



## ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение безопасности всегда являлось важнейшей проблемой человечества во всех сферах деятельности. Человек с момента своего зарождения подвергается изменяющимся опасностям природного, техногенного, антропогенного, биологического, социального, экологического характера. Современное общество развивается в условиях нарастающего кризиса взаимоотношений человека и окружающей среды. Современный комплекс проблем безопасности – это системно выстроенное на базе современной науки представление о совокупности взаимосвязанных угроз безопасности личности, общества, государства и мирового сообщества, сложившейся в настоящее время от природных причин и преобразовательной жизнедеятельности человека и о найденных обществом путях предотвращения чрезвычайных ситуаций и катастроф.

Изучением дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» достигается формирование у специалистов представления о неразрывном единстве эффективной профессиональной деятельности и требований к безопасности и защищенности человека. Реализация этих требований гарантирует сохранение работоспособности и здоровья человека, готовит его к действиям в экстремальных условиях.

Базовые знания в области безопасности жизнедеятельности необходимы для обеспечения информационной, экономической, национальной, политической, интеллектуальной, экологической безопасности, безопасности технических систем и производственных процессов; для прогнозирования, профилактики и защиты от чрезвычайных ситуаций техногенного, природного, антропогенного и глобального характера.

Практическая работа студента по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» заключается в решении задач по предложенным вариантам (номер варианта совпадает с порядковым номером в журнале преподавателя). Каждая практическая работа должна содержать название работы, цель ее выполнения, таблицы исходных данных, расчеты, выводы и рекомендации.

Целью данного практикума является закрепление и усвоение теоретического курса дисциплины, развитие способности правильно применять формулы, уметь ориентироваться в вопросах БЖД, находить решение поставленной в задании задачи, а также грамотно и аргументированно делать выводы.

### **ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»**

Основной образовательной целью дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» является формирование профессиональной культуры безопасности жизнедеятельности, под которой понимается готовность и способность личности использовать в профессиональной деятельности приобретенную совокупность знаний, умений и навыков для обеспечения безопасности в сфере профессиональной и любой другой деятельности, а также характера мышления и ценностных ориентаций, при которых вопросы безопасности рассматриваются в качестве приоритета.

Задачи дисциплины заключаются в том, чтобы научить студентов:

- идентифицировать опасности (распознавать их вид, определять пространственные и временные характеристики, вероятность появления и др.);
- определять соответствующие опасностям вредные, опасные и поражающие факторы и прогнозировать последствия их влияния на организм человека и систему «человек – машина – среда» в целом;
- применять нормативно-правовую базу для защиты личности, ее права на работу, медицинское обеспечение, защиту в чрезвычайных ситуациях и др.;
- разрабатывать способы и применять средства защиты от опасных, вредных и поражающих факторов;
- основам защиты в чрезвычайных ситуациях (ЧС);

- использовать в практической деятельности общественно-политические, социально-экономические, правовые, технические, природоохранные и медико-профилактические мероприятия, направленные на обеспечение здоровых и безопасных условий существования человека в современной окружающей среде;

- планировать мероприятия по созданию здоровых и безопасных условий жизни и деятельности в системе «человек-машина-среда». В результате изучения дисциплины студенты должны:

- **знать:** основные техносферные опасности, их свойства и характеристики, характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности; правовые, нормативно-технические и организационные основы безопасности жизнедеятельности; основы физиологии человека и рациональные условия деятельности; анатомофизиологические последствия воздействия на человека травмирующих, вредных и поражающих факторов; идентификацию травмирующих, вредных и поражающих факторов чрезвычайных ситуаций; средства и методы повышения безопасности и устойчивости технических средств и технологических процессов; методы исследования устойчивости функционирования производственных объектов и технических систем в чрезвычайных ситуациях; методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций и разработки моделей их последствий;

- **владеть навыками:** идентификации основных опасностей среды обитания человека, оценивания риска их реализации, выбора методов защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности и способов обеспечения комфортных условий жизнедеятельности; эффективного применения средств защиты от негативных воздействий; контроля параметров и уровня негативных воздействий на их соответствие нормативным требованиям; разработки мероприятий по повышению безопасности производственной деятельности; рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности;

- **иметь опыт:** работы с законодательными и правовыми актами в области безопасности, требованиями к безопасности технических регламентов в сфере профессиональной деятельности; планирования и осуществления мероприятий по повышению устойчивости производственных систем и объектов; планирования мероприятий по защите производственного персонала и населения в чрезвычайных ситуациях; участия в проведении спасательных и других неотложных работ при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Предметная область дисциплины, обеспечивающая достижение поставленной цели, включает изучение окружающей человека среды обитания, взаимодействия человека со средой обитания, взаимовлияния человека и среды обитания с точки зрения обеспечения безопасной жизни и деятельности, методов создания среды обитания допустимого качества. Основой содержательной части предметной области является круг физических, химических, биологических и психофизиологических опасностей.

Объектами изучения в дисциплине являются: безопасность деятельности человека; биологические и технические системы как источники опасности, а именно человек, коллектив людей, человеческое сообщество, природа, техника, техносфера и ее компоненты (среда производственная, городская, бытовая), среда обитания в целом как совокупность техносферы и социума, характеризующаяся набором физических, химических, биологических, информационных и социальных факторов, оказывающих влияние на условия жизни и здоровье человека. Объектами защиты являются человек, компоненты природы и техносферы.

## **Практическая работа**

### **ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ**

*Цель работы* – изучить способы оказания первой помощи при угрожающих жизни состояниях; ознакомиться с растяжением связок, вывихами, переломами, шоком, обмороком, ожогами, отморожениями, охлаждением; изучить электротравмы, солнечные и тепловые удары, а также отравления, последствия укусов змей, насекомых.

#### *Теоретические положения*

В результате несчастных случаев, травм на производстве и в быту, внезапных заболеваний ежедневно страдает много людей. Важную роль в сохранении здоровья и производительности труда играет оказание правильной и своевременной первой доврачебной помощи.

Первая помощь – это комплекс срочных простейших мероприятий, направленных на спасение жизни человека и предупреждение осложнений при несчастном случае или внезапном заболевании, проводимых на месте происшествия самим пострадавшим (самопомощь) или другим лицом, находящимся поблизости (взаимопомощь).

#### ***Принципы оказания первой доврачебной помощи***

При оказании первой доврачебной помощи прежде всего [1, 2, 3, 4]:

- Немедленно прекращают действие внешних повреждающих факторов (обрушившихся тяжестей, электрического тока, высокой или низкой температуры, ядовитых газов и т. д.) или удаляют пострадавшего из неблагоприятных условий, продолжающих угрожать его жизни. Делают это очень осторожно, чтобы не причинить лишней боли пострадавшему и не усугубить тяжести повреждения. В холодное время года пострадавшего оберегают от охлаждения – укутывают его, накрывают одеялом и т. д.;
- Ликвидируют угрозу, возникшую для жизни или здоровья пострадавшего. Проводят мероприятия, направленные на восстановление дыхания и сердечной деятельности. Одновременно с этим останавливают кровотечение, дают противоядие и др.;
- Предупреждают развитие возможных осложнений. Перевязывают раны, иммобилизуют (фиксируют) конечности, дают больному (пострадавшему) обезболивающие препараты, питье и др.;
- Поддерживают основные жизненные функции больного (пострадавшего) до прибытия врача или доставки в лечебное учреждение.

#### ***Определение состояния пострадавшего***

При тяжелых травмах, когда пострадавший находится в бессознательном состоянии и лежит без движения, бывает сложно определить, жив он или нет. Чаще всего это наблюдается при черепно-мозговой травме, при сдавливании тяжестями грудной клетки или живота, при закупорке дыхательных путей вследствие утопления и др. Чтобы не допустить смерти еще живого человека, необходимо сразу же приступить к его спасению [1, 5].

При оказании первой помощи нужно знать и уметь определять признаки жизни и смерти.

#### *Признаки жизни*

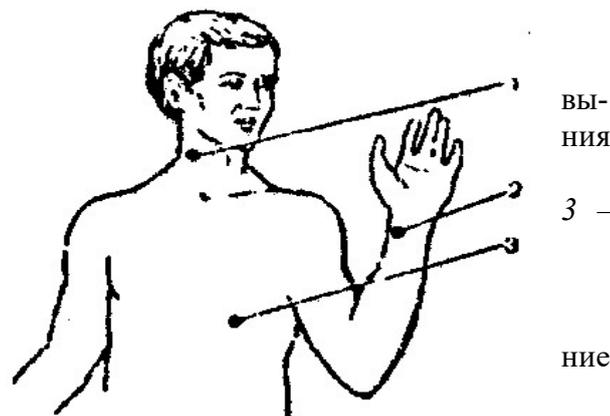
Прежде всего выясняют, работает ли у пострадавшего сердце. Для этого прижимают ухо к груди ниже левого соска. Пульс прощупывают на сонной артерии или на лучевой артерии на предплечье (рис. 4.1) [3].

Дыхание определяют по движениям грудной клетки, по увлажнению зеркала, приложенного к носу и рту пострадавшего, а также по движению ваты или разволокненной ткани, поднесенных к носу.

Кроме того, о том, что пострадавший жив, свидетельствует специфическая реакция зрачков на свет. Если открытый глаз пострадавшего заслонить рукой, а затем руку быстро отве-

сти в сторону, то наблюдается сужение зрачков. Такую же реакцию можно видеть и при резком освещении глаз фонариком.

*Рис. 4.1.* Места определения пульса и слушивания сердца: 1 – место определения пульса на сонной артерии; 2 – место определения пульса на лучевой артерии; место выслушивания сердечных тонов



Наличие признаков жизни является четким свидетельством того, что немедленное оказание первой доврачебной помощи может принести успех.

#### *Признаки смерти*

После остановки сердца и прекращения дыхания наступает смерть. К тканям организма перестает поступать кислород. Это вызывает гибель в первую очередь клеток, наиболее чувствительных к его недостатку, – клеток мозга. Поэтому при оживлении (проведении реанимационных мероприятий) основное внимание сосредоточивают на поддержании или восстановлении работы сердца и легких.

Во время *клинической смерти*, длящейся 5–7 мин, человек не дышит, сердце не работает, однако необратимые явления в тканях еще не наступили. В это время, пока не произошло тяжелых изменений в клетках мозга, организм можно оживить. После этого перехода наступает биологическая смерть, когда спасти пострадавшего уже невозможно.

#### *Сомнительные признаки смерти*

Биение сердца не прослушивается, пульс на сонной и лучевой (на предплечье) артериях не определяется, пострадавший не дышит, на укол иглой не реагирует. Реакция зрачков на сильный свет отсутствует.

**ВНИМАНИЕ!** Пока нет полной уверенности, что пострадавший мертв, первую доврачебную помощь ему следует оказывать в необходимом объеме.

#### *Явные признаки смерти*

Одним из самых ранних признаков наступившей смерти является помутнение и высыхание роговицы. При сдавливании глаза с боков зрачок сужается наподобие кошачьего глаза.

Через 2–4 ч, в зависимости от температуры окружающей среды, начинается трупное окоченение. Раньше всего признаки окоченения наступают в области шеи, верхней части туловища. Окоченение нижних конечностей происходит лишь через 15–20 ч после смерти. По мере охлаждения тела появляются синеватые «трупные» пятна, возникающие из-за стекания крови в нижерасположенные отделы тела. У трупа, лежащего на спине, «трупные» пятна наблюдаются на пояснице, ягодицах, лопатках. При положении на животе пятна появляются на лице, груди.

#### *Искусственное дыхание*

Искусственное дыхание – важнейший способ оказания первой помощи пострадавшему. Сущность его состоит в искусственном наполнении легких воздухом. Искусственное дыхание начинают проводить немедленно:

- при остановке дыхания;
- при неправильном дыхании (очень редкие или неритмичные дыхательные движения);
- при слабом дыхании.

Искусственное дыхание проводят в достаточном объеме до прибытия врача или доставки пострадавшего в лечебное учреждение и прекращают только при появлении признаков биологической смерти («трупные» пятна).

При проведении искусственного дыхания пострадавшего укладывают на спину. Расстегивают одежду, ремень, развязывают, разрывают тесемки, завязки – все, что мешает нормальному дыханию и кровообращению.

Одним из условий успешного осуществления искусственного дыхания является проходимость дыхательных путей, которые могут быть закрыты запавшим языком или инородным содержимым. При наличии во рту инородного содержимого необходимо голову и плечи пострадавшего повернуть в сторону (можно подвести свое колено под плечи пострадавшего), очистить полость рта и глотки носовым платком или краем рубашки, намотанным на указательный палец.

Очистив полость рта и максимально запрокинув голову пострадавшего назад, оказывающий помощь делает глубокий вдох и затем, плотно прижав свой рот ко рту пострадавшего, производит в него выдох. При этом нос пострадавшего нужно закрыть щекой или пальцами руки, находящейся на лбу.

При проведении искусственного дыхания оказывающий помощь должен следить за тем, чтобы вдуваемый им воздух попал в легкие, а не в желудок пострадавшего. При попадании воздуха в желудок, что может быть обнаружено по отсутствию расширения грудной клетки и вздутию желудка, необходимо удалить воздух из желудка, быстро прижав на короткое время рукой область желудка между грудиной и пупком. При этом может возникнуть рвота, поэтому необходимо повернуть голову и плечи пострадавшего в сторону, чтобы очистить рот и глотку.

Если после вдувания воздуха грудная клетка не расправляется, необходимо выдвинуть нижнюю челюсть пострадавшего вперед. Для этого четыре пальца обеих рук поставить позади углов нижней челюсти и, упираясь большими пальцами в ее край, оттянуть и выдвинуть нижнюю челюсть так, чтобы нижние зубы стояли впереди верхних. Легче выдвинуть нижнюю челюсть введенным в рот большим пальцем. Если челюсти пострадавшего стиснуты настолько плотно, что раскрыть рот не удастся, следует проводить искусственное дыхание по методу «изо рта в нос».

Каждое вдувание воздуха следует производить резко через 5 с, что соответствует частоте дыхания около 12 раз в 1 мин. После каждого вдувания рот и нос пострадавшего освобождаются для свободного (пассивного) выхода воздуха из легких. Для более глубокого выдоха нужно несильным нажатием руки на грудную клетку помочь воздуху выйти из легких пострадавшего. При появлении первых слабых вдохов следует приурочить проведение искусственного вдоха к моменту начала самостоятельного вдоха пострадавшего. Искусственное дыхание проводится до восстановления собственного глубокого и ритмичного дыхания [4].

#### Техника осуществления дыхания «рот в рот»

Пострадавшего кладут на спину. Голову запрокидывают назад. Оказывающий помощь одной рукой зажимает нос, а другой – нажатием на нижнюю челюсть большим пальцем открывает рот пострадавшего. После этого, набрав в легкие воздух, плотно прижав свои губы ко рту пострадавшего, делает выдох. Выдох осуществляет энергичнее, чем обычно, наблюдая за грудью пострадавшего. После наполнения легких воздухом, о чем свидетельствует приподнимание грудной клетки, оказывающий помощь выдох прекращает. Затем он отводит свое лицо в сторону и делает вдох. У пострадавшего за это время произойдет пассивный выдох. После этого проводят очередное вдувание воздуха в легкие (рис. 4.2). Частота искусственного дыхания – 16–20 дыханий в 1 мин [4].

После первых 3–5 быстрых вдуваний проверяют пульс пострадавшего на сонной артерии. Отсутствие пульса служит показанием для проведения одновременно и наружного массажа сердца.

#### Особенности проведения искусственного дыхания

Оказывающий помощь плотно прижимает губы ко рту пострадавшего. Во время выдоха (вдувания) рот пострадавшего должен быть открыт. При этом следят, чтобы у него не происходило утечки воздуха через нос.

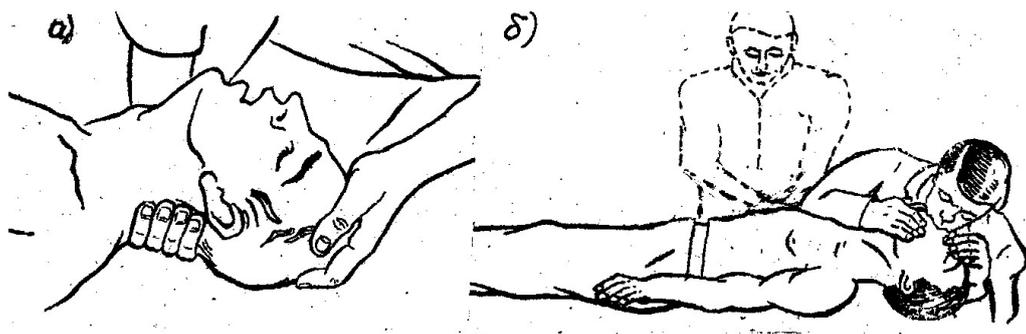


Рис. 4.2. Проведение искусственного дыхания: а – запрокидывание головы; б – вдох порции воздуха в рот пострадавшего

### **Непрямой массаж сердца**

Сущность непрямого массажа сердца состоит в восстановлении или поддержании кровообращения на уровне, достаточном для обеспечения тканей организма кислородом, питательными веществами и удаления из них углекислого газа.

Непрямой массаж сердца осуществляют немедленно:

- при отсутствии пульса;
- расширенных зрачках;
- других признаках клинической смерти.

При проведении непрямого массажа сердца пострадавшего укладывают на спину. Расстегивают, разрывают, разрезают одежду, ремень, пуговицы, завязки – все, что мешает нормальному кровообращению.

Оказывающий помощь встает сбоку от пострадавшего и кладет одну ладонь строго на нижнюю треть грудины в поперечном направлении, а другую ладонь – сверху (рис. 4.3). Пальцы обеих рук несколько приподняты и не касаются кожи пострадавшего. Энергичными толчками, с частотой 60 раз в 1 мин, ритмично надавливают на грудину, используя не только силу рук, но и тяжесть тела.

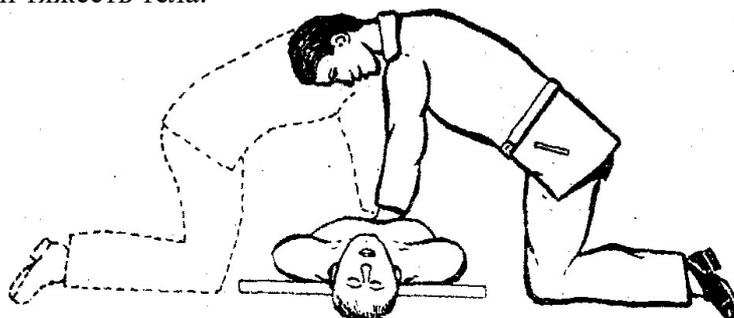


Рис. 4.3. Проведение непрямого массажа сердца

Эффективность проводимого непрямого массажа подтверждается появлением пульса на сонной или бедренной артерии. Спустя 1–2 мин кожа и слизистые оболочки губ пострадавшего принимают розовый оттенок, зрачки сужаются.

### **Сочетание непрямого массажа сердца с искусственным дыханием**

Непрямой массаж сердца проводят одновременно с искусственным дыханием, так как он сам по себе не вентилирует легкие. Если реанимацию проводят два человека, легкие раздувают в соотношении 1:5, т. е. на каждое раздувание легких производят 5 компрессий (сжатий) грудины (рис. 4.4, а). Во время вдувания массаж сердца не производится, иначе воздух не будет поступать в легкие пострадавшего.

Если оказывают помощь два человека, целесообразно производить искусственное дыхание и массаж поочередно, сменяя друг друга через 5–10 мин.

Если помощь оказывает один человек, то легкие раздувают в соотношении 2:15, т. е. через каждые 2 быстрых вдувания воздуха в легкие пострадавшего выполняют 15 компрессий грудины с интервалом в 1 с (рис.

4.4, б).

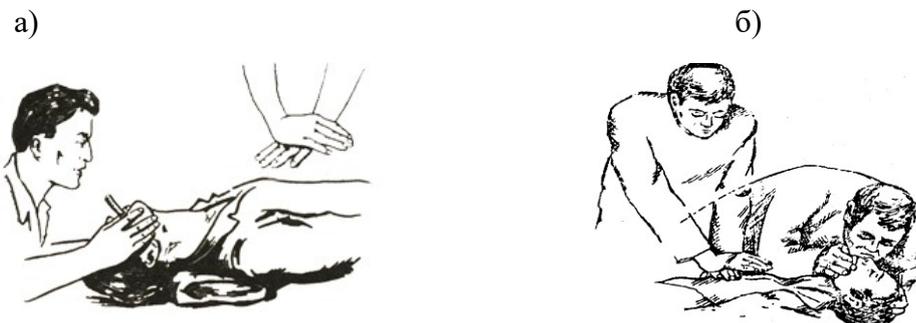


Рис. 4.4. Проведение искусственного дыхания и непрямого массажа сердца: а — проводит один человек, б — проводят два человека

**ВНИМАНИЕ!** Искусственное дыхание и непрямой массаж сердца являются реанимационными мероприятиями. Их следует начинать немедленно и проводить до восстановления самостоятельного устойчивого пульса и дыхания, до прибытия врача или доставки пострадавшего в лечебное учреждение. При появлении явных признаков биологической смерти оказание помощи прекращают.

#### **Растяжение связок**

Растяжение связок получают, неловко ступив или споткнувшись. При этом в суставе происходит надрыв связок, область сустава припухает.

Признаки: боль, в месте повреждения появляется кровоподтек.

#### **Первая помощь**

При повреждении костей и суставов необходимо создать покой поврежденному участку тела. Это достигается иммобилизацией (фиксацией), которая является мерой борьбы с болью, противошоковым мероприятием и средством защиты от распространения раневой инфекции. К области повреждения прикладывают холод — лед или холодную воду в полиэтиленовом пакете (рис. 4.5). Пострадавшему дают обезболивающий препарат — анальгин или амидопирин. При любом растяжении связок надо обратиться к врачу, так как нельзя исключить трещину кости.

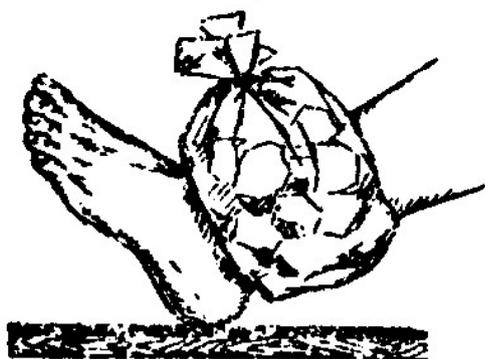


Рис. 4.5. Фиксация полиэтиленового пакета с холодной водой или льдом на голеностопный сустав при растяжении связок

Выдающе-

ся костей. Признаки: боль в суставе, деформация сустава, невозможность движений в суставе.

**ВНИМАНИЕ!** Нельзя пытаться вправить вывих. Это должен сделать только врач.

#### **Первая помощь**

#### **Вывихи**

вих — это повреждение сустава, сопровождающееся смещением поверхностей сочленяющихся

Пострадавшему дают обезболивающий препарат – аналгин или амидопирин. На область поврежденного сустава кладут лед или холодный компресс. Конечность фиксируют в том положении, которое она приняла после травмы.

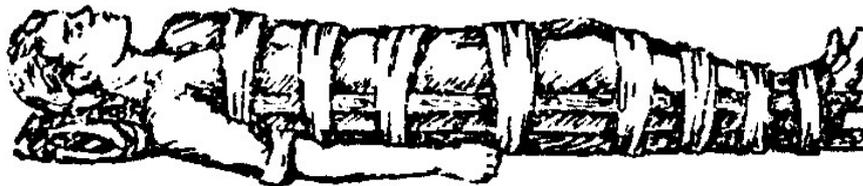
Верхнюю конечность иммобилизуют, подвешивая на косынке или бинте за шею (рис. 4.6).

Для иммобилизации нижней конечности прибинтовывают длинную доску (палку) или связывают вместе здоровую и раненую конечности (рис. 4.7, 4.8).

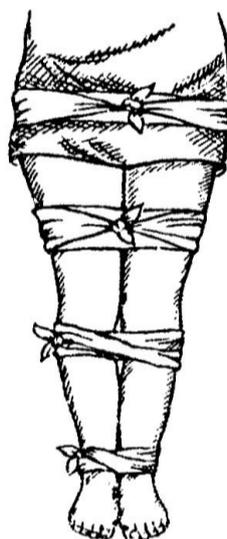
Пострадавшего доставляют в лечебное учреждение.



*Рис. 4.6. Иммобилизация верхней конечности*



*Рис. 4.7. Иммобилизация нижней конечности*



*Рис. 4.8. Иммобилизация нижней конечности прибинтовыванием к здоровой конечности*

### ***Переломы***

Перелом – это нарушение целостности кости. Различают открытые переломы, когда нарушена целостность кожи, и закрытые (рис. 4.9). Признаки: боль, изменение формы конечности (искривление, укорочение), ненормальная подвижность кости в месте травмы, хруст от трения обломков кости один о другой.

### *Первая помощь*

Перелом костей – тяжелое повреждение, требующее немедленного оказания первой помощи. Пострадавшему дают обезболивающий препарат – анальгин или амидопирин, а также горячий чай, кофе. С поврежденной конечности снимают (разрезают) одежду и обувь.



Рис. 4.9. Закрытый перелом костей предплечья

Поврежденные конечности иммобилизуют, накладывая шины – медицинские или из подручного материала (доски, палки, картон). Шины накладывают так, чтобы суставы выше и ниже места перелома были неподвижными. При этом конечность фиксируют в том положении, в котором она находится. При иммобилизации предплечья, голени и бедра применяют две шины, которые накладывают с внутренней и внешней стороны конечности. При переломах костей кисти шину накладывают, начиная с предплечья. При иммобилизации на ладонь кладут валик.

При переломах пальцев иммобилизуют всю кисть.

При переломах ребер грудную клетку туго перебинтовывают.

Открытые переломы вначале обрабатывают так же, как раны, и после этого бинтуют. При сильном кровотечении выше места перелома накладывают жгут, после чего конечность иммобилизуют.

**ВНИМАНИЕ!** Нельзя самостоятельно вправлять конечность или костные отломки, удалять из раны инородные предметы. Это должен сделать врач. Обращаться с поврежденной конечностью нужно очень бережно, осторожно.

### ***Травматический отрыв пальцев, стоп***

При некоторых видах травм, особенно режущими предметами, может произойти полный отрыв пальца, кисти, носа, ушей, стопы. В этих случаях производят обработку раны (бинтование, наложение жгута), а отрезанную часть тела помещают в сосуд с чистой холодной водой). Этот сосуд желателно обложить льдом. Пострадавшего и сосуд с отрезанной частью тела немедленно доставляют в ближайшее лечебное учреждение.

### ***Шок***

При тяжелых травмах, кровопотере, инфекционных заболеваниях и т. п. в организме возникают нарушения кровообращения, дыхания, обмена веществ – наступает шоковое состояние. Шок – выраженная реакция организма на повреждение, представляет опасность для жизни пострадавшего. Признаки: человек бледен, лоб покрыт холодным липким потом, зрачки расширены, пульс слабый, частый, дыхание поверхностное, учащенное. Губы, кончики пальцев, уши синюют.

*Первую помощь* оказывают прежде всего в соответствии с повреждением: останавливают кровотечение, производят иммобилизацию перелома. Пострадавшего тепло укутывают одеждой или одеялом, укладывают горизонтально с несколько опущенной головой. При отсутствии повреждений органов брюшной полости дают обильное питье.

**ВНИМАНИЕ!** При повреждениях живота лекарства и питье пострадавшему давать нельзя.

Транспортируют пострадавшего в шоковом состоянии очень бережно.

### **Обморок**

Сущность обморока заключается в остром недостатке кровоснабжения мозга. Это бывает при боли, возбуждении или при недостатке свежего воздуха. Признаки: в начальной стадии – зевание, побледнение лица, холодный пот, ускоренное дыхание. Затем человек внезапно падает, теряет сознание.

#### *Первая помощь*

Как правило, обморок длится короткое время. Пострадавшего укладывают, приподняв нижние конечности и запрокинув вниз голову. Желательно вынести его на свежий воздух. Расстегивают рубашку, ремень, хлопают по щекам, брызгают холодной водой, дают нюхать ватку с нашатырным спиртом.

**ВНИМАНИЕ!** *Необходимо следить, чтобы не произошло западания языка. При остановке дыхания и отсутствии пульса немедленно начинают искусственное дыхание и непрямой массаж сердца.*

### **Ожоги**

Ожоги возникают при воздействии высокой температуры (пламя, горячая или горящая жидкость, раскаленные предметы), солнечных лучей, тепловой и ионизирующей радиации, электрического тока, химических веществ. Хотя при ожогах поражаются в основном кожа и подкожная жировая клетчатка, действие их отражается на всем организме [6, 7, 8, 9]. Различают следующие степени ожогов:

I – покраснение и отек кожи;

II – образование пузырей, наполненных желтоватой жидкостью;

III – омертвление всех слоев кожи и образование плотной корки – ожогового струпа;

IV – омертвление и обугливание всех слоев кожи, подкожной клетчатки, мышц, костей.

Тяжесть ожога зависит от площади поверхности тела, которая подверглась действию высокой температуры. При обширных ожогах развивается шок.

Опасность ожога, помимо сильной боли, заключается в том, что в обожженных местах происходит разрушение тканей, при этом образуются очень ядовитые продукты, которые разносятся по всему организму. На обожженные места попадают бактерии.

При ожогах II степени, захватывающих около половины поверхности тела, жизни пострадавшего угрожает опасность.

#### *Первая помощь*

Пострадавшего выносят из зоны действия высокой температуры. Воспламенившуюся одежду или горящие на теле вещества быстро гасят, прекратив к ним доступ воздуха, закрывают плотной тканью, засыпают землей, песком. Хороший эффект достигается при перекатывании пострадавшего по земле. Тлеющую одежду обливают водой.

При обширных ожогах на пострадавшем разрезают одежду, при этом прилипшие к ожогам части одежды обрезают и оставляют на месте.

**ВНИМАНИЕ!** *Нельзя вскрывать пузыри и отрывать части одежды, присохшие к местам ожогов, прикасаться к обожженным участкам тела.*

Обожженные места прикрывают чистой марлей или накладывают сухую ватно-марлевую повязку. При обширных ожогах больного укутывают в чистую простыню. Бинт, платки или простыню дезинфицируют, смочив одеколоном или водкой. Это также дезинфицирует кожу, уменьшает боль.

Пострадавшего укрывают одеялом, дают большое количество жидкости (чай, вода, лучше минеральная), обезболивающий препарат – анальгин или амидопирин, после чего немедленно перевозят в лечебное учреждение.

На пораженные участки нельзя накладывать никакие мази или смазывать их какими-либо растворами: это затрудняет последующее лечение.

При обширных ожогах конечностей необходима иммобилизация.

Ожоги, вызванные действием химических веществ, имеют свою специфику. Тяжесть поражения кислотами и щелочами зависит от их концентрации и времени воздействия. Под действием кислот на коже возникают сухие, четко отграниченные струпы желто-коричневого, коричневого или черного цвета. Щелочи вызывают образование сероватых «кажущихся» струпов, нечетко обрисованных.

Первая помощь при ожогах, вызванных действием кислот, отличается от первой помощи при ожогах, вызванных действием щелочей.

#### *Первая помощь*

С пострадавшего снимают одежду и обувь. При этом оказывающий помощь следит за тем, чтобы самому не обжечься ядовитым веществом.

При поражениях кислотой обожженные места обильно поливают водой, раствором пищевой соды или мыльной водой. После обмывания ожоговые поверхности засыпают порошком соды и перевязывают.

При поражениях щелочью места ожогов обливают струей воды с добавлением 1–2 % раствора уксусной или лимонной кислоты (лимонным соком). После обработки пораженные поверхности перевязывают.

Длительность обработки водой – не менее 15–20 мин, а если она была начата не сразу – до 30–40 мин.

Ожоги химическими веществами требуют специальной обработки. Ожоги производными фенола (презол) удаляют с поверхности кожи 40 %-м спиртом (водкой).

Если на кожу попала негашеная известь, ее удаляют механическим путем, после чего кожу промывают жидким вазелином [3].

#### **Отморожения**

Отморожение – это повреждение, вызванное местным переохлаждением тканей организма. Развитию отморожения способствуют влажный воздух и ветер, алкогольное опьянение, снижающее чувствительность кожи к холоду и увеличивающее теплопотерю за счет расширения кожных сосудов, нарушение местного кровообращения тесной одеждой и обувью.

Различают четыре степени отморожений:

- I – кожа бледная, нечувствительная, иногда сильно покрасневшая;
- II – появление пузырей, заполненных мутной жидкостью;
- III – омертвление кожи на всю ее толщину, (ткани на ощупь «каменные»);
- IV – поражение всех мягких тканей до кости.

#### *Первая помощь*

С пострадавшего снимают одежду и обувь. На пораженную конечность (как правило, отморожению подвергаются стопы и кисти рук) накладывают теплоизолирующую повязку, захватывая участок здоровой, неповрежденной ткани.

#### **Техника наложения теплоизолирующей повязки**

На область отморожения накладывают стерильные сухие салфетки, сверху – толстый слой ваты (можно использовать шерстяные или меховые вещи, одеяла). После этого конечность обертывают клеенкой, брезентом или металлической фольгой. Вся повязку фиксируют бинтом [4].

Пострадавшего доставляют в теплое помещение, дают обильное горячее питье, обезболивающие препараты (анальгин, амидопирин). Желательно дать пострадавшему лекарства, уменьшающие спазм сосудов (папаверин, но-шпа), димедрол, супрастин.

При отморожении ушных раковин, щек, носа эти участки растирают рукой до покраснения, затем обрабатывают спиртом.

**ВНИМАНИЕ!** Недопустимо растирание отмороженных участков снегом. Теплоизолирующую повязку не снимают до появления на отмороженных участках чувства тепла, покалывания. Пострадавший нуждается в скорейшей доставке в лечебное учреждение.

### **Общее охлаждение (замерзание)**

Общее системное поражение организма холодом чаще развивается у людей истощенных, а также при алкогольном отравлении. Признаки: у пострадавшего появляется чувство усталости, сонливости, он теряет силы, температура тела снижается. При значительном снижении температуры человек теряет сознание.

#### *Первая помощь*

Ее основная цель – быстрое восстановление нормальной температуры тела посредством его рационального согревания.

Пострадавшего, предварительно сняв с него одежду, помещают в ванну, температура воды в которой 36–37 °С, и постепенно, в течение 15–20 мин, нагревают воду до 38–40 °С. Согревание в ванне продолжают до тех пор, пока температура, измеренная в прямой кишке, не достигнет 35 °С. Необходимо следить, чтобы пострадавший не захлебнулся. При невозможности приготовить ванну пострадавшего моют водой, постепенно повышая ее температуру. После восстановления нормальной температуры и сознания пострадавшему дают горячий чай или кофе, укрывают теплым одеялом и быстро доставляют в лечебное учреждение.

### **Электротравма**

Электротравма возникает при действии на организм человека электрического тока, а также атмосферного электричества – молнии.

Под действием электрического тока в организме происходят местные и общие изменения. Местные изменения тканей при электротравме – «знаки тока» – имеют древовидную форму. Они представляют собой термические ожоги различной степени выраженности – от незначительных до обугливания. Общие изменения организма при действии электрического тока развиваются прежде всего как результат поражения нервной системы. Именно изменения в нервной системе определяют картину поражения и его тяжесть [10].

Легкая степень поражения характеризуется разбитостью, усталостью, испугом, иногда обморочным состоянием. Для средней степени поражения характерны потеря сознания различной длительности, бледность или синюшность кожных покровов, судороги, ослабление дыхания и нарушение деятельности сердца. Дыхание учащенное, хотя и поверхностное, пульс слабый, частый. Нередко бывают параличи конечностей. При тяжелой степени поражения наблюдается шок, часто состояние клинической смерти. Больной нуждается в немедленном проведении искусственного дыхания и непрямого массажа сердца. Только это может спасти его жизнь!

#### *ТБ при освобождении человека от электрического тока*

При освобождении от тока следует помнить, что без применения надлежащих мер предосторожности прикасаться к человеку, находящемуся под током, опасно для жизни. Существует несколько способов освобождения человека от электрического тока (рис. 4.10–4.12). Нельзя пользоваться металлическими или мокрыми предметами [8, 9, 10, 11, 12].

*Рис. 4.10. Освобождение пострадавшего от токоведущих частей с использованием изолирующих перчаток*

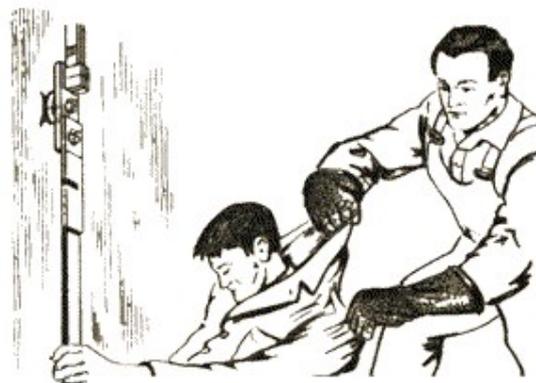


Рис. 4.11. Освобождение пострадавшего от токоведущих частей с использованием топора

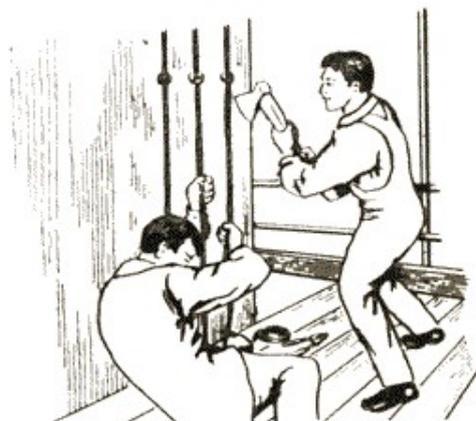
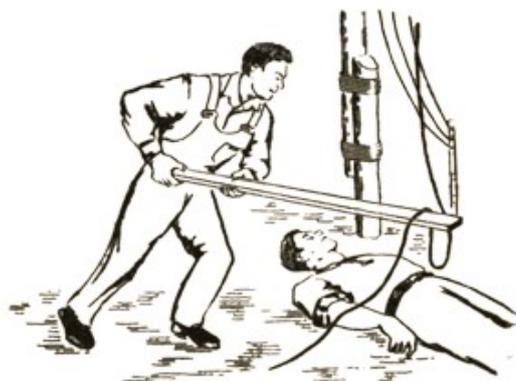


Рис. 4.12. Освобождение пострадавшего от токоведущих частей с использованием неметаллических предметов, например палки



зованием неметаллических предметов, например палки

#### *Первая помощь*

В первую очередь выключают рубильник, выкручивают предохранительные пробки, оттягивают электрический провод, по которому идет ток. Пострадавшего

го выносят из зоны действия электрического тока.

**ВНИМАНИЕ!** Оказывающий помощь должен стоять на сухой доске или резине.

Когда пострадавший придет в себя, а также при легких поражениях ему дают обезболивающий препарат – анальгин или амидопирин, поят большим количеством жидкости, накладывают на область ожога повязку и срочно доставляют в лечебное учреждение.

#### ***Солнечный и тепловой удары***

Солнечный и тепловой удары – это остро развивающееся болезненное состояние, вызванное перегреванием организма в результате воздействия высокой температуры внешней среды. Солнечный удар вызывается непосредственным воздействием прямых солнечных лучей на непокрытую голову или обнаженное тело. Причиной теплового перегрева обычно является работа в переполненных и плохо проветриваемых помещениях, в душной жаркой среде. При этом затрудняется отдача тепла с поверхности тела.

Солнечный и тепловой удары являются частой причиной несчастных случаев при выполнении сельскохозяйственных работ, преимущественно при привлечении людей, плохо знающих особенности работы в поле, под прямым воздействием солнечных лучей (студенты, городские жители и др.).

Сущность теплового и солнечного удара заключается в неспособности системы кровообращения и всего организма приспособиться к длительному воздействию высокой температуры. Организм человека способен поддерживать температуру тела около 37 °С. Чрезмерное тепло удаляется из организма в основном с потом. Признаки: вначале пострадавший ощущает сильную головную боль, слабость, прилив крови к голове, шум в ушах, тошноту, головокружение, жажду. Если в этот период не принять соответствующих мер, то происходит поражение центральной нервной системы, возникает синюшность лица, тяжелая одышка (до 70 и более дыхательных тактов в минуту), пульс частый (120–140 ударов в минуту) и

очень слабый. Температура тела повышается до 40 °С. Кожа горячая и покрасневшая, зрачки расширены. У пострадавшего появляются судороги, галлюцинации, бред. Состояние быстро ухудшается, дыхание становится неровным, перестает определяться пульс. Если пострадавшему не будет оказана правильная первая помощь, то он может погибнуть в течение нескольких часов от паралича дыхания и остановки сердца.

Следует помнить, что при тепловом ударе симптомы поражения развиваются быстрее, чем при солнечном. Очень часто пострадавшие без каких-либо ярко выраженных предварительных симптомов теряют сознание [1]. **Первая помощь должна быть оказана немедленно!**

#### *Первая помощь*

Пострадавшего переносят в прохладное место, в тень, снимают одежду и укладывают, слегка приподняв голову. Ему создают покой, на голову и область сердца кладут холодные компрессы (или поливают холодной водой). Если сознание не потеряно, пострадавшему дают обильное холодное питье.

**ВНИМАНИЕ!** Ни в коем случае нельзя давать алкогольные напитки.

Для возбуждения дыхания пострадавшему прикладывают к носу ватку, смоченную нашатырным спиртом. При нарушении дыхания, при остановке сердца немедленно проводят искусственное дыхание «рот в рот» и непрямой массаж сердца.

Пострадавшего (в положении лежа) доставляют в ближайшее медицинское учреждение или вызывают к нему врача.

#### **Внезапные боли в сердце**

Приступы внезапной боли в области сердца возникают вследствие острого недостатка кровоснабжения миокарда. Стенокардия – одно из проявлений хронической ишемической болезни сердца.

Первые признаки заболевания появляются, как правило, при физической нагрузке – это стенокардия напряжения. Во время быстрой ходьбы или физических нагрузок появляется внезапная боль в сердце или под левой лопаткой – сигнал о кислородном голодании сердца. Приступ стенокардии может также вызвать эмоциональная нагрузка (неприятное известие). Прием пищи – тоже нагрузка на сердце, так как усиленный приток крови к органам пищеварения ухудшает кровоснабжение сердца.

Стенокардия покоя – это приступы боли в сердце, возникающие при отсутствии физической нагрузки, чаще всего по ночам. Как правило, приступу предшествует тягостный, беспокойный сон.

#### *Первая помощь*

Большое значение имеет правильное поведение больного. При приступе стенокардии надо сесть, положить под язык таблетку нитроглицерина. Можно принять также успокаивающие средства (25–30 капель валокордина или корвалола, таблетку седуксена). На область сердца больного ставят горчичник.

Нитроглицерин быстро снимает приступ стенокардии, а при необходимости можно принять еще одну таблетку. Но больше этот препарат принимать нельзя из-за возможности быстрого падения артериального давления [1].

**ВНИМАНИЕ!** Если через 5–10 мин боль не проходит, вызывают врача или доставляют заболевшего в лечебное учреждение. Приступ стенокардии может привести к инфаркту миокарда.

#### **Отравления**

Отравления возникают при попадании внутрь ядовитых веществ или при вдыхании ядовитых газов.

Задачи первой помощи – прекратить воздействие яда на организм человека, ускорить его выведение из организма, поддержать деятельность поврежденных органов.

#### *Отравление газами*

Наиболее часто наблюдаются острые отравления окисью углерода, средствами бытовой химии, выпускаемыми в аэрозольной расфасовке, газообразными или аэрозольными пестицидами. Признаки: головная боль, слабость, шум в ушах, тошнота, рвота, потеря сознания.

*Первая помощь*

Пострадавшего выносят на свежий воздух. Дают нюхать ватку, смоченную нашатырным спиртом. При нарушении дыхания немедленно проводят искусственное дыхание.

*Отравления кислотами и щелочами*

Разъедающее действие проглоченных кислот и щелочей прежде всего сказывается на тканях полости рта, пищеводе и желудке. Кислоты и щелочи, разъедавая слизистую оболочку этих органов, могут вызвать их прободение.

*Первая помощь*

При отравлении кислотами пострадавшего поят раствором питьевой соды, молоком, водой. При отравлении щелочью дают пить воду с 1–2 %-м раствором уксусной кислоты или лимонным соком.

**ВНИМАНИЕ!** При подозрении на прободение (сильная боль за грудиной и под ложечкой) пострадавшему ничего не дают внутрь и немедленно доставляют в лечебное учреждение.

*Отравление растворителями*

*Первая помощь*

У пострадавшего вызывают рвоту, поят его молоком и как можно скорее доставляют в лечебное учреждение.

*Отравление грибами*

*Первая помощь*

У пострадавшего вызывают рвоту, обильно поят, дают 5–10 таблеток активированного угля и срочно доставляют в лечебное учреждение.

**ВНИМАНИЕ!** У пострадавшего возможна остановка дыхания. В этом случае срочно проводят искусственное дыхание.

*Ботулизм* – инфекционное заболевание, вызываемое ядом, образующимся в консервированных продуктах. Чаще всего ботулизм развивается в грибах домашнего консервирования, вяленой рыбе и других домашних консервах. Признаки: появление рвоты, двоение в глазах, слабость, голос осипший. Смерть наступает из-за паралича дыхательного центра [4].

*Первая помощь*

Заболевшему промывают желудок, поят большим количеством жидкости, дают 5–10 таблеток активированного угля и срочно доставляют в больницу.

**ВНИМАНИЕ!** Необходимо следить за дыханием. При его ослаблении немедленно начинают проведение искусственного дыхания (через платок).

*Пищевые токсикоинфекции*

Развиваются при употреблении в пищу несвежих продуктов.

Признаки: тошнота, рвота, слабость, понос, боли в животе.

*Первая помощь*

Промывают желудок, дают активированный уголь. Пострадавшего обильно поят. Из-за невозможности исключить острое хирургическое заболевание антибиотики и обезболивающие препараты давать нельзя!

*Отравление алкоголем, метиловым спиртом и суррогатами алкоголя*

Независимо от того чем вызвано отравление, пострадавшему срочно промывают желудок. Для этого ему дают выпить 2–3 стакана теплой воды, после чего, надавливая на корень языка, вызывают рвоту. Манипуляцию повторяют несколько раз, до тех пор, пока выливающаяся из желудка вода не станет чистой. После этого дают внутрь солевое слабительное (сульфат магния или натрия – полторы столовые ложки на полстакана воды) и активированный уголь (10 таблеток). Целесообразны теплые ванны.

При отравлении метиловым спиртом после принятия перечисленных мер пострадавшему дают еще питьевую соду – чайную ложку на полстакана воды, ежечасно.

При ослаблении дыхания или его остановке немедленно проводят искусственное дыхание.

Во всех случаях подозрения на отравление суррогатами алкоголя, техническими жидкостями, при тяжелых отравлениях алкоголем больные нуждаются в доставке в лечебное учреждение.

*Отравления лекарственными препаратами.* При таких отравлениях смерть чаще всего происходит из-за остановки дыхания.

#### *Первая помощь*

Если пострадавший в сознании, ему промывают желудок большим количеством жидкости, дают активированный уголь, обильно поят.

При бессознательном состоянии пострадавшего следят за его дыханием. При признаках ослабления дыхания или сердечной деятельности проводят искусственное дыхание и непрямой массаж сердца.

#### *Укусы змей и ядовитых насекомых*

Такие укусы вызывают тошноту, рвоту, головокружение, сухость и горький вкус во рту, сонливость, учащенный пульс. В тяжелых случаях могут быть судороги, потеря сознания, остановка дыхания. Место укуса краснеет, отекает, возникает резкая жгучая боль.

#### *Первая помощь*

Пострадавшего необходимо уложить, дать горячего чая, 15–20 капель настойки валерьяны. Места укуса нельзя прижигать или делать разрезы, перетягивать жгутом, отсасывать яд из раны. Пострадавшего направить в лечебное заведение в положении лежа. При укусе животных раны и царапины необходимо смазать йодом, наложить стерильную повязку. Пострадавшего направить в лечебное учреждение [3, 4].

#### *Порядок выполнения работы*

1. Ознакомиться с методикой оказания первой помощи.
2. Записать цель выполняемой работы и составить отчет по следующей форме

#### **Признаки обнаружения травм и меры первой помощи**

Наименование травм	Признаки обнаружения травмы	Меры первой помощи

3. Дать ответы на следующие вопросы:

1. С какой частотой следует производить искусственное дыхание?

- а) 60 раз в минуту;
- б) каждые 5 секунд;
- в) 5–6 раз в минуту;
- г) каждую секунду;
- д) 30 раз в минуту.

2. С какой частотой производят непрямой массаж сердца?

- а) 60 раз в минуту;
- б) каждые 5 секунд;
- в) 5–6 раз в минуту;
- г) каждые 10 секунд;
- д) 30 раз в минуту.

3. Каковы признаки восстановления работы сердца?

- а) появление собственного пульса, порозовение кожи, сужение зрачков;

- б) сужение зрачков, судорожное дыхание, отсутствие пульса;
- в) расширение зрачков, появление собственного пульса, синюшность кожи;
- г) появление собственного пульса, порозовение кожи, отсутствие дыхания;
- д) отсутствие дыхания, порозовение кожи, появление собственного пульса.

4. Каковы ваши действия, если провод находится на пострадавшем?

- а) любым токопроводящим предметом снять провод и отбросить в сторону;
- б) любым нетокопроводящим предметом снять провод и отбросить в сторону;
- в) любым металлическим предметом снять провод и отбросить в сторону;
- г) руками убрать провод;
- д) оттащить пострадавшего руками.

5. Как освободить пострадавшего от действия тока, если он находится на опоре?

- а) набросить на токоведущие провода любой провод, который вызовет срабатывание защиты и отключение напряжения;
- б) выбить опору из-под ног и тем самым освободить пострадавшего от действия тока;
- в) набросить на токоведущие провода предварительно заземленный провод, который вызовет срабатывание защиты и отключение напряжения;
- г) выбить опору из-под ног и оказать первую помощь;
- д) перерубить токоведущие провода инструментом с изолированными ручками.

4. Показать отчет преподавателю.

#### Библиографические ссылки

1. Викерн Д., Фрайнс Дж. Медицинский справочник на все случаи жизни. – СПб. : Питер Ком, 1998. – 432 с.
2. Занько Н. Г., Малаян К. Р., Русак О. Н. Безопасность жизнедеятельности : учеб. для вузов / Н. Г. Занько, К. Р. Малаян, О. Н. Русак ; под ред. О. Н. Русака. – СПб. : Лань, 2008. – 672 с.
3. Основы безопасности жизнедеятельности и первой медицинской помощи : учеб. пособие для вузов и сред. спец. учеб. заведений / авт.-сост. Р. И. Айзман [и др.] ; под общ. ред. Р. И. Айзмана, С. Г. Кривошекова, И. В. Омельченко. – Новосибирск : Сиб. университет. изд-во, 2004. – 400 с.
4. Первая медицинская помощь : справочник / сост. Ю. С. Тюра. – Харьков : ФОАНО-Единогор, 2001. – 384 с.
5. Безопасность жизнедеятельности : учеб. для вузов / Э. А. Арустамов [и др.] ; под ред. Э. А. Арустамова. – М. : Дашков и К°, 2009. – 456 с.
6. Безопасность жизнедеятельности : учеб. для вузов / под ред. Л. А. Михайлова. – СПб. : Питер, 2008. – 461 с.
7. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие / под ред. П. Э. Шлендера. – М. : Вузовский учебник, 2008. – 304 с.
8. Мищенко О. А. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2007. – 166 с.
9. Шлендер П. Э., Маслова В. М., Подгаецкий С. И. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для вузов. – М. : Вузовский учебник, 2004. – 208 с.

10. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для вузов / под ред. А. И. Сидорова. – М. : КноРус, 2007. – 496 с. 11. Девисилов В. А. Охрана труда : учеб. для сред. проф. образования. – М. : ФОРУМ, 2009. – 496 с.
12. Человеческий фактор в обеспечении безопасности и охраны труда : учеб. пособие / П. П. Кукин, Н. Л. Пономарев, В. М. Попов, Н. И. Сердюк. – М. : Высш. шк., 2008. – 317 с.

## Практическая работа ЭВАКУАЦИЯ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ

*Цель работы* – используя противопожарные нормы проектирования, ознакомиться с методикой оценки пожаробезопасности зданий и рабочих помещений, произвести расчет времени эвакуации.

### *Теоретические положения* Оценка строительного проекта

В соответствии с нормативными документами (СНиП 21-01-97) [1] здания и части зданий по функциональной пожарной опасности подразделяются на классы:

- Ф1 – гостиницы, жилые дома, детские дошкольные учреждения и т. п. при условии их круглосуточного использования;
- Ф2 – зрелищные и культурно-просветительные учреждения (театры, музеи, библиотеки и др.);
- Ф3 – предприятия по обслуживанию населения (предприятия торговли, общественного питания, поликлиники и др.);
- Ф4 – учебные заведения, научные и проектные организации, учреждения, управления;
- Ф5 – производственные и складские здания.

Здания и сооружения по огнестойкости подразделяются на пять степеней. Степень огнестойкости определяется пределами огнестойкости основных строительных конструкций и пределами распространения огня по этим конструкциям. Например, минимальные пределы огнестойкости несущих стен и колонн в зависимости от степени огнестойкости зданий следующие:

- I степень огнестойкости – 2,5 ч; II и III степень огнестойкости – 2 ч;
- IV степень огнестойкости – 0,5 ч;
- V степень огнестойкости – время не нормируется.

Производственные здания и сооружения по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются на пять категорий (НПБ 105-03) [2]:

- категория А и Б – взрывопожароопасные производства;
- категория В – пожароопасные производства;
- категория Г – малопожароопасные производства, имеющие негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии;
- категория Д – производства с негорючими технологическими процессами, где имеются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Эвакуация при пожаре представляет собой процесс организованного самостоятельного движения людей наружу из помещений, в которых имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара. Эвакуация осуществляется по путям эвакуации через эвакуационные выходы.

Спасение при пожаре представляет собой вынужденное перемещение людей наружу при воздействии на них опасных факторов пожара или при возникновении непосредственной угрозы этого воздействия. Спасение осуществляется самостоятельно, с помощью пожарных подразделений или специально обученного персонала, в том числе с использованием спасательных средств, через эвакуационные и аварийные выходы. Выходы являются эвакуационными, если они ведут: а) из помещений 1-го этажа наружу:

- непосредственно;
- через коридор;
- через вестибюль (фойе);
- через лестничную клетку; □ через коридор и вестибюль (фойе);
- через коридор и лестничную клетку.

б) из помещений любого этажа, кроме первого:

- непосредственно в лестничную клетку;

- в коридор, ведущий непосредственно в лестничную клетку;
  - в холл (фойе), имеющий выход непосредственно в лестничную клетку.
- в) в соседнее помещение, обеспеченное выходом.

Не менее 2 эвакуационных выходов должны иметь этажи зданий следующей классификации:

- Ф 1.1 (детские сады);
- Ф 3.3 (вокзалы);
- Ф 4.1 (школы);
- Ф 4.2 (высшие профессиональные учебные заведения).

Для зданий других классов наличие двух эвакуационных выходов зависит от объема помещений, количества людей и других факторов.

### Вычисление расчетного времени эвакуации

а) Расчетное время эвакуации  $t_p$  из рабочих помещений и зданий

определяется как суммарное время движения людского потока на отдельных участках пути по формуле [3]

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6, \quad (5.1)$$

где  $t_1$  – время движения от самого удаленного рабочего места до двери помещения (в соответствии с рис. 5.1 это расстояние примем равным диагонали помещения  $L_n$ );  $t_2$  – время прохождения дверного проема помещения;  $t_3$  – время движения по коридору от двери помещения до лестничного марша;  $t_4$  – время движения по лестничному маршу;  $t_5$  – время движения по коридору первого этажа до выходной двери из здания;  $t_6$  – время прохождения дверного проема из здания.

Примерная схема эвакуации людей представлена на рис. 5.1.

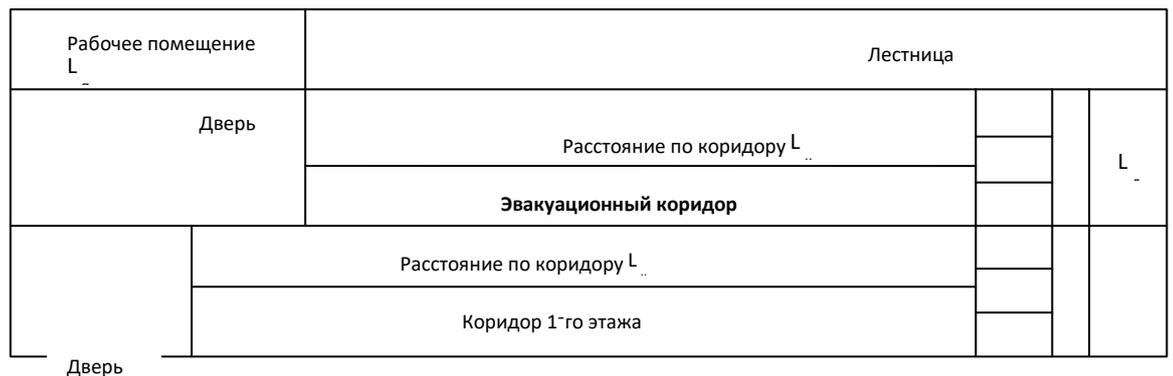


Рис. 5.1. Схема оцениваемого эвакуационного маршрута

б) Время движения людского потока на отдельных участках вычисляется по формуле  $t_i = L_i/V_i$ , (5.2)

где  $L_i$  – длина отдельных участков эвакуационного пути по заданию, м (варианты заданий приведены в табл. 5.6);  $V_i$  – скорость движения людского потока на отдельных участках пути, м/мин.

в) Скорость движения людского потока  $V_i$  зависит от плотности людского потока  $D_i$  на отдельных участках пути и выбирается из табл. 5.1.

г) Плотность людского потока  $D_i$  вычисляется для каждого участка эвакуационного пути по формуле

$$D_i = N_i / L_i \cdot \delta_i, \quad (5.3)$$

где  $N$  – число людей (табл. 5.6);  $f$  – средняя площадь горизонтальной проекции человека (принять  $f = 0,1 \text{ м}^2$ );  $\delta_i$  – ширина  $i$ -го участка эвакуационного пути, м, по заданию (табл. 5.6).

д) Время прохождения дверного проема приближенно можно рассчитать по формуле

$$t_{д.п} = N / (\delta_{д.п} \cdot q_{д.п}), \quad (5.4)$$

где  $\delta_{д.п}$  – ширина дверного проема, м (табл. 5.6);  $q_{д.п}$  – пропускная способность 1 м ширины дверного проема (принимается равной 50 чел./( $\text{м} \cdot \text{мин}$ )) для дверей шириной менее 1,6 м и 60 чел./( $\text{м} \cdot \text{мин}$ ) для дверей шириной 1,6 м и более).

### Необходимое (нормируемое) время эвакуации

а) Необходимое время эвакуации из помещений общественных

зданий (кинотеатры, столовые, универмаги и др.) устанавливается (нормируется) в зависимости от степени огнестойкости здания и объема помещения (табл. 5.2). Необходимое время эвакуации из общественных зданий устанавливается (нормируется) в зависимости от степени огнестойкости здания (табл. 5.3).

б) При нормировании времени эвакуации для производственных зданий промышленных предприятий учитывается степень огнестойкости здания, категория производства и этажность здания (табл. 5.4). Необходимое время эвакуации из рабочих помещений производственных зданий зависит также и от объема помещения (табл. 5.5).

Таблица 5.1

**Зависимость скорости движения от плотности людского потока**

Плотность людского потока $D_i$	Скорость движения людского потока $V_i$ , м/мин	
	на горизонтальном пути	по лестнице вниз
0,01	100	100
0,05	100	100
0,1	80	95
0,2	60	68
0,3	47	52
0,4	40	40
0,5	33	31
0,6	27	24
0,7	23	18
0,8	19	13
0,9 и более	15	8

Таблица 5.3 **Необходимое время эвакуации из общественных зданий  $t_{о.з}$**

Степень огнестойкости	Время эвакуации $t_{о.з}$ , мин
I и II	До 6
III и IV	До 4
V	До 3

Таблица 5.4

**Необходимое время эвакуации из производственных зданий  $t_{п.з}$**

Категория производства	Время эвакуации $t_{п.з}$ , мин, из производственных зданий I, II и III степени огнестойкости
А, Б, Е	До 4
В	До 6
Г, Д	До 8

*Примечание.* Для зданий IV степени огнестойкости необходимое время эвакуации уменьшается на 30 %, а для зданий V степени огнестойкости – на 50 %.

Таблица 5.5

**Необходимое время эвакуации из помещений производственных зданий  $t_{п.п.з}$**

Категория производства	Время эвакуации $t_{п.п.з}$ , мин, из помещений производственных зданий I, II и III степени огнестойкости при объеме помещения $W_{п}$ , тыс. $m^3$				
	до 15	30	40	50	60 и более
А, Б, Е	0,50	0,75	1	1,50	1,75
В	1,25	2	2	2,50	3
Г, Д	Не ограничивается				

*Примечание.* Для зданий IV степени огнестойкости необходимое время эвакуации уменьшается на 30 %, а для зданий V степени огнестойкости – на 50 %.

**Пожар в рабочем помещении**

*Условие задачи.* В рабочем помещении, облицованном древесноволокнистыми плитами (или имеющем перегородки из них), произошло возгорание. Площадь пожара, при горении облицовочных плит, приведена в исходных данных (табл. 5.6). Рассчитать время  $t_d$ , необходимое для эвакуации людей из горящего помещения с учетом задымленности.

**Определение расчетного времени эвакуации из рабочего помещения по задымленности**

$$t_d = K_{осл} \cdot K_{г} \cdot W_{п} / (V_{д} \cdot S_{п.г}), \quad (5.5)$$

где  $K_{осл}$  – допустимый коэффициент ослабления света (принять  $K_{осл} = 0,1$ );  $K_{г}$  – коэффициент условий газообмена;  $W_{п}$  – объем рабочего помещения,  $m^3$  (табл. 5.6);  $V_{д}$  – скорость дымообразования с единицы площади горения,  $m^3/(m^2 \cdot мин)$ ;  $S_{п.г}$  – площадь поверхности горения,  $m^2$ .

$$K_{г} = S_o / S_{п}, \quad (5.6)$$

где  $S_o$  – площадь отверстий (проемов) в ограждающих стенах помещения,  $m^2$  (табл. 5.6);  $S_{п}$  – площадь пола помещения,  $m^2$  (вычислить по исходным данным).

$$V_{д} = K_{д} \cdot V_{г}, \quad (5.7)$$

где  $K_d$  – коэффициент состава продуктов горения (для древесноволокнистых плит равен  $0,03 \text{ м}^3/\text{кг}$ );  $V_{\Gamma}$  – массовая скорость горения (для древесно-волокнистых плит принимается равной  $10 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$ ).

$$S_{п.г} = S_{п.п} \cdot K_{п.г}, \quad (5.8)$$

где  $S_{п.п}$  – предполагаемая площадь пожара,  $\text{м}^2$  (табл. 5.6);  $K_{п.г}$  – коэффициент поверхности горения (для разлившихся жидкостей и облицовочных плит  $K_{п.г} = 1$ ).

Таблица 5.6

Ширина дверного проема $\delta_{д.п}$ :																
из рабочего помещения, м	1,4	2,8	4,2	2,2	1,5	3,5	1,6	1,2	1,4	2,8	2,2	2,8	4,2	2,2	2,8	
из здания, м	1,8	3,0	4,2	1,8	2,2	2,0	1,4	2,4	1,5	1,6	1,8	3,0	3,0	1,6	3,0	
Коридоры:																
суммарная длина $L_k$ , м	20	55	120	35	30	25	65	70	15	80	25	25	50	25	40	
при одной ширине $\delta_k$ , м	3	2,8	4	2,5	3,2	2	2,2	2	1,5	2,2	2,5	2,8	2,8	3,2	3	

Лестницы:

суммарная длина $L_l$ , м	10	8	15	14	12	10	25	30	20	15	8	16	14	12	12
при одной ширине $\delta_l$ , м	2	2,2	3	2,4	1,8	1,5	2,0	1,4	1,5	1,8	2,2	2,4	2	2	1,8
Площадь пожара $S_{п.п}$ , м <sup>2</sup>	18	15	25	20	18	15	24	36	12	18	12	15	20	18	27

66

Окончание табл.5.6

Исходные параметры	Величина параметров по вариантам															
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Здание: производственное (П) общественное (О)	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	
Категория производства	-	В	-	А	-	Г	-	В	-	А	-	Б	-	В	-	

Степень огнестойкости	I V	II	I	II	V	IV	III	III	V	II	I	I	IV	II	V
<i>Рабочее помещение:</i>	* *	-	**	-	*	-	***	-	*	-	**	-	*	-	**
	Обозначения наименований помещения (для табл. 5.2)														
длина, м	18	30	70	25	45	50	62	12	24	32	36	38	64	16	60
ширина, м	12	20	30	15	12	35	30	6	10	10	18	12	20	10	18
объем $W_{п}$ , тыс. м <sup>3</sup>	0,7	2,8	,2	1,9	1,8	20	23,	0,5	0,8	1,6	2,1	3,5	18,	0,5	16,4
площадь отверстий в стенах $S_0$ , м <sup>2</sup>	8	25	96	26	40	48	52	4	16	20	25	28	48	6	38
Количество людей N, чел.	2 90	34 0	56 0	35 0	60 0	45 0	83 0	9 0	42 0	50 0	73 0	86 0	120 0	44 0	97 0
<b>Ширина дверного проема <math>\delta_{д.п.}</math>:</b>															
из рабочего помещения, м	1 ,6	2, 2	3, 5	2,2	1,6	3, 5	2,2	1, 4	2, 0	2, 8	2, 2	3, 0	3,5	2, 2	2, 8
из здания, м	2 ,0	3, 0	4, 2	1,8	2,2	2, 2	1,8	2, 4	2, 4	1, 6	1, 8	3, 5	4,2	2, 0	3, 0
<b>Коридоры:</b>															
суммарная длина $L_k$ , м	2 0	2 6	5 9	29	62	3 5	66	1 2	3 2	5 2	8 4	9 6	110	3 2	10 0
при одной ширине $\delta_k$ , м	2	2	3,2	2,2	2,6	2,2	2,6	2	2	3	3,2	2,8	3,6	3	3,6
<b>Лестницы:</b>															
суммарная длина $L_l$ , м	1 2	1 0	1 8	16	20	1 0	30	1 0	2 8	2 0	1 2	1 8	36	1 6	2 0
при одной ширине $\delta_l$ , м	2	1,4	2,2	2	1,8	1,4	3	1,4	3	1,8	1,4	2	3	2	1,8
Площадь пожара $S_{п.п.}$ , м <sup>2</sup>	1	1	2	30	38	2	46	2	1	2	1	3	54	1	3

0 5 9 5 8 4 3 9 6 5 3

### Оценка полученного результата

Сравните расчетное время эвакуации по задымленности из рабочего помещения, полученное по формуле (5.5), с расчетным временем эвакуации людей из рабочего помещения, полученным по формуле (5.1), и с необходимым (нормируемым) временем эвакуации из рабочего помещения (табл. 5.2 или 5.5).

*Порядок выполнения работы* 1. Оценка строительного проекта:

а) Ознакомиться с общими сведениями, сделать выписки;  
 б) Определить расчетное время эвакуации из рабочего помещения и здания, сравнить полученные результаты с необходимым (нормируемым) временем эвакуации и сделать вывод о соответствии строительного проекта требованиям пожаробезопасности.

2. Пожар в рабочем помещении:

а) Определить расчетное время эвакуации из рабочего помещения по задымленности;  
 б) Сравнить полученный результат с необходимым (нормируемым) временем эвакуации из рабочего помещения и расчетным временем эвакуации из помещения, полученным в первой части задания.

3. Сделать общий вывод о пожаробезопасности здания и рабочего помещения. В случае несоответствия нормируемым требованиям пожаробезопасности предложить мероприятия по реконструкции строительного проекта и организации работ в рабочем помещении. 4. Показать отчет преподавателю.

### Библиографические ссылки

1. СНиП 21-01–97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. – М. : Госстрой России, 1997. – 23 с.
2. СП 12.13130-2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-поисковой системы «Техэксперт».
3. ГОСТ 12.1.004–91. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-поисковой системы «Техэксперт».

## Практическая работа ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ОТ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

*Цель работы* – ознакомиться с основными сведениями о воздействии ионизирующего излучения, нормированием и защитой от него, сформировать практические навыки расчета организационных и технических мероприятий по защите персонала и населения от воздействия радиоактивных излучений.

### *Теоретические положения*

Радиацией (лат. radio – излучаю) называется образование **ионизирующего излучения**, сопутствующее распаду радиоактивных атомов, т. е. атомов с неустойчивыми ядрами. Процесс этот полностью физический (не может быть следствием химических реакций), способный воздействовать на вещество таким образом, что в его составе появляются новые ионы разных знаков.

Название «ионизирующие излучения» объединяет разные по своей физической природе виды излучений. Сходство между ними в том, что все они обладают высокой энергией, реализуют свое биологическое действие через эффекты ионизации и последующее развитие химических реакций в биологических структурах клетки, которые могут привести к ее гибели. Важно отметить, что ионизирующее излучение не воспринимается органами чувств человека: мы не видим его, не слышим и не чувствуем воздействия на наше тело.

С ионизирующими излучениями население в любом регионе земного шара встречается ежедневно. Источники ионизирующего излучения делятся на естественные и искусственные. Естественные источники – это прежде всего так называемый радиационный фон Земли, который складывается из трех компонентов:

- космического излучения, приходящего на Землю из Космоса;
- излучения от естественных радиоактивных элементов находящихся в почве (например, радон), строительных материалах, воздухе и воде;
- излучения от природных радиоактивных веществ, которые с пищей и водой попадают внутрь организма, фиксируются тканями и сохраняются в теле человека в течение всей его жизни.

Кроме того, человек встречается с искусственными источниками излучения, включая радиоактивные нуклиды (радионуклиды), созданные руками человека и широко применяемые в народном хозяйстве. Сюда относится, например, ионизирующее излучение, используемое в медицинских целях. Поскольку от создавшегося радиационного фона человечество избавиться не может, все усилия должны быть направлены на уменьшение воздействия от источников ионизирующих излучений. А этого добиться можно. Мирное использование ядерной энергии необходимо человечеству, так как оно открывает новые возможности для улучшения жизни людей на Земле. В этом аспекте наиважнейшей задачей является создание максимально безопасной ядерной энергетики. Строго в соответствии с показаниями должно использоваться ионизирующее излучение в медицинской практике [1].

Воздействие ионизирующего излучения на организм человека чрезвычайно велико. В процессе облучения образуются свободные радикалы, способные разрушить целостность макромолекулярных цепочек (нуклеиновые кислоты и белки), привести к самопроизвольным химическим реакциям, спровоцировать массовую гибель клеток организма, мутагенез или канцерогенез.

По своей природе ионизирующее излучение бывает:

1) *фотонным*:

- *γ-излучение* (фотонное излучение, испускаемое при ядерных излучениях или при ассимиляции частиц);
- *рентгеновское* (фотонное излучение, состоящее из тормозного или характеристического излучения. Под тормозным понимают излучение, возникающее при уменьшении кинетической энергии заряженных частиц, а под характеристическим – возникающее при изменении энергетического состояния электронов атома);

2) *корпускулярным* (ионизирующее излучение, состоящее из частиц с массой, отличной от нуля: α- и β-частицы, протоны, нейтроны и др.).

#### **Понятие о дозе излучения и единицах ее измерения**

Человеческий организм поглощает энергию ионизирующих излучений, причем от количества поглощенной энергии зависит степень лучевых поражений.

Для характеристики поглощенной энергии ионизирующего излучения единицей массы вещества используется понятие «поглощенная доза». **Поглощенная доза** – это количество энергии, поглощенной облучаемым веществом и рассчитанной на единицу массы этого вещества. Единица поглощенной дозы в Международной системе единиц (СИ) – грэй (Гр)  $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$ .

Для оценки поглощенной дозы используется также внесистемная единица – рад:

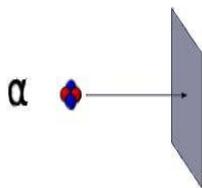
1 рад = 0,01 Дж/кг; 1 Гр = 100 рад.

Рад является весьма крупной единицей измерения, и поэтому дозы облучения обычно выражаются в долях рад – сотых (сантирад), тысячных (миллирад) и миллионных (микрорад).

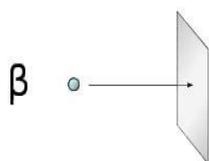
Например, радиационный фон Земли измеряется в миллиардах рад, а доза, полученная пациентом при однократном рентгеновском просвечивании желудка, составляет несколько рад.

Существует несколько видов радиации, каждый из которых наделен специфическими свойствами, по-своему опасен для человека и требует особых мер радиационной защиты населения (рис. 6.1) [2].

**Альфа-частицы**, положительно заряженные тяжелые частицы, представляющие собой ядра гелия-4 и образующиеся в результате альфа-распада радиоактивных изотопов, относятся (наряду с бета-частицами и гамма-излучением) к наиболее опасным для человеческого организма, являются причиной возникновения серьезных заболеваний и генетических нарушений.



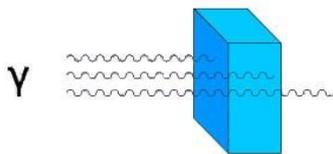
Альфа-частицам свойственна высокая активность, в связи с чем для уничтожения живого организма (или, во всяком случае, повреждения очень большого числа клеток) может быть достаточно одной заряженной частицы. Однако благодаря той же активности достаточной мерой защиты от указанного типа радиации становится любое жидкое или твердое вещество, в том числе и простая одежда или лист бумаги.



**Бета-частицы**, или поток быстрых электронов, образующихся в результате бета-распада радиоактивных изотопов, обладают большей проникающей способностью, нежели альфа-частицы. Вызвано это их меньшей массой и зарядом, позволяющим расходовать энергию на значительном расстоянии. Достаточной мерой защиты от внешнего воздействия бета-частиц являются обувь и средства индивидуальной защиты.

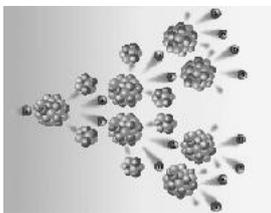
**Гамма-излучение**, состоящее из фотонов, сходно по природе с видимым светом, но обладает большей проникающей способностью (может пронизывать живую ткань насквозь). Гамма-излучение имеет вторичную природу, т. е. образуется в результате альфа- и бета-распада либо при избытке энергии в атоме (например, при передаче и столкновении бета-частиц с другими атомами происходит выброс энергии, которая превращается в гамма-излучение).

Именно гамма-излучение служит своеобразным индикатором радиоактивности, по его присутствию можно судить о наличии других типов радиации. Гамма-излучение относится к так называемой проникающей радиации, распространяется чрезвычайно быстро, ионизирует атомы веществ, сквозь которые проходит, меняет их физическую структуру. Следствием проникающей радиации (гамма-излучение и потоки нейтронов) может стать лучевая болезнь, степень тяжести которой будет зависеть от дозы и площади излучения, состояния организма и времени, на протяжении которого она воздействовала.



Проходя через различные вещества, энергия гамма-излучения расходуется на взаимодействие с электронами атомов, потому степень ее ослабления находится в обратно пропорциональной

связи с плотностью материала. Защитой от гаммаизлучения может стать толстый слой свинца (или другого вещества с большим удельным весом). Однако даже такие преграды останавливают только часть излучения. Максимальный показатель – 50 %, которые гарантируют 1 сантиметр свинца, 5 сантиметров бетона или 10 сантиметров воды.



**Потоки нейтронов**, электрически нейтральных частиц, образующихся вследствие работы атомных реакторов, как и гамма-излучение, обладают огромной проникающей способностью и могут насквозь пронизывать живую ткань, нарушая биологические процессы. Потоки нейтронов также относятся к проникающей радиации, вызывают лучевую болезнь. Ослабление нейтронов происходит в основном за счет их столкновения с ядрами атомов вещества. Лучшей защитой от потоков нейтронов становятся слои более легких веществ (такие тяжелые вещества как металлы хуже ослабляют нейтронное излучение).

Рис. 6.1. Виды радиации

Для оценки радиационной обстановки на местности, в рабочем или жилом помещениях, обусловленной воздействием рентгеновского или  $\gamma$ -излучения, используют экспозиционную дозу облучения. Количество радиоактивной энергии, переданной организму, называется **экспозиционной дозой**. В СИ единица экспозиционной дозы – кулон на килограмм (Кл/кг). Однако на практике чаще используют внесистемную единицу – рентген (Р). Соотношение между этими единицами следующее:  $1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$  (количество электрических зарядов, появившихся под воздействием ионизирующего излучения (ИИ) в единице массы вещества).

Поглощенной дозе 1 рад соответствует экспозиционная доза, примерно равная 1 Р, т. е. 1 рад  $\sim$  1 Р.

Экспозиционная доза в 1 Р примерно соответствует поглощенной дозе  $D = 0,88 \text{ рад} = 0,9 \text{ Гр}$ .

Поглощенная доза не учитывает того, что при одинаковой поглощенной дозе  $\alpha$ -излучение в двадцать раз опаснее  $\beta$ - или  $\gamma$ -излучений.

При облучении живых организмов возникают различные биологические эффекты, разница между которыми при одной и той же поглощенной дозе объясняется разными видами облучения. Принято сравнивать биологические эффекты, вызываемые любыми ионизирующими излучениями, с эффектами от рентгеновского и  $\gamma$ -излучения, т. е. вводится понятие об **эквивалентной дозе**.

В СИ единица эквивалентной дозы – зиверт (Зв). Существует также внесистемная единица эквивалентной дозы ионизирующего излучения – бэр (биологический эквивалент рентгена).  $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$ ; **1 Зв соответствует поглощенной дозе в 1 Гр.**

Коэффициент, показывающий, во сколько раз оцениваемый вид излучения биологически опаснее, чем рентгеновское и  $\gamma$ -излучение при одинаковой поглощенной дозе, называется **коэффициентом качества излучения (К)**. Для рентгеновского и  $\gamma$ -излучения  $K = 1$ .

Таким образом, эквивалентная доза определяется произведением поглощенной дозы на коэффициент качества излучения:

$$1 \text{ рад} \cdot K \cdot 1 \text{ бэр};$$

$$1 \text{ Гр} \cdot K \cdot 1 \text{ Зв}.$$

При прочих равных условиях доза ионизирующего излучения тем больше, чем больше время облучения, т. е. доза накапливается со временем. Доза, отнесенная к единице време-

ни, называется мощностью дозы. Так, если мы говорим, что мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения составляет 1 Р/ч, то это значит, что за 1 ч облучения человек получит дозу, равную 1 Р.

*Радиоактивность* – самопроизвольное превращение (распад) атомных ядер. При этом изменение атомного номера приводит к превращению одного химического элемента в другой, изменение массового числа – к превращению изотопов данного элемента. Каждый акт распада сопровождается испусканием  $\alpha$ - или  $\beta$ -частицы, или нейтрона, или  $\gamma$ -кванта (фотона), или определенным их сочетанием. Данные частицы способны прямо или косвенно ионизировать среду.

Ионизирующими называются такие излучения, которые, проходя через среду, вызывают ее ионизацию. Энергию ионизирующего излучения измеряют во внесистемных единицах электронвольтах (эВ),  $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 3,8 \cdot 10^{-20} \text{ кал}$ .

*Нуклид* – общее название атомов, различающихся числом нуклонов в ядре или, при одинаковом числе нуклонов, содержащих разное число протонов или нейтронов.

*Радионуклид* – нуклид, обладающий радиоактивностью.

*Радиоактивное вещество (РВ)* – вещество, имеющее в своем составе радионуклиды, следовательно, РВ – источник *ионизирующего излучения (ИИ)*. Ионизировать вещество могут также частицы (фотоны), испускаемые специальными аппаратами, например рентгеновскими.

*Активность радионуклида А* в источнике – мера радиоактивности. Она равна числу спонтанных ядерных превращений в источнике за 1 с. Единица активности – *беккерель (Бк)*. 1 Бк равен одному ядерному превращению (распаду) за 1 с:  $1 \text{ Бк} = 1 \text{ расп./с}$ . Часто используется удельная активность (Бк/кг), объемная активность (Бк/л), поверхностная активность (Бк/м<sup>2</sup>).

### ***Воздействие ионизирующего излучения на человека***

Ионизирующие излучения, проникающие в ткани организма человека, взаимодействуют с ними, оказывая следующие виды воздействий:

**ионизацию молекул** (за счет высоких энергий, высвобождающихся при взаимодействиях элементарных частиц); **физико-химические изменения**, в результате которых образуются новые молекулы, включая и такие чрезвычайно радиационно-способные, как «свободные радикалы»; **химические изменения**, которые могут вызвать модификацию

важных в биологическом отношении молекул, необходимых для нормального функционирования клетки; **биологические эффекты**, выражающиеся в гибели клеток, изменениях в них: генетических или приводящих к онкологическим заболеваниям.

Интенсивность изменений в биологических тканях под воздействием ИИ (степень воздействия) определяют следующие факторы:

- мощность источника излучения;
- вид излучения;
- время воздействия;
- индивидуальные особенности организма.

Кроме того, различные ткани организма имеют разную радиочувствительность, т. е. взаимодействуют с излучением с разной интенсивностью. Радиочувствительность органов и тканей учитывают коэффициентами радиационного риска  $K_p$  (табл. 6.1) [1].

#### **Коэффициенты радиационного риска $K_p$**

Органы человека	$K_p$
Красный костный мозг	0,12
Костная ткань	0,03
Щитовидная железа	0,03

Молочная железа	0,15
Легкие	0,12
Яичники или семенники	0,25
Другие ткани	0,30
Организм в целом	1,00

В организме человека ионизирующие воздействия вызывают цепочку обратимых и необратимых изменений. Пусковым механизмом воздействия являются процесс ионизации и возбуждения атомов и молекул в тканях.

Важную роль в формировании биологических эффектов играют свободные радикалы  $H^+$  и  $OH^-$ , которые образуются в результате радиолиза воды (в организме человека содержится до 70 % воды). Обладая высокой активностью, они вступают в химические реакции с молекулами белка, ферментов и других элементов биологической ткани, что приводит к нарушению биохимических процессов в организме. В процесс вовлекаются сотни и тысячи молекул, не затронутых излучением. В результате нарушаются обменные процессы, замедляется и прекращается рост тканей, возникают новые химические соединения, не свойственные организму. Это приводит к нарушению жизнедеятельности отдельных функций органов и систем организма. Под влиянием ионизирующих излучений в организме происходит нарушение функции кроветворных органов, увеличение проницаемости и хрупкости сосудов, расстройство желудочно-кишечного тракта, снижение сопротивляемости организма, его истощение, перерождение нормальных клеток в злокачественные и др. Эффекты развиваются в течение разных промежутков времени: от долей секунд до многих часов, дней, лет.

*Радиационные эффекты принято делить на две группы:*

- *соматические* (проявляются в форме острой и хронической лучевой болезни, локальных лучевых повреждений, например ожогов, а также в виде отдельных реакций организма, таких как лейкоз, злокачественные опухоли, раннее старение организма);
- *генетические* (могут проявиться в последующих поколениях).

*Острые поражения* развиваются при однократном равномерном  $\gamma$ -облучении всего тела и поглощенной дозе свыше 0,25 Гр. При дозе 0,25–0,5 Гр могут наблюдаться временные изменения в крови, которые быстро нормализуются. В интервале 0,5–1,5 Гр возникает чувство усталости, менее чем у 10 % облученных может наблюдаться рвота, умеренные изменения в крови. При дозе 1,5–2,0 Гр наблюдается легкая форма острой лучевой болезни, которая проявляется продолжительным снижением числа лимфоцитов в крови (лимфопенией), возможна рвота в первые сутки после облучения. Смертельные исходы не регистрируются.

Процесс поглощения веществом энергии под действием ионизирующего излучения называется *облучением*. Реакцию человека на облучение называют *лучевой болезнью*.

Лучевая болезнь средней тяжести возникает при дозе 2,5–4,0 Гр. Почти у всех в первые сутки наблюдается тошнота, рвота, резко снижается содержание лейкоцитов в крови, появляются подкожные кровоизлияния, в 20 % случаев возможен смертельный исход, смерть наступает через 2–6 недель после облучения. При дозе 4,0–6,0 Гр развивается тяжелая форма лучевой болезни, приводящая в 60 % случаев к смерти в течение первого месяца. При дозах, превышающих 6,0–9,0 Гр, почти в 100 % случаев крайне тяжелая форма лучевой болезни заканчивается смертью из-за кровоизлияния или инфекционных заболеваний. При 100 Гр смерть наступает через несколько часов или дней вследствие повреждения центральной нервной системы.

Приведенные данные относятся к случаям, когда отсутствует лечение. В настоящее время имеется ряд противолучевых средств, которые при комплексном лечении позволяют исключить летальный исход при дозах около 10 Гр.

*Хроническая лучевая болезнь* может развиваться при непрерывном или повторяющемся облучении в дозах, существенно ниже тех, которые вызывают острую форму. Наиболее характерными признаками хронической формы являются изменения в крови, нарушения со стороны нервной системы, локальные поражения кожи, повреждения хрусталика глаза, снижение иммунитета организма. Степень воздействия радиации зависит от того, является облучение *внешним* или *внутренним* (при попадании радиоактивного изотопа внутрь организма). Внутреннее облучение возможно при вдыхании, заглатывании изотопов и проникновении их в организм человека через кожу. Некоторые вещества поглощаются и накапливаются в конкретных органах, что приводит к высоким локальным дозам радиации. Например, изотопы кальция, радия, стронция накапливаются в костях, изотопы йода вызывают повреждение щитовидной железы, изотопы редкоземельных металлов – преимущественно опухоли печени. Равномерно распределяются изотопы цезия, рубидия, вызывая угнетение кроветворения, повреждения семенников, опухоли мягких тканей. При внутреннем облучении наиболее опасны альфа-излучающие изотопы полония и плутония.

Для оценки реального воздействия излучений на человека используют показатель эквивалентной дозы, в котором вид излучения учитывается коэффициентом качества  $K_k$  (табл. 6.2) [1].

Таблица 6.2 Коэффициент качества

Вид излучения	Коэффициент качества $K_k$
Рентгеновское и $\gamma$ -излучение	1
Электроны и позитроны, $\beta$ -излучение	1
Протоны с энергией до 10 МэВ	10
Нейтроны с энергией до 20 кэВ	3
Нейтроны с энергией более 10 МэВ	10
$\alpha$ -излучение с энергией до 10 МэВ	20
Тяжелые ядра	20

Умножив эквивалентные дозы на соответствующие коэффициенты  $K_k$  и просуммировав по всем органам и тканям, получим эффективную эквивалентную дозу, отражающую суммарный эффект облучения для организма. Она также измеряется в зивертах или бэрах.

**Естественный фон** – мощность дозы ионизирующих излучений для данной местности, создаваемая космическим излучением и естественными радиоактивными веществами, содержащимися в почве, строительных материалах и живых объектах. На земной поверхности мощность дозы, создаваемая интенсивным фоном, изменяется в пределах от 3 до 25 мкР/ч, а в отдельных местах и более. При расчетах естественный фон принимается равным 10 мкР/ч.

Предельно допустимая доза (ПДД) внешнего  $\gamma$ -излучения должна быть не более 100 мбэр в неделю и не более 5 бэр в год.

Для лиц, работающих в смежных помещениях, ПДД уменьшается в 10 раз, по сравнению с профессиональным облучением.

Население, проживающее вблизи предприятия, не должно получать дозу внешнего облучения более 1 бэр в год или 0,05 мбэр в неделю.

### Нормирование ионизирующего излучения

Гигиеническая регламентация ионизирующего излучения осуществляется Нормами радиационной безопасности (НРБ – 99/2009) [3].

*Основные дозовые пределы облучения и допустимые уровни устанавливаются для следующих категорий облучаемых лиц:*

- персонал – лица, работающие с техногенными источниками (категория А) или находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия (категория Б);
- все население, включая лиц из персонала, вне сферы и условий в их производственной деятельности.

Для категорий облучаемых лиц устанавливают **три класса нормативов:**

- 1 – основные пределы доз;
- 2 – допустимые уровни многофакторного воздействия (для одного радионуклида или одного вида внешнего облучения), являющиеся производными от основных пределов доз: пределы годового поступления (ПГП), допустимые среднегодовые объемные активности (ДОВА), допустимые среднегодовые удельные активности (ДУА) и др.;
- 3 – контрольные уровни (дозы, уровни, активности, плотности потоков и др.). Их значения должны учитывать достигнутый в организации уровень радиационной безопасности и обеспечивать условия, при которых радиационное воздействие будет ниже допустимого.

Основные пределы доз не включают в себя дозы от природных и медицинских источников ионизирующего излучения, а также дозу вследствие радиационных аварий. На эти виды облучения устанавливаются специальные ограничения.

Основные пределы доз и допустимые уровни измеряются в миллизивертах в год (мЗв/год).

*Эффективная доза* для персонала не должна превышать за период трудовой деятельности (50 лет) – 1000 мЗв, а для населения за период жизни (70 лет) – 70 мЗв, внесистемная единица – бэр, 1 Зв = 100 бэр). Началом периодов считается 1 января 2000 г.

### Меры защиты от ионизирующих излучений (ИИ)

**Коллективная защита** от внешнего облучения под воздействием ионизирующих излучений осуществляется на основе следующих принципов [1]:

- Использование для работы источников с минимально возможным выходом ионизирующих излучений – **защита количеством**.
- Проведение работ, связанных с облучением, в течение минимального времени – **защита временем**.
- Обеспечение во время работ с источниками ИИ максимального расстояния от источника до человека – **защита расстоянием**.
- Уменьшение интенсивности излучений с помощью экранирования – **защита экранами:**

от  $\alpha$ -излучения — лист бумаги;

от  $\beta$ -излучения — плексиглас, тонкий слой алюминия, стекло; от  $\gamma$ -излучения — тяжелые металлы (вольфрам, свинец, сталь, чугун и пр.); от нейтронов — вода, полиэтилен, другие полимеры.

**Индивидуальные защитные средства** должны обеспечивать исключение непосредственного контакта с излучающими объектами, а также попадание их внутрь организма при дыхании. Кроме того, важное значение имеет соблюдение правил личной гигиены [1].

Индивидуальные средства защиты: халаты, тапочки и ботинки.

Для защиты глаз от  $\beta$ -излучений используют очки из обычных стекол, от жесткого  $\beta$ -излучения – силикатный плексиглас толщиной 2,2– 2,5 мм, от  $\alpha$ -излучений – свинцовые стекла и стекла с фосфатом вольфрама. Защиту органов дыхания от радиоактивной пыли и эманаций осуществляют путем применения специальных респираторов и противогазов. Для защиты рук применяют резиновые медицинские перчатки или перчатки из просвинцованной резины с гибкими нарукавниками. Ремонтные и другие работы в условиях высокой радиоактивности выполняют в защитных пневматических костюмах (ЛГ-4 и ЛГ-5) из пласти-

ческих материалов с автономным обеспечением свежим воздухом, подаваемым под костюм или шлем (ЛИЗ-4 и ЛИЗ-5). В качестве спецобуви применяют ботинки из искусственной кожи или лавсановой ткани, формованные сапоги и обувь из специальной резины.

Все индивидуальные средства защиты должны легко очищаться от радиоактивных веществ (РАВ) и быть стойкими к воздействию кислот.

*Защита расстоянием.* Для обеспечения радиационной безопасности помещения для работы с открытыми источниками радиоактивных излучений ограждаются от других помещений санитарно-защитными зонами шириной 100–500 м. В них регулярно применяется дезактивация, которая предусматривает ежедневную влажную уборку помещения, смыв загрязнений с пола, стен, потолка, мебели, оборудования с помощью воды или пара с использованием механического (щетка), физического (испарение), химического (ионообмен), биологического (фильтрация жидкости через активированный ил), вакуумного, ультразвукового и других способов очистки. В качестве моющих средств широко используются радиохимические дезактиваторы, мыло, синтетические моющие средства, 5%-ные растворы азотной и уксусной кислот, двухфтористый аммоний и др.

*Защита экранами.* Для снижения уровня излучения до допустимых величин между источником излучения и защищаемым объектом (человеком) устанавливают экраны. Для выбора типа и материала экрана, его толщины используют данные по кратности ослабления излучений различных радионуклидов и энергий, представленные в виде таблиц или графических зависимостей. Выбор материала защитного экрана определяется видом и энергией излучения.  $\alpha$ -частицы, хотя и обладают высокой ионизирующей способностью, быстро теряют свою энергию. Поэтому для защиты от  $\alpha$ -излучения достаточно 10 см слоя воздуха. При близком расположении от  $\alpha$ -источника обычно применяют экраны из органического стекла. Однако распад  $\alpha$ -нуклида может сопровождаться  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучением. В этом случае должна устанавливаться защита от этих видов излучений.

Специальные экраны (переносные, настольные, стационарные) изготавливаются из блоков сурьмянистого свинца (плотностью 10,8 г/см<sup>3</sup>) из полых стальных плит с заполнением пространства в них свинцовой или чугуновой дробью, металлической высежкой, песком, рудой, гравием и др.

Для защиты от  $\alpha$ -излучений толщина экрана должна быть не меньше длины пробега  $\alpha$ -частиц в данной среде. Так как  $\alpha$ -частицы имеют небольшую длину пробега, для их поглощения достаточен слой воздуха в несколько сантиметров или слой вещества (стекло, фольга, плексиглас) в несколько миллиметров. Для  $\beta$ -излучений толщина экрана также должна быть всегда больше длины пробега  $\beta$ -частиц.

К основным организационным мерам защиты относится система эффективного дозиметрического контроля.

Для защиты от  $\beta$ -излучения рекомендуется использовать материалы с малой атомной массой (алюминий, плексиглас, карболит), которые дают наименьшее тормозное  $\gamma$ -излучение, которым обычно сопровождается поглощение  $\beta$ -частиц. Для комплексной защиты от  $\beta$ - и тормозного  $\gamma$ -излучения применяют комбинированные двух- и многослойные экраны, у которых со стороны источника излучения устанавливают экран из материала с малой атомной массой, а за ним – с большой массой (свинец, сталь и т. д.). Для защиты от  $\gamma$ -излучений применяют материалы с большой атомной массой и высокой плотностью (свинец, вольфрам), а также более дешевые материалы и сплавы (сталь, чугун). Смотровые системы изготавливают из специальных прозрачных материалов, например свинцового стекла. Стационарные экраны выполняются из бетона и баритобетона.

Лучшими для защиты от нейтронного излучения являются водородосодержащие материалы, т. е. имеющие в своей химической формуле атомы водорода. Обычно применяют воду, парафин, полиэтилен. Кроме того, нейтронное излучение хорошо поглощается бором, бериллием, кадмием, графитом. Поскольку нейтронное излучение сопровождается  $\gamma$ -излучением, необходимо применять многослойные экраны из различных материалов: сви-

нец – полиэтилен, сталь – вода и т. д. В ряде случаев для одновременного поглощения нейтронного и  $\gamma$ -излучения применяют водные растворы гидроксидов тяжелых металлов, например гидроксид железа  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . Конструкции защитных устройств разнообразны. Их можно выполнять в виде защитных боксов, сейфов для хранения радиоактивных препаратов, передвижных и стационарных экранов. При выделении радиоактивной пыли и газов боксы снабжают вытяжной вентиляцией.

### Расчет защиты от внешнего излучения

Для расчета необходимых мер защиты используются следующие характеристики источников излучений [3].

**Полная ионизационная гамма-постоянная** (или просто гаммапостоянная) данного изотопа определяется как мощность экспозиционной дозы (Р/ч), которая создается точечным источником  $\gamma$ -излучения с активностью в 1 мКи на расстоянии 1 см без начальной фильтрации,

$$P \square \text{см}^2 / \text{ч} \square \text{мКи} \square :$$

$$K_j \square P \frac{R^2}{A}, \quad (6.1)$$

где Р – мощность экспозиционной дозы, Р/ч; R – расстояние, R = 1 см; А – активность, мКи.

**Гамма-эквивалент** источника определяется относительно эталонного (в качестве эталона принят точечный источник радия активностью 1 мКи с фильтром из платины толщиной 0,5 мм, находящийся в равновесии со своими продуктами распада и создающий на расстоянии 1 см мощность экспозиционной дозы, равную 8,4 Р/ч) при одинаковых

условиях и выражается в миллиграмм-эквивалентах радия (мг-экв. Ра)

$$A m_{\text{ист}} \square K_j \frac{8,4 R^2}{}, \quad (6.2)$$

где  $m_{\text{ист}}$  – гамма-эквивалент исходного источника, мг-экв. Ра; А – активность радионуклида, мКи; 8,4 – мощность дозы радиевого эталона, Р/(ч·мг-экв. Ра); R – эталонное расстояние при определении гамма-эквивалента, принимается равным 1 см.

**Энергия  $\gamma$ -квантов**  $W_\phi$  оценивается с учетом величины флюенса излучения  $\Phi$ , фотон/см<sup>2</sup>. Флюенсом называют поток частиц (фотонов) через единицу площади, создающий определенную эквивалентную дозу, МэВ:

$$W_\phi \square 10 \square \frac{D_{O(A,B)} K}{K_k \Phi}, \quad (6.3)$$

где  $D_{O(A,B)}$  – допустимая мощность дозы для персонала А (Б), Зв/год;  $D_{OA} = 0,1$  Р/нед.;  $D_{OB} = 0,01$  Р/нед.;  $K_k$  – коэффициент качества излучения (табл. 6.2); К – кратность ослабления;  $\Phi$  – флюенс, фотон/см<sup>2</sup> (см. варианты в табл. 6.6).

**Допустимое время** непосредственной работы персонала с источником t (ч/нед.) рассчитывается по формуле

$$t \square 10^4 \square \frac{D_{OA}}{m_{\text{ист}} \square 8,4 \square \frac{\text{факт}}{}} , \quad (6.4)$$

где  $D_{OA}$  – допустимая мощность дозы для персонала,  $D_{OA} = 0,1$  Р/нед.;  $r_{\text{факт}}$  – фактическое расстояние между работником и источником, м (см. табл. 6.6);  $m_{\text{ист}}$  – гамма-эквивалент заданного источника, мг-экв. Ра.

**Максимальная мощность источника**  $M_{\text{ист}}$  (мг-экв. Ра), с которой может работать персонал полную рабочую неделю

$$M_{\text{ист}} \square 10 \square \frac{D_{OA} \square r_{\text{факт}}^2}{}, \quad (6.5)$$

$$8,4t_{\text{нед}}$$

где  $t_{\text{нед}}$  – продолжительность рабочей недели, ч/нед.,  $t_{\text{нед}} = 40$  ч/нед.

**Минимально допустимое расстояние**  $r_{\text{доп}}$  (м), на котором должны находиться лица на территории учреждения в пределах санитарнозащитной зоны:

$$r_{\text{доп}} = \sqrt{\frac{8,4m_{\text{ист}}t_{\text{нед}}}{104D_{\text{Об}}}}, \quad (6.6)$$

где  $D_{\text{Об}}$  – допустимая мощность дозы для лиц категории Б,  $D_{\text{Об}} = 0,01$  Р/нед.

**Толщина экрана** из заданного материала  $h_э$  определяется через толщину экрана из свинца  $h_{\text{св}}$ , для чего производится расчет мощности дозы заданного источника  $D_{\text{ист}}$  (Р/нед.) по формуле

$$D_{\text{ист}} = \frac{8,4m_{\text{ист}}t_{\text{нед}}}{104 \cdot r_{\text{факт}}^2} \quad (6.7)$$

Затем осуществляют расчет необходимой кратности ослабления излучения по формуле

$$K = \frac{D_{\text{ист}}}{D_{\text{ОА}}} \quad (6.8)$$

Необходимая толщина свинцового экрана  $h_{\text{св}}$  выбирается из табл. 6.3 по величине кратности ослабления излучения  $K$  и энергии  $\gamma$ -излучения  $W$ . Энергия одного  $\gamma$ -кванта за период 1700 ч работы в год рассчитывается по формуле (6.3).

Если для защиты используют экраны из других материалов, то толщина такого экрана  $h_э$  (см) определяется по формуле

$$h_э = h_{\text{св}} \cdot \rho_{\text{св}} / \rho_э, \quad (6.9)$$

где  $\rho_{\text{св}}$  – плотность свинца, кг/дм<sup>3</sup>;  $\rho_э$  – плотность материала экрана, кг/дм<sup>3</sup>.

Плотности материалов для экранов из свинца приведены в табл. 6.4.

Таблица 6.3

**Толщина свинцового экрана в зависимости от кратности ослабления и энергии излучения ослабления для свинца**

Кратность ослабления	Толщина защиты $h_{\text{св}}$ , см, при энергии излучения, мэВ							
	0,1	0,7	0,8	0,9	1,0	1,25	2,75	10 и >
1,5	0,05	0,4	0,6	0,7	0,85	0,95	1,28	0,9
2,0	0,1	0,8	1,0	1,15	1,3	1,5	2,07	1,35
5,0	0,2	1,9	2,2	2,5	2,8	3,4	4,54	3,0
10	0,3	2,35	2,85	3,5	3,8	4,5	6,4	4,2
20	0,3	3,25	3,85	4,4	4,9	5,8	8,1	5,6
30	0,35	3,65	4,3	4,95	5,5	6,5	9,1	6,3
40	0,4	3,7	4,5	5,2	5,8	6,85	9,8	6,8
50	0,4	2,39	4,6	5,3	6,0	7,2	10,4	7,3
100	0,5	4,7	5,5	6,3	7,0	8,4	12,0	8,7
200	0,6	5,3	6,3	7,2	8,0	9,65	13,8	10,2
500	0,65	6,1	7,2	8,2	9,2	11,3	15,9	11,9

1 000	0,7	6,95	8,1	9,2	10,2	12,3	17,7	13,3
10 000	1,05	9,1	10,6	12,0	13,3	16,1	23,1	18,0
100 000	1,15	11,1	13,0	14,8	16,5	20,1	28,3	22,9
1 000 000	1,45	13,1	15,3	17,5	19,5	23,5	33,6	27,7
10 000 000	1,7	15,2	17,8	20,3	22,5	27,5	38,9	2,5

Таблица 6.4

**Плотность материалов для экранов**

Материал	Плотность, кг/дм <sup>3</sup>	Материал	Плотность, кг/дм <sup>3</sup>
Алюминий	2,7	Железо	7,89
Бетон	2,1–2,7	Кирпич	1,4–1,9
Вода	1,0	Свинец	11,34
Воздух	0,00129	Чугун	7,2

*Порядок выполнения работы*

1. Записать название и цель практической работы, выписать данные по своему варианту. Варианты заданий приведены в табл. 6.6.
2. Зафиксировать основные теоретические положения.
3. Вычислить по формуле (6.1) гамма-постоянную данного изотопа  $K_j$  по заданным значениям (приведены в табл. 6.6, графы 4 и 5).
4. Вычислить по формуле (6.2) гамма-эквивалент заданного радионуклида.
5. Вычислить по формуле (6.4) допустимое время  $t$  непосредственной работы персонала с источником.
6. Рассчитать по формуле (6.5) максимальную мощность источника  $M_{ист}$ , с которой может работать персонал полную рабочую неделю.
7. Рассчитать по формуле (6.6) минимально допустимое расстояние  $r_{доп}$ , на котором должны находиться лица на территории учреждения в пределах санитарной зоны.
8. Рассчитать мощность дозы заданного источника  $D_{ист}$  по формуле (6.7).
9. Рассчитать необходимую кратность ослабления излучения по формуле (6.8).
10. Рассчитать по формуле (6.3) энергию одного  $\gamma$ -кванта в период 1700 ч работы в год.
11. Определить по табл. 6.3 необходимую толщину экрана  $h_{св}$  из свинца в зависимости от требуемой кратности ослабления излучения  $K$  и энергии излучения  $W$ .
12. Рассчитать по формуле (6.9) толщину защитного экрана из материала, заданного по варианту табл. 6.6.
13. Оформить результаты расчетов в виде табл. 6.5. Сделать вывод: обосновать выбор средств защиты от радиации и эффективность их применения.

Таблица 6.5

**Таблица результатов**

Показатель	Величина	Размерность	Расчетная формула
$K_j$		$R^2 \text{см}^2 / \text{ч} \text{МКи}^2$	(6.1)

$m_{ист}$		мг-экв. Ra	(6.2)
t		ч/нед.	(6.4)
$M_{ист}$		мг-экв. Ra	(6.5)
$r_{доп}$		м	(6.6)
$D_{ист}$		Р/нед.	(6.7)
K		-	(6.8)
$W_{ф}$		МэВ	(6.3)
$h_{св}$		см	Табл.6.3
$h_{э}$		см	(6.9)

Таблица 6.6

## Варианты заданий

Вариант	Радионуклид	Вид излучения	Мощность экспозиционной дозы, Р/ч	Активность, мКи	Расстояние, м	Материал экрана	Флюенс, фотон / см <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Радий-226	β, γ	270	980	0,35	Бетон	1β10 <sup>7</sup>
2	Кобальт-60	β, γ	70	5,4	0,8	Бетон	1β10 <sup>7</sup>
3	Кадмий-115	β, γ	26	18	0,25	Железо	5β10 <sup>7</sup>
4	Сурьма-125	β, γ	35	25	0,2	Кирпич	8β10 <sup>7</sup>
5	Теллур-129	β, γ	50	32	0,25	Чугун	20β10 <sup>7</sup>
6	Стронций-90	β, γ	30	10	0,1	Алюминий	2β10 <sup>7</sup>
7	Йод-126	β, γ	58	20	0,2	Бетон	1β10 <sup>7</sup>
8	Скандий-46	β, γ	25	10	0,3	Вода	5β10 <sup>7</sup>
9	Кобальт-60	β, γ	50	20	0,4	Воздух	4β10 <sup>7</sup>
10	Кадмий-115	β, γ	15	20	0,2	Железо	5β10 <sup>7</sup>
11	Сурьма-125	β, γ	24	20	0,1	Кирпич	8β10 <sup>7</sup>
12	Теллур-129	β, γ	20	20	0,4	Чугун	20β10 <sup>7</sup>
13	Цезий-134	β, γ	36	50	0,3	Алюминий	3β10 <sup>7</sup>
14	Иридий-192	β, γ	45	100	0,1	Бетон	10β10 <sup>7</sup>
15	Свинец-210	β, γ, α	55	200	0,5	Вода	10β10 <sup>7</sup>

16	Полоний-210	☐, ☐	50	210	0,3	Железо	$10^7$
17	Радий-228	☐, ☐	240	1000	0,2	Бетон	$10^7$
18	Торий-230	☐, ☐	360	1500	0,4	Чугун	$10^7$
19	Уран-238	☐, ☐	562	2300	0,5	Железо	$10^7$
20	Плутоний-242	☐, ☐	38 600	17 000	0,2	Чугун	$10^7$
21	Уран-238	☐, ☐	50	180	0,3	Железо	$10^7$
22	Теллур-129	☐, ☐	150	200	0,6	Чугун	$20 \cdot 10^7$
23	Кобальт-60	☐, ☐	120	70	0,5	Воздух	$4 \cdot 10^7$
24	Стронций-90	☐, ☐	70	30	0,4	Алюминий	$2 \cdot 10^7$
25	Йод-126	☐, ☐	90	50	0,5	Бетон	$10^7$
26	Скандий-46	☐, ☐	130	75	0,6	Вода	$5 \cdot 10^7$
27	Иридий-192	☐, ☐	30	110	0,4	Бетон	$10^7$
28	Свинец-210	☐, ☐, ☐	65	180	0,45	Вода	$10^7$
29	Полоний-210	☐, ☐	72	340	0,42	Железо	$10^7$
30	Радий-228	☐, ☐	175	1200	0,35	Бетон	$10^7$

#### Библиографические ссылки

1. Ильин Л. А., Кириллов В. Ф., Коренков И. П. Радиационная гигиена : учеб. для вузов. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 384 с.
2. Козлов В. Ф. Справочник по радиационной безопасности. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 352 с.
3. СанПиН 2.6.1.2523–09 (НРБ-99/2009). Нормы радиационной безопасности [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-поисковой системы «Техэксперт».

## Практическая работа СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ

*Цель работы* – изучить способы и средства пожаротушения, основные типы огнетушителей, их устройство, принцип действия и область применения.

*Теоретические положения*

### Способы тушения пожаров и огнегасительные вещества

Развитие пожара происходит в основном в течение первого часа, когда температура в зоне горения успевает достигнуть 90 °С. Поэтому наибольшей эффективности при ликвидации пожара можно достигнуть в течение первых 10–15 мин после его возникновения.

На практике наибольшее распространение получили следующие способы прекращения горения (рис. 8.1) [2]:



Рис. 8.1. Способы тушения пожаров

Для тушения пожара могут использоваться вода, химическая и воздушно-механическая пена, инертные газы, твердые огнегасительные порошки, химические вещества и составы.

**Вода** является наиболее доступным, дешевым и широко распространенным огнегасительным средством, пригодным для тушения пожаров.

Огнегасительные свойства воды заключаются в ее большой теплоемкости и большой скрытой теплоте парообразования, что позволяет отнимать от горящих веществ при нагревании до температуры кипения значительное количество тепла, снижать температуру очага горения до такой, при которой горение становится невозможным. Выделяющий-

ся при испарении пар (с избыточным относительно воды объемом в 1700 раз) препятствует доступу кислорода к горящему веществу и дополнительно способствует прекращению горения. При содержании пара в замкнутом помещении более 35 % объема горение прекращается.

Вода применяется для тушения твердых горючих веществ (пожары класса А), для охлаждения нагретых металлических и других поверхностей в виде компактных и распыленных струй, подаваемых под давлением.

Для тушения электроустановок, находящихся под напряжением, легковоспламеняющихся жидкостей, не смешивающихся с водой, а также веществ, которые, реагируя с водой, выделяют горючие газы (карбид кальция, селитра и т. п.) или тепло (негашеная известь), *применение воды опасно*.

Для тушения пожаров классов А и В используют два вида пены: воздушно-механическую и химическую. **Пеной** называется дисперсная система, в которой газ заключен в ячейки, отделенные одна от другой жидкостными стенками.

Воздушно-механическую пену получают путем механического смешивания воды, содержащей определенное количество пенообразователя, с воздухом при помощи воздушно-пенных генераторов ПГВ.

*Состав воздушно-механической пены:* воздух – 90 %, вода – 9,6– 9,8 %, пенообразующее вещество – 0,2–0,4 %. Стойкость ее 30–45 мин.

Достоинством является высокая кратность пены (отношение объема пены к первоначальному объему пенообразующего вещества).

Химическую пену получают в результате реакции между щелочами и кислотами в присутствии пенообразующего вещества.

*Состав химической пены:* углекислый газ – 80 %, вода – 19,7 %, пенообразующее вещество – 0,3 %.

Химическая пена получается в пеногенераторах и огнетушителях в результате взаимодействия щелочного раствора и кислоты. Химическая пена может сохраняться на поверхности жидкости более 1 ч, но кратность ее ниже, чем у воздушно-механической [2, 3].

**Диоксид углерода** попадает в воздух очага горения и снижает в нем содержание кислорода до предела, при котором горение прекращается. Диоксид углерода (СО<sub>2</sub>) применяется при тушении небольших поверхностей горящих жидкостей, электроустановок, находящихся под напряжением, двигателей внутреннего сгорания. Двуокись углерода может применяться при возникновении пожара в закрытых помещениях путем подачи ее внутрь в объеме до 30 % от общего объема помещения. Применение СО<sub>2</sub> неэффективно для тушения веществ, которые горят без доступа воздуха. В этих случаях применяют азот или аргон.

**Галоидированные углеводороды** применяются в виде газов или легкоиспаряющихся жидкостей (бромэтил, углекислота). Они тормозят химическую реакцию горения. Для тушения загораний щелочных металлов и их сплавов, способных гореть без доступа воздуха, галоидированные углеводороды не применяются.

**Твердые огнегасительные вещества** – это мелкий кристаллический порошок из кальцинированной соды, графита, стеариновой, двууглекислой и углекислой соды, песка, земли и т. п. Огнегасительный эффект составов (кроме песка, земли и т. п.) состоит в том, что под действием тепла они разлагаются, образуя облако углекислого газа, снижающего концентрацию кислорода и прекращающего его доступ к очагу пожара. Кроме того, происходит отбор у горящего вещества тепла на плавление, испарение и разложение твердых веществ состава.

**Хладоновые составы** – это составы с галоидносодержащими углеводородами. Они представляют собой легкоиспаряющиеся жидкости, вследствие чего их относят к газам или аэрозолям. Основными составами, используемыми при тушении пожаров, являются

хладон 125 ( $C_2HF_5$ ) и хладон 318 ( $C_4Cl_3F_8$ ). Эти составы на сегодняшний день являются наиболее эффективными средствами тушения пожаров. Действие их основано на ингибировании химической реакции горения и взаимодействии с кислородом воздуха. Они применяются для тушения пожаров классов А, В, С и электроустановок при практически неограниченных температурах.

*Достоинства:*

- наиболее эффективны по сравнению со всеми имеющимися составами;
- обладают высокой прикипающей способностью;
- применяются при отрицательных температурах (до  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). *Недостатки:*
- токсичность;
- образование коррозионно-активных соединений в присутствии вла-

ги;

- неэффективны для применения на открытом воздухе;
- нельзя тушить щелочные и щелочноземельные металлы и кислотосодержащие вещества.

**Огнетушащие порошки**

Огнетушащие порошки представляют собой мелкоизмельченные минеральные соли с различными добавками, препятствующими слеживанию и комкованию. В качестве основы для огнетушащих порошков используют фосфорноаммонийные соли (моно-, диаммонийфосфаты, аммофос), карбонат и бикарбонат натрия и калия, хлориды натрия и калия и др. В качестве добавок берут кремнийорганические соединения, аэросил, белую сажу, стеараты металлов, нефелин, тальк и др. На сегодняшний день используют только гидрофобные виды добавок, что препятствует слеживанию порошка, такие как гидрофобный аэросил и пр. Порошки хранят в специальных упаковках, предохраняя их от увлажнения. Во время хранения порошки химически неактивны, не обладают абразивным действием. При воздействии огнетушащего порошка на черные и цветные металлы при нормальной влажности коррозии не происходит. Коррозия металлов протекает только при смачивании (увлажнении) порошка на металлических поверхностях. Воздействие огнетушащего порошка на лакокрасочные поверхности не отмечено. Воздействие огнетушащего порошка на полимерные материалы (обмотки, оплетка проводов, пластмассовые шланги и т. п.) вкуче с высокими температурами – высокоагрессивное, разрушающее. Общий класс опасности огнетушащего порошка – 3, 4.

К порошковым огнетушащим составам, применяющимся в настоящее время, относят:

- ПСБ-3М (~90 % бикарбонат натрия);
- пирант – А (~96 % фосфаты и сульфаты аммония);
- ПХК (~90% хлорид калия);
- АОС – аэрозольобразующие составы.

Кроме основных составляющих огнетушащих порошков в их состав входят антислеживающие и гидрофобные добавки.

Порошковые огнетушащие составы применяют для тушения пожаров классов А, В, С и Е, электроустановок под напряжением. Неэффективны при тушении тлеющих материалов и веществ, горящих без доступа кислорода.

Действие порошковых составов ПХК и АОС заключается в ингибировании химической реакции горения и уменьшении содержания кислорода в зоне горения. Порошки ПХК и АОС являются самыми перспективными на сегодняшний день. Особой эффективностью обладают аэрозольобразующие составы (АОС). АОС представляет собой твердотопливные или пиротехнические композиции, способные к самостоятельному горению без доступа воздуха с образованием огнетушащих продуктов горения – инертных газов, высо-

кодисперсных солей и окислов щелочных металлов. Эти соединения малотоксичные экологически безвредны.

В настоящее время применяются пламенные АОС и охлажденные АОС. Пламенные составы при срабатывании устройств аэрозолеобразующих составов имеют факел пламени, достигающий нескольких метров, и температуру продуктов горения на выходе 1200 – 1500 °С. Это является их недостатком.

Охлажденные аэрозолеобразующие составы получают с помощью специальных охлажденных насадок. Это позволяет снизить температуру АОС при горении от 600 до 200 °С, но при этом аэрозольная смесь будет содержать продукты неполного сгорания АОС, что значительно повышает токсичность продуктов горения по сравнению с пламенными АОС. АОС используют для тушения в огнетушителях, в генераторах различных типов как в автономном режиме, так и в автоматических установках аэрозольного пожаротушения.

### Первичные средства пожаротушения

**Первичные средства пожаротушения** – это устройства, инструменты и материалы, предназначенные для локализации и (или) ликвидации загорания на начальной стадии (огнетушители, противопожарный щит (рис. 8.2) с набором соответствующего инвентаря, кошма, асбестовое полотно). Рядом со щитом устанавливается ящик с песком, а также емкость с водой 200–250 л [1].

**Щит пожарный** изготавливается из тонколистовой стали. Бывают двух типов: открытые и закрытые. В стандартную комплектацию пожарного щита входят: лом, багор, лопата и два конусных ведра. Могут быть доукомплектованы огнетушителями по желанию заказчика. Необходимое количество пожарных щитов и их тип определяются в зависимости от категории помещений, зданий (сооружений) и наружных технологических установок по взрывопожарной и пожарной опасности, предельной защищаемой площади одним пожарным щитом и класса пожара по ИСО № 3941-77.



Рис. 8.2. Щит пожарный

**Внутренний пожарный кран** предназначен для тушения загораний веществ и материалов, кроме электроустановок под напряжением. Размещается в специальном шкафчике, оборудуется стволом и рукавом, соединенным с краном (рис. 8.3).



Рис. 8.3. Внутренний пожарный кран и действия при пожаре

При возникновении загорания нужно сорвать пломбу или достать ключ из места хранения на дверце шкафчика, открыть дверцу, раскатать пожарный рукав, после чего произвести соединение ствола, рукава и крана, если это не сделано.

Затем максимальным поворотом вентиля крана пустить воду в рукав и приступить к тушению загорания. При введении в действие пожарного крана рекомендуется действовать вдвоем. В то время как один человек производит пуск воды, второй подводит пожарный рукав со стволом к месту горения.

**Огнетушитель** – это первичное средство тушения пожара, устройство передвижного или переносного типа, которое предназначено для тушения пожаров в начальной стадии возгорания за счет выпуска огнетушащего вещества.

*Огнетушители различают по способу срабатывания: автоматические* (самосрабатывающие) – обычно стационарно монтируются в местах возможного возникновения пожара; *ручные* (приводятся в действие человеком) – располагаются на специально оформленных стендах; *универсальные* (комбинированного действия) – сочетают в себе преимущества обоих вышеописанных типов.

*По виду применяемого огнетушащего вещества* огнетушители подразделяют:

- на водные (ОВ);
- порошковые (ОП);
- пенные, которые в свою очередь делятся на воздушно-пенные (ОВП), химические пенные (ОХП) и воздушно-эмульсионные (ОВЭ);
- газовые, которые подразделяются на углекислотные (ОУ) и хладоновые (ОХ).

*Водные огнетушители по виду выходящей струи* подразделяют: - на огнетушители с компактной струей – ОВ (К);

- огнетушители с распыленной струей (средний диаметр капель более 100 мкм) – ОВ (Р);

- огнетушители с мелкодисперсной распыленной струей (средний диаметр капель менее 100 мкм) – ОВ (М).

*Огнетушители воздушно-пенные по параметрам формируемого ими пенного потока подразделяют:*

- на низкой кратности, кратность пены от 5 до 20 включительно – ОВП (Н);
- средней кратности, кратность пены свыше 20 до 200 включительно – ОВП (С).

*По значению рабочего давления* огнетушители подразделяют на огнетушители низкого давления (рабочее давление ниже или равно 2,5 МПа при температуре окружающей среды  $(20\pm 2)$  °С) и огнетушители высокого давления (рабочее давление выше 2,5 МПа при температуре окружающей среды  $(20\pm 2)$  °С).

*По способу подачи огнетушащего состава:*

- под давлением газов, образующихся в результате химической реакции компонентов заряда;
- под давлением газов, подаваемых из специального баллончика, размещенного в (на) корпусе огнетушителя;
- под давлением газов, предварительно закачанных в корпус огнетушителя;
- под собственным давлением огнетушащего вещества.

*По виду пусковых устройств:* с вентильным затвором; с запорнопусковым устройством рычажного типа; с пуском от дополнительного источника давления.

*По возможности и способу восстановления технического ресурса* огнетушители подразделяют:

- на перезаряжаемые и ремонтируемые;
- неперезаряжаемые.

*По назначению, в зависимости от вида заряженного огнетушащего вещества (ОТВ)* огнетушители подразделяют:

- для тушения загорания твердых горючих веществ (класс пожара А);
- для тушения загорания жидких горючих веществ (класс пожара В); - для тушения загорания газообразных горючих веществ (класс пожара С);
- для тушения загорания металлов и металлосодержащих веществ (класс пожара Д);
- для тушения загорания электроустановок, находящихся под напряжением (класс пожара Е).

Классификация пожаров согласно ГОСТ 27331 приведена в табл. 8.1.

*Огнетушащие порошки в зависимости от классов пожара, которые ими можно потушить, делятся:*

- на порошки типа АВСЕ – основной активный компонент фосфорно-аммонийные соли;
- порошки типа ВСЕ – основным компонентом этих порошков могут быть бикарбонат натрия или калия, сульфат калия, хлорид калия, сплав мочевины с солями угольной кислоты и т. д.;
- порошки типа Д – основной компонент хлорид калия, графит и т. д.

*По объему корпуса:* переносные малолитражные с массой огнетушащего вещества до 4 кг; промышленные переносные с массой огнетушащего вещества от 4 кг; стационарные и передвижные (массой не менее 20, но не более 400 кг). Передвижные огнетушители могут иметь одну или несколько емкостей для зарядки огнетушащего вещества, смонтированных на тележке.

Огнетушители маркируются буквами, характеризующими тип и класс огнетушителя, и цифрами, обозначающими массу находящегося в них огнетушащего вещества.

Химически-пенные огнетушители дают струю химической пены, химически-газовые – углекислого газа, порошковые – порошкообразной смеси минеральных солей (бикарбонат натрия). Струя огнегасительного вещества выбрасывается из огнетушителя в сторону очага загорания под собственным давлением (углекислотные огнетушители); под давлением образующегося в результате химической реакции между водными растворами щелочной и кислотной частей заряда углекислого газа (пенные огнетушители); под давлением сжатого воздуха (порошковые огнетушители).

*Таблица 8.1 Классификация пожаров по ГОСТ 27331 и рекомендуемые средства пожаротушения*

Клас с по- жара	Характе ристика класса	Под- класс пожара	Характеристика под- класса	Рекомендуемые сред- ства пожаротушения
А	Горение твердых ве- ществ	А1	Горение твердых веществ, сопровожда- емое тлением (древе- сина, бумага, уголь, текстиль)	Вода со смачивате- лями, пена, хладоны, порошки типа АВСЕ
		А2	Горение твердых веществ, не сопровож- даемое тлением (кау- чук, пластмассы)	Все виды огнетуша- щих средств
В	Горение жидких веществ	В1	Горение жидких ве- ществ, нерастворимых в воде (бензин, нефте- продукты), а также сжижаемых твердых веществ (парафин)	Пена, тонкораспы- ленная вода, вода с до- бавкой фторированного ПАВ, CO <sub>2</sub> , порошки типа АВСЕ и ВСЕ
		В2	Горение полярных жидких веществ, рас- творимых в воде (спирты, ацетон, гли- церин и др.)	Пена на основе спе- циальных пенообразо- вателей, тонкораспы- ленная вода, порошки типа АВСЕ и ВСЕ
С	Горение га- зообраз- ных ве- ществ	–	Бытовой газ, про- пан, водород, аммиак и др.	Объемное тушение и флегматизация газовой составами, порошки типа АВСЕ и ВСЕ, вода для охлаждения обору- дования
D	Горение ме- таллов и мета- лосодержа- щих ве- ществ	D1	Горение легких ме- таллов и их сплавов (алюминий, магний и др.), кроме щелочных	Специальные порош- ки
		D2	Горение щелочных металлов (натрий, ка- лий и др.)	Специальные порош- ки

	D3 Горение металлосодержащих соединений (металлоорганические соединения, гидриды металлов)	Специальные порошки
--	---	---------------------

### ***Водные огнетушители***

Водные огнетушители хорошо подходят для тушения загорания твердых горючих веществ, материалов органического происхождения, горение которых сопровождается тлением, например бумага, дерева, ветоши (класс А).

#### *Преимущества водных огнетушителей:*

- эффективное охлаждение очага горения;
- экологическая чистота и безопасность для людей; - незначительный вторичный ущерб от пролитой воды.

#### *Недостатки водных огнетушителей:*

- водные огнетушители нельзя использовать для тушения горючих жидкостей (класс В);
- вода хорошо проводит электричество, не применяются для тушения возгораний электрооборудования (класс Е);
- узкий рабочий диапазон температур, в котором возможно использование (от +5 до +50 °С);
- высокая коррозионная активность заряда;
- необходимость ежегодной перезарядки.

### ***Порошковые огнетушители***

**Порошковые огнетушители** используются для тушения пожаров класса: А – твердые вещества, В – жидкие вещества, С – газообразные вещества, Е – электроустановки до 1000 В.

**Огнетушитель порошковый (ОП)** – самый распространенный вид огнетушителей, которые устанавливаются в офисах, складах, производственных и жилых помещениях, государственных учреждениях, а также в автомобилях. Порошок – наилучшее средство тушения горючих и твердых веществ (коробки, бумага, дерево и т. д.). Не подходит для тушения щелочноземельных и щелочных металлов, горение которых происходит без воздуха. *Порошковые огнетушители противопоказано использовать для тушения электрооборудования, которое может выйти из строя при попадании порошка! Температура использования от –40 до +50 °С.*

Несмотря на универсальность и распространенность, порошковые огнетушители имеют *значительные недостатки:*

- высокую задымленность и снижение видимости очага и путей выхода из-за порошкового облака, образующегося при применении;
- необходимость применения средств индивидуальной защиты в закрытых помещениях;
- загрязнения огнетушащим порошком трудно поддаются удалению;
- огнетушащие порошки при хранении склонны к комкованию и слеживанию;
- отсутствует охлаждающий эффект при тушении;
- высокую вероятность повторного воспламенения уже потушенного очага от нагретого объекта.

### **Устройство и принцип действия ОП**

Принцип действия порошковых огнетушителей основан на выбросе огнетушащего порошка под давлением с помощью энергии сжатого воздуха, закачанного в баллон огнетушителя. При этом используется специальный огнетушащий порошок, который в процессе реакции с продуктами горения образует пенный состав, блокирующий доступ кислорода, и таким образом гасит огонь.

Для приведения огнетушителя в действие (кроме огнетушителей аэрозольного типа) необходимо сорвать пломбу и вынуть блокирующий фиксатор (предохранительную чеку). Затем для огнетушителей с источником вытесняющего газа (с газовым баллоном или с газогенерирующим устройством) необходимо ударить рукой по кнопке запускающего устройства огнетушителя или воздействовать на пусковой рычаг, расположенные в головке огнетушителя (или открыть вентиль газового баллона, расположенного снаружи передвижного огнетушителя). При этом боек накалывает мембрану газового баллончика и вскрывает его или ударяет по капсулю газогенерирующего устройства и запускает химическую реакцию между его компонентами. Газ по специальному каналу поступает в верхнюю часть корпуса огнетушителя с жидкостным зарядом или через газовую трубку-аэратор – в нижнюю часть корпуса порошкового огнетушителя, проходит через слой огнетушащего порошка, взрыхляя (вспушивая) его, и собирается в верхней части корпуса огнетушителя. Порошковые огнетушители бывают закачные и со встроенным источником давления. На рис.

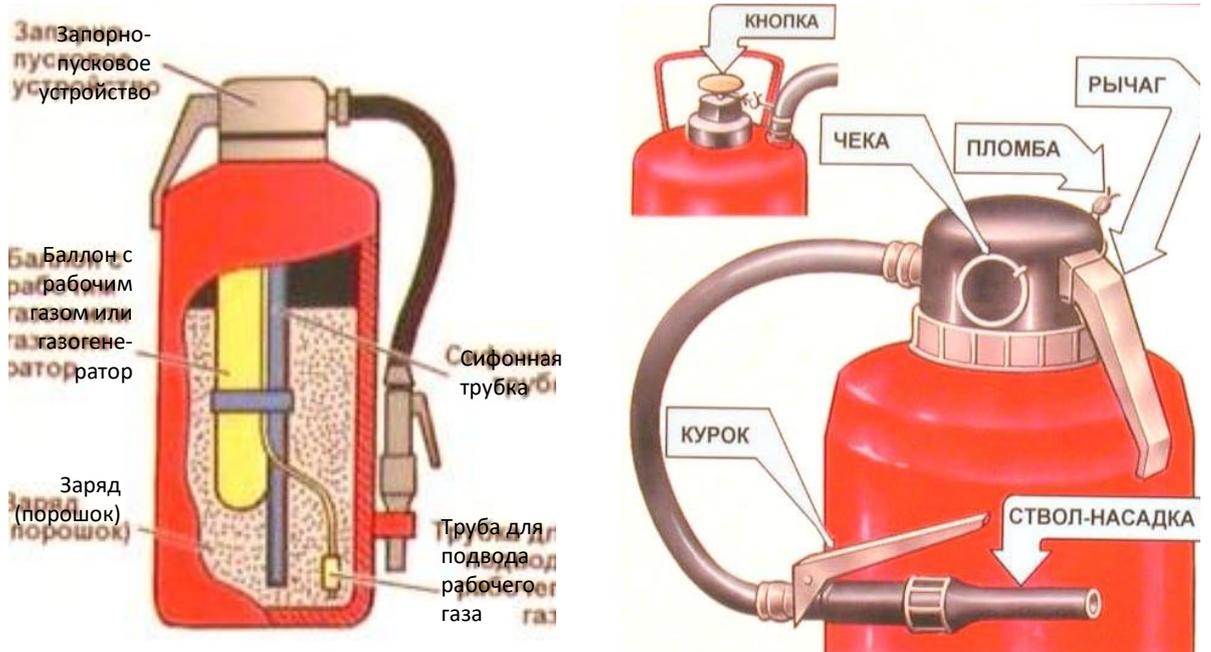
8.4 показана схема приведения в действие закачного огнетушителя.



Рис. 8.4. Принцип действия закачного порошкового огнетушителя

Принцип действия порошкового огнетушителя со встроенным источником давления заключается в следующем: при срабатывании запорнопускового устройства прокалывается заглушка баллона с рабочим газом

(углекислотный газ, азот). Газ по трубке подвода поступает в нижнюю часть корпуса огнетушителя и создает избыточное давление. Порошок вытесняется по сифонной трубке в шланг к стволу. Нажимая на курок ствола, можно подавать порошок порциями. Порошок, попадая на горящее вещество, изолирует его от кислорода воздуха. На рис. 8.5 показана схема приведения в действие огнетушителя со встроенным источником давления.



### ПРИВЕДЕНИЕ В ДЕЙСТВИЕ ОГнетушителя со встроеным ИСТОЧНИКОМ ДАВЛЕНИЯ



Рис. 8.5. Принцип действия огнетушителя со встроенным источником давления

На рис. 8.6 показаны переносные порошковые огнетушители.



Рис.8.6. Огнетушители порошковые переносные

Порошковые огнетушители с полной массой не более 20 кг предназначены для тушения загораний твердых веществ, горючих жидкостей, газов и электроустановок, находящихся под напряжением не более 1000 В, на промышленных предприятиях, складах хранения горючих материалов, а также на транспортных средствах.

На рис. 8.7 показаны передвижные огнетушители.



Рис. 8.7. Огнетушители порошковые передвижные

Порошковые огнетушители ОП-25(з); ОП-35(з); ОП-70 (см. рис. 8.4), имеющие полную массу от 21 до 400 кг, относятся к передвижным огнетушителям, способным тушить очаги пожаров большой мощности и с дальнего расстояния.

#### **Сроки годности ОП**

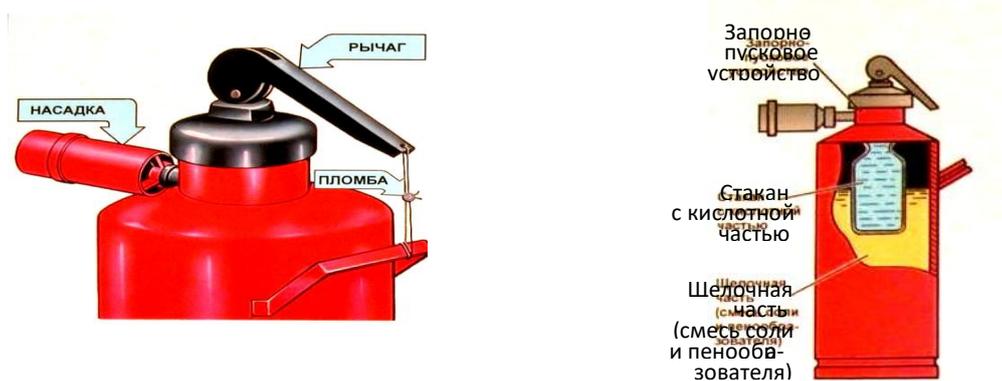
Порошковые огнетушители рассчитаны сроком годности на 5 лет, но этот срок напрямую зависит от условий их эксплуатации и от места размещения. Если огнетушители хранить на улице, они подвергаются разного рода воздействиям, в том числе температурному, и быстрее выйдут из строя. Следует один раз в квартал визуально проверять давление (1,6 МПа) газа в баллоне по стрелке индикатора (манометра). Стрелка должна располагаться в зеленой зоне.

#### ***Пенные огнетушители***

**Пенные огнетушители** предназначены для тушения пожаров и загораний твердых веществ и материалов, легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ), кроме щелочных металлов и веществ, горение которых происходит без доступа воздуха, а также электроустановок под напряжением. Существует три типа пенных огнетушителей: *химические пенные (ОХП), воздушно-пенные (ОВП) и воздушноэмульсионные (ОВЭ).*

*Пенными огнетушителями запрещается тушить электроустановки под напряжением.*

**Принцип действия химического пенного огнетушителя.** При срабатывании запорно-пускового устройства открывается клапан стакана, освобождая выход кислотной части огнетушащего вещества. При переворачивании огнетушителя кислота и щелочь вступают во взаимодействие. При встряхивании реакция ускоряется. Образующаяся пена поступает через насадку (спрыск) к очагу пожара. Химические пенные огнетушители подлежат зарядке каждый год независимо от того, используются они или нет. На рис. 8.8 показан принцип действия химического пенного огнетушителя типа ОХП.



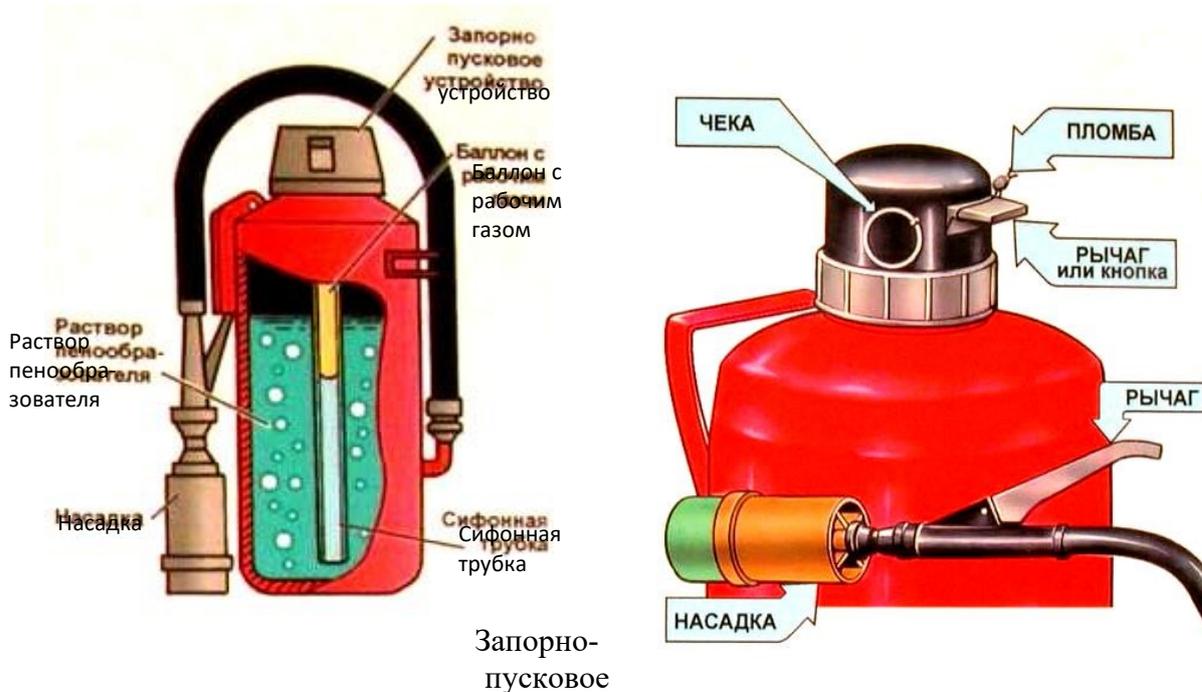
### ПРИВЕДЕНИЕ В ДЕЙСТВИЕ ХИМИЧЕСКОГО ПЕННОГО ОГNETУШИТЕЛЯ



Рис. 8.8. Принцип действия химического пенного огнетушителя типа ОХП

ОХП несмотря на проводившиеся усовершенствования, являются морально устаревшими и имеют низкую огнетушащую способность они постепенно выводятся из эксплуатации и заменяются на более эффективные огнетушители. Применяются для тушения твердых горючих веществ (класс А). Единственным преимуществом можно назвать их низкую стоимость.

**Принцип действия воздушно-пенного огнетушителя.** Принцип действия основан на вытеснении раствора пенообразователя избыточным давлением рабочего газа (воздух, азот, углекислый газ). При срабатывании запорно-пускового устройства прокалывается заглушка баллона с рабочим газом. Пенообразователь выдавливается газом через клапаны и сифонную трубку. В насадке пенообразователь перемешивается с засасываемым воздухом и образуется пена. Она попадает на горящее вещество, охлаждает его и изолирует от кислорода. На рис. 8.9 показан принцип действия воздушно-пенного огнетушителя типа ОВП.



Запорно-пусковое

### ПРИВЕДЕНИЕ В ДЕЙСТВИЕ ВОЗДУШНО-ПЕННОГО ОГнетушителя



Рис. 8.9. Принцип действия воздушно-пенного огнетушителя типа ОВП

#### Недостатки воздушно-пенных огнетушителей:

- воздушно-пенные огнетушители нельзя использовать для тушения горючих жидкостей на площади более 1 м<sup>2</sup> (класс В);
- не применяются для тушения возгораний электрооборудования (класс Е);
- узкий рабочий диапазон температур, в котором возможно использование (от +5 до +50 °С);
- возможность повреждения объекта тушения; - высокая коррозионная активность заряда; - необходима ежегодная перезарядка.

**Воздушно-эмульсионные огнетушители (ОВЭ)**, вобрала в себя преимущества, присущие водным и воздушно-пенным огнетушителям, но лишены их основных недостатков. В ОВЭ используется закачной принцип. Огнетушащее вещество на водной основе (ОВВ) безопасно для человека и окружающей среды, что подтверждают санитарно-эпидемиологические заключения. Данные огнетушители позволяют немедленно приступить к тушению очага возгорания в закрытых помещениях до начала эвакуации людей без применения средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения.

#### Преимущества воздушно-эмульсионных огнетушителей:

- высокая эффективность тушения твердых горючих веществ, материалов органического происхождения, горение которых сопровождается тлением, и горючих жидкостей (класс А, В);
- возможность тушения электроустановок под напряжением и электрооборудования свыше 1000 В (класс Е);
- эффективное охлаждение очага горения;
- отсутствие вторичного ущерба от воздействия огнетушащего вещества;
- могут эксплуатироваться при отрицательных температурах до  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- длительный срок эксплуатации огнетушителей без перезарядки и переосвидетельствования порядка 10 лет;
- допускается 40 перезарядок огнетушителей за весь срок службы; - экологически безопасны;
- универсальны в применении. **Недостатки воздушно-эмульсионных огнетушителей:**
  - относительно высокая стоимость.

Более высокая цена по сравнению с огнетушителями других типов оправдывается высокой надежностью и эффективностью ОВЭ. Огнетушащая способность ОВЭ-5 при тушении твердых горючих веществ (класс А) сопоставима с огнетушащей способностью воздушно-пенного огнетушителя ОВП-100(з) или порошкового огнетушителя ОП-50(з), а при тушении жидких горючих веществ огнетушитель ОВЭ-5 аналогичен ОВП-50(з) или ОП-20(з).

### **Газовые огнетушители**

**Огнетушители углекислотные (ОУ)** используются для тушения возгораний типа В – жидкие вещества, С – газообразные вещества, Е – электроустановки до 1000 В.

Применяются для тушения веществ, горение которых не может происходить без доступа воздуха. Размещаются на электроустановках, находящихся под напряжением не более 10 кВ, а также в офисах, государственных учреждениях, производственных и жилых помещениях, автомобилях, на морском транспорте и т. д. Преимущество углекислотных огнетушителей в том, что после использования не остается следов, так как это сжатый под давлением газ. Используются в температурном диапазоне от  $-40$  до  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### *Преимущества углекислотных огнетушителей:*

- эффективны при тушения жидких и газообразных веществ (класс В, С) и электроустановок под напряжением до 1000 В;
- отсутствуют следы тушения;
- диапазон рабочих температур от  $-40$  до  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; **Недостатки углекислотных огнетушителей:**
  - большая масса огнетушителей;
  - возможность обморожения рук из-за резкого охлаждения раструба и баллона огнетушителя;
  - накопление зарядов статического электричества на огнетушителях во время использования;
  - применение углекислотных огнетушителей в замкнутом пространстве приводит к резкому увеличению концентрации  $\text{CO}_2$ , что может вызвать явление кислородной недостаточности и удушья;
  - при отрицательных температурах эффективность снижается;
  - не применяются для тушения дерева и веществ, горящих без доступа воздуха (пироксилин).

### Устройство и принцип действия ОУ

Устройство и принцип действия углекислотных огнетушителей основаны на выбросе огнетушащего вещества – диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ), закачанного в баллон огнетушителя под давлением. Углекислота, попадая на горящее вещество, охлаждает его и таким образом гасит огонь. При испарении 1 кг углекислоты образуется около 500 л газа. Тушение углекислым газом основано на изолировании этим газом горящих предметов от кислорода воздуха и охлаждающем эффекте углекислоты при переходе ее из жидкого в газообразное состояние.

Углекислый газ попадает в зону горения, понижает концентрацию кислорода и охлаждает горящие предметы. Достаточно 12–15 % содержания углекислого газа в окружающем воздухе, чтобы горение прекратилось. Углекислота неэлектропроводна, легко проникает в труднодоступные пространства, не изменяет своих свойств при хранении, менее вредна, не портит объекты тушения.

Углекислотный огнетушитель типа ОУ (рис. 8.10) состоит из стального баллона с ввернутым в горловину латунным вентилем, сифонной трубки, опущенной на дно, и ручки. Раструб-снегообразователь изготавливается из листового алюминия или оцинкованного железа. Раструб соединен с вентилем трубкой, которая удерживает его в нужном направлении при тушении пожара. Мембрана предохранителя рассчитана на разрыв при внутреннем давлении в баллоне 22,3 МПа.

Для приведения огнетушителя в действие необходимо левой рукой взять ручку баллона, правой рукой повернуть раструб в сторону очага пожара, открыть вентиль до отказа и направить струю на горящую поверхность. Углекислота из баллона через сифонную трубку, вентиль, металлическую трубку и раструб-снегообразователь (где происходит расширение и резкое понижение температуры газа) выбрасывается в атмосферу в виде струи газа и снега.

Наличие зарядов в углекислотных огнетушителях должно проверяться один раз в три месяца путем взвешивания с точностью до 20 г. Минимальная допустимая масса заряда должна быть для ОУ-2 – не ниже 1,3 кг, ОУ-5 – не ниже 2,9 кг, ОУ-8 – не ниже – 4,7 кг.

Баллоны углекислотных огнетушителей через каждые 5 лет подлежат гидравлическим испытаниям.

Углекислотные огнетушители вследствие значительного расширения углекислоты при нагревании запрещается помещать вблизи нагревательных приборов.

Эффективное действие углекислотных огнетушителей и установок ограничивается температурой  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . При более низкой температуре давление в баллоне резко снижается и истечение струи из огнетушителя происходит медленно.

Переносные углекислотные огнетушители ОУ-1, ОУ-2, ОУ-3, ОУ-5, ОУ-7 выпускаются с массой заряда до 7 кг (рис. 8.11).



Рис. 8.11. Огнетушители углекислотные переносные

На рис. 8.12 показаны передвижные углекислотные огнетушители.



Рис. 8.12. Огнетушители углекислотные передвижные

Передвижные углекислотные огнетушители ОУ-10, ОУ-15, ОУ-20, ОУ-25, ОУ-55 выпускаются с массой заряда от 7 до 56 кг. Конструкция огнетушителей позволяет транспортировать к месту возгорания и многократно прерывать и возобновлять подачу заряда огнетушащего вещества на очаг загорания с помощью запорно-пускового устройства на шланге. На рис. 8.13 показан принцип действия передвижных углекислотных огнетушителей.



### Огнетушители хладоновые (ОХ)



Рис. 8.13. Принцип действия углекислотного огнетушитель передвижного типа

#### ПРИВЕДЕНИЕ В ДЕЙСТВИЕ ПЕРЕДВИЖНОГО УГЛЕКИСЛОТНОГО ОГNETУШИТЕЛЯ

Принцип действия хладоновых огнетушителей (на основе галогеносодержащих углеводородов) основан на снижении содержания кислорода в газовой среде. Наиболее широкое распространение хладоновые огнетушители получили в 70–80-х годах прошлого столетия. Будучи эффективны при тушении почти всех типов горючих веществ, хладоны чрезвычайно негативно влияют на окружающую среду и прежде всего на состояние озонового слоя атмосферы. Поэтому Монреальским протоколом и другими международными соглашениями было рекомендовано сократить производство хладонов, а впоследствии и вовсе его прекратить. К настоящему времени налажен выпуск озонобезопасных хладонов. Новые марки хладонов по своей огнетушащей способности уступают прежним маркам, поэтому их не применяют в качестве огнетушащего вещества в переносных огнетушителях, в основном они служат зарядом для стационарных автоматических установок пожаротушения.

Огнетушители на основе хладонов обладают высокой эффективностью и применяются там, где не допускается повреждение защищаемого оборудования или объектов (серверное и коммуникационное оборудование, радиоэлектронная аппаратура, музейные экспонаты, архивы и т. д.).

#### *Преимущества хладоновых огнетушителей:*

- высокая эффективность хладоны, в 2 раза превышающая эффективность диоксида углерода;
- отсутствие разрушающего воздействия на объекты тушения.

#### *Недостатки хладоновых огнетушителей:*

- токсичное воздействие хладоны и продуктов его пиролиза в очаге пожара на организм человека;
- повышенная коррозионная активность хладоны; - возможность разрушения озонового слоя.

**Самосрабатывающие огнетушители и модули порошкового пожаротушения (рис. 8.14).**

**Модуль порошкового пожаротушения «Буран-8» (МПП(р)-8)** имеет три модификации: средневысотный (СВ), высотный (В), настенный (Н). Он предназначен для локализации и тушения пожаров класса А, В, С и электрооборудования под напряжением. Модули используются в системах противопожарной защиты (автоматических установках порошкового пожаротушения), монтируемых в производственных, складских, бытовых и других помещениях. Модуль может выпускаться в варианте с встроенным электронным узлом запуска, при этом он обладает функцией самосрабатывания и применяется в качестве автономного средства пожаротушения. Выпускается во взрывозащищенном исполнении.



а



б



в

*Рис. 8.14.* Самосрабатывающие огнетушители и модули порошкового пожаротушения: а – модуль порошкового пожаротушения «Буран-8» (МПП(р)-8); б – модуль порошкового пожаротушения «Буран-2,5» (МПП(р)-2,5); в – огнетушитель самосрабатывающий (ОСП-1(2))

**Модуль порошкового пожаротушения «Буран-2,5» (МПП(р)2,5)** предназначен для тушения и локализации пожаров твердых горючих материалов, горючих жидкостей и электрооборудования под напряжением в производственных, складских, бытовых и других помещениях. МПП является основным элементом для построения модульных автоматических установок порошкового пожаротушения. МПП(р)-2,5 «Буран-2,5» обладает функцией самосрабатывания при температуре +85 °С. Выпускается во взрывозащищенном исполнении.

**Огнетушитель самосрабатывающий (ОСП-1(2))** предназначен для тушения без участия человека пожаров класса А, В, С, а также установок под напряжением. Представляет собой герметичный стеклянный сосуд, заполненный специальным огнетушащим порошком и газообразователем. На рис. 8.15 показан принцип действия самосрабатывающего огнетушителя.



Рис. 8.15. Принцип действия самосрабатывающего огнетушителя

### Генераторы огнетушащего аэрозоля

Генераторы огнетушащего аэрозоля (ГОА) предназначены для тушения и локализации пожаров твердых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, оборудования, находящегося под напряжением. Служат для автоматического или ручного тушения загораний в производственных, административных и жилых зданиях. Принцип действия основан на сильном ингибирующем воздействии аэрозоля на реакцию горения веществ в кислороде. Эксплуатируются в диапазоне рабочих температур от  $-50$  до  $+50$  °С. Для приведения в действие ГОА применяются различные узлы запуска: термохимические, электрические, механические (ручное) и комбинированные.

Запуск генераторов может осуществляться при помощи автономных средств пожарной автоматики УСП-101 и ПА-5. На основе ГОА возможно построение модульных и автономных систем пожаротушения. Системы аэрозольного пожаротушения позволяют отказаться от применения дополнительной разводки, что в несколько раз сокращает капитальные вложения на их создание и практически исключает эксплуатационные затраты. Имея, при прочих равных условиях, стоимость в 5 раз меньшую, чем у порошковых, в 15 раз меньшую, чем у водных, и в 40 раз меньшую, чем у газовых установок пожаротушения, аэрозольные установки обеспечивают противопожарную защиту в условиях, когда другие средства не могут быть использованы (безводные районы, необогреваемые помещения в условиях зимы, транспортные средства, необслуживаемые отдельно стоящие сооружения). Огнетушащий аэрозоль безвреден для людей и окружающей среды, химически нейтрален, не токсичен, легко удаляется с поверхностей. Срок эксплуатации генераторов – 5 лет. В настоящее время разработано около 80 модификаций генераторов огнетушащего аэрозоля, среди них выделяются следующие аэрозольные генераторы автоматического действия: МАГ, СОТ-1, СОТ-5М, ГАБАР-П2, ГАБАР-П10 и механического (ручного) действия – «ПУРГА-Гран-К-1», «ПУРГА-Гран-М-3». На рис. 8.16 показана конструкция автоматического аэрозольного генератора, на рис. 8.17 приведен принцип действия аэрозольных генераторов ручного действия «ПУРГА-Гран-К-1» и «ПУРГА-Гран-М-3».

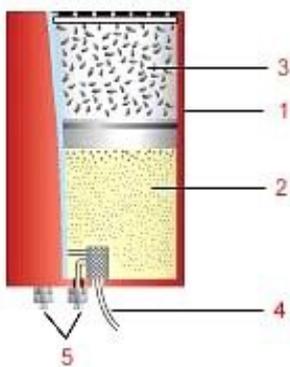


Рис. 8.16. Конструкция аэрозольного генератора: 1 – корпус; 2 – заряд аэрозолеобразующего вещества; 3 – охладитель; 4 – огнепроводный шнур; 5 – клеммы воспламенителя



Рис. 8.17. Принцип действия аэрозольных генераторов ручного действия

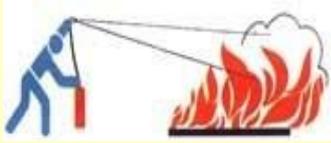
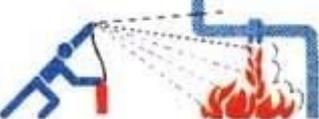
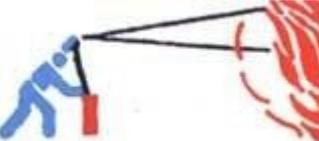
#### Общие правила работы с огнетушителями:

1. При тушении электроустановок порошковым огнетушителем подавайте заряд порциями через 3–5 секунд.
2. Не подносите огнетушитель ближе 1 м к горячей электроустановке.
3. Направляйте струю заряда только с наветренной стороны.
4. Не беритесь голой рукой за раструб углекислотного огнетушителя во избежание обморожения.
5. При тушении нефтепродуктов пенным огнетушителем покрывайте пеной всю поверхность очага, начиная с ближнего края.
6. При тушении горящего масла запрещается направлять струю заряда сверху вниз.
7. Направляйте струю заряда на ближний край очага, углубляясь в очаг постепенно, по мере тушения.
8. По возможности тушите пожар несколькими огнетушителями. **Особенности работы с порошковыми огнетушителями:**

1. Тушить очаг пожара следует с наветренной стороны.
2. При проливе ЛВЖ тушение нужно начинать с передней кромки, направляя струю порошка на горящую поверхность, а не на пламя.
3. Истекающую жидкость надо тушить сверху вниз.
4. Горящую вертикальную поверхность следует тушить снизу вверх.
5. При наличии нескольких огнетушителей необходимо применять их одновременно.

На рис. 8.18 даны рекомендации правильного применения огнетушителей.

	Правильно	Неправильно

<p>Тушить очаг пожара с наветренной стороны</p>		
<p>При проливе ЛВЖ тушение начинать с передней кромки, направляя струю порошка на горящую поверхность, а не на пламя</p>		
<p>Истекающую жидкость тушить сверху вниз</p>		
<p>Горящую вертикальную поверхность тушить сверху вниз</p>		
<p>При наличии нескольких огнетушителей необходимо применять их одновременно</p>		
<p>Следить, чтобы потушенный очаг не вспыхнул снова (нельзя поворачиваться к нему спиной)</p>		
<p>После использования огнетушители сразу необходимо отправить на перезарядку</p>		

*Рис. 8.18. Рекомендации правильного применения огнетушителей*  
**Автомобильные огнетушители**

Автомобиль помимо металлического кузова представляет собой совокупность различных легковоспламеняющихся жидкостей и материалов и электрическую систему, находящуюся под напряжением. Существует классификация горючих веществ, и в автомобиле присутствуют все их классы. Вследствие этого идеальным автомобильным огнетушителем считается такой, тип маркировки которого соответствует классам пожара от А до Е. Наибольшее распространение в настоящий момент получили огнетушители двух типов (всего их шесть): порошковые и углекислотные.

На рис. 8.19 показаны основные виды автомобильных огнетушителей.



*Рис. 8.19. Виды автомобильных огнетушителей: а – огнетушитель порошковый закачного типа (ОП-2(з)); б – огнетушитель пенный ОП-1; в – огнетушитель порошковый со встроенным баллоном высокого давления (ОП-1(б)); г – огнетушитель порошковый закачного типа (ОП-1(з)); д – огнетушитель водный (ОВ-1(з)); е – огнетушитель углекислотный закачного типа (ОУ-1(з))*

Автомобильные углекислотные огнетушители (ОУ). Огнетушащее вещество – диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ). Углекислота, попадая на горящее вещество, охлаждает его и производит тушение (табл. 8.3).

*Таблица 8.3*  
**Достоинства и недостатки автомобильных углекислотных огнетушителей**

Плюсы углекислотных огнетушителей	Минусы углекислотных огнетушителей
Испаряясь, кислота не оставляет разводов	Возможность проявления значительных тепловых напряжений в результате тушения (очень сильно охлаждается раструб, что может вызвать ожог руки. Не рекомендуется держаться за раструб во время тушения)
Обладает хорошими диэлектрическими свойствами	Накопление зарядов статического электричества (возможен легкий удар током)
Не изменяет свойств в процессе хранения	Возможность токсического воздействия углекислотных паров на человека
Высокая проникающая способность, даже в труднодоступные места	Под воздействием вибрации углекислота понемногу «сравливает» из баллона

Автомобильные порошковые огнетушители (ОП). Содержат специальный огнетушащий порошок, который в процессе реакции с продуктами горения образует пенный состав, блокирующий доступ кислорода, и таким образом гасит огонь (табл. 8.4).

При пожаре необходимо обесточить автомобиль (заглушить двигатель). В случае возгорания в подкапотном пространстве открыть капот, стоя сбоку от машины. Нужно помнить, что приток воздуха в зону горения способствует резкому повышению интенсивности пламени.

Таблица 8.4

#### **Достоинства и недостатки автомобильных порошковых огнетушителей**

Плюсы порошковых огнетушителей	Минусы порошковых огнетушителей
Тушат все классы пожаров (А–Е)	Значительно загрязняют поверхность
	Налипший порошок трудно отмыть
В зависимости от типа порошка рабочий диапазон температур может составлять от –60 до +50 °С	Следует изучить и учитывать в экстремальной ситуации некоторые особенности устройства
Препятствуют вторичному воспламенению	–

Для защиты автотранспортных средств должны применяться порошковые или хладонные огнетушители. Допускается применение на автотранспортных средствах углекислотных огнетушителей, если они имеют огнетушащую способность не ниже (по классу пожара В), чем рекомендованные для этой же цели порошковые или хладонные огнетушители.

На автотранспортные средства допускается устанавливать только те огнетушители, конструкция которых выдержала испытание на вибрационную прочность. В качестве заряда в порошковых огнетушителях целесообразно использовать многоцелевые порошковые составы типа АВСЕ.

Легковые и грузовые автомобили должны комплектоваться порошковыми или хладонными огнетушителями с вместимостью корпуса не менее 2 л (типа ОП-2 или ОХ-2).

Автобусы особо малого класса (типа РАФ, «Газель» и др.) оснащаются, как минимум, одним огнетушителем типа ОП-2, автобусы малого класса (ПАЗ и др.) – двумя огнетушителями ОП-2, автобусы среднего класса (ЛАЗ, ЛиАЗ и др.) и другие автотранспортные средства для перевозки людей – двумя огнетушителями (один в кабине ОП-5, другой в салоне ОП-2).

Автоцистерны для перевозки нефтепродуктов и транспортные средства для перевозки опасных грузов должны оснащаться, как минимум, двумя огнетушителями типа ОП-5: один должен находиться на шасси, а второй – на цистерне или в кузове с грузом.

На большегрузных внедорожных автомобилях-самосвалах должен быть установлен один огнетушитель типа ОП-5.

Передвижные лаборатории, мастерские и другие транспортные средства типа фургона, смонтированного на автомобильном шасси, должны быть укомплектованы двухлитровыми огнетушителями соответствующего типа в зависимости от класса возможного пожара и особенностей смонтированного оборудования.

На всех автомобилях огнетушители должны располагаться в кабине, в непосредственной близости от водителя или в легкодоступном месте.

*Порядок выполнения работы 1. Записать цель работы.*

2. Законспектировать способы тушения пожаров и классы пожаров.
3. Зафиксировать применяемые огнетушители и законспектировать правила приведения их в рабочее состояние при возникновении пожара.
4. В соответствии с вариантом задания (табл. 8.5):
  - установить класс пожара;
  - определить способ тушения пожара;
  - выбрать первичные средства тушения;
  - предположить и проанализировать возможные последствия пожара, дать рекомендации.

*Таблица 8.5 Варианты исходных данных для анализа*

Вариант	Вид возгорания
1	Пожар на складе книгохранения, возгорание бумаги
2	Возгорание керосина
3	Пожар в электрощитовой
4	Возгорание моторного масла в автогараже
5	Возгорание щелочи на аккумуляторном участке
6	Возгорание офисной мебели
7	Взрыв газового кислородного баллона
8	Возгорание в лакокрасочном цеху, источник воспламенения скипидар
9	Возгорание электропроводки
10	Возгорание промасленной ветоши

11	Возгорание монитора в офисном помещении
12	Пожар по неосторожности в быту, возгорание занавесок, обоев
13	Воспламенение пластиковой обшивки стен в офисе
14	Воспламенение растворителя (ацетона) при проведении покраски
15	Возгорание привода автомобиля
16	Возгорание горячего битума на крыше при проведении строит. работ
17	Возгорание спирта в измерительной лаборатории
18	Взрыв метана в шахте
19	Горение нефтепродуктов
20	Пожар в офисе, горение мебели
21	Воспламенение бензина
22	Горение сплава металла Mg
23	Возгорание щелочных металлов в лаборатории на ТЭЦ
24	Возгорание металлообрабатывающего станка в цеху
25	Возгорание угля
26	Пожар на заводе, возгорание технического спирта
27	Воспламенение пластиковой обшивки потолка в быту
28	Возгорание в столовой, горение подсолнечного масла
29	Возгорание разлитого дизельного топлива на территории предприятия, пожар перекинулся на цех с электрооборудованием
30	Возгорание древесины в электросушилке

5. Показать отчет преподавателю.

#### **Библиографические ссылки**

1. Федеральный Закон РФ от 25.04.2012 г. № 390-ФЗ «Правила противопожарного режима РФ» : [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-поисковой системы «Техэксперт».
2. *Хван Т. А., Хван П. А.* Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для вузов. – Ростов н/Д : Феникс, 2012. – 444 с.
3. Человеческий фактор в обеспечении безопасности и охраны труда : учеб. пособие / П. П. Кукин, Н. Л. Пономарев, В. М. Попов, Н. И. Сердюк. – М. : Высш. шк., 2008. – 317 с.

## **Практическая работа** **СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ**

*Цель работы* – ознакомиться со средствами защиты органов дыхания и получить практические навыки их использования.

### *Теоретические положения*

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) предназначены для защиты человека от попадания внутрь организма, на кожные покровы и повседневную одежду радиоактивных веществ (РВ), отравляющих веществ (ОВ) и бактериальных средств (БС).

*По принципу применения* средства индивидуальной защиты делятся:

- на средства защиты повседневного применения (промышленные СИЗ);
- средства защиты эпизодического применения (СИЗ для аварийных работ и пострадавших в очагах ЧС).

*По объектам защиты* средства индивидуальной защиты делятся: - на средства защиты органов дыхания; - средства защиты кожи.

*По принципу действия* средства индивидуальной защиты делятся:

- на фильтрующие (принцип фильтрации состоит в том, что воздух, необходимый для поддержания жизнедеятельности организма человека, очищается от вредных примесей при прохождении через средство защиты);
- изолирующие (средства защиты изолирующего типа полностью изолируют организм человека от окружающей среды с помощью материалов, непроницаемых для воздуха и вредных примесей).

*По способу подачи воздуха* различают средства индивидуальной защиты:

- с принудительной подачей воздуха; - самовсасывающие.

*По кратности использования* средства индивидуальной защиты делятся:

- на СИЗ многократного использования; - СИЗ однократного использования.

*По способу изготовления* средства индивидуальной защиты делятся:

- на средства, изготовленные промышленностью;
- простейшие средства, изготовленные из подручных материалов.

Кроме средств индивидуальной защиты существуют медицинские средства защиты [1].

### **Средства защиты органов дыхания**

#### **Фильтрующий противогаз**

Фильтрующий противогаз предназначен для защиты органов дыхания, глаз, кожи лица от воздействия ОВ, РВ, БС, (АХОВ), а также различных вредных примесей, присутствующих в воздухе.

В настоящее время имеются фильтрующие гражданские противогазы различной модификации и промышленные противогазы.

Для защиты населения наибольшее распространение получили фильтрующие противогазы: для взрослого населения – ГП-5 (ГП-5М), ГП-7 (ГП-7В); для детей – ПДФ-Ш, ПДФ-Д, ПДФ-2Ш, ПДФ-2Д, КЗД.

*Гражданский противогаз (ГП-5)*. В состав комплекта входят два основных элемента: фильтрующе-поглощающая коробка ГП-5 и лицевая часть ШМ-62у. Шлем-маска имеет 5 ростов (0, 1, 2, 3, 4). Кроме того, противогаз комплектуется сумкой, наружными утеплительными манжетами (НМУ-1) и коробкой с незапотевающими пленками (рис. 9.1) [2]. У него нет соединительной трубки.

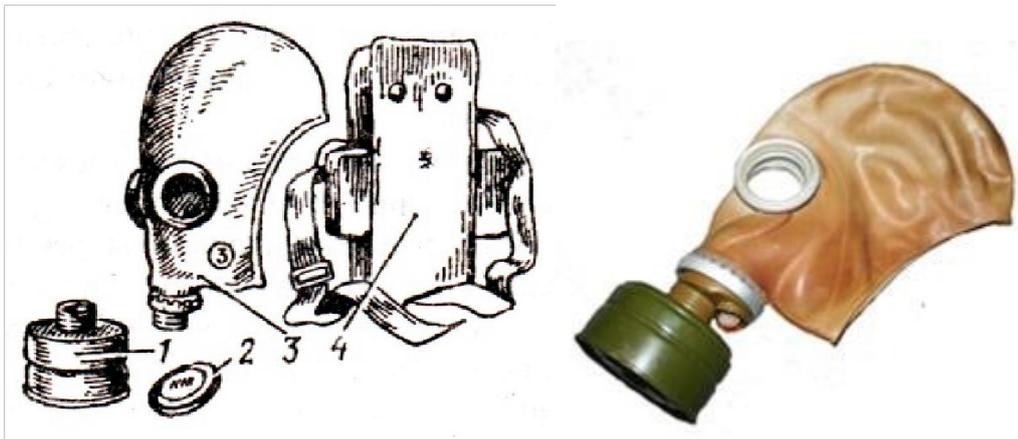


Рис. 9.1. Гражданский фильтрующий противогаз (ГП-5): 1 – фильтрующе-поглощающая коробка ГП-5; 2 – коробка с незапотевающими пленками; 3 – лицевая часть ШМ-62у; 4 – сумка

Внутри фильтрующе-поглощающей коробки ГП-5 расположены противоаэрозольный фильтр и шихта. Лицевая часть ШМ-62у представляет собой шлем-маску, изготовленную на основе резины из натурального или синтетического каучука. В шлем-маску вмонтированы очковый узел и клапанная коробка. Клапанная коробка имеет один вдыхательный и два выдыхательных клапана и служит для распределения потоков воздуха. Незапотевающие пленки изготавливаются из целлюлозы и бывают односторонние (НП) и двусторонние (НПН). Они устанавливаются с внутренней стороны стекол противогаза желатиновым покрытием к глазам и фиксируются прижимными кольцами. Желатин равномерно впитывает конденсированную влагу, тем самым сохраняя прозрачность пленки.

Комплект из 6 пленок упакован в металлическую коробку. Утеплительные манжеты используются только зимой при температуре ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ . Манжета надевается на ободку очков с внешней стороны. Пространство между стеклами манжет и очков предохраняет очки шлеммаски от замерзания.

Гражданский противогаз (ГП-5М). В комплект противогаза входит шлем-маска (ШМ-66Му) с мембранной коробкой для переговорного устройства. В лицевой части сделаны сквозные вырезы для ушных раковин, что обеспечивает нормальную слышимость.

Подгонка противогаза начинается с определения требуемого роста лицевой части. Рост лицевой части типа ШМ-62у, ШМ-66Му определяется по величине вертикального обхвата головы путем ее измерения по замкнутой линии, проходящей через макушку, щеки и подбородок. Измерения округляют до 0,5 см. До 63 см берут нулевой рост, от 63,5 до 65,5 см – первый, от 66 до 68 см – второй, от 68,5 до 70,5 см – третий, от 71 см и более – четвертый.

Перед применением противогаз следует проверить на исправность и герметичность. Осматривая лицевую часть, следует определить ее целостность, обратив внимание на стекла очкового узла. После этого нужно проверить клапанную коробку, состояние клапанов. Они не должны быть покороблены, засорены или порваны. На фильтрующе-поглощающей коробке не должно быть вмятин, проколов, в горловине – повреждений. Обращается внимание на то, чтобы в коробке не пересыпались зерна поглотителя.

Наиболее совершенными в настоящее время являются противогазы ГП-7 и ГП-7В. Их основными отличиями являются: более совершенная конструкция и форма шлем-маски, обеспечивающая возможность безопасного приема воды, жидких лекарств, других жидкостей в зараженной зоне без снятия маски. Наличие в комплекте фильтрующе-поглощающих коробок обеспечивает защиту от конкретных видов твердых химических

веществ (ТХВ), а также увеличенные сроки работоспособности. Ростовка лицевой части предусматривает три размера. Как и другие типы противогазов, они состоят из фильтрующе-поглощающей коробки и лицевой части.

Гражданский противогаз (ГП-7). В комплект противогаза входят фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к, лицевая часть в виде маски МГП, сумка, защитный трикотажный чехол, коробка с незапотевающими пленками, утеплительные манжеты. Его масса в комплекте без сумки – около 900 г (фильтрующе-поглощающая коробка – 250 г, лицевая часть – 600 г).

Фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к по конструкции аналогична коробке ГП-5, но с улучшенными характеристиками, уменьшено ее сопротивление, что облегчает дыхание. Лицевая часть МГП представляет собой маску объемного типа с «независимым» обтюратором, с наголовником (предназначен для закрепления лицевой части) в виде резиновой пластины с пятью лямками (лобная, две височные, две щечные), с очковым узлом, переговорным устройством (мембраной), узлами клапана вдоха и выдоха, прижимными кольцами для закрепления незапотевающих пленок (рис. 9.2) [2]. «Независимый» обтюратор представляет собой полосу тонкой резины и служит для создания надежной герметизации лицевой части на голове. При этом механическое воздействие лицевой части на голову очень незначительно. На каждой лямке с интервалом в 1 см нанесены упоры ступенчатого типа, которые предназначены для надежного закрепления их в пряжках. У каждого упора имеется цифра, указывающая его порядковый номер. Это позволяет точно фиксировать нужное положение лямок при подгонке маски. Нумерация цифр идет от свободного конца лямки к затылочной пластине. Гидрофобный трикотажный чехол надевается на фильтрующе-поглощающую коробку и предохраняет ее от заражения, снега, пыли и влаги.

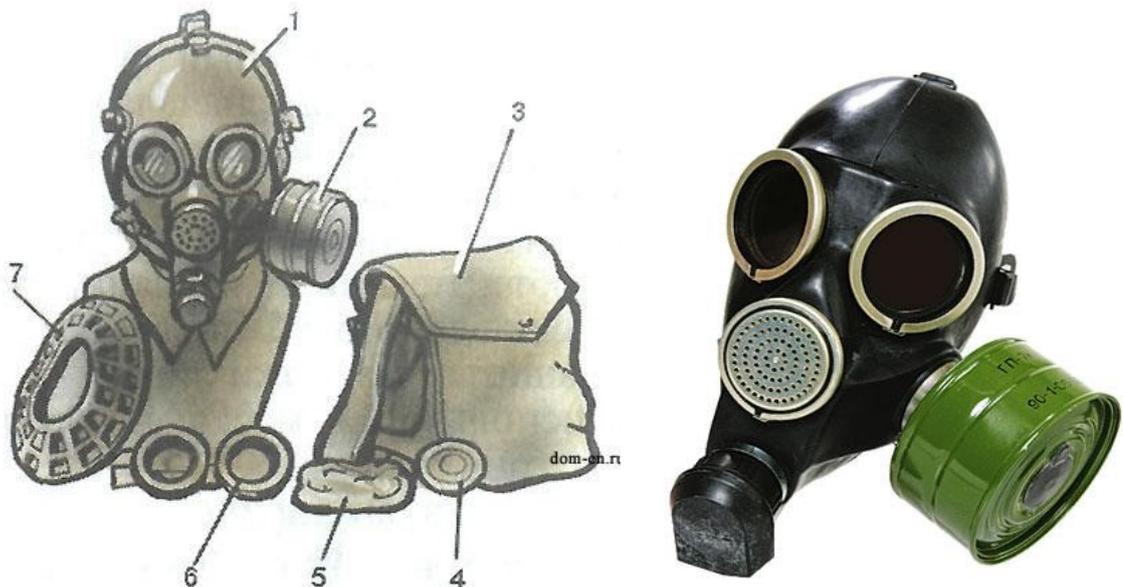


Рис. 9.2. Противогаз ГП-7: 1 – лицевая часть; 2 – фильтрующе-поглощающая коробка; 3 – сумка; 4 – коробка с незапотевающими пленками; 5 – трикотажный чехол; 6 – утеплительные манжеты

Гражданский фильтрующий противогаз (ГП-7, ГП-7В, ГП-7ВМ) – это одна из самых последних и совершенных моделей противогазов для населения. В реальных условиях он

обеспечивают высокую защиту от паров отравляющих веществ нервнопаралитического действия (типа зарин, зоман и др.), общедовитого действия (хлорциан, синильная кислота и др.), радиоактивных веществ (радионуклидов йода и его органических соединений (типа йодистый метил и др.)); от капель отравляющих веществ кожноарывного действия (иприт и др.), бактериальных, аварийных химически опасных веществ (АХОВ). ГП-7 имеет малое сопротивление дыханию, обеспечивает надежную герметизацию и небольшое давление лицевой части на голову. Благодаря этому им могут пользоваться люди старше 60 лет и больные с легочными и сердечно-сосудистыми заболеваниями. Подбор лицевой части необходимого типоразмера ГП-7 осуществляется на основании результатов измерения мягкой сантиметровой лентой горизонтального и вертикального обхвата головы.

### ***Правила определения размера противогаза***

Для определения размера противогаза нужно знать горизонтальный и вертикальный обхват головы. Горизонтальный обхват измеряется по замкнутой линии, которая проходит спереди по надбровным дугам, сбоку чуть выше (на 2–3 см) ушной раковины и сзади по наиболее выступающей части головы. А вертикальный обхват можно определить посредством измерения длины вертикальной линии, проходящей через подбородок, щеки и макушку. Полученные измерения следует округлить так, чтобы последняя цифра была 0 или 5. Затем нужно сложить оба результата и посмотреть, какой размер противогаза вам нужен [3]:

- менее 1190 мм – первый размер;
- от 1195 до 1210 мм – второй размер;
- от 1215 до 1235 мм – третий размер;
- от 1240 до 1260 мм – четвертый размер; - от 1265 до 1285 мм – пятый размер; - от 1290 до 1310 мм – шестой размер.

Надевается противогаз после сигнала «Химическая тревога» по команде «Газы», либо по своей инициативе. Вынув противогаз из специальной сумки, следует взять шлем-маску за его нижнюю часть так, чтобы большие пальцы рук находились снаружи, а остальные были внутри. Далее нужно приложить нижнюю часть шлема-маски под подбородок и натянуть его на голову резким движением рук вверх.

Учитывая то, что операции, которые описаны выше, придется проводить вслепую, нужно достаточно долго тренироваться. Хотя все зависит от человека и степени его обучаемости. Хорошо попрактиковавшись, можно приблизиться к армейским нормативам на надевание противогаза – около 7–10 с. Наличие у противогаза переговорного устройства (мембраны) обеспечивает четкое понимание передаваемой речи, значительно облегчает пользование средствами связи (телефон, радио).

*Гражданские противогазы ГП-7В, ГП-7ВМ, УЗС-ВК, КЗД-6, фильтр ДОТ, фильтр ВК, ДПП-3 (рис. 9.3).* ГП-7В отличается от ГП-7 тем, что в нем лицевая часть МГП-В имеет устройство для приема воды, представляющее собой резиновую трубку с мундштуком и шишпелем.

ГП-7ВМ отличается от ГП-7В тем, что маска М-80 имеет очковый узел в виде трапециевидных изогнутых стекол, обеспечивающих возможность работы с оптическими приборами.

Гражданский фильтрующий противогаз ГП-7 обеспечивает защиту органов дыхания, глаз и кожи лица человека от вредных веществ и примесей, находящихся в воздухе. Это проверенная временем и надежная модель противогаза для гражданского населения.



Рис. 9.3. Гражданские противогазы: а – ГП-7(В, ВМ); б – УЗС-ВК; в – ПДФ-2; г – КЗД-6; д – фильтр ДОТ; е – фильтр ВК; ж – ДПГ-3

Подбор лицевой части необходимого типоразмера ГП-7 осуществляется на основании результатов измерения мягкой сантиметровой лентой горизонтального и вертикального обхвата головы. Горизонтальный обхват определяется измерением головы по замкнутой линии, проходящей спереди по надбровным дугам, сбоку на 2–3 см выше края ушной раковины и сзади через наиболее выступающую точку головы. Вертикальный обхват определяется измерением головы по замкнутой линии, проходящей через макушку, щеки и подбородок. Измерения округляются с точностью до 5 мм. По сумме двух измерений устанавливается нужный типоразмер (табл. 9.1) [4].

Правильно подобранная шлем-маска (маска) должна плотно прилегать к лицу и исключать возможность проникновения наружного воздуха в органы дыхания, минуя фильтрующе-поглощающую коробку.

Таблица 9.1 Типоразмеры противогазов

Рост лицевой части		1		2		3		
Поло- жение упоров ля- мок	ГП-7, ГП-7В	4- 8-8	3-7- 8	3- 7-8	3-6- 7	3- 6-7	3-5- 6	3-4- 5
	ГП- 7ВМ	4- 8-6	3-7- 6	3- 7-6	3-6- 5	3- 6-5	3-5- 4	3-4- 3
Сумма горизонталь- ного и вертикального обхвата головы, мм		До 1185	1190 – 1210	12 1– 12 35	1240 – 1260	12 65– 1285	1290 – 1310	131 0 и бо лее

*Примечание.* Положение лямок наголовника устанавливают при подгонке противогаза.

Противогаз УЗС-ВК – аварийно-спасательное средство многоразового действия, применяется для защиты органов дыхания человека от вредных веществ, может использоваться во всех климатических зонах.

Противогаз ПДФ-2 предназначен для защиты органов дыхания, зрения и лица детей (старше 1,5 года) от отравляющих веществ (ОВ), опасных биологических веществ (ОБВ), радиоактивной пыли (РП).

Камера защитная детская (КЗД-6) предназначена для защиты детей в возрасте до 1,5 года от отравляющих веществ, радиоактивной пыли и бактериальных средств. Детская защитная камера похожа на обычную сумку, поэтому переносить ребенка в ней очень удобно.

Дополнительный патрон (ДПП-3) предназначен для использования в комплекте с ГП-7, ГП-7В и детскими противогазами, для защиты органов дыхания, кожи лица и глаз человека от сильнодействующих ядовитых веществ: аммиака, диметиламина, нитробензола.

Фильтр ДОТ соответствует новым ГОСТам, гармонизированным с европейскими стандартами EN141, EN143. Он значительно эффективнее по сравнению с противогазовыми коробками, выпускаемыми по старым ГОСТа, за счет уникальных поглотителей от отравляющих веществ, опасных биологических веществ, радиоактивной пыли, сильнодействующих ядовитых веществ.

Фильтр ВК предназначен для очистки вдыхаемого воздуха от органических газов и паров с температурой кипения выше 65 °С (циклогексан, бензол, ксилол, толуол, бензин, керосин, галоидорганические соединения (хлорпикрин, хлорацетофенон и т. п.), нитросоединения бензола).

*Промышленные противогазы.* Существует несколько марок промышленных фильтрующих противогазов, которые являются индивидуальным средством защиты органов дыхания и зрения рабочих различных отраслей промышленности, сельского хозяйства от воздействия вредных веществ (газы, пары, пыль, дым и туман), присутствующих в воздухе.

Запрещается применять промышленные противогазы при недостатке кислорода в воздухе (менее 18 %), например при работах в емкостях, цистернах, колодцах и других изолированных помещениях.

Не допускается применение промышленных противогазов для защиты от низкокипящих жидкостей, плохо сорбирующихся органических веществ, например метана, этилена, ацетилена. Не рекомендуется работать в таких противогазах, если состав газов и паров вредных веществ неизвестен (рис. 9.4).



Рис. 9.4. Промышленные противогазы

Противогазы ППФМ-92, ПФМГ-96, ПФСГ-98 предназначены для защиты органов дыхания, глаз и лица человека от вредных газо- и парообразных веществ и аэрозолей, присутствующих в воздухе рабочей зоны. ППФ-95 предназначены для защиты органов дыхания, зрения и лица рабочих различных отраслей промышленности и сельского хозяйства от воздействия вредных газов, паров, пыли, дыма и тумана, присутствующих в воздухе. Фильтрующие противогазы надежны в атмосфере, содержащей не менее 18 % кислорода.

Промышленный противогаз состоит из снаряженной коробки, лицевой части (шлем-маски) с соединительной трубкой и сумки. Фильтрующая коробка служит для очистки воздуха, вдыхаемого человеком, от ядовитых веществ и вредных примесей. В зависимости от состава этих примесей она может содержать один или несколько специальных поглотителей или сочетание поглотителя с аэрозольным фильтром. При этом коробки строго специализированы по составу поглотителей, а поэтому отличаются друг от друга

окраской и маркировкой. Шлем-маски промышленных противогазов изготавливаются пяти ростов – 0, 1, 2, 3, 4. Чтобы подобрать шлем-маску, надо мягкой сантиметровой линейкой произвести два измерения головы. Вначале определить длину круговой линии, проходящей по подбородку, щекам и через высшую точку головы (макушку). Затем измерить длину полуокружности, проходящей от отверстия одного уха к отверстию другого по лбу через надбровные дуги. Результаты двух обмеров суммируют и находят требуемый рост шлем-маски.

При сумме до 93 см размер нулевой, от 93 до 95 см – первый, от 95 до 99 см – второй, от 99 до 103 см – третий, от 103 и выше – четвертый [4].

Противогазы комплектуют коробками двух размеров (большая и малая) и трех типов: без аэрозольного фильтра, с аэрозольным фильтром (на коробке белая вертикальная полоса), без аэрозольного фильтра с уменьшенным сопротивлением дыханию (имеет индекс 8 в маркировке). В зависимости от вида вредного вещества выпускают коробки следующих марок: А, В, Г, Е, КД, СО, М (табл. 9.2) [5].

Коробки марок А, В, Г, Е, КД изготавливаются как с аэрозольными фильтрами, так и без них; коробка БКФ – только с аэрозольными фильтрами; коробки СО и М – без аэрозольных фильтров. Белая вертикальная полоса на коробке означает, что она оснащена аэрозольным фильтром.

Таблица 9.2

**Характеристика промышленных противогазов**

Марка противогаза	Маркировка и окраска	Соединения, от которых защищают ПП
А	Коричневая	Пары органических соединений (бензин, керосин, ацетон, бензол, толуол, ксилол, сероуглерод, спирты, эфиры, галоидоорганические соединения, нитросоединения бензола и его гомологи, тетраэтилсвинец, фосфор- и хлорорганические ядохимикаты)
В	Желтая	Кислые газы и пары (диоксида серы, гидрид серы, хлор, циан гидрида, окислы азота, хлориды водорода, фосген), фосфор- и хлорорганические ядохимикаты
Г	Черно-желтая	Пары ртути и ртутьорганические ядохимикаты на основе этилмеркурхлорида
Е	Черная	Гидрид мышьяка и гидрид фосфора
К	Зеленая	Аммиак, а также пыль, дым, туман
КД	Серая, с белой полосой	Аммиак и сероводород
БКФ	Защитная, с белой полосой	Кислые газы и пары, пары органических веществ, гидрид мышьяка, гидрид фосфора, пыль, дым, туман
СО	Белая	Оксид углерода

М	Красная	Оксид углерода в присутствии паров органических веществ, кислые газы, аммиак, гидрид мышьяка, гидрид фосфора, пары органических соединений (бензин, керосин, ацетон, бензол, ксилол, сероуглерод, толуол, спирты, эфиры, анилин, соединения бензола и его гомологи)
---	---------	---

*Окончание табл. 9.2*

Марка противогаза	Маркировка и окраска	Соединения, от которых защищают ПП
П-2У	Красная с белой полосой	Пары карбониллов никеля и железа, оксид углерода и сопутствующие аэрозоли
Б	Синяя	Бороводороды: диборан, пентаборан, этилентаборан, диэтилдекаборан и их аэрозоли
УМ	Защитная	Пары и аэрозоли гептила, амил, самин, нитромеланж, амидол
ГФ	Голубая	Газообразный гексафторид урана, фтор, фтористый водород, радиоактивные аэрозоли

**Пользование противогазом.** Подобрать шлем-маску, ее обязательно примеряют. Новую лицевую часть предварительно необходимо протереть снаружи и внутри чистой тряпочкой или тампоном ваты, смоченным в воде, а клапаны выдоха продуть. Шлем-маску, бывшую в употреблении, следует отсоединить от коробки, протереть двухпроцентным раствором формалина или промыть водой с мылом и просушить.

При сборке противогаза шлем-маску берут в левую руку за клапанную коробку, а правой рукой ввинчивают до отказа фильтрующепоглощающую коробку навинтованной горловиной в патрубок клапанной коробки шлем-маски.

При переводе противогаза в «боевое» положение необходимо:

- снять головной убор и зажать его между коленями или положить рядом;
- убрать волосы со лба и висков, женщинам следует гладко зачесать волосы назад, заколки и украшения снять (их попадание под обтюратор приведет к нарушению герметичности);
- вынуть шлем-маску из сумки, взять ее обеими руками за утолщенные края у нижней части так, чтобы большие пальцы рук были с наружной стороны, а остальные – внутри. Подвести шлем-маску к подбородку и резким движением рук вверх и назад натянуть ее на голову так, чтобы не было складок, а очки пришлись против глаз (ГП-5, ГП-5М);
- для правильного надевания ГП-7 надо взять лицевую часть обеими руками за щечные лямки так, чтобы большие пальцы захватывали их изнутри. Задержать дыхание, закрыть глаза. Затем зафиксировать подбородок в нижнем углублении обтюратора и движением рук вверх и назад натянуть наголовник на голову и подтянуть до упора щечные лямки;
- сделать полный выдох (для удаления зараженного воздуха из-под шлем-маски, если он туда попал в момент надевания), открыть глаза и возобновить дыхание;
- надеть головной убор, застегнуть сумку и закрепить ее на туловище.

### Дополнительные патроны

В результате развития химической и нефтехимической промышленности в производстве увеличено применение химических веществ. Многие из них по своим свойствам вредны для здоровья людей. Их называют сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ).

С целью расширения возможностей гражданских противогазов по защите от СДЯВ для них введены дополнительные патроны (ДПП-1 и ДПП-3).

ДПП-1 в комплекте с противогазом защищает от двуокиси азота, метила хлористого, окиси углерода и окиси этилена. ДПП-3 в комплекте с противогазом защищает от аммиака, хлора, диметиламина, нитробензола, сероводорода, сероуглерода, синильной кислоты, тетраэтилсвинца, фенола, фурфурола, хлористого водорода.

Внутри патрона ДПП-1 два слоя шихты – специальный поглотитель и гопкалит. В ДПП-3 только один слой поглотителя. Чтобы защитить шихту от увлажнения при хранении, горловины должны быть постоянно закрытыми: наружная – с навинченным колпачком с прокладкой, внутренняя – с ввернутой заглушкой [6].

### Изолирующие противогазы

Изолирующие противогазы (ИП) являются специальными средствами защиты органов дыхания, глаз и кожи лица от любых вредных примесей, находящихся в воздухе независимо от их свойств и концентраций. Они используются также в тех случаях, когда невозможно применение фильтрующих противогазов, например при наличии в воздухе очень высоких концентраций отравляющих веществ или любой вредной примеси, кислорода менее 16 %, а также при работе под водой на небольшой глубине. Виды противогазов представлены на рис. 9.5.



Рис. 9.5. Изолирующие противогазы

Изолирующие противогазы используют в случае, когда фильтрующие противогазы не обеспечивают должной степени защиты, или когда в воздухе недостаточно кислорода. Источником кислорода в таком противогазе служит патрон, снаряженный специальным веществом. Для нужд населения выпускают ИП-4М, ИП-4МК, ИП-5, ИП-6, ИП-7, ПДАЗМ.

Действие изолирующих противогазов основано на использовании химически связанного кислорода. Они имеют замкнутую маятниковую схему дыхания: выдыхаемый воздух попадает в регенеративный патрон, вещество которое содержится в нем поглощает углекислый газ и влагу, а взамен выделяет необходимый для дыхания кислород. Затем дыхательная смесь попадает в дыхательный мешок. При вдохе газовая смесь из дыхательного мешка снова проходит через регенеративный патрон, дополнительно очищается и поступает для дыхания. Материалы, из которых изготовлены противогазы, не оказывают отрицательного воздействия на организм. Применение незапотевающих пленок, а при отрица-

тельных температурах и утеплительных манжет сохраняет прозрачность стекол в течение всего времени работы в противогазе при любой физической нагрузке. Гарантируется высокая эксплуатационная безопасность.

ИП-4М, ИП-4МК используют при авариях, стихийных бедствиях. ИП-5, ИП-6 предназначены для защиты органов дыхания, кожи лица и глаз человека в непригодной для дыхания атмосфере независимо от состава и концентрации вредных веществ в воздухе, а также при недостатке или отсутствии кислорода. Портативный дыхательный аппарат (ПДА-3М) предназначен для экстренной защиты органов дыхания, зрения и кожи лица человека в непригодной для дыхания атмосфере при эвакуации из опасной зоны, выполнении аварийных работ, а также в ожидании помощи [5].

*По принципу действия* изолирующие противогазы делятся на две группы:

- противогазы на основе химически связанного кислорода (ИП-4, ИП-5);
- противогазы на основе сжатого кислорода или воздуха (КИП-7, КИП-8).

Исходя из принципа защитного действия, основанного на полной изоляции органов дыхания от окружающей среды, время пребывания в изолирующем противогазе зависит не от физико-химических свойств ОВ, РВ, БС и их концентраций, а от запаса кислорода и характера выполняемой работы.

Противогазы шланговые изолирующие (ПШ-1, ПШ-2) предназначены для защиты органов дыхания, глаз и кожи человека от любых вредных примесей в воздухе независимо от их концентрации, а также для работы в условиях недостатка кислорода в воздухе рабочей зоны. Делятся на безнапорные и с принудительной подачей воздуха. Комплекуются воздухоподводящим шлангом длиной 10 или 20 м на барабане или в сумке.

### Респираторы

Респираторы представляют собой облегченное средство защиты органов дыхания от вредных газов, паров, аэрозолей и пыли (рис. 9.6).

Респираторы делятся на два типа. Первый – это респираторы, у которых полумаска и фильтрующий элемент одновременно служат и лицевой частью. Второй – это респираторы, которые очищают вдыхаемый воздух в фильтрующих патронах, присоединяемых к полумаске.



Рис. 9.6. Респираторы: а – «Кама»; б – «Снежок»; в – У-2к; г – РП-КМ; д – Ф-62Ш; е – «Астра-2»; ж – РПГ-67; з – РУ-6 Ом

Респираторы по назначению делят на следующие виды [5]: **противоаэрозольные** – для защиты органов дыхания от пыли, дыма, тумана, содержащих токсичные, бактериальные и другие опасные элементы, за счет пропускания вдыхаемого воздуха через фильтр из специального материала (респираторы «Лепесток», «Кама», «Снежок-П», У-2к, «Астра-2», Ф-62ш, РПА-1 и др.). Для фильтров в таких респираторах используют материалы типа ФП (фильтр Петрянова), обладающие высокой эластичностью, механической прочностью, большой пылеемкостью, стойкостью к химическим агрессивным веществам и прекрасными фильтрующими свойствами; **противогазовые** – для защиты от паров и газов за счет фильтрования вдыхаемого воздуха через фильтр-патроны различных марок, различающихся составом адсорбирующего материала. При этом фильтр-патрон каждой марки защищает от газов только определенного вида (РПГ-67); **универсальные** – одновременно защищают от аэрозолей и отдель-

ных видов газов и паров. Респираторы имеют противоаэрозольный фильтр и сменные противогазовые патроны разных марок (РУ-60м) или противогазовые фильтры из ионообменного волокнистого материала («СнежокГП», «Лепесток-Г»).

По конструктивному оформлению различают респираторы двух типов:

**фильтрующие маски** – их фильтрующий элемент одновременно служит лицевой частью; **патронные** – самостоятельно выполненные лицевая часть и фильтрующий элемент.

По характеру вентилирования подмасочного пространства респираторы делят на бесклапанные (вдыхаемый и выдыхаемый воздух проходит через фильтрующий элемент) и клапанные (вдыхаемый и выдыхаемый воздух движется по различным каналам благодаря системе клапанов вдоха и выдоха).

В зависимости от срока службы различают респираторы одноразового (типа «Лепесток», «Кама», У-2к и т. п.) и многократного пользования, в которых предусмотрена возможность замены фильтров или их многократная регенерация (Ф-62ш, «Астра-2», РУ-60м и др.).

Респираторы ШБ-1, «Лепесток-5», «Лепесток-40» и «Лепесток200» одинаковы и представляют собой сплошную легкую полумаску-фильтр из материала ФПП (фильтрующее полотно Петрянова). В нерабочем состоянии респиратор имеет вид круга. Каркадность его в рабочем состоянии обеспечивают пластмассовая распорка и алюминиевая пластина. Плотное прилегание респиратора к лицу достигается при помощи резинового шнура, вшитого в периметр круга, а также благодаря электростатическому заряду материала ФПП, который образует полосу обтюрации. На голове респиратор крепят четырьмя шнурами.

**Противоаэрозольные респираторы.** В качестве фильтров в респираторах используют тонковолокнистые фильтровальные материалы. Наибольшее распространение получили полимерные фильтровальные материалы типа ФП (фильтр Петрянова) благодаря их хорошей эластичности, большой пылеемкости, а главное, высоким фильтрующим свойствам. Важной отличительной особенностью 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.

**Респиратор противопылевой У-2К (в гражданской обороне Р-2)** обеспечивает защиту органов дыхания от силикатной, металлургической, горнорудной, угольной, радиоактивной и другой пыли, от некоторых бактериальных средств, дустов и порошкообразных

удобрений, не выделяющих токсичные газы и пары. Использовать респиратор целесообразно при кратковременных работах небольшой интенсивности и запыленности воздуха. Не рекомендуется применять, когда в атмосфере сильная влага.

Респиратор представляет собой фильтрующую полумаску, наружный фильтр которой изготовлен из полиуретанового поропласта зеленого цвета, а внутренняя его часть – из тонкой воздухо непроницаемой полиэтиленовой пленки, в которую вмонтированы два клапана вдоха (рис. 9.7). Клапан выдоха размещен в передней части полумаски и защищен экраном. Между поропластом и полиэтиленовой пленкой расположен второй фильтрующий слой из материала ФП. Для плотного прилегания респиратора к лицу в области переносицы имеется носовой зажим – фигурная алюминиевая пластина. Респиратор крепится при помощи регулируемого оголовья.



У-2К

Р-2

Рис. 9.7. Респиратор У-2К (Р-2)

Респираторы У-2К изготавливаются трех ростов, которые обозначаются на внутренней подбородочной части полумаски. Определение роста производится путем измерения высоты лица человека, т. е. расстояния между точкой наибольшего углубления переносицы и самой нижней точкой подбородка. При величине измерения от 99 до 109 мм берут первый рост, от 109 до 119 мм – второй, от 119 и выше – третий.

Принцип действия респиратора основан на том, что при вдохе воздух последовательно проходит через фильтрующий полиуретановый слой маски, где очищается от грубодисперсной пыли, а затем через фильтрующий полимерный материал (ФП), в котором происходит очистка воздуха от тонкодисперсной пыли. После очистки вдыхаемый воздух через клапаны вдоха попадает в подмасочное пространство и в органы дыхания.

При выдохе воздух из подмасочного пространства выходит через клапан выдоха наружу.

Чтобы подогнать респиратор У-2К (Р-2), нужно:

- вынуть его из полиэтиленового мешочка и проверить его исправность, надеть полумаску на лицо так, чтобы подбородок и нос разместились внутри нее, одна нерастягивающаяся тесьма оголовья располагалась бы на теменной части головы, а другая – на затылочной;
- с помощью пряжек, имеющих на тесемках, отрегулировать их длину (для чего следует снять полумаску) таким образом, чтобы надетая полумаска плотно прилегала к лицу;
- на подогнанной надетой полумаске прижать концы носового зажима к носу.

Для проверки плотности прилегания респиратора к лицу необходимо плотно закрыть отверстия предохранительного экрана клапана выдоха ладонью и сделать легкий выдох. Если при этом по линии прилегания полумаски к лицу воздух не выходит, а лишь несколько раздувает респиратор, значит, он надет герметично. Если воздух проходит в области носа, то надо плотнее прижать концы носового зажима.

После снятия респиратора необходимо удалить пыль с наружной части полумаски с помощью щетки или вытряхиванием. Внутреннюю поверхность необходимо протереть и просушить, после чего респиратор необходимо вложить в полиэтиленовый пакет, который закрывается кольцом.

Противоаэрозольный респиратор Ф-62Ш (однопатронный) – это средство индивидуальной защиты органов дыхания человека от различных видов промышленных пылей, он не защищает от газов, паров вредных веществ, аэрозолей органических соединений. Предназначен для защиты от силикатной, металлургической, горнорудной, угольной, табачной пыли, пыли порошкообразных удобрений и интоксидов, а также других видов пыли, не выделяющих токсичных газов. Широко применяется шахтерами. Респиратор противоаэрозольный ФА-2002 предназначен для защиты лица, глаз, органов дыхания от аэрозолей различной природы (пыль, дым, туман) при их суммарной концентрации не более 15 ПДК и при концентрации кислорода не менее 17 % (рис. 9.8).



Рис. 9.8. Респираторы противоаэрозольные Ф-62Ш и ФА-2002

#### Универсальные респираторы

Газопылезащитные респираторы занимают как бы промежуточное положение между респираторами противопылевыми и противогазами. Они легче, проще и удобнее в использовании, чем противогаз. Однако защищают только органы дыхания при концентрации вредных веществ не более 10–15 ПДК. Глаза, лицо остаются открытыми. Вместе с тем такие респираторы во многих случаях довольно надежно предохраняют человека в газовой и пылегазовой среде.

Респиратор газопылезащитный РУ-60М (рис. 9.9) защищает органы дыхания от воздействия вредных веществ, присутствующих в воздухе одновременно в виде паров, газов и аэрозолей (пыли, дыма, тумана). Запрещается применять эти респираторы для защиты от высокотоксичных веществ типа синильной кислоты, мышьяковистого, фосфористого, цианистого водорода, тетраэтилсвинца, низкомолекулярных углеводородов (метан, этан), а также от веществ, которые в парогазообразном состоянии могут проникнуть в организм через неповрежденную кожу. Респиратор РУ-60М состоит из резиновой полумаски, обтюлятора, поглощающих патронов (марки А, В, КД, Г, см. табл. 9.2), пластмассовых манжет с клапанами вдоха, клапана выдоха с предохранительным экраном и оголовья. С этими респираторами разрешается работать в средах, где концентрация пыли не более 100 мг/м<sup>3</sup>.

Рис. 9.9. Респиратор газопылезащитный (РУ-60М)



Противогазовые респираторы. Респиратор противогазовый (РПГ67) – это средство индивидуальной защиты, применяется на предприятиях химической, металлургической и в других отраслях производства при концентрациях вредных веществ, не превышающих 10–15 ПДК (рис. 9.10).

Газодымозащитный комплект. Статистика показывает, что пожары с большим количеством человеческих жертв чаще всего встречаются в гостиницах, театрах, университетах, ресторанах, вечерних клубах, учебных заведениях, на



Рис. 9.10. Респиратор противогазовый (РПГ-67)

предприятиях, использующих легко воспламеняющиеся материалы.

Помещения быстро заполняются окисью углерода и другими токсическими газами. Люди гибнут от отравлений. Чтобы защитить органы дыхания и глаза от ядовитых газов, а голову человека от огня при выходе из горящего помещения, создан специальный газодымозащитный комплект (рис. 9.11).

Газодымозащитный комплект (ГДЗК) состоит из огнестойкого капюшона с прозрачной смотровой пленкой. В нижней части расположена эластичная манжета. Внутри капюшона находится резиновая полумаска, в которой закреплен фильтрующий сорбирующий патрон с клапаном вдоха. ГДЗК имеет регулируемое оголовье. При надевании следует широко растянуть эластичную манжету и накинуть капюшон на голову так, чтобы

манжета плотно облегла шею, при этом длинные волосы заправляются под капюшон. Очки можно не снимать. ГДЗК обеспечивает защиту от окиси углерода и цианистого водорода не менее 15 мин. Сопротивление при вдохе при 30 л/мин – не более 149 Па (15 мм вод. ст). Масса 800 г. Комплект хранится в картонной коробке в пакете из трехслойной полиэтиленовой пленки.

Капюшон «Феникс» предназначен для самостоятельной эвакуации из мест возможного отравления химически опасными и вредными веществами. Защищает от продуктов горения, аэрозолей, паров и газов, опасных химических веществ, образующихся при аварийных ситуациях (рис. 9.12).

Самоспасатели СИП-1, СПИ-20, СПФ, «Экстремал ПРО» (рис. 9.12) предназначены для индивидуальной защиты органов дыхания и зрения человека от вредного воздействия непригодной для дыхания, токсичной и задымленной газовой среды. Применяются при экстренной эвакуации людей в случае террористических актов, а также с мест пожара в общественных зданиях, на транспорте, из жилых домов и т. п.

а

б

в

г



Рис. 9.12. Самоспасатели: а – СИП-1; б – СПИ-20; в – СПФ; г – капюшон «Феникс»; д – «Экстремал ПРО»

Самоспасатель противопожарный СИП-1 предназначен для защиты органов дыхания, зрения и головы при самостоятельной эвакуации из помещений (гостиниц, высотных зданий, вагонов) во время пожара или при других аварийных ситуациях, от любых вредных веществ независимо от их концентрации и при недостатке кислорода в воздухе.

*Порядок выполнения работы*

1. Записать название и цель работы.
2. Законспектировать виды и назначение противогазов в виде табл. 9.3. *Таблица 9.3 Виды и назначение противогазов*

Наименование и марка	Назначение, вид веществ, от которых защищает	Комплектация	Примечание*
Фильтрующие противогазы			
Гражданские			
ГП -5			
...			
... т. л.			

\*В примечании указать, для каких возрастных групп предназначен, особенности марки и т. п.

3. Указать правила пользования противогазами.
4. Измерить при помощи гибкого сантиметра лицевую часть головы и подобрать для себя размер противогаза ГП-5 (ГП-7) по росту.
5. Измерить при помощи гибкого сантиметра высоту своего лица и подобрать размер респиратора У-2К.
6. Показать отчет преподавателю.

**Библиографические ссылки**

1. Безопасность жизнедеятельности : учеб. для вузов / С. В. Белов [и др.] ; под общ. ред. С. В. Белова. – М. : Высш. шк., 2009. – 616 с.
2. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера : учеб. пособие для вузов / В. А. Акимов [и др.]. – М. : Высш. шк., 2008. – 592 с.
3. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие для вузов / Я. Д. Вишняков [и др.]. – М. : Академия, 2008. – 304 с.
4. Емельянов В. М., Коханов В. Н., Некрасов П. А. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие для вузов. – М. : Академический проект : Трикста, 2005. – 480 с.
5. Вознесенский В. В. Средства защиты органов дыхания и кожи. Противогазы, респираторы и защитная одежда, основы их эксплуатации : учеб. пособие. – М. : Воен. знания, 2010. – 80 с.
6. Семенов С. Н., Лысенко В. П. Проведение занятий по гражданской обороне : метод. пособие. – М. : Высш. шк., 1990. – 96 с.

**Практическая работа-семинар  
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ МИРНОГО  
И ВОЕННОГО ВРЕМЕНИ**

*Цель занятия* – развить у студентов информационную коммуникативность, умение вести дискуссию, отстаивать и аргументировать свою позицию, анализировать и синтезировать изучаемый материал, представлять его аудитории.

Результатом проведения данного семинара являются презентации (в Power Point) и мини-доклады студентов по выбранным и заранее проработанным темам рефератов. Обсуждение докладов происходит в диалоговом режиме между студентами, студентами и преподавателем, но без его доминирования.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются возможные темы рефератов в рамках проблемного поля дисциплины, из которых они выбирают тему реферата. При этом можно предлагать и свою тематику, которая реферата должна иметь проблемный и профессионально ориентированный характер, требующий самостоятельной творческой работы студента.

Студенты готовят принтерный вариант реферата, делают по нему презентацию (в Power Point) и доклад перед однокурсниками.

Качество реферата (структура, полнота, новизна, количество использованных источников, самостоятельность при написании, степень оригинальности и инновационности предложенных решений, обобщений и выводов), а также уровень доклада (акцентированность, последовательность, убедительность, использование специальной терминологии) учитываются в системе балльно-рейтингового контроля и при выставлении итоговой зачетной оценки по дисциплине.

Объем реферативной работы 17–20 страниц машинописного текста, оформленного по требованиям нормоконтроля. Наиболее интересные темы выносятся на семинарское обсуждение коллективом группы. На основе реферата делается мини-доклад объемом не более 2 страниц машинописного текста, по времени не более 5–7 минут.

#### *Примерная тематика реферативных работ*

1. Причины затопления. Правила поведения и эвакуация.
2. Понятие «экстремальные ситуации криминального характера». Факторы, влияющие на исход криминальной ситуации.
3. Характеристика городского транспорта с точки зрения представляемых им опасностей.
4. Причины возникновения ЧС. Способы безопасного поведения при различных ЧС.
5. Причины возникновения ЧС на железнодорожном транспорте, способы и средства спасения.
6. Авиационная катастрофа. Характеристика современных средств спасения.
7. Причины возникновения ЧС на водном транспорте. Правила пользования средствами спасения.
8. Характеристика бедствий, связанных с геологическими явлениями (вулканы, оползни, обвалы, сели, землетрясения). Причины их возникновения, способы предупреждения. Правила безопасного поведения.
9. Бури, смерчи, ураганы. Механизм возникновения и способы защиты от них.
10. Виды лесных пожаров. Причины возникновения. Правила безопасного поведения.
11. Современные технические средства и технологии обнаружения пострадавших в завалах разрушенных зданий при ведении поисково-спасательных работ.
12. Само- и взаимопомощь при ожогах, отморожении, утоплении.
13. Восприятие, понимание, оценка, реагирование и поведение людей в ЧС.
14. Характеристика психологии самозащиты, эмоционального состояния, психологического шока.

15. Предназначение и задачи ГО в мирное и военное время.
16. Пункты управления ГО, характеристика служб ГО, сил и средств.
17. Порядок действия по сигналам оповещения ГО.
18. Аварии на объектах народного хозяйства, характеристика очагов поражения и возможные последствия.
19. ЧС локального действия в природе. Смена климатогеографических условий. Правила безопасного поведения при акклиматизации.
20. Природа возникновения землетрясений. Основные параметры землетрясений. Правила безопасного поведения при землетрясении.
21. Правила поведения взрослых по защите детей при возникновении ЧС.
22. Автономное существование человека в природных условиях. Правила поведения при вынужденной автономии.
23. Терроризм. Действия при обнаружении подозрительных предметов. Правила поведения при возникновении террористического акта.
24. Радиационно опасные объекты. Характеристика очагов поражения. Правила поведения при радиационных авариях и катастрофах.
25. Химически опасные объекты. Характеристика, поражающие факторы АХОВ. Действия населения при авариях с выбросом АХОВ.
26. Логика и правила безопасности. Законодательная основа обеспечения безопасности граждан РФ. Классификация ЧС.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современное общество развивается в условиях нарастающего кризиса взаимоотношений человека и окружающей среды. В последние годы это отражается ростом количества техногенных и социально обусловленных катастроф и чрезвычайных ситуаций. Воздействие человека на окружающую среду по своим масштабам, интенсивности и сложности соизмеримо со стихийными бедствиями. Мир опасностей в техносфере непрерывно нарастает, а методы и средства защиты от них создаются и совершенствуются со значительным опозданием. Остроту проблем безопасности практически всегда оценивали по результату воздействия негативных факторов – числу жертв и материальному ущербу. Выработанные на такой основе защитные мероприятия оказывались и оказываются несвоевременными и недостаточно эффективными. В этих условиях все более необходимым становится формирование знаний по безопасности жизнедеятельности как условие обеспечения устойчивого и безопасного существования в различных сферах.

Средством достижения этой цели является реализация обществом знаний и умений, направленных на уменьшение в техносфере физических, химических, биологических и иных негативных воздействий до допустимых значений. Это и определяет совокупность знаний, входящих в науку о безопасности жизнедеятельности.

В настоящем учебном пособии представлены теоретические основы и практические задания по разделам дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Данная работа направлена на развитие и приобретение практических навыков в области:

- анализа и оценки воздействия вредных и опасных факторов на окружающую среду и человека;
- расследования несчастных случаев на производстве;
- оказания первой медицинской помощи при несчастных случаях;
- эвакуации при пожаре;
- изучения способов и средств пожаротушения;
- защиты от ионизирующих излучений;

- назначения и применения средств индивидуальной защиты органов дыхания;
- изучения сигнальных цветов и знаков безопасности.

Знания по безопасности жизнедеятельности нужны и актуальны не только в производственной сфере, но и в бытовой. В условиях производства они помогут научиться прогнозировать негативные воздействия и обеспечивать безопасность принимаемых решений на стадии их разработки, а в бытовой сфере помогут активно использовать защитные средства и мероприятия, ограничивая зоны действия и уровни негативных факторов.