

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Политехнический институт  
Факультет «Заочный»  
Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой БЖД

\_\_\_\_\_/А.И. Сидоров/  
\_\_\_\_\_ 2019 г.

Анализ влияния токсичных продуктов горения на организм пожарного

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР

Руководитель работы, доцент

\_\_\_\_\_/И.П. Палатинская/  
\_\_\_\_\_ 2019 г.

Автор работы:

студент группы ПЗ-658

\_\_\_\_\_/Д.С. Гурьянов/  
\_\_\_\_\_ 2019 г.

Нормоконтролер, доцент

\_\_\_\_\_/Г.А. Полунин/  
\_\_\_\_\_ 2019 г.

## АННОТАЦИЯ

Гурьянов Д. С. Анализ влияния токсичных продуктов горения на организм пожарного. – Челябинск: ЮУрГУ, ПЗ; 2019, 48 с. 23 ил., библиогр. список – 21 наим.

В данной работе на основе изучения литературных источников и нормативных документов проведен анализ влияния токсичных продуктов на организм пожарного. Рассмотрены два класса токсичных веществ: неорганические и органические. Дана характеристика этих веществ и указаны источники их образования.

Для оценки воздействия вредных веществ, выделяющихся при пожаре, проанализировано их влияние на организм человека. Представлены сведения о допустимой концентрации различных веществ, а также рассмотрено влияние совокупного воздействия нескольких факторов.

Классифицированы существующие средства защиты органов дыхания пожарного от воздействия продуктов горения.

					20.05.01.2019.515 ПЗ ВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Анализ влияния токсичных продуктов горения на организм пожарного	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Гурьянов Д.С.					3	48
Провер.		Палатинская ИС				ЮУрГУ (НИУ) Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»		
Реценз.								
Н. Контр.		Полунин Г.А.						
Утверд.		Сидоров А.И						

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 АНАЛИЗ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, ВЫДЕЛЯЮЩИХСЯ ПРИ ПОЖАРЕ.....	7
1.1 Неорганические вещества.....	10
1.2 Органические вещества.....	12
2 ВОЗДЕЙСТВИЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОРГАНИЗМ ПОЖАРНОГО .....	16
2.1 Неорганические вещества.....	16
2.2 Органические вещества.....	22
2.3 Концентрация веществ.....	27
3 АНАЛИЗ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ.....	31
ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ.....	31
3.1 Анализ фильтрующих СИЗОД .....	32
3.2 Анализ изолирующих СИЗОД.....	34
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	45
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	47

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ВВЕДЕНИЕ

Ежедневно на тушении пожаров участвуют сотни специалистов пожарной охраны. В практике пожарного встречаются различные виды пожаров: наружные, внутренние, открытые и скрытые. Горению подвержены материалы и вещества различного агрегатного состояния: твердые, жидкие, газообразные. Независимо от вида пожара, в нем происходят процессы горения различных предметов, вещей, продуктов [3].

Горение – сложный физико-химический процесс взаимодействия горючего вещества и окислителя, сопровождающийся выделением тепла и излучением света. Окислителями в процессе горения могут быть кислород, хлор, бром и некоторые другие вещества [1].

Горючее вещество – сложная смесь химических соединений. Такими веществами являются древесина, торф, каменный уголь, нефть, бензин и др. Также горючим веществом является и смесь газов (природный, водяной, газогенераторный) [1].

При взаимодействии горючих веществ с окислителями выделяются различные продукты горения, о классификации которых будет изложено в данной работе. Повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения является одним из наиболее опасных факторов и ведет к наибольшему количеству человеческих жертв, потому что токсичные вещества опасные для жизни человека начинают образовываться уже через несколько минут после возникновения источника пожара в закрытых помещениях [6].

Продукты горения оказывают влияние на организм пожарного каждый по-своему. Одни приводят к смерти, другие причиняют вред здоровью. О том, в какой степени тот или иной продукт горения причиняет вред организму пожарного и о способах их ликвидации также будет изложено ниже [1].

Теоретическое изучение влияния вредных веществ, выделяющихся при пожаре, на организм пожарного позволит разработать основные требования к средствам защиты. При этом необходимо определить опасные факторы, воздействующие на пожарных, а также исследовать состав продуктов горения.

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Цель работы – проведение исследования влияния вредных веществ, выделяющихся при пожаре, на организм пожарного, и способов защиты от них.

В соответствии с поставленной целью сформулированы задачи работы:

- 1) провести анализ вредных веществ, выделяющихся при горении различных веществ;
- 2) дать характеристику воздействия этих веществ на организм пожарного;
- 3) рассмотреть существующие способы и средства ликвидации вредных веществ, выделяющихся при пожаре.

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 1 АНАЛИЗ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, ВЫДЕЛЯЮЩИХСЯ ПРИ ПОЖАРЕ

Пожар – неконтролируемый процесс горения, причиняющий материальный ущерб, опасность жизни и здоровью людей и животных. несоблюдение правил эксплуатации производственного оборудования и электрических устройств [1].

Горение возможно при наличии трех составляющих: горючее вещество, окислитель и источник зажигания. Так называемый «треугольник пожара» изображен на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Треугольник пожара

Горение является процессом окисления, в результате которого выделяются теплота и продукты горения, наблюдаемые в виде дыма [1].

Дым представляет собой дисперсную систему, состоящую из мельчайших негоревших твердых, жидких или газообразных частиц горящего вещества размерами менее 0,1 мкм, находящихся во взвешенном состоянии [1].

Дым способен адсорбировать на своей поверхности не только газы, но и пары жидкости; при этом он затрудняет видимость и подавляет дыхательные функции человека. Дым обладает большой устойчивостью. Это объясняется тем, что частицы дыма вследствие трения между собой несут на себе электрические заряды. Если эти частицы состоят из металлоидов или их оксидов, то они несут на себе положительные заряды. Если же в состав дыма входят частицы металлов и их оксидов или гидратов, то частицы эти несут на себе отрицательные заряды. Частицы, несущие на себе одноименные заряды, отталкиваются друг от друга, что

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

увеличивает стойкость дыма, мешая частицам слипаться и выпадать в виде аэрогелей [1].

Выход дыма при горении сильно зависит от условий горения. Масса образующегося дыма при тлении может увеличиваться многократно. Например, для дерева относительная масса дыма при небольших пожарах составляет 3–6 % от массы сгораемого вещества, при тлении увеличиваясь до 15 %; при горении нефтепродуктов, пластмасс, резины – от 1 до 15 % и от 5 до 40 % – при тлении; в качестве усредненной оценки можно принять 4 % [7].

Свойства дымовых продуктов и степень задымления во многом зависят от температуры дыма. Образующийся при пожаре в зданиях дым может распространяться из помещения в помещение через проемы, щели и мелкие отверстия в ограждающих конструкциях. Наибольшая опасность задымления помещений создается в случае, если дымом заполнены лестничные клетки, коридоры, вентиляционные каналы и шахты лифтов. Характеристика дыма (представлена в таблице 1.1) зависит от вида горящих веществ и материалов. По цвету дыма можно определить основной вид горящих материалов, что имеет существенное значение при оценке обстановки на пожаре и принятии решений о тактике его тушения [1].

Таблица 1.1 – Характеристика дыма, образующегося при горении различных продуктов

Вещество	Характеристика дыма		
	Цвет	Запах	Вкус
Бумага, сено, солома	Беловато-жёлтый	Специфический	Кисловатый
Кожа, шерсть, волосы	Серый, жёлтый	Раздражающий	Кисловатый
Древесина	Серовато-чёрный	Смолы	Кисловатый
Калий металлический	Плотный белый	Не имеет	Кисловатый
Магний	Белый	Не имеет	Металлический
Нефтепродукты	Чёрный, коптящий	Нефти	Металлический
Азотистые соединения	Жёлто-бурый	Раздражающий	Металлический

Продолжение таблицы 1.1

Вещество	Характеристика дыма		
	Цвет	Запах	Вкус
Сера	Неопределённый	Сернистый	Кислый
Фосфор	Плотный белый	Чеснока	Не имеет
Хлопок, ткани	Бурый	Чеснока	Не имеет

Продукты горения – вещества, выделяющиеся во время сжигания. Таким образом, продуктами горения являются дым, зола, копоть, выделяемые газы, в том числе выхлопные, и др. [1].

Большинство продуктов горения, выделяющиеся при горении, в той или иной мере являются вредными для организма пожарного. Продукты горения состоят из веществ, которые в свою очередь подразделяются на органические (природные) и синтезированные человеком (рисунок 1.2) [1].



Рисунок 1.2 – Продукты горения в зависимости от природы вещества

Изменение состава атмосферного воздуха в обычных условиях невелико и оно не оказывает существенного влияния на организм человека. В условиях пожара состав воздуха может резко изменяться. Для большинства пожаров наиболее характерны четыре вещества, выделяющиеся в процессе горения: оксид углерода, диоксид углерода (выделяются при горении практически любых материалов), синильная кислота и цианиды водорода (выделяются при горении синтетических и лакокрасочных материалов).

Далее подробнее охарактеризуем некоторые вещества различной природы.



## 1.1 Неорганические вещества

*Углекислый газ (диоксид углерода)* – является продуктом полного сгорания вещества. Это газ без цвета и запаха, с кисловатым вкусом. В малых концентрациях углекислый газ не только безвреден, но и необходим, так как является возбудителем, действующим на дыхательный центр. Но его высокие концентрации опасны для жизни человека. При атмосферном давлении диоксид углерода не существует в жидком состоянии, переходя непосредственно из твёрдого состояния в газообразное. Твёрдый диоксид углерода называют сухим льдом. При повышенном давлении и обычных температурах углекислый газ переходит в жидкость, что используется для его хранения [2].

Следует отметить, что реакция человека на различные концентрации углекислого газа в воздухе субъективна. Очень многие совершенно не ощущают присутствия углекислого газа и незаметно для себя отравляются настолько сильно, что теряют сознание. Отравление, вызванное вдыханием небольшого количества углекислого газа, быстро и бесследно исчезает, если дать возможность пострадавшему дышать нормальным атмосферным воздухом. Однако тяжелые случаи отравления, сопровождающиеся потерей сознания, вызывают серьезные изменения в организме и требуют немедленного медицинского вмешательства [2].

*Оксид углерода (оксид углерода)* – или угарный газ, является продуктом неполного сгорания веществ. Оксид углерода – газ легче воздуха, без цвета, запаха и вкуса. В воде оксид углерода почти не растворяется. Выделяется в большом количестве при горении бензина [2].

Токсическое (отравляющее) действие оксида углерода на организм человека заключается в том, что под его влиянием кровь теряет возможность поглощать кислород. Оксид углерода активно соединяется с гемоглобином крови, образуя стойкое соединение – карбоксигемоглобин [2].

Сродство оксида углерода с гемоглобином очень велико и примерно в 300 раз превосходит сродство кислорода с гемоглобином. Следовательно, если в воздухе будет в 300 раз меньше оксида углерода, чем кислорода, то с гемоглобином крови соединяется одинаковое количество кислорода и оксида углерода. Если в воздухе находится большее количество оксида углерода, то оно, соединяясь с

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

гемоглобином, лишает кровь возможности обогащаться кислородом. Выделяется при горении бензина [2].

*Синильная кислота (цианистый водород)* – бесцветная низкокипящая легколетучая жидкость, легче воды, в воде растворима, со слабым запахом горького миндаля. Пары легче воздуха. Легко воспламеняется от искр и пламени, горит фиолетовым пламенем. Пары образуют с воздухом взрывоопасные смеси. Возможен смертельный исход при вдыхании, попадании на кожу. Выделяется при горении тканей, шерсти, волос и кожи, а также при горении нитролаков и нитроэмалей [2].

*Сернистый газ* – бесцветен, имеет резкий вкус и запах, весьма ядовит, более чем в два раза тяжелее воздуха. В промышленности сернистый газ используют главным образом для производства серной кислоты. Выделяется при горении соломы, шёлка и шерсти, а также при горении вина (пищевая добавка E220) [2].

*Сероводород* – бесцветный газ с неприятным запахом тухлых яиц, тяжелее воздуха, растворим в воде. Скапливается в низких участках поверхности, подвалах, тоннелях. Сероводород горит, образуя с воздухом взрывоопасные смеси. Возможен смертельный исход при вдыхании. Выделяется при горении природного и вулканического газов [2].

*Аммиак* – газ без цвета, с характерным запахом, растворим в воде. Пары аммиака образуют с воздухом взрывоопасные смеси. Горит при наличии постоянного источника огня. Емкости с аммиаком могут взрываться при нагревании. Во избежание взрыва запрещается входить в заполненные аммиаком помещения с открытым пламенем, включать электроприборы [2].

Аммиак опасен при вдыхании. В больших количествах может выделяться при авариях и пожарах на холодильных установках, заводах по производству азотных удобрений [2].

*Оксид азота* – бесцветный, малорастворимый в воде газ, слабый окислитель, является исходным веществом для получения азотной кислоты. NO, – сильный окислитель, с водой образует азотистую кислоту. Выделяется при горении азотистой кислоты [2].

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

*Фосген* – бесцветный газ с запахом прелого сена или гнилых яблок, негорюч, в 3,48 раза тяжелее воздуха. Использовался в Первую мировую войну как боевое отравляющее вещество. Выделяется при горении бензина, толуола, уксусной кислоты [2].

*Хлор* – газ желто-зеленого цвета с резким запахом. Хлор в 2,5 раза тяжелее воздуха, растворяется в воде. Сильный окислитель, не горюч. Выделяется при горении. Хлор применяют во многих отраслях промышленности науки и бытовых нужд [2].

*Фтороводород* – бесцветный токсичный газ, с резким запахом. Применяют для получения криолита, фтористых производных урана, фреонов, фторорганических веществ, матового травления силикатного стекла [2].

## 1.2 Органические вещества

*Ацетилен* – бесцветный газ с характерным запахом, легче воздуха, нерастворим в воде. Легко воспламеняется от искр и пламени. Пары образуют с воздухом взрывоопасные смеси, которые могут распространяться далеко от места утечки. Опасен при вдыхании. Ацетилен используют для газовой сварки и резки металлов. Также для получения уксусной кислоты, этилового спирта, растворителей, пластических масс и каучука (рисунок 1.3) [2].



Рисунок 1.3 – Каучук

*Формальдегид* – бесцветный газ с резким запахом, хорошо растворимый в воде, спиртах и полярных растворителях. Основная часть формальдегида используется для производства фенолформальдегидных, а также карбамидформальдегидных и меламинформальдегидных смол, которые далее идут на производство ДСП, фанеры и мебели (рисунок 1.4). Также из них

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

производят формовочные материалы. Полученные смолы находят применение в качестве вспомогательных реагентов в текстильной и кожевенной промышленности, производстве резины и цемента. Небольшая доля карбамидоформальдегидных смол используется для получения вспененных пластмасс [2].



Рисунок 1.4 – Древесно-стружечные плиты (ДСП)

*Винилхлорид* – хлористый газ со слабым сладковатым запахом. Вещество является чрезвычайно огнеопасным и взрывоопасным. В настоящее время 98-99% всего производимого винилхлорида используется для дальнейшего производства ПВХ (рисунок 1.5) [2].



Рисунок 1.5 – Пластиковая панель ПВХ

*Акролеин* – простейший не насыщенный альдегид. Бесцветное легколетучее, слезоточивое жидкость с резким запахом. Используется в производстве лекарственных препаратов. Во время Первой мировой войны использовался в качестве химического оружия [2].

*Ацетон* – простейший представитель насыщенных кетонов. Бесцветная подвижная летучая жидкость с характерным резким запахом. Ацетон является

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

популярным растворителем. В частности, он используется как растворитель в производстве лаков, взрывчатых веществ, лекарственных препаратов. Также является очистителем инструмента и поверхностей от монтажной пены [2].

*Фенол* – простейший представитель класса фенолов. Представляет собой бесцветные игольчатые кристаллы, розовеющие на воздухе из-за окисления. Обладают специфическим запахом, таким как запах гуаши. Умеренно растворим в воде. 44 % фенола расходуется на производство бесфенола А, который, в свою очередь, используется для производства поликарбонатов и эпоксидных смол. Около 12 % фенола гидрированием превращается в циклогексаном, используемый для получения искусственных волокон – нейлона и капрона. В России большое количество фенола используется в нефтепереработке, в частности, для селективной очистки масел [2].



Рисунок 1.6 – Фенол

*Стирол* – бесцветная ядовитая жидкость, со специфическим запахом. Он практически не растворим в воде, хорошо растворим в органических растворителях, хороший растворитель полимеров. Стирол применяют почти исключительно для производства полимеров [2].

*Бензол* – бесцветная жидкость со специфическим сладковатым запахом. Бензол входит в состав бензина, широко применяется в промышленности, является исходным сырьем для производства лекарств, различных пластмасс, синтетической резины и красителей [2].

*Диэтиловый эфир* – бесцветная, прозрачная, очень подвижная, летучая жидкость со своеобразным запахом и жгучим вкусом. Легко воспламеняется, в

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

том числе пары. В медицине используется в качестве лекарственного средства для анестезии [2].

Содержание в воздухе различных вредных веществ может оказаться причиной выхода из строя личного состава. Для предотвращения несчастных случаев необходимо хорошо знать, какие вредные примеси могут содержаться в воздухе при пожарах на различных объектах. Кроме того, для правильного выбора средств защиты, а также оказания соответствующей помощи, важно изучить влияние того или иного вещества на организм человека. Охарактеризовав основные вредные вещества и источники их образования, в следующем разделе проанализируем опасность, связанную с их выделением.

Выводы по разделу один

В данном разделе проведен анализ вредных веществ, выделяющихся при горении органических и неорганических горючих веществ: перечислены основные вещества и источники их образования. Предсказать полный перечень веществ, который может образоваться на пожаре сложно, так как в строительстве, быту или на производстве применяется одновременно несколько материалов. Кроме того, формирующиеся при термическом разложении молекулы веществ могут химически взаимодействовать между собой с образованием новых токсичных соединений. Таким образом, на человека действует комбинация токсико-химических продуктов горения, при этом вклад «мажорных» компонентов достаточно хорошо изучен, в то время как «минорная» составляющая пожаров и ее роль в формировании токсического процесса требует изучения. К «мажорным» компонентам относят как неорганические, так и органические соединения, которые наиболее часто встречаются на пожарах и в значительных концентрациях: CO, HCl, HCN, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, акролеин, бензол. Таким образом, сделан вывод о равноопасности органических и неорганических токсичных веществ.

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2 ВОЗДЕЙСТВИЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОРГАНИЗМ ПОЖАРНОГО

При анализе вредных веществ, выделяющихся при пожаре, в предыдущей главе принято условное разделение этих веществ на две обширные группы: неорганические и органические. В данной главе рассмотрено действие на организм человека вредных веществ, относящихся к обеим группам: как те или иные вещества влияют на организм пожарного, какова предельно допустимая концентрация для различных веществ, а также какой эффект наблюдается при совокупном влиянии нескольких вредных веществ.

### 2.1 Неорганические вещества

#### *Диоксид углерода, углекислый газ*

Описание воздействия: Вызывает учащение дыхания и увеличение легочной вентиляции, оказывает сосудорасширяющее действие, вызывает сдвиг рН крови, также вызывает повышение уровня адреналина [3].

Влияние различной концентрации на человеческий организм представлено на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Влияние концентрации диоксида углерода на организм человека

Симптомы:

- гиперемия кожных покровов на лице и шее;
- общая слабость;
- редкие приступы рвоты;
- нарушение координации и шаткость движения;
- скачок показателя артериального давления;
- сонливость;
- сбой концентрации и понижение внимания;
- чувство першения и дискомфорт в горле;
- появление сухого кашля.

*Оксид углерода, угарный газ*

Описание воздействия: в результате соединения с гемоглобином крови, образуется неактивный комплекс – карбоксигемоглобин, вызывающий нарушение доставки кислорода к тканям организма [3]. На рисунке 2.2 представлена схема действия.

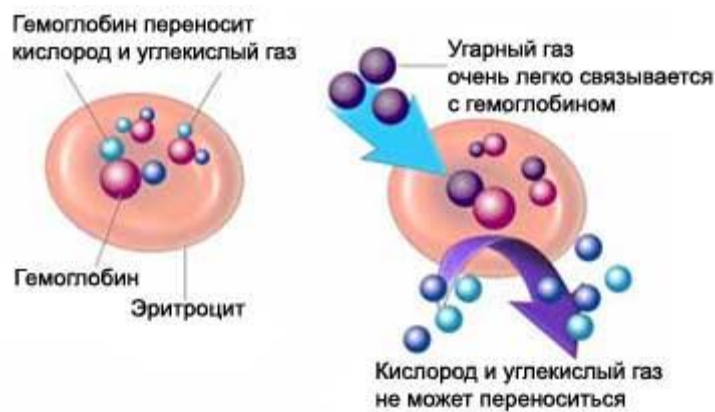


Рисунок 2.2 – Действие угарного газа

Симптомы:

- головокружение;
- рвота;
- судороги;
- шум в ушах;
- потеря сознания;



- отдышка;
- учащенное дыхание.

Выделяют несколько степеней тяжести отравления угарным газом (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 – Степень тяжести отравления угарным газом

### *Синильная кислота или цианистый водород*

Описание воздействия: Вызывает нарушение тканевого дыхания вследствие подавления деятельности железосодержащих ферментов, ответственных за использование кислорода в окислительных процессах. Вызывает паралич нервных центров [3].

Симптомы:

- судороги;
- поверхностное дыхание;
- нитевидный пульс с признаками аритмии;
- потеря сознания;
- отдышка;
- горький вкус во рту;
- интенсивное слюноотделение.

### *Сернистый газ*

Описание воздействия: Сернистый газ обладает сильно раздражающим действием на слизистые оболочки. Это обусловлено тем, что при контакте с водой он образует сернистую и серную кислоты. При длительном контакте оказывает резорбтивное действие, нарушая ряд обменных и ферментативных процессов [3].

#### Симптомы:

- насморк и кашель;
- хрипота и першение в горле;
- боль в животе, расстройство пищеварения;
- мигрень;
- затруднение речи;
- рвота;
- сложности с дыханием и глотательным рефлексом.

### *Сероводород*

Описание воздействия: Основными путями поступления являются органы дыхания. В случаях аварии или нарушения технологического процесса при попадании в организм большого количества сероводорода может наступить острое отравление [3].

#### Симптомы:

- резкая слабость;
- повышение температуры тела;
- тошнота;
- диарея;
- мышечная боль;
- ускоренное сердцебиение.

### *Аммиак*

Описание воздействия: при попадании в кровяное русло аммиак вызывает резкое расширение кровеносных сосудов и, как следствие, падение артериального давления, вплоть до развития коллапса. Кроме того, аммиак обладает выраженным раздражающим действием на кожу, слизистые оболочки

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

дыхательных путей, глаз, контакт с ним вызывает химический ожог [3]. На рисунке 2.4 схематично изображен механизм действия аммиака.

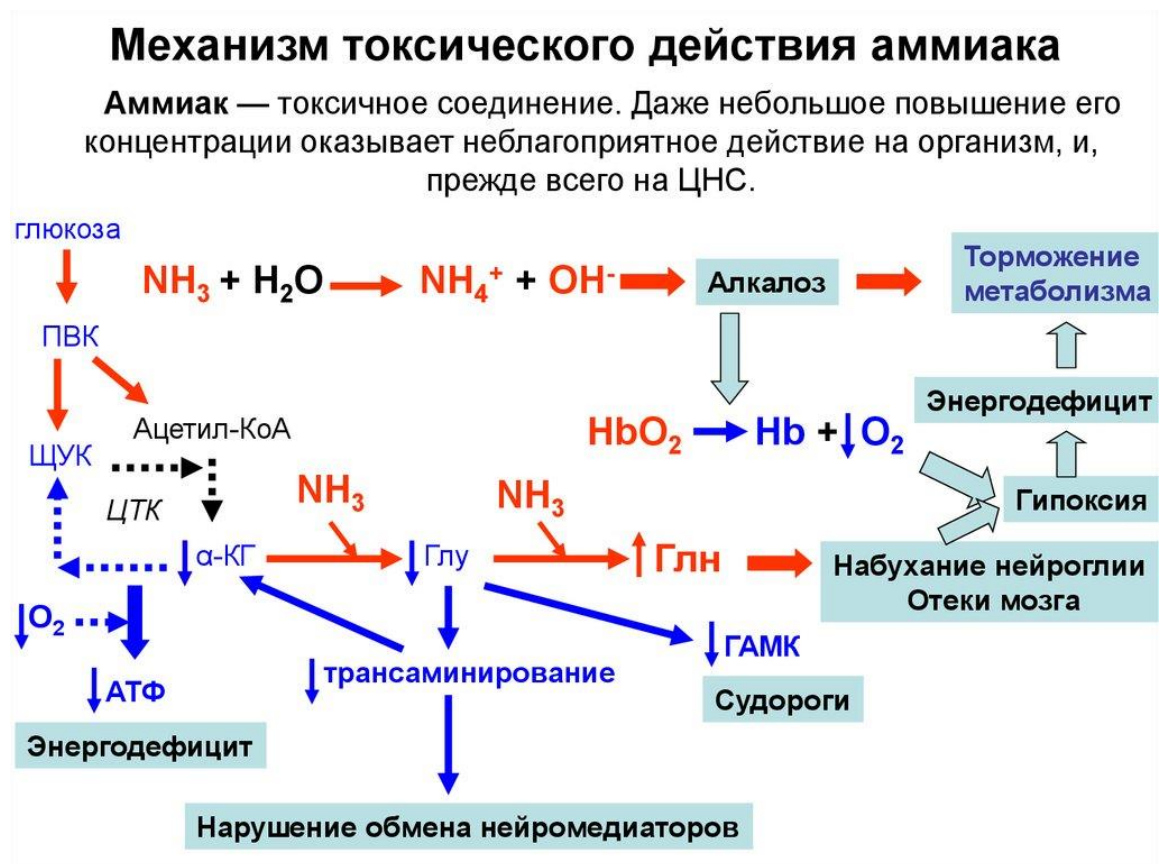


Рисунок 2.4 – Действие аммиака

Симптомы:

- слезотечение, светобоязнь;
- обильное выделение жидкости из носа, усиленное слюноотделение;
- осиплость голоса, болезненность и чувство першения в горле;
- сухой приступообразный кашель;
- боль и чувство сдавливания в грудной клетке;
- нарушение дыхания;
- интенсивная головная боль;
- образование на коже волдырей.

*Оксид азота*

Описание воздействия: при попадании в кровь, образуются нитриты и нитраты, которые переводят оксигемоглобин в метгемоглобин, что вызывает кислородную недостаточность организма, обусловленную поражением

дыхательных путей [3]. На рисунке 2.5 приведена схема основных эффектов окиси азота.



Рисунок 2.5 – Действие оксида азота

Симптомы:

- нарушение дыхания;
- ощущение общей слабости, заторможенность;
- боль в области грудной клетки;
- посинение носогубного треугольника ног и рук;
- тахикардия – учащенное сердцебиение;
- гипертермия – повышение температуры тела.

*Фосген*

Описание воздействия: основным звеном патогенеза при отравлении фосгеном является токсический отек легких и последующее расстройство нервно-рефлекторного происхождения. Несмотря на быстрое разрушение в организме человека, попадание этого газа в бронхолегочный аппарат успевают нарушить легочные мембраны и усилить их проницаемость. Быстро развивающаяся гипоксия, и ацидоз приводит к тому, что плазма крови легко попадает в полость альвеол [3].

Симптомы:

- легкое головокружение;
- раздражение слизистых оболочек глаз и слезотечение;
- першение в носоглотке или кашель;
- тошнота и рвота.

									Лист
									21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

## *Хлор*

Описание воздействия: механизм повреждающего действия хлора на клетки дыхательной системы связывают с его высокой окислительной активностью, способностью при взаимодействии с водой образовывать соляную (резкое изменение рН среды и денатурация макромолекул) и хлорноватистую кислоты [3].

### Симптомы:

- заболевания нижних и верхних дыхательных путей;
- конъюнктивит;
- токсическая пневмония;
- бронхоэктатическая болезнь;
- эмфизема легких;
- токсический отек легких;
- паралич сосудодвигательного центра;
- острая сердечная недостаточность;
- паралич дыхательного центра.

## *Фтороводород*

Описание воздействия: Вызывает образование язв на слизистые оболочки глаз и дыхательных путей, носовые кровотечения, спазм гортани и бронхов, поражение ЦНС, печени. Наблюдается сердечно-сосудистая недостаточность [3].

### Симптомы:

- кашель и приступы удушья;
- одышка и озноб;
- тошнота и рвота;
- судороги;
- желтуха, анурия.

## 2.2 Органические вещества

### *Ацетилен*

Описание воздействия: вещество может всасываться в организм при вдыхании. При утечке содержимого этот газ может привести к гибели от

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

удушения, вследствие снижения содержания кислорода в воздухе в замкнутом пространстве. Быстрое испарение жидкости может вызвать обморожение. Вещество может оказывать действие на нервную систему [3].

Симптомы:

- головная боль;
- общая слабость;
- одышка, затруднение дыхания;
- галлюцинации;
- потеря сознания;
- коматозное состояние.

*Формальдегид*

Описание воздействия: влияние формальдегида на организм человека крайне негативное – вещество вызывает сильнейшую интоксикацию, которая сравнима с отравлением мышьяком или синильной кислотой. Больше всего страдают центральная нервная система, слизистые оболочки и органы дыхания. Систематическое воздействие приводит к тяжёлому отравлению и опасным осложнениям [3].

Симптомы:

- кашель, затрудненное дыхание и приступы астмы;
- жжение слизистых оболочек, а также в глотке, желудке и по ходу пищевода;
- диарея и рвота с примесью крови, жажда;
- бледность кожных покровов;
- слабость и быстрая утомляемость;
- бессонница и судороги по ночам;
- нарушение координации движения;
- раздражительность, частая смена настроения;
- сильные головные боли;
- интенсивное снижение массы тела.

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### *Винилхлорид*

Описание воздействия: оказывает комплексное токсическое воздействие на организм человека, вызывая поражение ЦНС, костной системы, системное поражение соединительной ткани, мозга, сердца. Поражает печень, вызывая ангиосаркому. Вызывает иммунные изменения и опухоли, оказывает канцерогенное, мутагенное и тератогенное действие. Физиологическое воздействие винилхлорида на людей имеет преимущественно ингаляционный характер, причём его опасная концентрация в воздухе (1 часть на миллион) ниже предела его обнаружения человеком посредством обоняния (3000 частей на миллион) [3].

#### Симптомы:

- сонливость;
- потеря координации;
- визуальные и слуховые отклонения;
- дезориентация;
- головная боль;
- тошнота.

### *Акролеин*

Описание воздействия: малая растворимость акролеина в воде способствует проникновению его в глубокие отделы органов дыхания, он вызывает тяжелые поражения ткани легких. Первичное раздражение слизистых оболочек дыхательных путей приводит к рефлекторным изменениям центральной нервной системы. Поступление акролеина в кровь сопровождается проявлениями общетоксического характера [3].

#### Симптомы:

- жжение в глазах, слезотечение;
- кашель;
- тошнота, рвота, головокружение;
- возбуждение;
- дезориентация в пространстве;
- снижение сердечной деятельности.

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### *Ацетон*

Описание воздействия: сильно раздражает слизистые оболочки, длительное вдыхание больших концентраций паров приводит к возникновению воспаления слизистых оболочек, отёку лёгких и токсической пневмонии. Пары оказывают слабое наркотическое действие, сопровождаемое, чаще всего, дисфорией [3].

#### Симптомы:

- покраснение глаз;
- раздражение дыхательных путей;
- воспаление и отечность слизистой оболочки ротоглотки;
- запах ацетона изо рта;
- мучительная тошнота, повторяющаяся рвота;
- интенсивная боль в животе;
- головная боль;
- нарушение координации движений;
- выраженное снижение давления;
- обморочное состояние;
- выраженная сонливость;
- галлюцинации.

### *Фенол*

Описание воздействия: при попадании на кожу или слизистые соединения быстро всасывается, преодолевает гематогенный барьер и с кровью разносится по всему телу. Первым на воздействие яда реагирует головной мозг [3].

#### Симптомы:

- возбуждение, которое длится непродолжительно и сменяется раздражением;
- апатия, безразличие к происходящему вокруг, человек находится в угнетенном состоянии;
- общая слабость, вялость, упадок сил;
- кожа становится бледной и холодной на ощупь, при тяжелом состоянии приобретает синий оттенок;

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



- развивается кашель и спастические сокращения гортани.

### *Стирол*

Описание воздействия: попасть в организм человека стирол, запах которого очень неприятен, может как через верхние дыхательные пути, так и через желудочно-кишечный тракт. При непосредственном контакте с жидкостями, содержащими его, он может впитываться и через кожу [3].

#### Симптомы:

- подергивания в мышцах, которые способны переходить в тонические и клонические судороги;
- зрачки практически не реагируют на свет;
- потеря сознания;
- снижение артериального давления;
- учащенное дыхание;
- бледность кожных покровов;
- снижение температуры тела.

### *Бензол*

Описание воздействия: бензол проникает в человеческий организм с вдыхаемым воздухом в виде паров. Проникновение через органы дыхания является ведущим путем попадания этого вещества. Так же он проникает в организм через кожу. Но он имеет меньшее значение, по сравнению с воздушным. При кратковременном вдыхании паров бензола отравление не возникает. При длительных контактах или при воздействии высоких доз этого ядовитого вещества, он проникает в кровь и начинает циркулировать в организме. Затем выводится в основном через дыхательные пути, частично почками. При грудном вскармливании он выделяется и с молоком [3].

#### Симптомы:

- появляется головокружение;
- слабость;
- шум в ушах;
- тошнота, рвота;
- нарушение координации движений.

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### *Диэтиловый эфир*

Описание воздействия: стабилизированный эфир имеет достаточно выраженное наркотическое действие. На ЦНС лекарственное средство воздействует следующим образом: сначала на головной мозг, потом на подкорковую область, продолговатый и спинной мозг. Важнейшие центры продолговатого мозга стойки к данному анестетическому средству, поэтому врачи могут получить при его применении глубокий наркоз, при котором будут полностью отсутствовать двигательные спинномозговые рефлексы. Если имеет место передозировка эфиром, то наблюдается быстрое снижение давление крови и может остановиться дыхание [3].

Симптомы:

- боли в животе, понос;
- слюнотечение;
- рвота с примесью крови;
- кашель и чихание;
- раздражение конъюнктивы глаз и слизистой носа;
- нарушение координации, шаткость походки;
- судороги;
- коматозное состояние.

### 2.3 Концентрация веществ

Токсичность продуктов горения (степень вредного воздействия на организм) при пожаре в первую очередь определяется двумя факторами:

- плотность токсичных газов на уровне органов дыхания человека;
- временем воздействия токсичных газов на организм человека [8].

Все продукты горения (вещества) в той или иной мере оказывают влияние на организм пожарного. Большинство веществ смертельно опасны. Знание соотношений различной концентрации со временем воздействия позволит принять соответствующие меры по их органичению.

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

По информации, приведенной в [4], составлена таблица 2.1, отражающая данные о концентрации веществ, вредных или смертельно опасных для организма пожарного.

Таблица 2.1 – Концентрации веществ

Вещество	Разовая, мг/м <sup>3</sup>	Среднесуточная, мг/м <sup>3</sup>
Углекислый газ	0,085	0,085
Угарный газ	5	3
Цианистый водород	–	0,01
Сернистый газ	0,5	0,05
Сероводород	0,3	0,008
Аммиак	0,2	0,04
Оксид азота	0,4	0,06
Фтороводород	0,02	0,005
Формальдегид	0,035	0,003
Винилхлорид	–	0,01
Акролеин	0,03	0,03
Ацетон	0,35	0,35
Фенол	0,01	0,003
Стирол	0,04	0,002
Бензол	0,3	0,1

В настоящее время, нормируются предельные значения опасных факторов пожара, рассмотренные независимо друг от друга. Современные данные показывают, что при одновременном поступлении продуктов горения в организм человека, наблюдается сложный эффект совместного воздействия. Выделяется три типа воздействия: суммирование (аддитивность) (конечный результат одновременного действия нескольких токсичных веществ равен сумме эффектов каждого из них), потенцирование/синергизм (конечный результат больше арифметической суммы отдельных эффектов) и антагонизм (снижение эффекта совместного действия ядов по сравнению с предполагаемой суммой отдельных эффектов) [5, 7]. Различные типы влияния отражены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Примеры различных типов влияния опасных факторов пожара, выделяющихся при горении

Взаимодействующие вещества	Описание воздействия	Тип воздействия
СО + недостаток кислорода	Биологические эффекты суммируются	Аддитивность
СО + СО <sub>2</sub>	Снижение токсичности СО в присутствии СО <sub>2</sub>	Антагонизм

Продолжение таблицы 2.2

Взаимодействующие вещества	Описание воздействия	Тип воздействия
CO + HCl	При концентрации близкой к летальной HCl отягощает интоксикацию CO (суммирование эффектов). При невысоких концентрациях, HCl рефлекторно уменьшает частоту дыхания, ограничивая поступление CO в организм (антагонистическое влияние).	Аддитивность/антагонизм
CO + CO <sub>2</sub> + недостаток O <sub>2</sub>	Нивелирует антагонистическое влияние CO <sub>2</sub> на токсичность CO	Сложное комплексное воздействие
CO + NO <sub>2</sub> + SO <sub>2</sub>	Присутствие CO и NO <sub>2</sub> существенно усиливает токсичность CO и отчасти друг друга	Синергизм
CO + NO <sub>2</sub> + HCl + сажа	Ведущая роль в формировании токсического эффекта принадлежит CO. При низких уровнях содержания CO, проявляются показатели, характеризующиеся интоксикацией хлороводорода. Влияние аэрозольного компонента проявляется следующим образом. При размере частиц сажи с размером 2-5 мкм обнаружился общий усиливающий, а свыше 5 мкм – ослабляющий эффект.	Сложное комплексное воздействие

Следует отметить, что рост температуры повышает чувствительность организма к токсическому воздействию.

Изучение воздействия продуктов горения позволило сделать вывод о различном влиянии вредных веществ на организм пожарного. Однако можно утверждать о том, что воздействие любого из этих веществ на организм человека является негативным, и, соответственно, требует ликвидации.

Выводы по разделу два

Исследовано влияние на организм человека вредных веществ, выделяющихся при горении органических и неорганических горючих материалов. Представлены сведения о предельно допустимой концентрации для различных веществ. Также рассмотрено несколько вариантов совокупного влияния нескольких вредных веществ.

В результате горения различных материалов образуются сложные смеси веществ, определение истинного состава которых в реальных условиях пожара

крайне затруднено. Конечный токсический эффект будет определяться целым рядом факторов: образующейся газовой средой на пожаре, состоянием здоровья пострадавших, началом оказания помощи, своевременностью применения антидотов и другими.

Считается, что основной причиной смерти на пожаре является действие общеядовитых веществ, приводящее к повреждению биологических механизмов энергетического обмена и возникновению энергетического дефицита организма.

Монооксид углерода и синильная кислота – наиболее часто образующиеся общеядовитые соединениями на пожаре, которые являются причиной острых отравлений. Таким образом, с точки зрения влияния на организм человека, при прочих равных условиях неорганические токсичные вещества также можно считать более опасными.

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 3 АНАЛИЗ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Вопросы сохранения жизни и здоровья пожарных и пострадавших при пожарах являются одними из приоритетных задач в части развития создания новых образцов пожарной техники и, соответственно способов недопущения и борьбы с пожарами.

Знание технических систем защиты органов дыхания, умение их применять в чрезвычайных ситуациях в значительной степени может сохранить человеческие жизни.

Данный раздел посвящен рассмотрению основных средств защиты организма пожарного от воздействия продуктов горения.

В российских стандартах, гармонизированных с европейскими, установлены следующие марки и их обозначение противогазовых средств индивидуальной защиты органов дыхания (далее – СИЗОД):

- А – СИЗОД, предназначенные для защиты от органических газов и паров с температурой кипения выше 65 °С;
- В – СИЗОД, предназначенные для защиты от неорганических газов и паров, за исключением монооксида углерода;
- Е – СИЗОД, предназначенные для защиты от диоксида серы и других кислых газов и паров;
- К – СИЗОД, предназначенные для защиты от аммиака и его органических производных;
- NO-P3 – СИЗОД, предназначенные для защиты от окислов азота;
- Hg-P3 – СИЗОД, предназначенные для защиты от паров ртути;
- АХ – СИЗОД, предназначенные для защиты от органических соединений с температурой кипения ниже 65 °С;
- SX – СИЗОД, предназначенные для защиты от специальных химических соединений, рекомендованных изготовителем, не попадающие в область действия вышеуказанных марок;

Существуют два различных метода обеспечения индивидуальной защиты органов дыхания от воздействия окружающей воздушной среды:

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- очистка воздуха (фильтрующие СИЗОД);
- подача чистого воздуха или дыхательной смеси на основе кислорода от какого-либо источника (изолирующие СИЗОД).

Фильтрующие СИЗОД подают в зону дыхания очищенный от примесей воздух рабочей зоны, изолирующие – воздух из чистого пространства, расположенного вне рабочей зоны или из специальных емкостей.

### 3.1 Анализ фильтрующих СИЗОД

К фильтрующим СИЗОД относятся промышленные противогазы с фильтрующими коробками различных марок (в зависимости от концентрации и состава вредных примесей) и фильтрующие респираторы. Фильтрующие средства защиты по назначению делятся на противоаэрозольные для защиты от пыли, противогазовые, для защиты от газов и паров, и противогазоаэрозольные, защищающие от газов, паров и пыли при одновременном их присутствии в воздухе.

Фильтрующие СИЗОД могут применяться в следующих случаях:

- если содержание кислорода больше 17 %;
- если количественное содержание газов и паров вредных веществ в воздухе рабочей зоны не превышает 1,0 % по объему;
- если вещество не относится к перечню особо опасных.

Все СИЗОД фильтрующего действия подразделяются на:

- 1) респираторы;
- 2) полумаски;
- 3) маски;
- 4) противогазы.

В комплект промышленного фильтрующего противогаза входит резиновая лицевая часть (шлем-маска) с гофрированной трубкой, фильтрующая коробка цилиндрической формы с сорбентом (поглотителем), и сумка для ношения противогаза. Вдыхаемый воздух проходит через фильтрующую коробку, а выдыхаемый удаляется через клапан выдоха, чем обеспечивается очистка вдыхаемого воздуха от вредных примесей.

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для обеспечения защиты органов дыхания фильтрующая коробка с сорбентом должна соответствовать газам и парам, находящимся в воздухе. Запрещается применение фильтрующих противогазов при загрязнении воздуха вредными веществами неизвестного состава и концентрации.

Фильтрующий противогаз изображен на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Фильтрующий противогаз

Фильтрующие СИЗОД не применяются при наличии несорбирующихся веществ, таких как метан, этан, этилен, ацетилен.

В зависимости от содержания вредных веществ в воздухе, его температуры, влажности, скорости движения время защитного действия противогаза различно и колеблется от 30 до 360 мин.

Принцип действия: за очистку воздуха, поступающего в подмасочное пространство, отвечает фильтрующе-поглощающая коробка, в состав которой входит поглощающий слой активного угля и противоаэрозольный фильтр.

Для очистки воздуха от газов и паров используется химический процесс адсорбции, смысл которого заключается в поглощении вредных примесей поверхностью твердого тела (в данном случае используется шихта со слоем активированного угля). Процессу адсорбции хорошо поддаются вещества, обладающие большим молекулярным весом и высокой температурой кипения. Для плохо адсорбирующихся элементов принято использовать такие процессы, как хемосорбция (поглощение ядовитых веществ путем вступления их в реакцию

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



с химически активными элементами) и катализ (изменение скорости химических реакций). В первом случае на слой с активированным углем дополнительно наносятся щелочные химические вещества, во втором – добавляются окиси меди, серебра или хрома. Принцип действия противоаэрозольного фильтра фильтрующе-поглощающей коробки противогАЗа заключается в задержке аэрозолей или крупных частиц пыли на волокнах сетки этого фильтра, состоящей из плотных слоев волокнистых материалов.

### 3.2 Анализ изолирующих СИЗОД

Изолирующие СИЗОД или дыхательные аппараты (далее – ДА) подразделяются на шланговые (неавтономные ДА) и автономные ДА. Первые изолируют органы дыхания только от воздуха, находящегося в зоне рабочего места, вторые – полностью от окружающего воздуха.

Шланговые противогАЗы широко используют во время работы в колодцах, в цистернах и емкостях, в закрытых аппаратах и других замкнутых пространствах, т.е. в тех случаях, когда неизвестны состав, концентрация вредных веществ и содержание кислорода в воздухе или концентрации веществ более 2000 ПДК, а содержание кислорода в воздухе менее 17 %. Принцип действия шлангового противогАЗа основан на том, что рабочий, находясь в газоопасном пространстве, получает под маску чистый воздух из зоны, где не содержатся вредные вещества.

Промышленность выпускает шланговые противогАЗы различных видов:

- без принудительной подачи воздуха, когда чистый воздух поступает под маску самовсасыванием в результате дыхания рабочего;
- с принудительной подачей воздуха от двигателя (воздуходувк.1 вентилятор);
- с подачей воздуха от магистрали сжатого воздуха.

В комплект шлангового противогАЗа входят спасательный пояс и сигнально-спасательная веревка, при помощи которых работающего в случае необходимости можно вытащить из емкости или колодца. Работать в шланговом противогАЗе нужно обязательно в присутствии дублера, который держит сигнальную веревку и таким образом находится в постоянном контакте с работающим.

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Шланговый изолирующий противогаз представлен на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 – Изолирующий шланговый противогаз

Автономные дыхательные аппараты обеспечивают замкнутый регенеративный цикл дыхания, полностью изолированный от внешней среды. Выделяемые с выдыхаемым воздухом  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  поглощаются специальным поглотителем. Израсходованный при дыхании кислород пополняется из находящегося в баллонах запаса сжатого воздуха или кислорода.

Аппарат воздушный дыхательный (далее – АВХ) предназначен для защиты органов дыхания и зрения при ведении аварийно-спасательных работ в химической и других отраслях промышленности. АВХ представляет собой баллонный прибор изолирующего типа. В подмасочном пространстве панорамной маски поддерживается некоторое избыточное давление, препятствующее попаданию в него вредных веществ. Конструкция редуктора и коллектора позволяют проводить замену баллонов со сжатым воздухом непосредственно в загазованной среде, и гарантирует безопасность работнику.

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

АВХ изображен на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3 – Аппарат воздушный дыхательный

Шланговый дыхательный аппарат (далее – ШДА) – это дыхательный прибор изолирующего типа, предназначенный для проведения плановых ремонтных работ в замкнутых объемах. Подача воздуха в подмасочное пространство осуществляется через редуктор из воздушного переносного баллона. Шланговый дыхательный аппарат можно использовать и подразделениям спасателей при необходимости спасения людей, находящихся в труднодоступных местах, размеры проходов и люки которых не позволяют спасателям проникнуть внутрь емкости с другим более громоздким дыхательным аппаратом. Вид изолирующего противогаза представлен на рисунке 3.4.



Рисунок 3.4 – Изолирующий противогаз

									Лист
									36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР				

Наибольшее распространение получили изолирующие противогазы следующих марок: ИП-4М, ИП-4МК, ИП-6, отличающихся маркой поставляемых в комплекте регенеративных патронов.

В пожарной охране используются только изолирующие средства индивидуальной защиты органов дыхания. Это связано с тем, что на пожаре часто возникают ситуации, когда содержание кислорода в окружающем воздухе снижается ниже допустимых значений.

Дыхательные аппараты позволяют работать в задымленной атмосфере на протяжении 35–120 минут. Время работы зависит от количества баллонов со сжатым воздухом (один или два), их объема (4, 6, 8 или 9 л). Баллоны выполняются из металлокомпозитного материала или стали. Вес аппаратов колеблется от 8,5 до 16,8 кг. В зависимости от модификации пожарные используют аппараты моделей «Профи», «Базис», «Фарватер», «Омега», «АВИМ» – более современная модификация АСВ-2, АИР-317 и АВХ, «ИВА-24М»

Указанные аппараты изображены на рисунках 3.4 – 3.8 соответственно.



Рисунок 3.4 – Аппарат «Профи»



Рисунок 3.5 – Аппарат «Фарватер»



Рисунок 3.6 – Аппарат «Омега»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР

Лист  
38



Рисунок 3.7 – Аппарат «АВИМ»



Рисунок 3.8 – Аппарат «ИВА–24М»

Наибольшую популярность получили дыхательные аппараты серии «Профи», имеющие объем от 4 до 9 л, но наиболее часто встречаются модификации с объемом баллона 6,8 л. Аппараты ПТС из серии «Базис» предусматривают время работы во временном диапазоне от 60 до 120 минут. Максимальный вес модели ПТС «Базис» составляет 15,9 кг. Стальные аппараты «Фарватер» работают менее часа, их максимальное давление составляет 19,6 МПа.

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Срок работы дыхательного аппарата типа «Омега» составляет не менее часа, его емкость 6,3 л, масса 12 кг. В двух модификациях выпускается аппарат АП-98-7К: стальной или металлокомпозитный баллон, от чего зависит и масса устройства.

Модель стального аппарата ИВА–24М имеет сложную систему оснащения. Туда входят, помимо баллона со сжатым воздухом, лёгочный аппарат, редуктор с сигнальным устройством, манометр и маска. Время работы составляет 40 минут, так как емкость баллона 4 л.

ПТС «Профи–М» работает в температурном диапазоне от –40 до +60 °С, но способен на протяжении минуты выдерживать температуру среды до 200 °С, и на протяжении 5 с – открытое пламя температурой до 950 °С. Обобщая вышесказанное, осуществим сравнение нескольких основных показателей для рассматриваемых аппаратов, представив результаты в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Сравнение дыхательных аппаратов со сжатым воздухом

Аппарат	Время защитного действия, мин	Объем баллона, л	Вес аппарата, кг
«Профи»	от 60 до 120	от 4 до 10	от 15,6 до 16,8
«Базис»	от 60 до 120	от 4 до 10	от 10,5 до 16,8
«Омега»	60	6,3	12
«Фарватер»	60	4	15,7
«АВИМ»	от 90 до 120	7	23
«ИВА–24М»	40	4	14

Среди кислородных дыхательных аппаратов выделим УРАЛ–10, Drager BG–4 и BioPak 240R. Сравнение времени действия и веса аппаратов приведено в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Сравнение кислородных дыхательных аппаратов

Аппарат	Время защитного действия, ч	Вес аппарата, кг
УРАЛ–10	4	14
Drager BG–4	4	14,3
BioPak 240R	4	15

На рисунках 3.10 – 3.12 изображены указанные выше кислородные дыхательные аппараты.



Рисунок 3.10 – Аппарат «УРАЛ–10»



Рисунок 3.11 – Аппарат BioPak 240R





Рисунок 3.12 – Аппарат Dräger BG-4

Принципиальные схемы работы данных аппаратов не отличаются друг от друга. Имеются лишь конструктивные особенности, а также различия в используемых материалах.

Дыхательные аппараты на химически связанном кислороде – хорошая альтернатива кислородным аппаратам: их легче обслуживать и использовать. Однако широкого применения данные аппараты не имеют из-за высокой стоимости. Кроме того, при больших нагрузках на газодымозащитника наблюдается затруднение дыхания, т.к. в данном типе аппаратов отсутствует избыточное давление.

В настоящее время основными задачами в области создания СИЗОД являются:

- повышение надежности;
- повышение коэффициента защиты;

- улучшение микроклиматических условий дыхания;
- облегчение работы в экстремальных условиях [21].

Приоритетным направлением в области совершенствования оборудования для газодымозащитной службы является:

- создание усовершенствованного дыхательного аппарата с различными баллонами с диапазоном рабочих температур от минус 50 °С до плюс 60 °С с улучшенными эргономическими показателями;
- создание противогаза со сроком защитного действия более 4 часов и с улучшенными микроклиматическими условиями дыхания (снижение концентрации кислорода, диоксида углерода, влажности и т. д.);
- создание компрессорных установок стационарных и переносных для зарядки дыхательных аппаратов сжатым воздухом;
- создание комплекса приборов для проверки технического состояния как в СИЗОД в целом, так и его основных частей;
- создание самоспасателя комбинированного типа для эвакуации людей из задымленных помещений при недостатке кислорода в окружающей среде. Это самоспасатели фильтрующего типа, в которых происходит добавление кислорода на вдох из носимого источника. В качестве источника кислорода могут быть использованы надперекисные соединения щелочных металлов или сжатый кислород;
- создание самоспасателя со сжатым воздухом с подпором под лицевую часть, с повышенным временем защитного действия для обслуживающего персонала, который обеспечивает эвакуацию людей из задымленных помещений во время пожара.

Тушение пожаров различных уровней сложности, особенно в замкнутых пространствах не только не мыслим без использования специальных средств защиты, но и требует их постоянного совершенствования, а также создания новых приемов и способов обнаружения очагов и ликвидации загораний.

Выводы по 3 разделу

Рассмотрены основные средства защиты органов дыхания от воздействия продуктов горения: фильтрующего и изолирующего типа. В работе пожарного

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

используются только изолирующие средства индивидуальной защиты органов дыхания, т.к. на пожаре часто возникают ситуации, когда содержание кислорода в окружающем воздухе снижается ниже допустимых значений, и использование фильтрующих средств невозможно.

Проанализированы основные характеристики дыхательных аппаратов со сжатым воздухом и кислородных аппаратов, используемых в подразделениях пожарной охраны. Сделан вывод о том, что все рассмотренные дыхательные аппараты со сжатым воздухом, обеспечивают примерно одинаковое время защитного действия. Отличие состоит в количестве используемых баллонов, а также конструкции и массе аппаратов. Кислородные дыхательные аппараты также не имеют принципиальных отличий относительно друг друга по принципу действия и времени защиты.

Дыхательные аппараты на химически связанном кислороде легче обслуживать и использовать по сравнению с аппаратами со сжатым воздухом. Однако широкого применения данные аппараты не имеют из-за высокой стоимости. Кроме того, при больших нагрузках на газодымозащитника наблюдается затруднение дыхания, т.к. в данном типе аппаратов отсутствует избыточное давление.

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной работы выбрана и проанализирована нормативная и научная литература в области исследования опасных факторов, имеющих место при пожаре.

Проведен анализ вредных веществ, выделяющихся при горении различных продуктов. При этом горючие вещества условно разделены на два обширных класса: неорганические и органические. Представлена характеристика дыма, образующегося при горении различных веществ.

Предсказать полный перечень веществ, который может образоваться на пожаре сложно, так как в строительстве, быту или на производстве применяется одновременно несколько материалов. Кроме того, формирующиеся при термическом разложении молекулы веществ могут химически взаимодействовать между собой с образованием новых токсичных соединений. Таким образом, на человека действует комбинация токсико-химических продуктов горения и сделать вывод о том, какой из классов токсичных веществ более опасен, невозможно.

Для оценки потенциальной опасности, связанной с выделением различных продуктов горения, охарактеризовано влияние этих продуктов на организм человека. Приведены сведения о предельно допустимой концентрации для различных веществ. Кроме того, рассмотрено совокупное влияние нескольких вредных веществ. Конечный токсический эффект будет определяться целым рядом факторов: образующейся газовой средой на пожаре, состоянием здоровья пострадавших, началом оказания помощи, своевременностью применения антидотов и другими.

Считается, что основной причиной смерти на пожаре является действие общеядовитых веществ, приводящее к повреждению биологических механизмов энергетического обмена и возникновению энергетического дефицита организма. Таким образом, с точки зрения влияния на организм человека, при прочих равных условиях неорганические токсичные вещества также можно считать более опасными.

Проанализированы существующие средства защиты органов дыхания пожарного от воздействия продуктов горения: фильтрующего и изолирующего

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

типа. В работе пожарного используются только изолирующие средства индивидуальной защиты органов дыхания, т.к. на пожаре часто возникают ситуации, когда использование фильтрующих средств невозможно.

Проанализированы основные характеристики дыхательных аппаратов со сжатым воздухом и кислородных аппаратов. Сделан вывод о том, что все рассмотренные дыхательные аппараты со сжатым воздухом, обеспечивают примерно одинаковое время защитного действия. Кислородные дыхательные аппараты также не имеют принципиальных отличий относительно друг друга по принципу действия и времени защиты.

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. №123–ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2008. – 156 с.
2. ГОСТ 12.1.004–91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Госстандарт России. – 1992. – 78 с.
3. ГОСТ Р 53278–2009. Клапаны пожарные запорные. Общие технические требования. Методы испытаний.
4. ГОСТ Р 51046–97. Техника пожарная. Генераторы огнетушащего аэрозоля. Типы и основные параметры.
5. ГОСТ Р 51043–2002. Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования. Методы испытаний.
6. ГОСТ Р 53261–2009. Техника пожарная. Самоспасатели фильтрующие для защиты людей от токсичных продуктов горения при эвакуации из задымленных помещений во время пожара. Общие технические требования. Методы испытаний.
7. ГОСТ 12.4.296–2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Респираторы фильтрующие. Общие технические
8. ГОСТ15150–69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.
9. Ассад, М. С. Продукты сгорания жидких и газообразных топлив: образование, расчет, эксперимент / М. С. Ассад, О. Г. Пенязьков, – Минск: Беларусь, наука, 2010 – 305 с.
10. Остапенко, Ю. Н. О токсическом воздействии продуктов горения на пострадавших при пожаре в Перми 4 декабря 2009 г // Ю. Н. Остапенко, Г. П., Рожков П.Г. // Медицина катастроф. –2010. –№1. – С.56–57.
11. Баратов, А. Н. Пожарная безопасность: учебное пособие / А. Н. Баратов, В. А. Пчелинцев, – М.: Издательство Ассоциаций строительных вузов, 2006. – 144 с.

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

12. Боландина, Е. С. Влияние опасных факторов пожара на организм человека / Е. С. Боландина // Международный студенческий научный вестник. – 2017. – № 2. – С. 13–15.

13. Тиунов, Л. А. Токсикология окиси углерода / Л. А. Тиунов, В. В. Кустов. – М.: Медицина, 1980 – 288 с.

14. Чепрасов, С. А. Вредные вещества, поступающие в атмосферу при пожарах / С. А. Чепрасов // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2016. – С. 360–363.

15. Пузач, С. В. К определению показателя токсичности продуктов горения горючих веществ и материалов в помещении / С. В. Пузач, В. Г. Пузач, В. М. Доан // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – том 20, №4. – С. 56–59.

16. Оксенгенддер, Г. И. Яды и организмы. Проблемы химической опасности 7 Г. И. Оксенгенддер. – СПб.: Наука. – 1991. – 320 с.

17. Яблочкин, В. Д. Экспертное значение определения летучих продуктов горения неметаллических материалов при исследовании крови погибших на пожаре // Судебно-медицинская экспертиза. – 2000. – №6. – С. 30.

18. Симоненко, В. Б. Острые отравления: неотложная помощь / В. Б. Симоненко, Г. П. Простакишин, С. Х. Сарманаев. – М.: Экономика и информатика. – 2008. – 269 с.

19. Кошмаров, Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении / Ю. А. Кошмаров. – М.: Академия ГПС МВД РФ. – 2000. – 118 с.

20. Грачев, В. А. Средства индивидуальной защиты органов дыхания пожарных (СИЗОД): учебное пособие / В. А. Грачев, С. В. Собурь, И. В. Коршунов. – М.: ПожКнига, 2012. – 190 с.

21. Матвиенко, Н. Н. Фильтрующие самоспасатели и защита от монооксида углерода / Н. Н. Матвиенко, П. Ф. Поташников, М. П. Федоров // Пожаровзрывобезопасность. – 2006. – №5. – С. 48–51.

					20.05.01.2019.515.ПЗ ВКР	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

