31,18 \text{ мм.}$$

Принимаем внутренний диаметр трубы равный $d = 30$ мм, по соотношению $D/d = 1,33$ $D = 38$ мм.

Вывод: рассчитанный диаметр трубы будет выдерживать нагрузку падающего на кабину дерева при движении трактора по лесу.

Вопросы для самопроверки

1. Изучить классификацию средств коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов.
2. Изучить типы защитных экранов.
3. Изучить поверочные расчеты экранов на прочность.
4. Где определяют значение статической деформации с учетом многообразия способов крепления защитного козырька?
5. Изучить сетчатые оградительные устройства.
6. Изучить защитные экраны металлорежущих станков.
7. Смотровые окна в защитных экранах на станках, работающих лезвийным инструментом.
8. Оградительные устройства кузнечно-прессового и штамповочного оборудования.
9. Стационарные ограждения
10. Подвижные ограждающие устройства.
11. Подвижные устройства с приводом от рабочего органа.
12. Устройства, движущиеся синхронно с рабочим органом.
13. Устройства комбинированного действия.
14. Устройства отводящего действия.
15. Подвижные защитные устройства с индивидуальным приводом.
16. Защитные ограждения деревообрабатывающих станков.
17. Блокировка режущих рабочих органов ручных инструментов электросхемы подключения.
18. Защита кабин тракторов от падающих деревьев при работе в лесу.

7 РАСЧЕТ СОСУДОВ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ

Внутренние объемы герметичных систем ограничивают среду, которая может быть нагретой, охлажденной, химически активной и т.п. Нарушение герметичности опасно для обслуживающего персонала и производства в целом.

Требуемая герметичность системы, и ее взрывобезопасность, обеспечиваются на стадии проектирования выбором материала элементов системы и выполнением прочностных расчетов, применением и расчетом предохранительных устройств. Проектирование герметичных систем должно проводиться в соответствии с требованиями Госгортехнадзора России.

Наибольшие трудности в создании герметичности возникают при применении в системах разъемных соединений. Герметичность неподвижных соединений достигается применением уплотнений, а подвижных – за счет выбора материала и повышенных требований к шероховатости поверхности контактных элементов конструкции, за счет обеспечения необходимого контактного давления на уплотнительных поверхностях. Абсолютная герметичность разъемных соединений недостижима, поэтому при проектировании герметичных систем возникает необходимость расчета допустимых утечек среды и разработка комплекса мер по их локализации и ограничению воздействия на рабочую зону.

7.1 Расчет сосудов на прочность

При конструировании сосудов их составляющим частям обычно придают простейшие геометрические формы. Широкое распространение получили гладкие цилиндрические обечайки, выпуклые (эллиптические, полусферические) и плоские круглые днища и крышки из углеродистых и легированных сталей, нагруженные внутренним или внешним давлением. Нормы и методы расчетов на прочность, изложенные в ГОСТ 14249-80, применимы при соблюдении «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением», при условии, что отклонения от геометрической формы и неточности изготовления рассчитываемых элементов сосудов не превышают допусков, установленных нормативно-технической документа-

цией. Расчет на прочность обычно позволяет определить толщину стенки конкретного элемента сосуда по значению расчетного давления.

До проведения расчета на прочность необходимо выбрать конструкционный материал, определить основные размеры сосуда, температуру его стенки и рабочее давление p_p .

Расчетное давление p принимают, как правило, равным рабочему p_p . Если давление в сосуде во время действия предохранительных устройств повысится более чем на 10% по сравнению с рабочим, расчеты на прочность необходимо проводить при давлении $p = 0,9 p_o$, где p_o – давление при полном открытии предохранительного устройства.

Коэффициенты прочности сварных швов ϕ характеризуют прочность сварного шва по отношению к прочности свариваемого материала и входят в расчетные соотношения.

При расчете сосудов и аппаратов необходимо учитывать прибавку c к расчетным толщинам, включающую компенсацию коррозии и минусового допуска c_2 и прибавку технологическую c_3 .

Схемы гладких цилиндрических обечаек представлены на рисунках 7.1 и 7.2.

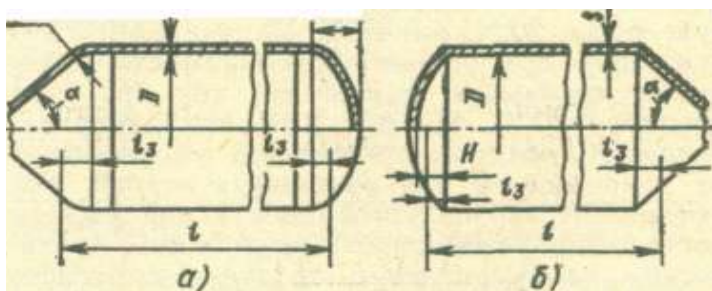


Рисунок 7.1 – Схема и размеры гладких обечаек с выпуклыми или коническими днищами:

- а – обечайка с отбортованными днищами;
- б – обечайка с неотбортованными днищами

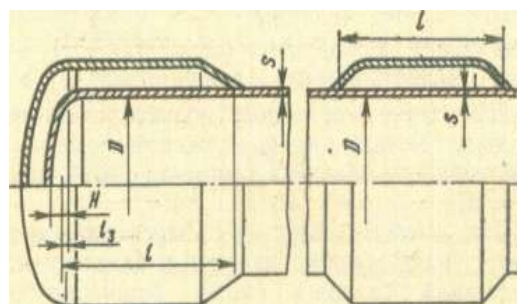


Рисунок 7.2 – Схема и основные размеры гладкой обечайки с рубашкой

Формулы для расчетов на прочность, приведенные ниже, будут справедливы, если выполняются следующие соотношения:

$$\frac{s - c}{D} \leq 0,1 \quad \text{при} \quad D \geq 200 \text{ мм};$$

$$\frac{s - c}{D} \leq 0,3 \quad \text{при} \quad D < 200 \text{ мм.} \leq$$

Расчетную толщину обечайки, нагруженной внутренним давлением, и допускаемое избыточное давление $[p]$ определяют по формулам:

$$s_p = \frac{pD}{2[\sigma]\phi - p};$$

$$[p] = \frac{2[\sigma]\phi(s - c)}{D + s - c}. \quad (7.1)$$

Расчетную толщину обечайки, нагруженной наружным давлением, приближенно определяют по формуле

$$s_p = \max \left\{ 0,01DK_2; \frac{1,1pD}{2[\sigma]} \right\} \quad (7.2)$$

с последующей проверкой по формуле

$$[p] = \frac{[p]_p}{\left[1 + \left(\frac{[p]_p}{[p]_E} \right)^2 \right]^{1/2}}, \quad (7.3)$$

где допускаемое давление из условия прочности

$$[p]_p = \frac{2[\sigma](s - c)}{D + s - c}. \quad (7.4)$$

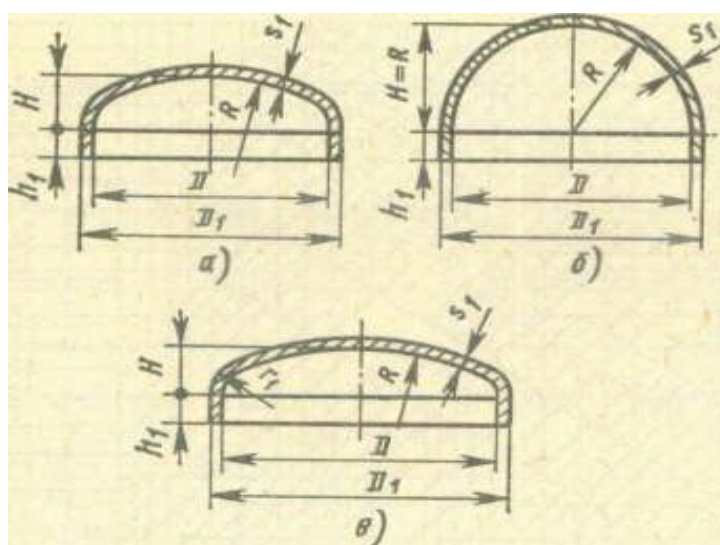


Рисунок 7.3 – Схемы и основные размеры выпуклых днищ:
 а – эллиптическое днище; б – полусферическое днище;
 в – торосферическое днище

Для эллиптических и полусферических днищ, нагруженных наружным давлением, расчетная толщина стенки определяется по формулам

$$s_{1p} = \frac{pR}{2\varphi[\sigma] - 0,5p};$$

$$[p] = 2(s_1 - c)\varphi[\sigma / [R + 0,5(s_1 - c)]]; \quad (7.5)$$

7.2 Расчет предохранительных клапанов

По ГОСТ 12.2.085-82 при расчете пропускной способности предохранительных клапанов используют следующие размерности физических величин M , кг/ч; F , мм²; p , кг/м³. Коэффициенты расхода предохранительных клапанов указывают в их паспорте. Если данные отсутствуют, то полагают

$$\alpha = \sqrt{\xi},$$

где ξ – коэффициент сопротивления предохранительного клапана.

$$\xi = \xi_1 + \xi_2 \frac{b - 0,1d}{d} + \frac{\xi_3}{\left(\frac{h_k}{d}\right)^2}, \quad (7.6)$$

где $b = (d_m - d_c)/2$ – перекрытие клапана;
 ξ_1, ξ_2, ξ_3 – коэффициенты.

7.3 Расчет мембранных предохранительных устройств

Наиболее распространенными являются разрывные, хлопающие, ломающиеся, срезные и отрывные мембраны. Расчет мембранных предохранительных устройств обычно включает прочностной расчет на давление срабатывания. Схема отрывной мембраны представлена на рисунке 7.4.

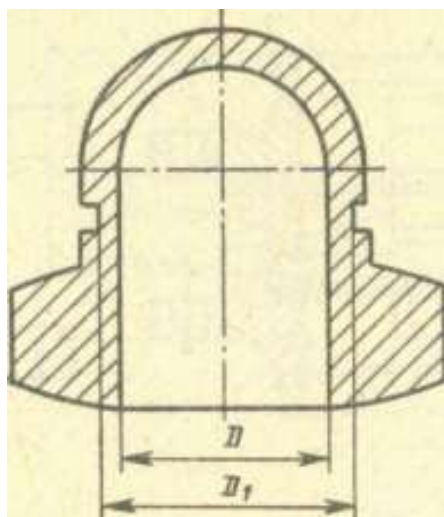


Рисунок 7.4 – Схема отрывной мембраны

Исходными данными при проектировании для приближенного расчета мембран на давление срабатывания являются:

- требуемое давление срабатывания мембраны p_c ;
- рабочий диаметр мембраны (диаметр в свету) D ;
- рабочая температура в месте установки мембраны t ;
- состав рабочей среды защищаемого сосуда, аппарата.

На колпачок отрывной мембраны в момент срабатывания действует сила $0,25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot p_c$, и отрыв его произойдет, когда в ослабленном сечении толщиной $h = (D_1 - D)$ и площадью $0,25 \cdot \pi \cdot (D_1 - D)^2$ возникнут напряжения растяжения, равные пределу прочности σ_B . Заданное давление срабатывания мембран устанавливают, варьируя диаметр $D_1 = D(1 + p^c / \sigma_B)$.

Вопросы для самопроверки

1. Где в АПК используются сосуды под повышенным давлением?
2. Где в АПК используются сосуды под пониженным давлением?
3. Что надо учесть до проведения расчета на прочность сосуда под давлением?
4. Какое следует принять расчетное давление?
5. Почему при расчете сосудов и аппаратов необходимо учитывать прибавку к расчетным толщинам стенок?
6. Какова цель расчета выпуклых днищ сосудов?
7. Расчет предохранительных клапанов. Цели и задачи.
8. Мембранные предохранительные устройства. Типы, назначение, схемы.

8 МОЛНИЕЗАЩИТА

Молниезащита включает комплекс мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, предохранения зданий, сооружений, оборудования и материалов от взрывов, загораний и разрушений, возможных при воздействии молнии. Проектирование и изготовление молниезащиты должно выполняться с учетом норм и требований Руководящего документа РД 34.21.122-87, который распространяется на новые, реконструируемые и расширяемые здания и сооружения.

В соответствии с назначением зданий и сооружений необходимость выполнения молниезащиты, ее категория, а при использовании стержневых и тросовых молниеотводов тип зоны защиты определяются в зависимости от среднегодовой продолжительности гроз, а также от ожидаемого количества поражений здания или сооружения молнией в год, определяемого по выражению

$$N = [(S - 6h_{\text{сд}}) \cdot (L + 6h_{\text{сд}}) - 7,7h_{\text{сд}}^2] \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (8.1)$$

где S , L – ширина и длина здания, м;

для зданий сложной конфигурации при расчете N в качестве S и L принимаются ширина и длина описанного прямоугольника;

$h_{\text{сд}}$ – наибольшая высота здания, м;

n – среднегодовое число ударов молнии в 1 км^2 земной поверхности в месте расположения здания.

Зоны молниеотводов показаны на рисунках 8.1. и 8.2.

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода (см. рис. 8.1) представляет собой круговой конус, вершина которого находится на высоте h_0 . У таких молниеотводов высотой $h \leq 150$ м зона защиты имеет следующие габариты:

$$h_0 = 0,85h;$$

$$r_0 = (1,1 - 0,002h) \cdot h;$$

$$r_x = (1,1 - 0,002h) \cdot (h - h_x/0,85);$$

$$h_0 = 0,92h;$$

$$r_0 = 1,5h;$$

$$r_x = 1,5(h - h_x/0,92).$$

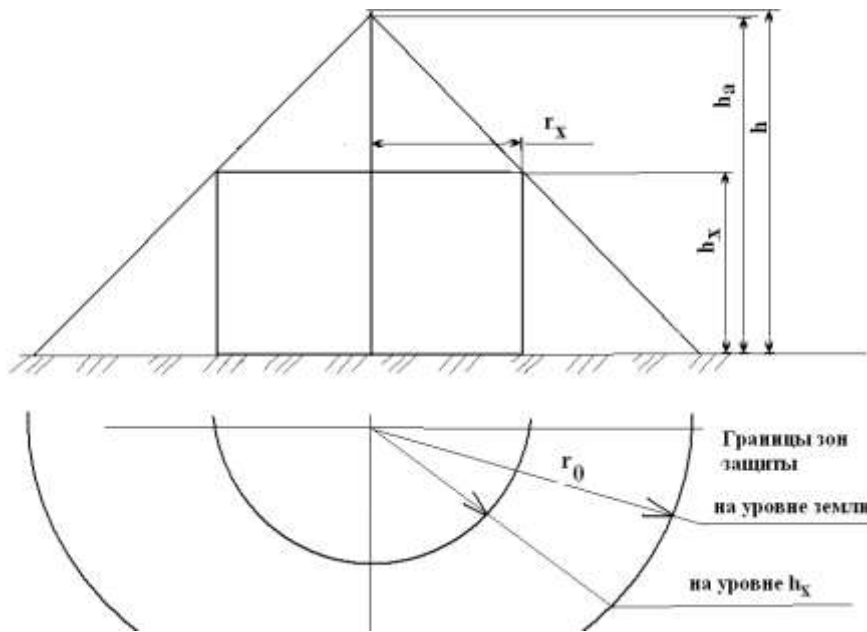


Рисунок 8.1 – Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой до 150 м

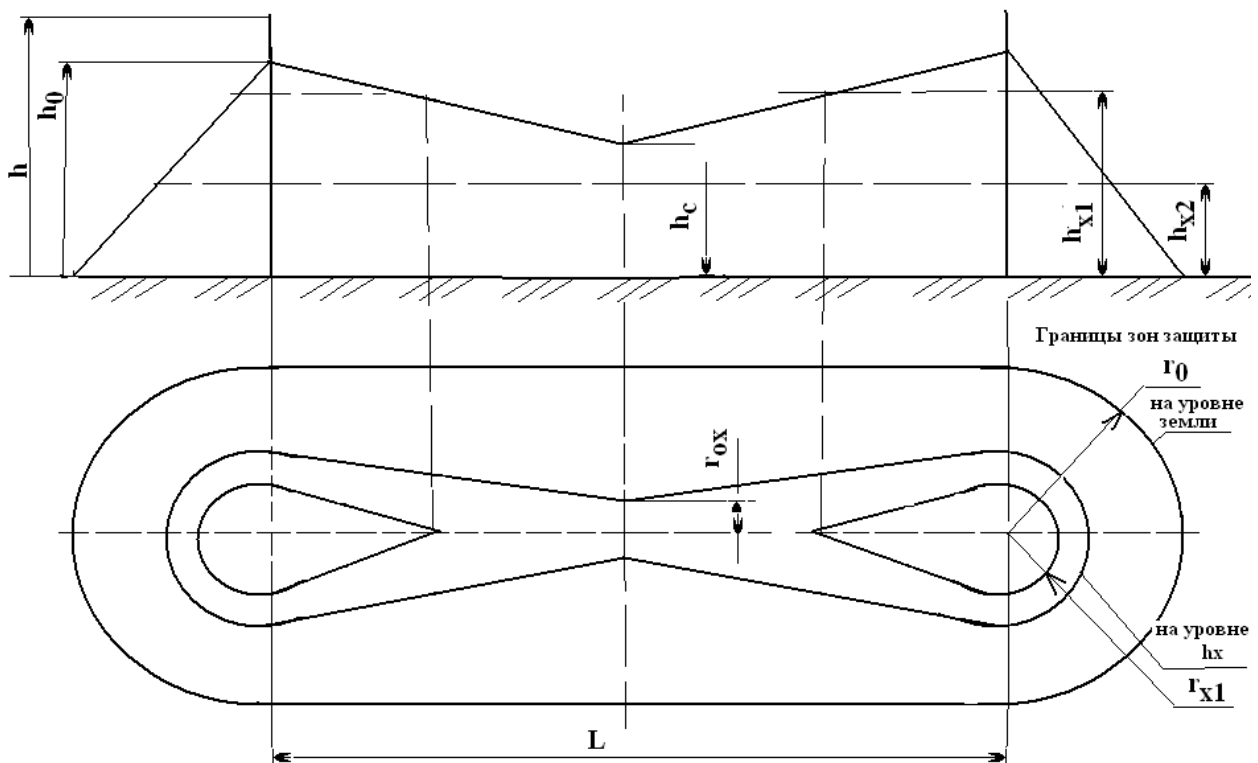


Рисунок 8.2 – Зона защиты двойного стержневого молниеотвода высотой до 150 м

Зона защиты двойного стержневого молниеотвода (рис. 8.2) имеет две торцовые области и внутреннюю область. Габариты торцо-

вых областей зоны защиты молниеотвода высотой $h \leq 150$ м определяют по приведенным выше формулам как зоны одиночных стержневых молниеотводов.

При расстоянии между стержневыми молниеотводами r для построения зоны А молниеотводы следует рассматривать как одиночные.

Зона защиты многократного стержневого молниеотвода определяется как зона защиты попарно взятых соседних стержневых молниеотводов. Габариты зоны защиты одиночного тросового молниеотвода определяются высотой троса h в середине пролета.

Устройство молниезащиты. Молниезащита I категории от прямых ударов молнии должна выполняться отдельно стоящими стержневыми или тросовыми молниеотводами. Здание и сооружение I категории должно вписываться в зону защиты А, при этом необходимо обеспечить удаление молниеотводов от защищаемого объекта по воздуху на расстояние S_B , а удаление от подземных металлических коммуникаций – на расстояние S_3 .

Наименьшее допустимое расстояние S_B определяют для любого типа молниеотвода в зависимости от высоты здания, конструкции заземлителя и эквивалентного удельного сопротивления грунта ρ , Ом·м.

Для зданий и сооружений высотой не более 30 м:

- при $\rho \leq 100$ Ом·м для заземлителей любой рекомендуемой конструкции $S_B = 3$ м;

- при $100 < \rho \leq 1000$ Ом·м:

- для заземлителей, состоящих из одной железобетонной сваи длиной не менее 5 м, одного железобетонного подножника длиной не менее 2 м или заглубленной железобетонной опоры длиной не менее 5 м, $S_B = 3 + 10^{-2}(\rho - 100)$;

- для заземлителей, состоящих из четырех железобетонных свай, или подножников на расстоянии 3-8 м друг от друга, или железобетонного фундамента произвольной формы с площадью поверхности контакта с землей – не менее 70 м^2 , или искусственных заземлителей, состоящих из не менее чем трех вертикальных электродов длиной – не менее 3 м, объединенных горизонтальным электродом, при расстоянии между вертикальными электродами – не менее 5 м, $S_6 = 4$ м.

Для зданий и сооружений высотой более 30 м расстояние S_6 должно быть увеличено на 1 м на каждые 10 м высоты здания сверх 30 м.

Молниезащита зданий и сооружений II категории от прямых ударов молнии должна выполняться отдельно стоящими или установленными на защищаемом объекте стержневыми или тросовыми молниеотводами. При установке отдельно стоящих молниеотводов расстояние от них по воздуху и земле до защищаемого объекта и вводимых в него подземных коммуникаций не нормируется.

На зданиях и сооружениях с металлической кровлей в качестве молниеприемника необходимо использовать кровлю, при этом все выступающие неметаллические элементы здания или сооружения должны быть оборудованы молниеприемниками, присоединенными к металлу кровли. При уклоне неметаллической кровли не более 1 : 8 может быть использована молниеприемная сетка. Шаг ячеек сетки не должен превышать 6×6 м.

Наружные установки, содержащие горючие и сжиженные газы или ЛВЖ, должны быть защищены следующим образом:

- корпуса установок из железобетона, металлические корпуса установок и отдельных резервуаров при толщине металла крыши менее 4 мм должны быть оборудованы молниеотводами, установленными на защищаемом объекте или отдельно стоящими;

- металлические корпуса установок и отдельных резервуаров при толщине крыши 4 мм и более, а также отдельные резервуары объемом менее 200 м³ независимо от толщины металла крыши, а также металлические кожухи теплоизолированных установок достаточно присоединить к заземлителю.

Для парка резервуаров, содержащих сжиженные газы общим объемом более 8000 м³, а также для парка резервуаров с корпусами из металла и железобетона, содержащих ГГ или ЛВЖ, при общем объеме резервуаров более 100 тыс. м³ защиту от прямых ударов молнии следует выполнять отдельно стоящими молниеотводами.

Молниезащита от прямых ударов молнии зданий и сооружений III категории выполняется так же, как молниезащита II категории. В этом случае при использовании молниезащитной сетки шаг ее ячеек может достигать 12×12 м.

Молниезащита наружных установок III категории, содержащих ГЖ с температурой вспышки паров выше 61 °С и создающих согласно ПУЭ зону класса II-III, должна выполняться следующим образом:

- корпуса установок из железобетона, а также металлические корпуса установок и групп резервуаров при толщине крыши менее

4 мм должны быть оборудованы молниеотводами, установленными на защищаемом сооружении или отдельно стоящими;

- металлические корпуса установок и групп резервуаров при толщине крыши 4 мм и более должны быть присоединены к заземлителю.

Молниезащита неметаллических труб, башен, вышек высотой более 15 м от прямых ударов молнии должна быть выполнена установкой на этих сооружениях:

- при высоте до 50 м – одного стержневого молниеприемника высотой не менее 1 м;

- при высоте от 50 до 150 м – двух стержневых молниеприемников высотой не менее 1 м, объединенных на верхнем торце трубы;

- при высоте более 150 м – не менее трех стержневых молниеприемников высотой 0,2 0,5 м или уложенного по верхнему торцу трубы стального кольца сечением не менее 160 мм².

Конструкции молниеотводов. В состав молниеотвода входят:

- молниеприемники, непосредственно воспринимающие удар молнии;

- опоры;

- токоотводы, по которым ток, возникающий при ударе молнии, передается на землю;

- заземлители, обеспечивающие растекание тока в земле.

Стержневые молниеотводы изготавливают из стали любой марки сечением не менее 100 мм² и длиной не менее 200 мм. Их следует предохранять от коррозии цинкованием, лужением или окрашиванием. Тросовые молниеприемники изготавливают из стального многопроволочного оцинкованного троса сечением не менее 35 мм².

В зданиях и сооружениях II и III категорий молниезащиты в качестве молниеприемника может использоваться металлическая кровля или металлическая сетка. В качестве молниеприемника можно использовать металлический защитный колпак дымовых труб.

Опоры отдельно стоящих молниеотводов выполняются из стали любой марки, железобетона или дерева. Опоры стержневых молниеотводов следует рассчитывать на механическую прочность как свободно стоящие конструкции, а опоры тросовых – с учетом натяжения троса и действия ветровой нагрузки на трос.

Для соединения молниеприемника с заземлителем применяют токоотводы из стали. Соединение молниеприемников с токоотводами

и токоотводов с заземлителями должно выполняться сваркой, а при недопустимости огневых работ – болтовым соединением с переходным сопротивлением не более 0,05 Ом при обязательном ежегодном контроле последнего перед началом грозового сезона.

Токоотводы от металлической кровли или молниеприемной сетки должны быть проложены к заземлителям не реже чем через 25 м по периметру здания. При применении молниеприемной сетки и установке молниеотводов на защищаемом объекте в качестве токоотводов следует использовать металлические конструкции зданий и сооружений при условии обеспечения электрической связи в соединениях арматуры и конструкций с молниеприемниками и заземлителями.

При защите от прямых ударов молнии неметаллических труб, башен, вышек при высоте до 50 м необходимо прокладывать один токоотвод, а при высоте более 50 м токоотводы должны быть проложены не реже чем через 25 м по периметру сооружения, их минимальное количество – 2.

При установке молниеприемников на защищаемом объекте и невозможности использования в качестве токоотводов металлических конструкций сооружения токоотводы необходимо прокладывать по наружным стенам сооружений кратчайшим путем.

В качестве заземлителей молниезащиты допускается использование всех рекомендуемых ПУЭ заземлителей электроустановок, за исключением нулевых проводов линий электропередачи напряжением до 1 кВ. При влажности грунта 3% и более рекомендуется использовать в качестве заземлителей железобетонные фундаменты. Битумные и битумно-латексные покрытия не являются препятствием для такого использования фундаментов.

Проверка целостности молниезащиты и защищенности от коррозии доступных обзором частей молниеприемников, токоотводов и контактов между ними производится:

- для зданий и сооружений I категории – 1 раз в год перед началом грозового сезона;
- для зданий и сооружений II и III категории – 1 раз в три года.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое молниезащита? Дать определение.
2. В зависимости от чего определяется тип зоны защиты?

3. Изобразить графически зону защиты одиночного стержневого молниеотвода.
4. Изобразить графически зону защиты двойного стержневого молниеотвода.
5. Изобразить графически зону защиты многократного стержневого молниеотвода.
6. Чем определяются габариты зоны защиты одиночного тросового молниеотвода?
7. Перечислить наружные установки, содержащие горючие и сжиженные газы или ЛВЖ, которые должны быть защищены образом.
8. Какова молниезащита наружных установок I. Перечислить категории, содержащих ГЖ с температурой вспышки паров выше 61°C и создающих согласно ПУЭ зону класса II-III, которая должна выполняться следующим образом.
9. Что входит в состав молниеотвода?
10. Из каких материалов выполняют опоры отдельно стоящих молниеотводов?
11. Перечислить виды соединения молниеприемников с токоотводами и токоотводов с заземлителями. Из каких материалов они должны выполняться?
12. Токоотводы от металлической кровли или молниеприемной сетки должны быть проложены к заземлителям не реже чем через сколько метров по периметру здания?
13. Что можно использовать в качестве заземлителей молниезащиты?
14. Когда производится проверка целостности молниезащиты и защищенности от коррозии доступных обзору частей молниеприемников, токоотводов и контактов между ними для зданий и сооружений I категории. Когда производится проверка целостности молниезащиты и защищенности от коррозии доступных обзору частей молниеприемников, токоотводов и контактов между ними для зданий и сооружений II и III категории. Сколько раз в год и через сколько лет?

9 ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ В АПК И МЕРЫ ПОЖАРНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ

9.1 Пожарная опасность производственных зданий

Пожарная опасность производственных зданий определяется пожарной опасностью технологического процесса и конструктивно-планировочными решениями здания. Исходя из пожароопасных свойств веществ и условий их применения или обработки строительные нормы и правила делят все производства и склады по взрыво- и пожароопасности на пять категорий, которые обозначают буквами: А и Б – взрывопожароопасные; В, Г и Д – пожароопасные.

Категории взрывопожароопасности производств указаны в нормах технологического проектирования или специальных перечнях производств, которые составляются и утверждаются отраслевыми министерствами.

К взрывопожароопасной категории А относятся производства, связанные с применением веществ, способных взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом. В производстве к этой категории относятся отделения нанесения лакокрасочных покрытий на изделия и др.

К взрывопожароопасной категории Б относятся производства, связанные с применением горючих газов, жидкостей и пылей или волокон, при условии, что эти газы, жидкости и пыли могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5% объема помещения.

К пожароопасной категории В относятся производства, связанные с применением жидкостей с температурой вспышки паров выше 61°С; горючих пылей, нижний предел воспламенения которых более 65 г/м²; веществ, способных гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или одного с другим; твердых сгораемых веществ и материалов.

К пожароопасной категории Г относятся производства, связанные с применением негорючих веществ и материалов в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистой теплоты, искр или пламени; твердых, жидких или газообразных веществ, которые сжи-

гаются или утилизируются в качестве топлива. К категории Г относятся большая часть подразделений.

К пожароопасной категории Д относятся производства, связанные с применением несгораемых веществ и материалов в холодном состоянии. Это отделения мехобработки и мастерские по ремонту.

Пожарная безопасность здания в значительной мере определяется степенью его огнестойкости, которая зависит от возгораемости и огнестойкости основных конструктивных элементов здания.

9.2 Деление материалов по возгораемости и огнестойкость конструкций

Строительные материалы по возгораемости в соответствии со СНиП разделяются на три группы: несгораемые, трудносгораемые, сгораемые.

Несгораемые – материалы, которые под воздействием огня или высокой температуры не воспламеняются, не тлеют и не обугливаются. К ним относятся все неорганические материалы, применяемые в строительстве, металлы, гипсовые и минераловатные плиты.

Трудносгораемые – материалы, которые под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются, тлеют или обугливаются и продолжают гореть или тлеть только в присутствии источника зажигания, а после его удаления горение или тление прекращается. К ним относятся материалы, состоящие из несгораемых и сгораемых составляющих, например, гипсовые и бетонные материалы, содержащие наполнители, минераловатные плиты на битумном связующем, некоторые полимерные материалы. К трудносгораемым относятся конструкции, выполненные из трудносгораемых материалов, а также из сгораемых материалов, защищенных от огня и высоких температур несгораемыми материалами, например противопожарная дверь, изготовленная из дерева и защищенная от огня асбестовым полотном и листом железа.

Сгораемые – материалы, которые под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются или тлеют и продолжают гореть или тлеть после удаления источника огня. К ним относятся все органические материалы, не отвечающие требованиям, предъявляемым к несгораемым и трудносгораемым материалам.

Огнестойкость строительных конструкций проявляется в их способности сопротивляться воздействию огня или высокой температуры и сохранять при этом свои эксплуатационные функции. Огнестойкость относится к числу основных характеристик конструкций и регламентируется строительными нормами и правилами. Время, по истечении которого конструкция теряет несущую или ограждающую способность, называется *пределом огнестойкости* и измеряется в часах от начала испытаний конструкции на огнестойкость до возникновения одного из следующих признаков: появление в конструкции сквозных отверстий или трещин, через которые проникает пламя или продукты сгорания; потеря конструкцией несущей способности, т.е. ее обрушение; повышение температуры на необогреваемой поверхности конструкции в среднем больше чем на 140°C , или в любой точке этой поверхности больше чем на 180°C по сравнению с температурой конструкции до испытания, или больше чем на 220°C независимо от температуры конструкции до испытания.

Требуемые пределы огнестойкости конструкций строительных материалов определяются степенью огнестойкости проектируемого здания. Степень огнестойкости производственных зданий промышленных предприятий устанавливается по таблицам СНиП в зависимости от назначения здания, категории взрывопожароопасности производства, площади цеха или участка, этажности здания и наличия в нем систем пожаротушения.

Важное значение в обеспечении пожарной безопасности принадлежит противопожарным преградам и разрывам. Противопожарные преграды предназначены для ограничения распространения пожара внутри здания. К ним относятся противопожарные стены, перекрытия, двери. Противопожарные стены опираются на фундамент, изготовленный из негорючих материалов и имеют огнестойкость не менее 2,5 ч. Противопожарные стены могут возвышаться над крышей, что предотвращает распространение пожара на соседние помещения. Если здание имеет негорючие покрытия с негорючим утеплителем или негорючими крышами, то противопожарные стены не возвышаются над крышами.

Противопожарные двери изготавливают из негорючих или трудногорючих материалов и должны иметь огнестойкость не менее 1,2 ч.

Противопожарные разрывы между соседними производственными зданиями зависят от их огнестойкости, а для складов – от по-

жарной опасности хранящихся веществ, назначения складов, их вместимости и расположения. При определении противопожарных разрывов исходят из того, что наибольшую опасность в отношении возможности воспламенения соседних зданий представляет действие лучистой энергии, в то время как контактное действие пламени и искр проявляется не во всех случаях.

При строительстве здания предусматривают меры, предупреждающие возникновение взрыва, а также уменьшающие ущерб от взрывной волны. Для защиты от взрывов в наружной части ограждения здания устраивают легкобрасываемые конструкции (окна, двери, распашные ворота, облегченные конструкции). Легкобрасываемые ограждения разрушаются при взрыве, в результате чего давление внутри здания уменьшается, и основные несущие строительные конструкции не разрушаются.

При проектировании зданий важным является обеспечение организованного движения людей по цеху или участку в нормальных и аварийных условиях.

Нормы проектирования путей эвакуации рассчитаны на типовые компоновки оборудования в цехах. Однако время эвакуации людей из цехов может быть рассчитано с учетом плотности и пропускной способности людского потока, скорости и продолжительности движения, а также числа людей, участвующих в движении в течение короткого времени, которое определяется кратчайшим расстоянием от места их нахождения до выхода наружу. При этом движение людей во время пожара должно быть безопасным.

Допустимые расстояния от наиболее удаленного рабочего места до эвакуационного выхода нормируют в зависимости от категории производства, степени огнестойкости здания, объема помещения и числа работающих. В производственных помещениях должно быть предусмотрено не менее двух эвакуационных выходов.

9.3 Пожаротушение

Организационно-технические мероприятия:

- организация пожарной охраны предприятия;
- паспортизация веществ, материалов, изделий, технологических процессов, зданий и сооружений в части обеспечения пожарной безопасности;
- привлечение общественности к вопросам обеспечения пожарной безопасности;

- организация обучения работающих правилам пожарной безопасности;
- разработка инструкций о порядке обращения с пожароопасными веществами и материалами;
- изготовление средств наглядной агитации;
- нормирование численности людей на объекте по условиям безопасности их при пожаре;
- разработка мероприятий по действиям администрации и работающих на случай возникновения пожара и организация эвакуации людей;
- обеспечение необходимых количеств и видов пожарной техники.

Виды пожарной техники. Пожарная техника, предназначенная для защиты промышленных предприятий, классифицируется на следующие группы:

- пожарные машины;
- установки пожаротушения;
- средства пожарной и охранной сигнализации;
- огнетушители;
- пожарное оборудование;
- ручной инструмент;
- инвентарь и пожарные спасательные устройства.

Автомобили, используемые при пожаротушении промышленных предприятий:

- пожарные автоцистерны;
- насосно-рукавные автомобили;
- автолестницы;
- автонасосные станции;
- автомобили пенного и порошкового тушения и т.п.

Число и виды автомобильных средств, необходимых для тушения пожара на предприятии, определяют в зависимости от категории производства по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности; пожароопасных свойств материалов, используемых в производстве; особенностей развития возможного пожара и времени возможного прибытия автомобилей на объект.

На предприятиях широко применяют установки водяного, пенного, парового, газового и порошкового пожаротушения. Тушение пожара водой является наиболее дешевым и распространенным

средством. Попадая в зону горения, вода нагревается и испаряется, отнимая большое количество теплоты от горящих веществ. При испарении воды образуется большое количество пара, который затрудняет доступ воздуха к очагу горения. Кроме того, сильная струя воды может сбить пламя, что облегчает тушение пожара.

Вода используется в виде компактных или распыленных струй, в тонкораспыленном состоянии со смачивателями, которые применяют при тушении веществ, плохо смачивающихся водой. В виде компактных и распыленных струй, подаваемых из лафетных и ручных пожарных стволов, вода применяется для тушения большинства твердых горючих веществ и материалов, за исключением расплавленного металла и ряда других веществ, которые при взаимодействии с водой усиливают реакцию горения. Вода используется также для создания водяных завес и охлаждения объектов, находящихся вблизи очага пожара. Тонкораспыленная вода эффективно тушит твердые материалы, горючие и легковоспламеняющиеся жидкости.

Спринклерные установки представляют собой автоматические устройства тушения пожара водой. Их применяют в отапливаемых помещениях. Спринклерные установки состоят из системы водопроводных труб, проложенных под потолком, в которые ввинчиваются специальные головки. Головка закрыта клапаном, который удерживается легкоплавким припоем. Повышением температуры до 70-80° С приводит к расплавлению припоя и открытию головки, из которой поступает вода, разбрызгиваясь на очаг пожара. На каждые 12 м площади помещения устанавливается одна головка. Когда из спринклера начинает поступать вода, на пожарном посту появляется сигнал, указывающий место пожара. Спринклерные установки применяют для автоматического пожаротушения здания и различного технологического оборудования в случаях, когда в качестве огнегасящего вещества допустимо применение воды и пены.

Дренчерные установки представляют собой также систему трубопроводов, но головки этих установок, в отличие от спринклерных, постоянно открыты. Вода поступает при срабатывании специальных клапанов или при открывании задвижек ручным способом. Дренчерные установки используют на открытых площадях, в неотапливаемых помещениях для орошения больших площадей. Их применяют также для создания водяных завес.

Пены, применяемые для тушения пожара, представляют собой массу пузырьков газа, заключенных в тонкие оболочки жидкости. Растекаясь по горячей поверхности, пена изолирует ее от пламени, вследствие чего прекращается поступление паров в зону горения и охлаждение верхнего слоя. По составу пена может быть химической и воздушно-механической.

Химическую пену применяют для тушения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и других веществ, которые можно тушить водой. Используют ее главным образом в огнетушителях. Химическая пена образуется при смешивании растворенной в воде щелочи (с пенообразующими добавками) с кислотой. Разрушаясь при нагревании, она выделяет углекислый газ, который снижает концентрацию кислорода в зоне горения. Химическая пена значительно легче огнеопасных жидкостей, поэтому, плавая на поверхности, она преграждает выход паров горячей жидкости в зону горения и тушит пожар.

Воздушно-механическую пену используют для тушения закрытых объемов (маслоподвалы, насосно-аккумуляторные станции) благодаря ее способности длительно сохранять свою структуру и быстрой подаче в очаг пожара. Она представляет собой коллоидную систему, состоящую из пузырьков воздуха, оболочки которых состоят из воды с добавкой специального пенообразующего вещества.

Пожаротушающий эффект воздушно-механической пены основан на охлаждении очага пожара, а также на изоляции зоны горения от доступа воздуха извне. Воздушно-механическую пену получают с помощью генераторов пены. Вода идет по магистралям в генератор, куда также поступает небольшое количество пенообразующего вещества. В вихревой камере генератора происходит смешивание и вовлечение воздуха из атмосферы. На выходе из пеногенератора в сопле происходят расширение подаваемой смеси и ее вспенивание. Генераторы пены выпускают различной производительности и с различной кратностью пены (20-200 и выше).

Воздушно-механическая пена безвредна для людей, не вызывает коррозии металлов, почти не электропроводна и экономична. Специальные дозирующие устройства с головками для получения пены применяют в спринклерных и дренчерных автоматических установках тушения пожара воздушно-механической пеной.

Установки газового пожаротушения предназначены для автоматического пожаротушения различного технологического оборудования в тех случаях, когда применение других веществ недопустимо. Такие установки используют на крупных агрегатах и установках, где в технологических целях применяют масло. В установках газового пожаротушения используют инертные газы, главным образом углекислый, азот, аргон, фреоны и другие составы. Огнетушащее действие инертных газов заключается в понижении концентрации кислорода в очаге горения и торможении интенсивности горения, а также в отбирании значительного количества теплоты при контакте с очагом горения.

Основными элементами установок газового пожаротушения являются сосуды или баллоны с огнетушащим составом, распределительные трубопроводы, дренчерные оросители или специальные насадки для подачи огнегасящего вещества в помещение, пожарные датчики и пусковое устройство. Установки газового пожаротушения подразделяются на установки объемного и установки локального пожаротушения по объему и по площади.

Установки объемного пожаротушения применяют для помещений объемом до 3000 м³ при тушении углекислым газом, азотом, аргонном и объемом до 6000 м при тушении фреоном при условии, что площадь открываемых проемов в этих помещениях составляет не более 10% площади ограждающих конструкций помещения. Учитывая, что при объемном способе пожаротушения необходимо создавать огнетушащую концентрацию состава по всему объему помещения, в помещениях большого объема применяют локальный способ тушения с подачей огнетушащего состава непосредственно в зону горения. Установки локального пожаротушения по площади помещения применяют для тушения отдельных очагов пожара с помощью шланга или раструба и размещают таким образом, чтобы к каждому месту возможного очага пожара огнегасящее вещество могло быть подано по двум шлангам.

Для ликвидации небольших загораний, не поддающихся тушению водой и другими огнетушащими средствами, в том числе расплавленного металла, используют порошковые составы. К ним относятся хлориды щелочных и щелочно-земельных металлов (флюсы), карнолит, двууглекислый и углекислый натрий, поташ, квасцы и т.п. Огнетушащее действие сухих порошкообразных веществ заключается

в том, что они своей массой, особенно при расплавлении, изолируют зону горения от окислителя, образуя плотную пленку. Порошковые составы подаются в зону горения от специальных пожарных автомобилей, стационарных установок или пунктов хранения, где они хранятся в баллонах, ящиках или ведрах. Отрицательным свойством порошков является то, что они не охлаждают, как правило, зону горения, а при длительном хранении могут слеживаться.

К числу средств тушения пожаров, которые могут быть эффективно использованы в начальной стадии пожара, относятся внутренние пожарные краны, огнетушители, кошмы, песок. Внутренние пожарные краны являются элементами противопожарного водоснабжения и предусматриваются в доступных и видных местах (у входов, на лестничных клетках, в коридорах). Пожарные краны устанавливаются в специальных ящиках и к ним подсоединяют пожарные шланги длиной до 20 м с пожарными стволами. Количество кранов определяется из расчета, чтобы каждая точка пространства внутри здания могла орошаться не менее чем двумя струями.

В качестве первичных средств пожаротушения наибольшее распространение получили различные огнетушители: газовые углекислотные ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8, порошковые ОПС-10 и специальные огнетушители типа ОУБ. Газовые огнетушители предназначены для тушения небольших очагов горения веществ и электроустановок, кроме веществ, горение которых происходит без доступа кислорода воздуха. В качестве огнетушащего средства в основном используют углекислоту.

При быстром испарении углекислоты образуется снегообразная масса, которая, попадая в зону горения, снижает концентрацию кислорода, охлаждает горящее вещество. Ручные огнетушители типа ОУ конструктивно различаются вместимостью баллонов (соответственно 2,5 и 8 л). Они приводятся в действие вручную открыванием запорного вентиля путем вращения его против часовой стрелки. Через раструб газ подается на очаг пожара. Промышленностью выпускаются передвижные углекислотные огнетушители одно- и двухбаллонные вместимостью 40 и 80 л.

Порошковые огнетушители предназначены для тушения небольших очагов загорания щелочных металлов и других соединений. Работа порошковых огнетушителей основана на принципе выбрасывания огнетушащего порошка под действием сжатого воздуха, за-

ключенного в баллончике, который присоединен к корпусу огнетушителя.

Углекислотно-бромэтиловые огнетушители типа ОУБ предназначены для тушения небольших очагов горения волокнистых и других твердых металлов, а также электроустановок. Для обеспечения надежности огнетушителей при пожаре их необходимо подвергать периодической проверке и перезарядке.

Успех ликвидации пожара на производстве зависит прежде всего от быстроты оповещения о его начале. Поэтому цехи, склады и административные помещения оборудуют пожарной сигнализацией. Пожарная сигнализация может быть электрической и автоматической. Электрическая сигнализация состоит из извещателей, которые установлены на видных местах в производственных помещениях, а также и вне их для того чтобы возникший вблизи пожар не мог препятствовать подходу к извещателю. В автоматической пожарной сигнализации используют датчики, реагирующие на повышение температуры до определенного уровня, излучение открытого пламени, дым. Применение того или иного извещателя определяется характером возможного пожара, контролируемой площадью, условиями производства.

Вопросы для самопроверки

1. В какой концентрации водные растворы метанола являются легковоспламеняющимися жидкостями?
2. При реакции с какими окислителями глицерин самовозгорается?
4. Какова температура горения полимеров в условиях пожара?
5. Как следует тушить горящие пластические массы? Какие защитные средства необходимо применять?
7. Чем сопровождается процесс горения пестицидов?
8. Какие пестициды в условиях пожара и при наличии детонатора могут взрываться?
9. Основные средства тушения ядохимикатов.
10. От чего увеличиваются взрывчатые свойства аммиачной селитры?
11. Какую пожарную опасность представляет мочеви́на?

12. Почему взрывчатые свойства селитры увеличиваются при смешивании ее с органическими веществами?
13. Способна ли аммиачная селитра к детонации?
14. На сколько категорий строительные нормы и правила делят все производства и склады по взрывоопасности и пожароопасности?
15. Какие производства относятся к категориям А и Б?
16. Какие производства относятся к категориям В, Г и Д?
17. На какие группы по возгораемости в соответствии со СНиП разделяются строительные материалы?
18. Какие материалы относятся к несгораемым?
19. Что такое трудносгораемые материалы?
20. Противопожарные стены опираются на фундамент, изготавливаются из несгораемых материалов. Какую они имеют огнестойкость?
21. Какую огнестойкость должны иметь противопожарные двери?
22. Где применяют спринклерные установки?
23. Чем удерживается головка спринклерной установки?
24. При какой температуре расплавляется припой и происходит открытие спринклерной головки?
25. В каких помещениях применяют дренчерные установки?
26. Для тушения чего применяют химическую пену?
27. В чем заключается огнетушащее действие инертных газов?
28. Какую длину имеет пожарный рукав? Откуда скатывается пожарный рукав?
29. Как определяют пригодность углекислотного огнетушителя к работе?
30. Что образуется при быстром испарении углекислоты на выходе из огнетушителя?

10 СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ И ПРИЛЕГАЮЩИХ К НИМ ТЕРРИТОРИЙ ОТ ПОЖАРОВ

По данным МЧС, около трех тысяч населенных пунктов Красноярского края находятся на удаленности от районных центров, не обеспечивающей своевременное прибытие пожарной техники и личного состава из расположенных в районных центрах частей в нормативные сроки. Учитывая плохое состояние дорог, особенно в распутицу, проблема пожарной защиты жилых домов и производственных объектов, а также тушение загораний в припоселковых лесах, в удаленных поселках является весьма актуальной. В ряде поселков существуют пожарные дружины, но оснащение их в лучшем случае сводится к наличию мотопомпы типа МП-800.

Наличие мотопомп без обеспечения их запасом воды проблемы борьбы с пожарами не решает. До сих пор на сельских домах висят таблички с нарисованными на них ведром, багром, лопатой, с которыми жители должны прибыть на пожар. Пожарные автомобили в районных центрах используются редко, их количество ограничено, увеличение численности нерационально. При больших размерах возгораний подход резервов из соседних районных центров или близкорасположенных городов может занять несколько часов.

В последнее время часть поселковых пожарных дружин Красноярского края оснастили пожарно-спасательными комплексами «Огнеборец» конструкции ООО «Арника» (рис. 10.1), которые представляют собой легковой автомобильный прицеп, на котором установлено противопожарное оборудование и специализированное снаряжение, предназначенное для ведения пожарно-спасательных работ.

Запас воды 450 дм³, наличие мотопомпы, комплекта рукавов, порошковых огнетушителей и дополнительного оборудования позволяют при наличии пожарного водоема или источника справиться с его помощью с огнем в жилом доме при прибытии на объект тушения в нормативные сроки. В то же время все пожарные автомобили и комплекс «Огнеборец» не рассчитаны на решение задачи защиты прилегающих к лесам поселков от воздействия лесных пожаров, последствия которых могут быть катастрофическими.

Выходом из создавшегося положения могут быть разработка, изготовление и оснащение поселков пожарными модулями, представляющими собой автономную надстройку пожарного автомобиля, используемую только на пожаре и в режиме ожидания находящуюся в полной боевой готовности.

В 1993 году А.И. Рогачевым был разработан, прошел приемочные испытания, был рекомендован к серийному производству модуль лесопожарный МЛ-4. Конструкция модуля обеспечивает его установку на автомобили любых моделей силами водителя за 4-6 мин без применения грузоподъемного оборудования. При работе боевого расчета время установки сокращается до 2 мин. После тушения модуль демонтируется с автомобиля, который используется по прямому назначению (рис. 10.2).



Рисунок 10.1 – Пожарно-спасательный комплекс «Огнеборец» конструкции ООО «Арника» (автор – Рогачев А.И.)



Рисунок 10.2 – Установка модуля в кузов автомобиля ГАЗ-53

Модуль представляет собой контейнер, передняя часть которого выполнена в виде бака для воды, а на боковых стенках задней части размещены стеллажи в виде ячеек, открывающиеся со стороны центрального отсека, снабженного откидным трапом. В нижней части модуля установлены выдвижные опоры с винтовыми домкратами.

Комплектация модуля МЛ-4 включала: лесные опрыскиватели РЛО-М (5 шт.); бензопилу «Тайга-214» (1 шт.); мотопомпу ПМП-1Л (1 шт.); 240 м рукавов диаметром 26 мм на катушках; ручной ствол (1 шт.); разветвление (1 шт.); переходник 51-26 мм (2 шт.); комплект ручных орудий для парашютистов и десантников ЛК-3 (1 шт.); лопаты (3 шт.); зажигательные аппараты (3 шт.); воздуходувку лесопожарную переносную ВЛП-2,5 (2 шт.); тяговый модуль МТ-1 для прокладки опорных полос (1 шт.); канистры для воды и ГСМ (4 шт.); защитные каски 6 шт.); аптечка (1 шт.); средства для защиты органов дыхания ЗС-100 (6 шт.).

Применение модуля позволяло повысить оперативность тушения лесных пожаров на начальных стадиях за счет привлечения неспециализированных автомобилей и тракторов, работающих в лесу,

уменьшить затраты на оснащение лесхозов специальным пожарным оборудованием, сократить затраты на строительство пожарно-химических станций. Техническая документация на серийное производство модуля МЛ-4 была передана на Боровлянский завод Алтайского края, где он выпускается и сейчас.

Конструкция модуля МЛ-4, предназначенного только для борьбы с лесными пожарами не вполне соответствовала требованиям пожарной охраны сельских населенных пунктов в плане оперативности боевого развертывания, типа мотопомпы, размещения и набора оборудования.

Ввиду этого в 2000 г. был разработан проект конструкции модуля пожарного МП-1 для тушения жилых и производственных помещений в удаленных поселках, а также природных пожаров на окружающей их территории. Также данные модули могут использоваться в качестве резерва средств пожаротушения в районных центрах, а также специализированных лесных подразделениях.

Модуль пожарный МП-1 предназначен для установки на грузовые автомобили грузоподъемностью 4-6 т с платформой, имеющей открывающиеся борта.

Особенностью модуля является:

- обеспечение хранения пожарного оборудования, инвентаря, инструментов и средств жизнеобеспечения в полной боевой готовности в периоды между использованием на пожарах;
- быстрое переоборудование грузовых автомобилей в пожарные без применения грузоподъемных механизмов;
- оперативная доставка воды и пожарного оборудования к месту возгорания;
- подача воды по рукавной линии или посредством лафетного ствола в очаг горения;
- прокладка минерализованных или пенных опорных полос и выполнение отжига (пуска встречного огня) при защите поселков от лесных пожаров;
- сбивание пламени высокоскоростной воздушно-водяной струей;
- водяное тушение очагов горения в припоселковых лесах.

Конструкция модуля представлена на рисунке 10.3.

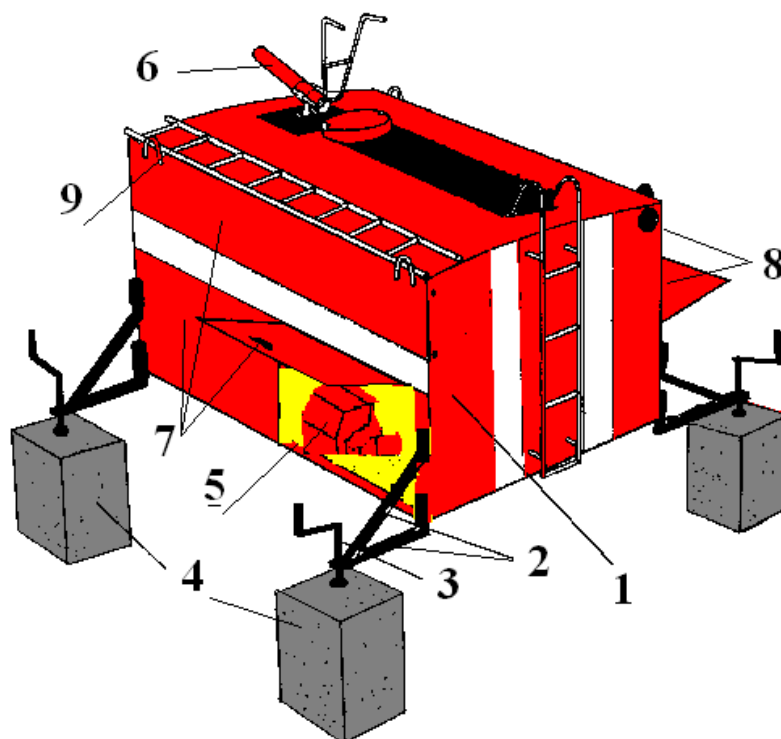


Рисунок 10.3 – Модуль пожарный для защиты сельских поселков МП-1:
 1 – корпус модуля; 2 – опоры; 3 – винтовые домкраты; 4 – подставки;
 5 – мотопомпа; 6 – лафетный ствол; 7 – отсеки оборудования и инвентаря
 для тушения пожаров в населенных пунктах; 8 – отсеки оборудования
 и инвентаря для тушения пожаров в припоселковых лесах; 9 – лестница

Модуль имеет показатели технической характеристики, аналогичные применяющимся в пожарной охране автоцистернам, но значительно меньшую стоимость. Его применение не требует приобретения и содержания пожарного автомобиля с водителем, строительства пожарного депо, расходы на эксплуатацию минимальны. Комплектация модуля соответствует требованиям пожарной охраны РФ. Технические характеристики модуля приведены в таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Показатели технической характеристики пожарного модуля МП-1

Показатель	Ед. изм.	Значение
Масса конструктивная,	кг	1300
Масса эксплуатационная,	кг	5800
Габаритные размеры: длина × ширина × высота	м	3,0×1,8×1,8
Емкость бака для воды	м ³	4,0
Время установки в кузов силами двух человек, мин	мин	2-2,5

Продолжение табл. 10.1

Показатель	Ед. изм.	Значение
Комплектность оборудования		
Мотопомпа встроенная	МП-800*	
Оборудование для тушения пожаров в сельских населенных пунктах		
Пожарное разветвление РТ-50	шт.	1
Ствол ручной пожарный	шт.	3
Пила двуручная, лестница – палка, веревка	шт.	по 1
Краги пожарного	пар	6
Куртка-боевка	шт.	6
Каска защитная	шт.	6
Рукав всасывающий – Д-51 с ГР-50 и всасывающей сеткой	шт. м	4
Рукав напорный – Д-51 с ГР-50	м	120 (6 шт.)
Ствол РСП-50 или аналог (перекрывной)	шт.	2
Лом универсальный	шт.	1
Багор пожарный	шт.	2
Лопата штыковая	шт.	3
Топор пожарный (с диэлектрической рукояткой).	шт.	1
Огнетушитель ОП-8 (закачной)	шт.	2
Ножницы – кусачки диэлектрические	шт.	1
Боты диэлектрические	пар	1
Перчатки диэлектрические	пар	1
Аптечка медицинская автомобильная	шт.	2
Зарядное устройство для ФОС-3	шт.	1
Ведро пожарное	шт.	1
Ключ для ГР 50	шт.	1
Канистра 20 л (для бензина)	шт.	1
Емкость 1 л (для масла)	шт.	1
Воронка	шт.	1
Оборудование для тушения пожаров в припоселковых лесах**		
Ранцевые лесные опрыскиватели РЛЮ-М	шт.	8
Рукавная катушка	шт.	3
Рукава пожарные диаметр 26 мм длиной 20 м	м	240
Разветвление трехходовое РТ-26	шт.	2
Рукавоукладчик ПРП-40	шт.	1
Переходник 51-26 мм	шт.	2
Зажигательный аппарат АЗ	шт.	3
Комплект ручных орудий для парашютистов и десантников ЛК-3	1	1
Воздуходувка десопожарная ВЛП-20	шт.	2

Показатель	Ед. изм.	Значение
Пеногенерирующая насадка к воздуходувке	шт.	2
Пеногенерирующая насадка к РЛЮ-М	шт.	2
Канистра 20 л под воду	шт.	1
Канистра 20 л под пенообразователь	шт.	1
Тяговый модуль МТ-1 на базе бензопилы «Урал»	шт.	1
Защитное средство для органов дыхания ЗС-100	шт.	6

* по согласованию с заказчиком может применяться другая модель мото-помпы, соответствующая моторному отсеку.

** комплектность может быть изменена по требованию заказчика в соответствии с его лесорастительными условиями.

По данным испытаний, усилие на рукоятках винтовых домкратов при подъеме модуля на опоры без воды – 12 кг, опускания с водой – 2 кг. Крепление модуля на грузовой платформе бортового автомобиля обеспечивается специальными «шпорами», вдавливающимися в настил грузовой платформы и фиксирующими его от смещения.

Производительность тушения кромки пожара высокой, средней и низкой интенсивности водой по рукавной линии или лафетным стволом составляет соответственно 200-1000 м/ч. Расход воды при этом составляет 1-3 дм³ на 1 погонный метр кромки пожара. На удалении очага горения от модуля 200 м расход воды составит 60-180 м³/мин. При большем удалении очага горения рукавная линия может использоваться для заправки РЛЮ.

Тушение беглого низового пожара с высотой пламени до 1 м может выполняться воздуходувками ВЛП-20 со скоростью 9-11 м/мин, что обеспечивает эффективную работу при скорости фронта пожара до 3 м/мин, а также с использованием РЛЮ-М (скорость тушения 3,5- 6 м/мин на одного рабочего).

При пожарах большей интенсивности воздуходувки ВЛП-20 с пеногенерирующими насадками могут использоваться для прокладки пенных опорных полос при выжигании заградительных барьеров. Производительность их на данной операции – 0,5 км/ч, расход воды с пенообразователем – 350 дм³/км.

Применение на данной операции РЛЮ-М с насадкой позволяет прокладывать пенную опорную полосу со скоростью 0,5-2 км в смену в зависимости от типа леса. Протяженность пенной опорной полосы на одной заправке РЛЮ составляет до 40 м.

Прокладка минерализованных полос тяговым модулем МТ-1 со скоростью до 650 м/ч и производство от них отжига позволяют надежно локализовать низовой лесной пожар любой интенсивности, а при выжигании полосы шириной более 200 м – и верховой пожар.

Применение модуля позволит решить следующие задачи:

- привести сроки прибытия пожарной техники к очагам возгорания в соответствие с нормативными (не более 10 мин);
- эффективно ликвидировать возгорания строений в начальной стадии при минимальных затратах и ущербе;
- сократить затраты на приобретение пожарной техники и строительство стационарных типовых помещений пожарной охраны;
- снизить опасность пожаров в припоселковых лесах и перехода лесных пожаров на строения поселков.

В зимнее время модуль может быть размещен в отапливаемом гараже.

Вопросы для самопроверки

1. Конструкции и типы пожарных машин.
2. Снаряжение пожарных машин.
3. Сроки выезда, прибытия, боевого развертывания.
4. Тактика тушения пожаров в населенных пунктах.
5. Тактика тушения природных пожаров.
6. Ранцевые лесные опрыскиватели РЛО-М.
7. Рукавная катушка.
8. Порядок использования и скатки рукавов пожарных.
9. Порядок использования рукавоукладчика ПРП-40.
10. Порядок применения зажигательного аппарата АЗ. Виды отжига.
11. Комплект ручных орудий для парашютистов и десантников ЛК-3.
12. Конструкция воздуходувки лесопожарной ВЛП-20.
13. Конструкция пеногенерирующей насадки к воздуходувке.
14. Конструкция пеногенерирующей насадки к РЛО-М.
15. Конструкция тягового модуля МТ-1 на базе бензопилы «Урал».
16. Конструкция защитного средства для органов дыхания ЗС-100.

11 СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Наиболее надежным средством защиты органов дыхания людей являются противогазы. Они предназначены для защиты органов дыхания, лица и глаз человека от вредных примесей, находящихся в воздухе. По принципу действия все противогазы подразделяются на фильтрующие и изолирующие. Фильтрующие противогазы являются основным средством индивидуальной защиты органов дыхания.

Изолирующие противогазы являются специальными средствами защиты органов дыхания, глаз, кожи лица от всех вредных примесей, содержащихся в воздухе. Их используют в том случае, когда фильтрующие противогазы не обеспечивают такую защиту, а также в условиях недостатка кислорода в воздухе. На рисунке 11.1 представлен изолирующий противогаз ИП-6, который рекомендуется для защиты органов дыхания от любых вредных воздействий независимо от концентраций в воздухе и в условиях недостатка кислорода. Время защитного действия при выполнении работ – 40 минут, в состоянии покоя или ожидания помощи – 150 минут. Производитель – Россия.



Рисунок 11.1 – Противогаз изолирующий ИП-6

Одной из упрощенных разновидностей изолирующих противогазов являются дыхательные аппараты с автономным баллоном для кратковременного пребывания в непригодной для дыхания атмосфере и под водой. На рисунке 11.2 представлен такой дыхательный аппарат для спасательных служб.



Рисунок 11.2 – Дыхательный аппарат с автономным баллоном

Промышленные противогазы надежно предохраняют органы дыхания, глаза, лицо от повреждения. Они предназначены для защиты от конкретных ядовитых веществ. Запрещается применять такие противогазы при недостатке кислорода в воздухе. Например, при работах в емкостях, цистернах, колодцах и других изолированных помещениях. Их используют только там, где в воздухе содержится не менее 18% кислорода, суммарная объемная доля паро- и газообразных вредных примесей не превышает 0,5% (фосфористого водорода – не более 0,2%, мышьяковистого водорода – 0,3%). На рисунке 11.3 представлен промышленный противогаз ППФ-95 с маской ШМП.

Он предназначен для защиты органов дыхания, зрения и лица рабочих от воздействия вредных веществ. Противогаз надежен в атмосфере, содержащей не менее 18 объемных процентов свободного кислорода и не более 0,5 объемных процентов вредных примесей.

Противогаз комплектуется фильтрующими коробками: малого и большого габаритов, с аэрозольным фильтром и без аэрозольного фильтра.



Рисунок 11.3 – Промышленный противогаз ППФ-95 с маской ШМП

Модификации:

- НЗ23/1 (ППФ-95 большого габарита без фильтра марки «М» с маской ШМП);
- НЗ23/2 (ППФ-95 большого габарита с маской ШМП, с коробками А, В, Г, КД, БКФ);
- НЗ23/3 (ППФ-95 М малого габарита с маской ШМП с коробками А, В, Г, КД, БКФ).

Не допускается применение промышленных противогазов для защиты от низкокипящих, плохо сорбирующихся органических веществ, таких как метан, этилен, ацетилен. Не рекомендуется работать в таких противогазах, если состав газов и паров вредных веществ неизвестен.

Коробки марок А, В, Г, Е, КД изготавливаются как с аэрозольными фильтрами, так и без них. Коробка БКФ – только с такими фильтрами. Коробки СО и М – без них. Белая вертикальная полоса на коробке означает, что она оснащена аэрозольным фильтром. Все коробки имеют сопротивление дыханию 18 мм вод. ст., СО и М – около 20. Если на коробке стоит индекс «8», то сопротивление дыханию не превышает 8 мм вод. ст.

Время защитного действия промышленных противогазов от сильнодействующих ядовитых веществ зависит от марки фильтрующей коробки, типа ядовитого вещества и его концентрации. Например, коробка с фильтром противогаза марки КД при концентрации аммиака в воздухе 2,3 г/м защищает в течение 4 ч, без фильтра – 2 ч. Коробка СО при концентрации окиси углерода 6,2 г/м – 1,5 ч. Противогаз марки Г при концентрации насыщенных паров ртути 0,01 г/м – 1 ч 20 мин. Коробка с фильтром и без фильтра с индексом «8» – 1 ч 40 мин. При появлении даже незначительного запаха вредных веществ коробками марок А, В, Е, КД, БКФ пользоваться нельзя. Надо немедленно выйти из отравленной зоны и заменить коробку на новую.

Годность коробок марки Г определяют по отработанному времени. Поэтому при обращении с ртутью необходимо вести строгий учет времени работы каждой коробки. Для коробок марок СО и М потерю защитной мощности определяют по их привесу. Для этого при снаряжении на этих коробках указывается вес в граммах. Перед выдачей таких противогазов коробки взвешиваются с точностью до 5 г и данные записываются в журнал. На коробку наклеивается этикетка с указанием даты выдачи и веса. При его увеличении по сравнению с начальным для марки СО на 50 г, для марки М на 35 г коробки заменяют новыми.

С целью расширения возможностей фильтрующих противогазов для них введены дополнительные патроны ДПГ-1 и ДПГ-3. Противогазы с фильтрующе-поглощающей коробкой ГП-7к и укомплектованные ДПГ-3 защищают от аммиака, хлора, диметиламина, нитробензола, сероводорода, сероуглерода, синильной кислоты, тетраэтилсвинца, фенола, фосгена, фурфурола, хлористого водорода, хлористого циана и этилмеркаптана. ДПГ-1 защищает еще от двуокиси азота, метила хлористого, окиси углерода и окиси этилена. Для использования по назначению дополнительные патроны необходимо привинтить к обычной фильтрующей коробке противогаза.

Гопкалитовые патроны предназначены для защиты органов дыхания от оксида углерода. Принцип действия одноразового патрона основан на каталитическом окислении оксида углерода до диоксида углерода. Так как гопкалитовые патроны не обогащают воздух кислородом, то их можно использовать лишь при содержании кислорода не менее 17 процентов по объему. Используется совместно с фильтрующей коробкой от противогаза (навинчивается снизу). Время работы – до 6 часов.

Противогазы шланговые используются при очистке резервуаров и других емкостей от нефтепродуктов, при сварочных работах закрытых и полузакрытых объемах (ямах, колодцах). Противогаз ПШ-1 предназначен для защиты органов дыхания от любого вредного газа, пара, дыма и пыли в любых концентрациях в атмосфере с недостатком кислорода. ПШ-2 предназначен для тех же условий, что и ПШ-1. В нем воздух под шлем-маску нагнетается вентилятором, в связи с чем отсутствует сопротивление дыханию. Установка для подачи свежего воздуха имеет электрический и ручной приводы. Электропривод позволяет подавать под шлем-маску до 50 л/мин свежего воздуха.

Их разновидностью является турбоблок (рис. 11.4), который рекомендуется использовать для работы в условиях ограниченной вентиляции с содержанием кислорода не менее 19,5% и при уровне загрязнения до 50 ПДК. Защищает от сварочных дымов и аэрозолей. Возможна установка дополнительного противогазового фильтра А1В1Е1 от органических, неорганических и кислых газов. Отличительные характеристики: степень защиты до 50 ПДК. Две скорости подачи воздуха – 160 и 200 л/мин. Время работы – 8 часов. Время зарядки – 4 часа. Вес – 1,15 кг, уровень шума – 75 дБ, аккумулятор NiMH.



Рисунок 11.4 – Турбоблок 3М -832030

Респираторы представляют собой облегченное средство защиты органов дыхания от вредных газов, паров, аэрозолей и пыли. Респираторы получили широкое распространение в шахтах, на рудниках, химически вредных и запыленных предприятиях при работе с удобрениями и ядохимикатами в сельском хозяйстве.

Очистка вдыхаемого воздуха от парогазообразных примесей осуществляется за счет физико-химических процессов (адсорбции, хемосорбции, катализа), а от аэрозольных примесей – путем фильтрации через волокнистые материалы.

На рисунке 11.5 представлена фильтрующая полумаска (респиратор) СПИРОТЕК SH 2100, которая применяется в различных отраслях промышленности: сельском хозяйстве, химической, нефтехимической, машиностроении, металлургии, нефтегазовой отрасли, коммунальном хозяйстве и др.



Рисунок 11.5 – Фильтрующая полумаска (респиратор) СПИРОТЕК

Материал респиратора не поддерживает горение. Модель оснащена фильтром электростатического действия, который оптимизирован для использования в условиях высоких и низких температур, а также высокой влажности. Полумаска имеет гипоаллергенный внутренний слой. Степень защиты: FFP1 (до 4 ПДК).

Респираторы делятся на два типа:

1. Первый – респираторы, у которых полумаска и фильтрующий элемент одновременно служат и лицевой частью.
2. Второй очищает вдыхаемый воздух в фильтрующих патронах, присоединенных к полумаске.

По назначению респираторы подразделяются:

1. На противопылевые – защищают органы дыхания от аэрозо-

лей различных видов. В качестве фильтров в противопылевых респираторах используют тонковолокнистые фильтровальные материалы. Наибольшее распространение получили полимерные фильтровальные материалы типа ФП (фильтр Петрянова) благодаря их высокой эластичности, механической прочности, большой пылеемкости и из-за высоких фильтрующих свойств.

2. Противогазовые – от вредных паров и газов.

3. Газо-пылезащитные – от газов, паров и аэрозолей при одновременном их присутствии в воздухе.

Важной отличительной способностью материалов ФП, изготовленных из перхлорвинила и других полимеров, обладающих изоляционными свойствами, является то, что они несут электростатические заряды, которые резко повышают эффективность улавливания аэрозолей и пыли.

В зависимости от срока службы респираторы бывают:

1. Одноразового применения (ШБ-1 «Лепесток», «Кама», У-2К Р-2), которые после обработки непригодны для дальнейшего использования. Одноразовые респираторы обычно противопылевые.

2. Многоразового использования (РПГ-67), в которых предусмотрена смена фильтров. Газо-пылезащитные респираторы надежно защищают органы дыхания, если они правильно подобраны, удобно надеты и оголовье подогнано по голове.

Вопросы для самопроверки

1. Определение размеров противогаза.

2. Выбор типа коробки в зависимости от загрязняющего вещества.

3. Определение времени работы в зависимости от ПДК загрязненности.

4. Правила работы в шланговых противогазах.

5. Выбор типа респиратора и времени его использования в зависимости от ПДК загрязненности.

6. Определение сопротивления дыханию в респираторе.

7. Определение содержания пыли в воздухе.

8. Определение состояния фильтрующей коробки противогаза.

9. Определение типа и количества вредных веществ с использованием УГ-1.

12 СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ГЕРБИЦИДОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ КУЛЬТУР ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ

Для защиты организма от попадания пестицидов на кожу, в органы дыхания и на слизистые оболочки лица, работающие с ядохимикатами, должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты. Средства индивидуальной защиты следует выбирать с учетом физико-химических и токсических свойств пестицидов, их препаративных форм, условий труда и в соответствии с ростом и размером каждого работающего. Подбор средств индивидуальной защиты возлагается на лиц, ответственных за проведение работ с пестицидами.

Администрации сельскохозяйственных предприятий и организаций обязаны обеспечить выдачу, хранение, стирку и обеззараживание спецодежды, обуви и других средств индивидуальной защиты.

Для защиты организма от действия пестицидов через дыхательные пути необходимо использовать противогазные респираторы (РПГ-67) с соответствующими патронами, универсальные респираторы (РУ-60М), промышленные противогазы со сменными коробками, противопылевые респираторы (Ф-62Ш, У-2К, «Лепесток», «Астра-2» и др.).

Ежедневно после работы респираторы и противогазы подлежат очистке. Загрязненные резиновые лицевые части и гофрированные трубки моют в обеззараживающем растворе (25 г мыла и 5 г соды на 1 л воды) или растворе ДИАС (100 г ДИАС на 10 л воды) с последующим обязательным промыванием теплой или холодной водой и сушкой при комнатной температуре. После этого лицевые части и трубки дезинфицируют спиртом или полупроцентным раствором перманганата калия, затем снова промывают и сушат при температуре 30-35°C.

От проникновения ядохимикатов в организм через кожу и слизистые оболочки глаз предохраняют спецодежда, спецобувь (резиновые сапоги или брезентовые бахилы), рукавицы или перчатки и защитные очки.

При работах с пылевидными веществами следует применять пылезащитную спецодежду, изготовленную из плотных тканей с гладкой поверхностью (молексиновых). Запрещается использовать медицинские резиновые перчатки.

При работах по опрыскиванию разрешается работать только в резиновых сапогах.

Защитные очки должны отвечать требованиям ГОСТ 12.4.003-74.

Индивидуальные защитные средства следует снимать в следующем порядке: не снимая с рук, вымыть резиновые перчатки в обеззараживающем растворе (3-5%-м растворе кальцинированной соды или известкового молока), затем промыть их в воде; после этого снять защитные очки и респиратор, сапоги и комбинезон, снова промыть перчатки и снять их.

Вопросы для самопроверки

1. Схемы обработок опытных делянок, питомников и полей в зависимости от типа механизмов.
2. Схемы обработок опытных делянок, питомников и полей в зависимости от применяемых ядохимикатов.
3. Схемы обработок опытных делянок, питомников и полей в зависимости от природно-климатических условий.
4. Сроки выполнения работ в зависимости от используемых препаратов.

13 СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ В СЕЛЬСКОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

13.1 Электрозашитные средства

Средства защиты, используемые в электроустановках, должны, удовлетворять требованиям, соответствующих государственному стандарту и Инструкции ИПиСЗ.

При работе в сельских электроустановках используются:

- средства защиты от поражения электрическим током;
- средства индивидуальной защиты.

К электрозашитным средствам относятся:

- изолирующие штанги всех видов;
- изолирующие клещи;
- указатели напряжения;
- стабилизаторы наличия напряжения индивидуальные и стационарные;
- устройства и приспособления для обеспечения безопасности работ при измерениях и испытаниях в электроустановках (указатели напряжения для проверки совпадения фаз, клещи электроизмерительные, устройства для прокола кабеля);
- диэлектрические перчатки, галоши, боты;
- диэлектрические ковры и изолирующие подставки;
- защитные ограждения (щиты и ширмы);
- изолирующие накладки и колпаки;
- ручной изолирующий инструмент;
- переносные заземления;
- плакаты и знаки безопасности;
- гибкие изолирующие покрытия и накладки для работ под напряжением в электроустановках напряжением до 1000 В;
- лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые.

Изолирующие электрозашитные средства делятся на основные и дополнительные.

К основным изолирующим электрозашитным средствам для электроустановок напряжением выше 1000 В относятся:

- изолирующие штанги всех видов;
- изолирующие клещи;
- указатели напряжения;

- устройства и приспособления для обеспечения безопасности работ при измерениях и испытаниях в электроустановках (указатели напряжения для проверки совпадения фаз, клещи электроизмерительные, устройства для прокола кабеля и т.п.).

К дополнительным изолирующим электротехническим средствам для электроустановок напряжением выше 1000 В относятся:

- диэлектрические перчатки и боты;
- диэлектрические ковры и изолирующие подставки;
- изолирующие колпаки и накладки;
- штанги для переноса и выравнивания потенциала;
- лестницы приставные, стремянки изолирующие стеклопластиковые.

К основным изолирующим электротехническим средствам для электроустановок напряжением до 1000 В относятся:

- изолирующие штанги всех видов;
- изолирующие клещи;
- указатели напряжения;
- электроизмерительные клещи;
- диэлектрические перчатки;
- ручной изолирующий инструмент.

К дополнительным изолирующим электротехническим средствам для электроустановок напряжением до 1000 В относятся:

- диэлектрические галоши;
- диэлектрические ковры и изолирующие подставки;
- изолирующие колпаки, покрытия и накладки;
- лестницы приставные, стремянки изолирующие стеклопластиковые.

Кроме перечисленных средств защиты в электроустановках применяются следующие средства индивидуальной защиты:

- средства защиты головы (каска защитные);
- средства защиты глаз и лица (очки и щитки защитные);
- средства защиты органов дыхания (противогазы и респираторы);
- средства защиты рук (рукавицы);
- средства защиты от падения с высоты (пояса предохранительные и канаты страховочные);
- одежда специальная защитная (комплекты для защиты от электрической дуги).

При использовании основных изолирующих электрозащитных средств достаточно применение одного дополнительного, за исключением особо оговоренных случаев. При необходимости защитить работающего от напряжения шага диэлектрические боты или галоши могут использоваться без основных средств защиты.

13.2 Порядок и общие правила пользования средствами защиты

Персонал, проводящий работы в электроустановках, должен быть обеспечен всеми необходимыми средствами защиты, обучен правилам применения и обязан пользоваться ими для обеспечения безопасности работ. Средства защиты должны находиться в качестве инвентарных в помещениях электроустановок или входить в инвентарное имущество выездных бригад. Средства защиты могут также выдаваться для индивидуального пользования. При работах следует использовать только средства защиты, имеющие маркировку с указанием завода-изготовителя, наименования или типа изделия и года выпуска, а также штамп об испытании. Инвентарные средства защиты распределяются между объектами в соответствии с системой организации эксплуатации, местными условиями и нормами комплектования. Такое распределение с указанием мест хранения средств защиты должно быть зафиксировано в перечнях, утвержденных техническим руководителем организации или работником, ответственным за электрохозяйство.

Изолирующие электрозащитные средства рассчитаны на применение в закрытых электроустановках, а в открытых электроустановках – только в сухую погоду. В изморось и при осадках пользоваться ими не допускается. На открытом воздухе в сырую погоду могут применяться только средства защиты специальной конструкции, предназначенные для работы в таких условиях.

Перед каждым применением средства защиты персонал обязан проверить его исправность, отсутствие внешних повреждений и загрязнений, а также проверить по штампу срок годности. Не допускается пользоваться средствами защиты с истекшим сроком годности. При использовании электрозащитных средств не допускается прикасаться к их рабочей части, а также к изолирующей части за ограничительным кольцом или упором.

13.3 Порядок хранения средств защиты

Средства защиты необходимо хранить и перевозить в условиях, обеспечивающих их исправность и пригодность к применению, они должны быть защищены от механических повреждений, загрязнения и увлажнения. Средства защиты необходимо хранить в закрытых помещениях в шкафах, на стеллажах, полках. Средства защиты из резины и полимерных материалов, находящиеся в складском запасе, необходимо хранить в сухом помещении при температуре (0-30)°С.

Средства защиты, находящиеся в пользовании выездных бригад или в индивидуальном пользовании персонала, необходимо хранить в ящиках, сумках или чехлах отдельно от прочего инструмента. Средства защиты размещают в специально оборудованных местах, как правило, у входа в помещение, а также на щитах управления. В местах хранения должны иметься перечни средств защиты. Места хранения должны быть оборудованы крючками или кронштейнами для штанг, клещей изолирующих, переносных заземлений, плакатов безопасности, а также шкафами, стеллажами и т.п. для прочих средств защиты.

Все находящиеся в эксплуатации электрозащитные средства и средства индивидуальной защиты должны быть пронумерованы. Инвентарный номер наносят непосредственно на средство защиты краской или выбивают на металлических деталях.

Средства защиты, выданные в индивидуальное пользование, также должны быть зарегистрированы в журнале. Наличие и состояние средств защиты проверяется периодическим осмотром, который проводится не реже 1 раза в 6 месяцев с записью результатов осмотра в журнал.

При испытаниях диэлектрических перчаток, бот и галош должна быть произведена маркировка по их защитным свойствам. На средствах защиты, не выдержавших испытания, штамп должен быть перечеркнут красной краской.

13.4 Назначение и использование электрозащитных средств

Клещи изолирующие. Назначение и конструкция

Клещи изолирующие предназначены для замены предохранителей в электроустановках до и выше 1000 В, а также для снятия накладок, ограждений и других аналогичных работ в электроустановках до

35 кВ включительно. Они состоят из рабочей части, изолирующей части и рукояток.

При работе с клещами по замене предохранителей в электроустановках напряжением выше 1000 В необходимо применять диэлектрические перчатки и средства защиты глаз и лица. При работе с клещами по замене предохранителей в электроустановках напряжением до 1000 В необходимо применять средства защиты глаз и лица, а клещи необходимо держать на вытянутой руке.

Указатели напряжения

Указатели напряжения предназначены для определения наличия или отсутствия напряжения на токоведущих частях электроустановок. Они реагируют на емкостный ток, протекающий через указатель при внесении его рабочей части в электрическое поле, образованное токоведущими частями электроустановок, находящимися под напряжением, и заземленными конструкциями электроустановок.

Звуковой сигнал должен иметь частоту 1-4 кГц и частоту прерывания 2-4 Гц при индикации фазного напряжения. Уровень звукового сигнала должен быть не менее 70 дБ на расстоянии 1 м по оси излучателя звука. Время появления первого сигнала после прикосновения к токоведущей части, находящейся под напряжением, равным 90% номинального фазного, не должно превышать 1,5 с.

Перед началом работы с указателем необходимо проверить его исправность путем кратковременного прикосновения электродом-наконечником указателя к токоведущим частям, заведомо находящимся под напряжением. При проверке отсутствия напряжения время непосредственного контакта рабочей части указателя с контролируемой токоведущей частью должно быть не менее 5 с.

Сигнализаторы напряжения

Работа автоматических сигнализаторов осуществляется независимо от действий персонала. Такие сигнализаторы применяются в качестве вспомогательного защитного средства при работе на ВЛ 6-10 кВ. Они укрепляются на касках, их включение в работу осуществляется автоматически в момент установки на каску, а отключение – при снятии с каски. Автоматические сигнализаторы предупреждают работающего звуковым сигналом о приближении к проводам ВЛ, находящимся под напряжением, на опасное расстояние – менее 2 м.

Применение сигнализаторов не отменяет обязательного пользования указателями напряжения. При внезапном появлении сигнала об опасности оператор должен немедленно прекратить работы, покинуть опасную зону и не возобновлять работы до выяснения причин появления сигнала.

Клещи электроизмерительные

Клещи предназначены для измерения тока в электрических цепях напряжением до 10 кВ, а также тока напряжения и мощности в электроустановках до 1 кВ без нарушения целостности цепей. Они представляют собой трансформатор тока с разъемным магнитопроводом, первичной обмоткой которого является проводник с измеряемым током, а вторичная обмотка замкнута на измерительный прибор, стрелочный или цифровой.

Работать с клещами выше 1000 В необходимо в диэлектрических перчатках. При измерениях клещи следует держать на весу, не допускается наклоняться к прибору для отсчета показаний. При работе с клещами в электроустановках выше 1000 В не допускается применять выносные приборы, а также переключать пределы измерения, не снимая клещей с токоведущих частей. Не допускается работать с клещами до 1000 В, находясь на опоре ВЛ, если клещи специально не предназначены для этой цели.

Перчатки диэлектрические

Перчатки предназначены для защиты рук от поражения электрическим током. Применяются в электроустановках до 1000 Вв качестве основного изолирующего электрозащитного средства, а в электроустановках до 1000 В – дополнительного.

В процессе эксплуатации проводят электрические испытания перчаток. Они погружаются в ванну с водой. Вода наливается также внутрь перчаток. Уровень воды как снаружи, так и внутри перчаток должен быть на 45-55 мм ниже их верхних краев, которые должны быть сухими. Испытательное напряжение подается между корпусом ванны и электродом, опускаемым в воду внутрь перчатки. Перчатки бракуют при их пробое или при превышении нормированного значения протекающим через них током.

Перед применением перчатки следует осмотреть, обратив внимание на отсутствие механических повреждений, загрязнения и увлажнения, а также проверить наличие проколов путем скручивания

перчаток в сторону пальцев. При работе в перчатках их края не допускается подвертывать. Для защиты от механических повреждений разрешается надевать поверх перчаток кожаные или брезентовые перчатки и рукавицы.

Обувь специальная диэлектрическая

Обувь специальная диэлектрическая (галоши, боты) является дополнительным электрозащитным средством при работе в закрытых, а при отсутствии осадков – в открытых электроустановках. Кроме того, диэлектрическая защищает работающих от напряжения шага. Галоши применяют в электроустановках напряжением до 1000 В, боты – при всех напряжениях. При испытаниях уровень воды как снаружи, так и внутри горизонтально установленных изделий должен быть на 15-25 мм ниже бортов галош и на 45-55 мм ниже края спущенных отворотов бот.

Ковры диэлектрические резиновые и подставки изолирующие

Ковры диэлектрические резиновые и подставки изолирующие применяются как дополнительные электрозащитные средства в электроустановках до и выше 1000 В. Ковры применяют в закрытых электроустановках, кроме сырых помещений, а также в открытых электроустановках в сухую погоду. Подставки применяют в сырых и подверженных загрязнению помещениях.

Изолирующая подставка представляет собой настил, укрепленный на опорных изоляторах высотой не менее 70 мм. Настил не менее 500×500 мм следует изготавливать из хорошо просушенных строганных деревянных планок. Планки должны соединяться без применения металлических крепежных деталей. Настил должен быть окрашен со всех сторон. Допускается изготавливать настил из синтетических материалов.

Подставки должны быть прочными и устойчивыми. В случае применения съемных изоляторов соединение их с настилом должно исключать возможность соскальзывания настила. Для устранения возможности опрокидывания подставки края настила не должны выступать за опорную поверхность изоляторов.

Накладки изолирующие

Накладки применяются в электроустановках до 20 кВ для предотвращения случайного прикосновения к токоведущим частям в тех случаях, когда нет возможности оградить рабочее место щитами.

В электроустановках до 1000 В накладки применяют также для предупреждения ошибочного включения рубильников. В электроустановках до 1000 В можно использовать гибкие накладки из диэлектрической резины для закрытия токоведущих частей при работах без снятия напряжения.

Установка накладок на токоведущие части электроустановок напряжением выше 1000 В и их снятие должны производиться двумя работниками с применением диэлектрических перчаток и изолирующих штанг либо клещей. Установка и снятие накладок в электроустановках до 1000 В могут производиться одним работником с применением диэлектрических перчаток.

Колпаки изолирующие на напряжение выше 1000 В

Колпаки предназначены для применения в электроустановках до 10 кВ, конструкция которых по условиям электробезопасности исключает возможность наложения переносных заземлений при проведении ремонтов, испытаний и определении мест повреждения. Они изготавливаются двух типов:

- для установки на жилах отключенных кабелей;
- установки на ножах отключенных разъединителей.

Колпаки для установки на ножах отключенных разъединителей в эксплуатации не испытывают. Перед установкой колпаков должно быть проверено отсутствие напряжения на жилах кабеля и ножах разъединителей. Установка и снятие колпаков должны производиться двумя работниками с применением изолирующей штанги и диэлектрических перчаток. При работе в сборках с вертикальным расположением фаз последовательность установки колпаков снизу вверх, снятия – сверху вниз.

Инструмент ручной изолирующий

Ручной изолирующий инструмент применяется в электроустановках до 1000 Вв качестве основного электроразщитного средства.

У пассатижей, плоскогубцев, кусачек длина ручек которых менее 400 мм, изолирующее покрытие должно иметь упор высотой не менее 10 мм на левой и правой частях рукояток и 5 мм на верхней и нижней частях рукояток, лежащих на плоскости.

Инструмент с однослойной изоляцией подвергается электрическим испытаниям на установке для проверки диэлектрических пер-

чаток. Инструмент с многослойной изоляцией в процессе эксплуатации осматривают не реже 1 раза в 6 мес. Если покрытие состоит из двух слоев, то при появлении другого цвета из-под верхнего слоя инструмент изымают из эксплуатации.

Перед каждым применением инструмент должен быть осмотрен. Изолирующие покрытия не должны иметь дефектов, которые приводят к ухудшению внешнего вида и снижению механической и электрической прочности. При хранении и транспортировании инструмент должен быть предохранен от увлажнения и загрязнения.

Заземления переносные

Заземления переносные предназначены для защиты работающих на отключенных токоведущих частях электроустановок от ошибочно поданного или наведенного напряжения при отсутствии стационарных заземляющих ножей. Они состоят из проводов с зажимами для закрепления их на токоведущих частях и струбцинами для присоединения к заземляющим проводникам. Заземления могут иметь штанговую или бесштанговую конструкцию.

Провода заземлений должны иметь сечение не менее 16 мм^2 в электроустановках до 1000 В и не менее 25 мм^2 в электроустановках выше 1000 В.

Провода переносных заземлений, применяемых для снятия остаточного заряда при проведении испытаний, для заземления испытательной аппаратуры и испытываемого оборудования, должны быть медными, сечением не менее 4 мм^2 , а применяемых для заземления изолированного от опор грозозащитного троса воздушных линий, а также передвижных установок (лабораторий, мастерских и т.п.) и грузоподъемных машин – медными, сечением не менее 10 мм^2 по условиям механической прочности. На каждом заземлении должны быть обозначены номинальное напряжение электроустановки, сечение проводов и инвентарный номер.

Переносные заземления для проводов ВЛ могут присоединяться к металлоконструкциям опоры, заземляющему спуску деревянной опоры или к специальному временному заземлителю. Установка и снятие переносных заземлений должны выполняться в диэлектрических перчатках с применением в электроустановках выше 1000 В изолирующей штанги. Закреплять зажимы переносных заземлений следует этой же штангой или непосредственно руками в диэлектри-

ческих перчатках. При обнаружении механических дефектов контактных соединений, обрыве более 5% проводников, их расплавлении заземления должны быть изъяты из эксплуатации.

Плакаты и знаки безопасности

Плакаты и знаки безопасности предназначены:

- для запрещения действий с коммутационными аппаратами, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на место работы (запрещающие плакаты);
- предупреждения об опасности приближения к токоведущим частям, находящимся под напряжением, и передвижения без средств защиты в ОРУ 330 кВ и выше с напряженностью электрического поля выше допустимой (предупреждающие знаки и плакаты);
- разрешения конкретных действий только при выполнении определенных требований безопасности (предписывающие плакаты);
- указания местонахождения различных объектов и устройств (указательный плакат).

Постоянные плакаты и знаки рекомендуется изготавливать из электроизоляционных материалов, а знаки на бетонные и металлические поверхности наносить красками с помощью трафаретов. Переносные плакаты следует изготавливать только из электроизоляционных материалов. Применение постоянных плакатов и знаков из металла допускается только вдали от токоведущих частей.

Канаты изолирующие полипропиленовые

Канаты, предназначенные для подъема и страховки людей, перемещения тележки или монтерского сиденья по проводам, должны иметь коэффициент запаса прочности не менее 12, остальные канаты – не менее 6.

Значения разрывной нагрузки канатов зависят от их диаметра и представлены ниже.

Разрывная нагрузка полипропиленовых канатов

Диаметр каната, мм	12,74	15,92	22,29	25,47	31,84
Разрывная нагрузка при растяжении, кН	15	23	40	50	72

Электрические испытания изолирующего каната проводятся следующим образом. Тщательно очищенная сухая металлическая труба диаметром не менее 15 мм и длиной не менее 1 м крепится на изоляторах, выдерживающих испытательное напряжение. Вторая такая же труба крепится на расстоянии 300 мм от первой и заземляется. Канат наматывается на трубы. Испытательное напряжение подается на изолированную трубу. Канат испытывается по всей длине. В случае применения указанной схемы испытаний контроль значения тока утечки не производится.

Не допускается применение канатов при относительной влажности воздуха выше 90%, дожде, тумане, измороси, снеге.

Лестницы гибкие изолирующие

Номинальная рабочая механическая нагрузка гибкой лестницы – 1000 Н.

При механических испытаниях лестницу подвешивают вертикально и каждую тетиву поочередно нагружают растягивающей силой 2000 Н, затем к середине каждой ступени поочередно прикладывают нагрузку 1250 Н параллельно тетивам. Время испытаний – 1 мин. Электрические испытания проводятся в соответствии с требованиями соответствующих нормативных документов.

Лестницы жесткие изолирующие

Лестница состоит из нескольких секций, верхняя секция снабжена специальной площадкой с поручнями и металлическими захватами в виде крюков. Лестницы испытываются на изгиб приложением вертикальной нагрузки 1250 Н к средней ступени, при этом лестница располагается под углом 45° к вертикальной поверхности.

Лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые

Изолирующие приставные лестницы и стремянки предназначены для проведения строительных, монтажных, ремонтных и эксплуатационных работ в электроустановках. Приставные лестницы и стремянки должны быть снабжены устройством, предотвращающим возможность их сдвига или опрокидывания при работе. Верхние концы тетив лестниц могут быть снабжены приспособлениями для закрепления на элементах конструкции. Нижние концы тетив лестниц и стремянок должны быть оборудованы металлическими оконцевате-

лями для установки на грунт, а при использовании на гладких поверхностях должны быть оснащены башмаками из эластичного материала, предотвращающего проскальзывание.

Изолирующие приставные лестницы и стремянки должны подвергаться механическим и электрическим испытаниям. Лестницы при испытании на механическую прочность устанавливаются на твердом основании и прислоняются к стене или конструкции под углом 75° к горизонтальной плоскости. При испытании ступеньки груз прикладывается к середине одной ступеньки в средней части лестницы.

При электрических испытаниях порядок подачи испытательного напряжения такой же, как для электрозащитных средств общего назначения. Испытательное напряжение прикладывают ко всей длине тетив или к участкам длиной не менее 300 мм.

До начала работы с приставной лестницей необходимо обеспечить ее устойчивость. До начала работы со стремянкой она должна быть установлена в рабочее положение, при этом должна быть обеспечена ее устойчивость.

Правила техники безопасности при работе со стремянкой:

- нельзя работать с двух верхних ступенек стремянок, не имеющих перил или упоров;
- нельзя находиться на ступеньках стремянки более чем одному человеку;
- нельзя работать с использованием электрического и пневматического инструмента, строительно-монтажных пистолетов;
- нельзя выполнять газо- и электросварочные работы;
- нельзя выполнять натяжение проводов, поддерживание на высоте тяжелых деталей и т.п.

Каски защитные

Каски предназначены для защиты головы работающего от механических повреждений, воды и агрессивных жидкостей, а также от поражения электрическим током при случайном касании токоведущих частей, находящихся под напряжением до 1000 В.

В зависимости от условий применения каска может комплектоваться утепленным подшлемником и водозащитной пелериной, противозащитными наушниками, щитками для сварщиков, головными светильниками.

Каски состоят из корпуса, внутренней оснастки (амортизатора и несущей ленты) и подбородного ремня. Перед каждым применением

каска должны быть осмотрены с целью контроля отсутствия механических повреждений,

Очки и щитки защитные

Очки и щитки защитные предназначены для защиты глаз и лица от слепящего света электрической дуги, ультрафиолетового и инфракрасного излучения, твердых частиц и пыли, искр, брызг агрессивных жидкостей и расплавленного металла. Рекомендуется применять очки закрытого типа с непрямой вентиляцией и светофильтрами и щитки наголовные со светофильтрующим, ударостойким, химически стойким и сетчатым корпусом, а также наголовные, ручные и универсальные для сварщиков.

Очки герметичные для защиты глаз от вредного воздействия различных газов, паров, дыма, брызг агрессивных жидкостей должны полностью изолировать подочковое пространство от окружающей среды и комплектоваться незапотевающей пленкой. Конструкция щитков должна обеспечивать как надежную фиксацию стекол в стеклодержателе, так и возможность их замены без применения специального инструмента. Корпуса щитков для сварщиков должны быть непрозрачными и выполнены из нетокопроводящего материала, стойкого к искрам и брызгам расплавленного металла. На корпусе крепится стеклодержатель со светофильтрами.

Предохранительные пояса и страховочные канаты

Предохранительные пояса являются средствами индивидуальной защиты работающих от падения при работах на высоте и верхолазных работах, а также средствами страховки и эвакуации человека из опасных зон. При работах в электроустановках без снятия напряжения с токоведущих частей следует применять предохранительные пояса только со стропом из синтетических материалов. При работах на ВЛ или в РУ со снятием напряжения с токоведущих частей допускается применение поясов со стропом из стального каната или цепи. При производстве огневых работ следует пользоваться поясами со стропом из стального каната или цепи.

Разрывная статическая нагрузка пояса должна быть не менее 7000 Н для пояса с амортизатором и не менее 10000 Н для пояса без амортизатора. Страховочный канат является дополнительным средством безопасности. Его применение обязательно в тех случаях, когда место работы находится на расстоянии, не позволяющем закрепиться

стропом пояса за конструкцию оборудования. Для страховки применяются стальные, хлопчатобумажные канаты или канаты из капронового фала. Хлопчатобумажный канат должен быть диаметром не менее 15 мм, канат из капронового фала не менее 10 мм, а длина их не более 10 м.

Предохранительные пояса и страховочные канаты перед вводом в эксплуатацию должны подвергаться испытаниям на механическую прочность статически нагрузкой по нормам, а в процессе эксплуатации – 1 раз в 6 месяцев.

Вопросы для самопроверки

1. Какие средства защиты используются при работе в электроустановках?
2. Какие изолирующие электрозащитные средства для электроустановок напряжением выше 1000 В относятся к основным?
3. Какие изолирующие электрозащитные средства для электроустановок напряжением выше 1000 В относятся к дополнительным?
4. Какие средства индивидуальной защиты применяются в электроустановках?
5. Правила пользования клещами изолирующими.
6. По защитным свойствам обувь диэлектрическую обозначают Эн и Эв. Что означают эти определения?
7. Каков порядок и сроки испытаний электрозащитных средств?
8. Со стропом из каких материалов следует применять предохранительные пояса при работах в электроустановках без снятия напряжения с токоведущих частей?
9. Выбор режимов электрических испытаний средств защиты.
10. Испытания изолирующих средств защиты до 1000В и изоляции из эластичных материалов и фарфора.
11. Работа с указателем напряжения выше 1000 В.
12. Электрические испытания изолирующего каната.
13. Проверка на прочность пояса с амортизатором и для пояса без амортизатора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учебная дисциплина «Безопасность работ в АПК. Защитная и спасательная техника» – обязательная общепрофессиональная дисциплина, в которой соединена тематика изучения задач по созданию безопасных и безвредных условий труда работающих на предприятиях АПК с решением вопросов проектирования и эксплуатации машин, орудий и установок, их воздействия на человека и окружающую среду, снижения уровней негативных факторов.

Любая машина – потенциальный источник опасности, и минимизировать ее – задача инженеров по безопасности технологических процессов и производств. Изучением дисциплины достигается формирование представления о неразрывном единстве эффективной профессиональной деятельности по безопасному применению машин и орудий с требованиями к безопасности и защищенности человека, производственных и жилых объектов. Примеры воздействия негативных факторов на человека и объект труда сформируют у изучающих курс представление о мерах безопасного ведения работ в АПК.

В изложенном курсе представлены методы расчетов приспособлений и устройств по защите от запыленности и загазованности рабочей зоны, борьбе с тепловыми излучениями, вибрацией, повышенным уровнем шума, воздействием электромагнитных полей, расчету и конструированию приспособлений для защиты от механического травмирования при работе на станках и оборудовании, расчету сосудов под давлением, пожарной безопасности машин, зданий, сооружений и прилегающих к ним территорий.

Также в курсе представлен обзор конструкций защитной и спасательной техники, применяемой в АПК, даны рекомендации по ее выбору и грамотному применению.

Овладение знаниями позволит специалистам правильно решить проблемы безопасности технологических процессов и производств, защиты от их неблагоприятных факторов людей и техники, не допустить аварий и снизить размеры наносимого ими ущерба.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конституция Российской Федерации. – Москва, 2019.
2. О пожарной безопасности: Федеральный закон РФ от 18.11.1994 г. № 63-ФЗ. – Москва, 1994.
3. Об основах охраны труда в Российской Федерации: Закон РФ от 23 июня 1999 г. № 181-ФЗ. – Москва, 1999.
4. Белов, С. В. Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование / С. В. Белов. – Москва: Машиностроение, 1989. – 368 с.
5. ГОСТ 12.1.005-88. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. – Москва, 1988.
6. ГОСТ 12.4.026-01 ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. – Москва, 2001.
7. ГОСТ 12.4.124-83 ССБТ. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования. – Москва, 1983.
8. ГОСТ Р 12.0.006-02 ССБТ. Общие требования к системе управления охраной труда в организации. – Москва, 2002.
9. ГОСТ Р 12.0.230-07 ССБТ. Общие требования к системе управления охраной труда в организации. – Москва, 2007.
10. ГОСТ Р 12.3.047-98 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – Москва, 1998.
11. ГОСТ Р 12.4.095-99* ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация. – Москва, 1999.
12. ГОСТ Р 50571.10-96 (МЭК 364-5-54-80). Заземляющие устройства и защитные проводники. – Москва, 1996.
13. ГОСТ Р МЭК 61140-2000 (введ. с 01.01.01). Защита от поражения электрическим током. – Москва, 2000.
14. Зотов, Б. И. Безопасность жизнедеятельности на производстве / Б. И. Зотов, В. И. Курдюмов. – Москва: Колос, 2000. – 424 с.
15. Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках. Утверждена приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 г. № 261. – Москва, 2003.
16. Межотраслевые правила по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ Р М-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00. – Москва, 2001.

17. Михайлов, В. Н. Охрана труда в сельском хозяйстве / В. Н. Михайлов. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 543 с.
18. Моисеев, В. А. Безопасность жизнедеятельности / В. А. Моисеев, Н. И. Чепелев; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2005. – 258 с.
19. Мотузко, Ф. Я. Охрана труда / Ф. Я. Мотузко. – Москва: Высшая школа, 1989. – 336 с.
20. Охрана труда: справочник / под ред. В. Н. Москаленко. – Красноярск, 2002. – 512 с.
21. Повзик, Я. С. Пожарная тактика / Я. С. Повзик. – Москва, 2004. – 416 с.
22. ПОТ Р М-021-2002. Правила по охране труда при эксплуатации нефтебаз, складов ГСМ, стационарных и передвижных автозаправочных станций (утвержденных постановлением Министерства труда и социального развития РФ №33 от 06.05.2008 г. введен в действие с 01.09.2002.; Министерство труда и социального развития РФ, 2000 г. – Москва, 2000.
23. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации ППБ-01-93 от 14.12.1993 г. – Москва, 1993.
24. Правила работы с персоналом в организациях электроэнергетики Российской Федерации. Утверждены Приказом Минтопэнерго России от 1 августа 1995 г. № 166, зарегистрированы Минюстом России 11 сентября 1995 г. – Москва, 1995.
25. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Утверждены приказом Минэнерго России от 13 января 2003 года № 6. – Москва, 2003.
26. Правила устройства электроустановок. – Москва: НЦ ЭНАС, 2002. – 170 с.
27. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание. Дата введения 2003-01-01. – Москва, 2003.
28. Самгин, Э. Б. Освещение рабочих мест / Э. Б. Самгин. – Москва: МИРЭА, 1989. – 186 с.
29. СанПиН 2.1.8 / 2.2.4.1383-03. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов. – Москва, 2003. – 22 с.
30. СанПиН № 4088-86. Санитарные нормы микроклимата производственных помещений. – Москва, 1986.

31. СНиП 2.04.05-86. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – Москва, 1986.
32. СНиП 2.09.04-01. Административные и бытовые здания / Госстрой России. – Москва, 2001. – 19 с.
33. Справочная книга по охране труда в машиностроении / под ред. О. Н. Русака. – Ленинград: Машиностроение, 1989.
34. Трудовой кодекс РФ № 197-ФЗ от 30.12.2001 г. (в ред. Федерального закона № 90-ФЗ от 30.06.2006, изм. 15.03.2005). – Москва: Мега-Л, 2006. – 272 с.
35. Харечко, В. Н. Устройства защитного отключения / В. Н. Харечко, Ю. В. Харечко. – Москва: МИЭ, 2002. – 160 с.
36. Черкасов В. Н. Пожарная профилактика электроустановок в сельской местности / В. Н. Черкасов. – Москва: Стройиздат, 1994. – 144 с.
37. Чернов, Е. Д. Воздушная среда производственных помещений / Е. Д. Чернов. – Новосибирск, 1987. – Ч. 1. – 45 с.
38. Чернов, Е. Д. Воздушная среда производственных помещений / Е. Д. Чернов. – Новосибирск, 1987. – Ч. 2. – 27 с.
39. Шкрабак, В. С. Охрана труда / В. С. Шкрабак, Г. К. Казлаускас. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 480 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Введение	3
1	Расчет и проектирование средств защиты в сельскохозяйственном производстве	5
1.1	Защита от пыле- и газовыделений	5
1.2	Классификация местных отсосов	5
1.3	Местные отсосы открытого типа	8
1.4	Местные отсосы от полных укрытий	13
1.5	Местные отсосы, встроенные в технологическое оборудование	14
1.6	Отсос вредных газов от места электродуговой сварки в среде защитного газа	15
1.7	Аппараты для очистки аспирационного воздуха в системах с рециркуляцией	18
1.8	Аппараты для очистки от пыли	19
1.9	Защита от химических веществ, применяемых в сельскохозяйственном производстве	20
1.10	Основные правила по безопасности труда при работе с ядохимикатами	26
1.11	Ядохимикаты для борьбы с вредителями и санитарно-гигиенические мероприятия при их использовании	27
	Вопросы для самопроверки	31
2	Защита от тепловых излучений	33
2.1	Классификация теплозащитных средств	33
2.2	Теплоизоляция горячих поверхностей	34
2.3	Теплозащитные экраны	37
2.4	Воздушное душирование	42
	Вопросы для самопроверки	45
3	Защита от вибрации и повышенного уровня шума	47
3.1	Определение размеров зоны вибрационной опасности	47
3.2	Классификация методов и средств защиты от вибрации	48
3.3	Виброизоляция стационарного технологического оборудования	50
3.4	Виброизоляция рабочих мест	50
3.5	Вибродемпфирующие покрытия и конструкции	52
3.6	Защита от шума	53
3.7	Классификация средств защиты от шума	54

3.8	Шум и методы его снижения до допустимых пределов на объектах	54
3.8.1	Физиолого-гигиенические и социально-экономические аспекты борьбы с шумом	54
3.8.2	Требования к шумовым характеристикам рабочих мест	56
3.8.3	Акустические характеристики помещений	59
3.8.4	Снижение шума методами звукоизоляции	60
3.8.5	Звукоизоляция щелями и отверстиями	62
3.8.6	Изоляция шума многослойными ограждениями	64
3.8.7	Звукоизолирующие кожухи	67
3.8.8	Термозвукоизолирующие покрытия	69
	Вопросы для самопроверки	72
4	Защита от электромагнитных полей	74
4.1	Классификация средств защиты от электромагнитных полей	74
4.2	Экранирование электромагнитных полей	76
4.3	Материалы для защитных экранов	77
	Вопросы для самопроверки	79
5	Электробезопасность	81
5.1	Электробезопасность оборудования	81
5.2	Опасность трехфазных электрических цепей с изолированной нейтралью	85
5.3	Опасность трехфазных электрических сетей с заземленной нейтралью	88
5.4	Опасность сетей однофазного тока	89
5.5	Рекомендации по применению и устройству защитного заземления и зануления	90
5.6	Рекомендации по конструктивному исполнению и размещению искусственных заземлителей	96
5.7	Устройство заземляющих и нулевых защитных проводников	99
5.8	Защитное отключение	102
	Вопросы для самопроверки	105
6	Защита от механического травмирования при работе на станках и оборудовании	106
6.1	Выбор материалов и расчет защитных ограждений	106
6.2	Защитные экраны металлорежущих станков	110
6.3	Оградительные устройства кузнечно-прессового	

	и штамповочного оборудования	111
6.4	Защитные ограждения деревообрабатывающих станков	114
6.5	Ограждения конвейеров и роботокomплексов	116
6.6	Блокировка режущих рабочих органов ручных инструментов	117
6.7	Защита кабин тракторов от падающих деревьев при работе в лесу	119
	Вопросы для самопроверки	121
7	Расчет сосудов, работающих под давлением и средств защиты	122
7.1	Расчет сосудов на прочность	122
7.2	Расчет предохранительных клапанов	125
7.3	Расчет мембранных предохранительных устройств	125
	Вопросы для самопроверки	126
8	Молниезащита	127
	Вопросы для самопроверки	132
9	Пожарная опасность в АПК и меры пожарной профилактики	134
9.1	Пожарная опасность производственных зданий	134
9.2	Деление материалов по возгораемости и огнестойкость конструкций	135
9.3	Пожаротушение	137
	Вопросы для самопроверки	143
10	Средства защиты сельских населенных пунктов и прилегающих к ним территорий от пожаров	145
	Вопросы для самопроверки	152
11	Средства защиты органов дыхания	153
	Вопросы для самопроверки	159
12	Средства защиты от гербицидов при обработке культур от вредителей	160
	Вопросы для самопроверки	161
13	Средства защиты в сельской электроэнергетике	162
13.1	Электрозащитные средства	162
13.2	Порядок и общие правила пользования средствами защиты	164
13.3	Порядок хранения средств защиты	165
13.4	Назначение и использование электрозащитных средств	165
	Вопросы для самопроверки	175
	Заключение	176
	Литература	177

**Безопасность работ в АПК.
Защитная и спасательная техника**

ОРЛОВСКИЙ Сергей Николаевич

Электронное издание

Редактор Л.Э. Трибис

Подписано в свет 07.10.2020. Регистрационный номер 99
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117
e-mail: rio@kgau.ru