

## КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ АХОВ

### ХЛОР

Представляет собой зеленовато-желтый газ с резким раздражающим запахом, состоящий из двухатомных молекул. При обычном давлении он затвердевает при  $-101^{\circ}\text{C}$  и сжижается при  $-34^{\circ}\text{C}$ . Плотность газообразного хлора при нормальных условиях составляет  $3,214 \text{ кг/м}^3$ , т.е. он примерно в 2,5 раза тяжелее воздуха и вследствие этого скапливается в низких участках местности, подвалах, колодцах, тоннелях.

Хлор растворим в воде: в одном объеме воды растворяется около двух его объемов. Образующийся желтоватый раствор часто называют хлорной водой. Химическая активность его очень велика и он образует соединения почти со всеми химическими элементами. Основным промышленным методом получения хлора является электролиз концентрированного раствора хлористого натрия. Ежегодное потребление хлора в мире исчисляется десятками миллионов тонн. Используется он в производстве хлорорганических соединений (например, винилхлорида, хлоропренового каучука, дихлорэтана, перхлорэтилена, хлорбензола), неорганических хлоридов. В больших количествах применяется для отбеливания тканей и бумажной массы, обеззараживания питьевой воды, как дезинфицирующее средство и в различных других отраслях промышленности (рис.1). Хлор под давлением сжижается уже при обычных температурах. Хранят и перевозят его в стальных баллонах и железнодорожных цистернах под давлением. При выходе в атмосферу дымит, заражает водоемы.

В первую мировую войну применялся в качестве отравляющего вещества удушающего действия. Поражает легкие, раздражает слизистые и кожу. Первые признаки отравления хлором: резкая загрудинная боль, резь в глазах, слезотечение, сухой кашель, рвота, нарушение координации, одышка. Соприкосновение с парами хлора вызывает ожоги слизистой оболочки дыхательных путей, глаз, кожи.

Минимально ощутимая концентрация хлора  $2 \text{ мг/м}^3$ . Раздражающее действие возникает при концентрации около  $10 \text{ мг/м}^3$ . Воздействие в течение 30 и 60 мин  $100$  и  $200 \text{ мг/м}^3$  хлора опасно для жизни, а более высокие концентрации могут вызвать мгновенную смерть.

Следует помнить, что предельно допустимые концентрации (ПДК) хлора в атмосферном воздухе: среднесуточная  $0,03 \text{ мг/м}^3$ ; максимальная разовая  $0,1 \text{ мг/м}^3$ ; в рабочем помещении промышленного предприятия  $1 \text{ мг/м}^3$ .

Органы дыхания и глаза защищают от хлора фильтрующие и изолирующие противогазы. С этой целью могут быть использованы фильтрующие противогазы промышленные марки Л (коробка окрашена в коричневый цвет), БКФ и МКФ (защитный), В (желтый), П (черный), Г (черный и желтый), а также гражданские ГП-5, ГП-7 и детские.

Максимально допустимая концентрация при применении фильтрующих противогазов  $2500 \text{ мг/м}^3$ . Если она выше, должны использоваться только изолирующие противогазы. При ликвидации аварий на химически опасных объектах, когда концентрация хлора не известна, работы проводят только в изолирующих противогазах (ИП-4, ИП-5). При этом следует пользоваться

защитными прорезиненными костюмами, резиновыми сапогами, перчатками. Необходимо помнить, что жидкий хлор разрушает прорезиненную защитную ткань и резиновые детали изолирующего противогаза.

При производственной аварии на химически опасном объекте, утечке хлора при хранении или транспортировке может произойти заражение воздуха в поражающих концентрациях. В этом случае необходимо изолировать опасную зону, удалить из нее всех посторонних и не допускать никого без средств защиты органов дыхания и кожи. Около зоны держаться с наветренной стороны и избегать низких мест.

При утечке или разливе хлора нельзя прикасаться к пролитому веществу. Следует с помощью специалистов удалить течь, если это не вызывает опасности, или перекачать содержимое в исправную емкость с соблюдением мер предосторожности.

При интенсивной утечке хлора используют распыленный раствор кальцинированной соды или воду, чтобы осадить газ. Место разлива заливают аммиачной водой, известковым молоком, раствором кальцинированной соды или каустика.

## АММИАК

Аммиак ( $\text{NH}_3$ ) представляет собой бесцветный газ с характерным резким запахом (нашатырного спирта). При обычном давлении затвердевает при температуре  $-78^\circ\text{C}$  и сжижается при  $-34^\circ\text{C}$ . Плотность газообразного аммиака при нормальных условиях составляет примерно 0,6, т.е. он легче воздуха. С воздухом образует взрывоопасные смеси в пределах 15 Ч 28 объемных процентов  $\text{NH}_3$ .

Растворимость его в воде больше, чем у всех других газов: один объем воды поглощает при  $20^\circ\text{C}$  около 700 объемов аммиака. 10%-й раствор аммиака поступает в продажу под названием Унашатырный спиртФ. Он находит применение в медицине и в домашнем хозяйстве (при стирке белья, выводе пятен и т.д.). 18 Ч 20%-й раствор называется аммиачной водой и используется как удобрение.

Жидкий аммиак Ч хороший растворитель большого числа органических и неорганических соединений. Жидкий безводный аммиак используется как высококонцентрированное удобрение.

В природе  $\text{NH}_3$  образуется при разложении азотосодержащих органических веществ. В настоящее время синтез из элементов (азота и водорода) в присутствии катализатора, при температуре 450 Ч  $500^\circ\text{C}$  и давлении 30 МПа Ч основной промышленный метод получения аммиака.

Аммиачная вода выделяется при контакте коксового газа с водой, которая конденсируется при охлаждении газа или специально впрыскивается в него для вымывания аммиака.

Мировое производство аммиака составляет около 90 млн. т. Его используют при получении азотной кислоты, азотосодержащих солей, соды, мочевины, синильной кислоты, удобрений, diazotипных светокопировальных материалов. Жидкий

аммиак применяют в качестве рабочего вещества холодильных машин (рис.2).

Аммиак перевозится в сжиженном состоянии под давлением, при выходе в атмосферу дымит, заражает водоемы, когда попадает в них. Предельно допустимые концентрации (ПДК) в воздухе населенных мест: среднесуточная и максимально разовая Ч  $0,2 \text{ мг/м}^3$ ; предельно допустимая в рабочем помещении промышленного предприятия Ч  $20 \text{ мг/м}^3$ . Запах ощущается при концентрации  $40 \text{ мг/м}^3$ . Если же его содержание в воздухе достигает  $500 \text{ мг/м}^3$ , он опасен для вдыхания (возможен смертельный исход).

Вызывает поражение дыхательных путей. Его признаки: насморк, кашель, затрудненное дыхание, удушье, при этом появляется сердцебиение, нарушается частота пульса. Пары сильно раздражают слизистые оболочки и кожные покровы, вызывают жжение, покраснение и зуд кожи, резь в глазах, слезотечение. При соприкосновении жидкого аммиака и его растворов с кожей возникает обморожение, жжение, возможен ожог с пузырями, изъязвления.

Защиту органов дыхания от аммиака обеспечивают фильтрующие промышленные и изолирующие противогазы, газовые респираторы. Могут использоваться промышленные противогазы марки КД (коробка окрашена в серый цвет), К (светло-зеленый) и респираторы РПГ-67-КД, РУ-60М-КД.

Максимально допустимая концентрация при применении фильтрующих промышленных противогазов равна 750 ПДК ( $15000 \text{ мг/м}^3$ ), выше которой должны использоваться только изолирующие противогазы. Для респираторов эта доза равна 15 ПДК. При ликвидации аварий на химически опасных объектах, когда концентрация аммиака неизвестна, работы должны проводиться только в изолирующих противогазах.

Чтобы предупредить попадание аммиака на кожные покровы, следует использовать защитные прорезиненные костюмы, резиновые сапоги и перчатки.

Наличие и концентрацию аммиака в воздухе позволяет определить универсальный газоанализатор УГ-2. Пределы измерений: до  $0,03 \text{ мг/л Ч}$  при просасывании воздуха в объеме 250 мл; до  $0,3 \text{ мг/л Ч}$  при просасывании 30 мл. Концентрацию NH находят на шкале, где указан объем пропущенного воздуха. Цифра, совпадающая с границей окрашенного в синий цвет столбика порошка, укажет концентрацию аммиака в миллиграммах на литр.

Есть ли в воздухе пары аммиака, можно узнать также с помощью приборов химической разведки ВПХР, ПХР-МВ. При прокачивании через индикаторную трубку с маркировкой (одно желтое кольцо) при концентрации  $2 \text{ мг/л}$  и выше аммиак окрашивает наполнитель в светло-зеленый цвет.

Приборы последних модификаций такие как УПГК (универсальный прибор газового контроля) и фотоионизационный газоанализатор Колион-1 позволяют быстро и точно определить наличие и концентрацию аммиака.

## СЕРОВОДОРОД

Сероводород ( $H_2S$ ) – бесцветный газ с резким неприятным запахом. При обычном давлении затвердевает при  $-85,5^{\circ}C$  и сжижается при  $-60,3^{\circ}C$ . Плотность газообразного сероводорода при нормальных условиях составляет примерно 1,7, т.е. он тяжелее воздуха. Смеси сероводорода с воздухом, содержащие от 4 до 45 объемных процентов этого газа, взрывоопасны. На воздухе воспламеняется при температуре около  $300^{\circ}C$ . Растворимость в органических веществах значительно выше, чем в воде, например, один объем спирта поглощает 10 объемов газа.

Сероводород – сильный восстановитель. Он содержится в попутных газах месторождении нефти, в природных и вулканических газах, в водах минеральных источников, образуется при разложении белковых веществ. В промышленности его получают как побочный продукт при очистке нефти, природного и коксового газа. Применяют в производстве серной кислоты, серы, сульфидов, сероорганических соединений, для приготовления лечебных сероводородных ванн.

Хранится и перевозится в железнодорожных цистернах и баллонах под давлением в сжиженном состоянии. При выходе в атмосферу превращается в газ. Скапливается в низких участках местности, подвалах, тоннелях, первых этажах зданий. При утечке загрязняет водоемы.

Опасен при вдыхании, раздражает кожу и слизистые оболочки. Первые признаки отравления: головная боль, слезотечение, светобоязнь, жжение в глазах, раздражение в носу, металлический вкус во рту. тошнота, рвота, холодный пот, понос, боли при мочеиспускании, учащенное сердцебиение, боли в груди, удушье. При вдыхании газа в значительных концентрациях возможен мгновенный обморок или даже смерть от паралича дыхания.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) сероводорода (среднесуточная и максимально разовая) Ч  $0,008 \text{ мг/м}^3$ , в рабочих помещениях промышленного предприятия Ч  $10 \text{ мг/мл}$

Защиту органов дыхания и глаз обеспечивают фильтрующие промышленные противогазы марки КД (коробка окрашена в серый цвет), В (желтый), БКФ и МКФ (защитный), респираторы РПГ-67-КД и РУ-60М-КД, а также гражданские противогазы ГП-5, ГП-7 и детские.

Максимально допустимая концентрация для фильтрующих противогазов Ч  $100 \text{ ПДК}$  ( $10000 \text{ мг/м}^3$ ), для респираторов Ч  $15 \text{ ПДК}$ . При ликвидации аварий на химически опасных объектах, когда концентрация газа неизвестна, работы проводятся только в изолирующих противогазах. Чтобы предохранить кожу человека, используют защитные прорезиненные костюмы, резиновые сапоги и перчатки.

Наличие сероводорода в воздухе и его концентрацию позволяет определить универсальный газоанализатор УГ-2. Пределы измерения прибора: О Ч  $0,03 \text{ мг/л}$  при просасывании воздуха в объеме 300 мл и  $0,3 \text{ мг/л}$  при просасывании 30 мл. Концентрацию сероводорода (в мг/л) находят по шкале, на которой указан объем пропущенного воздуха. Ее значение указывает цифра, совпадающая с границей окрашенного в коричневый цвет столбика порошка.

Для этих же целей можно использовать приборы химической разведки ВПХР, ПХР-МВ, УПГК (универсальный прибор газового контроля) и фотоионизационный

газоанализатор Колион-1.

## ФОСГЕН

Фосген ( $\text{COCl}_2$ ) (хлорангидрид угольной кислоты) одно из распространенных СДЯВ. Бесцветный, очень ядовитый газ с характерным сладковатым запахом гнилых фруктов, гниения прелой листвы или мокрого сена. При обычном давлении затвердевает при  $-12^\circ\text{C}$  и сжижается при  $18^\circ\text{C}$ . В газообразном состоянии примерно в 3,5 раза тяжелее воздуха, в жидком в 1,4 раза тяжелее воды. Из-за высокого давления пара он даже при низких температурах обладает большой летучестью.

Максимальная концентрация при  $20^\circ\text{C}$  - 6,4 г/л. Летучесть фосгена при  $20^\circ\text{C}$  равна 1,4 г/л. Стойкость при  $-20^\circ\text{C}$  составляет около 3 ч, летом Ч не более 30 мин. Сохраняется в жидком виде в баллонах и других емкостях. Давление внутри оболочек при обычных условиях не превышает 1,5-2 ат.

В воде растворяется мало Ч два объема газообразного фосгена в одном объеме воды, но легко растворим в органических растворителях, например, бензине, толуоле, ксилоле, уксусной кислоте.

Фосген, растворенный в воде, быстро гидролизуется даже при низкой температуре. Газообразный почти не гидролизуется, поэтому для заметного изменения его концентрации в воздухе требуется длительное время. При сравнительно высокой влажности воздуха облако фосгена за счет частичного гидролиза может приобрести беловатый цвет.

Легко взаимодействует с едкими щелочами, аммиаком, растворами соды и сернистого натрия. Во всех этих случаях продуктами химической реакции являются практически безопасные вещества.

$\text{COCl}_2$  получается при взаимодействии окиси углерода с хлором в присутствии катализатора Ч активированного угля. Из-за большой реакционной способности фосген широко используется при органических синтезах, для получения растворителей, красителей, лекарственных средств, поликарбонатов и других веществ.

В 1915 г. Германия применила фосген в качестве отравляющего вещества удушающего действия против французских войск, в дальнейшем его пускали в ход также англичане и французы. 80% погибших от химического оружия Ч отравленные фосгеном.

При поражении парами наиболее выраженный признак Ч отек легких (просачивание плазмы крови в альвеолы), в результате чего нарушается газообмен Ч содержание двуокиси углерода в крови увеличивается, а кислорода падает. Проявляется лишь после скрытого периода Ч от 4 до 8 ч (отмечались даже периоды в 15 ч). В это время отравленный чувствует себя хорошо и, как правило, не теряет работоспособности. У восприимчивых людей как первый симптом надо выделить появление сладкого, часто противного привкуса во рту, иногда тошноту и рвоту. В большинстве случаев возникают незначительные позывы к кашлю, першение и жжение в носоглотке,

небольшие нарушения ритма дыхания и пульса .

Признаки следующего периода Ч частое и поверхностное дыхание, все усиливающийся кашель с обильным выделением жидкой пенистой мокроты (иногда с кровью). Пульс и сердцебиение учащаются, повышается температура, появляется головная боль, головокружение, боль в груди и горле, общая слабость, одышка, лицо, уши и кисти рук синеют.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) в рабочих помещениях промышленного предприятия равна  $0,5 \text{ мг/м}^3$ . Запах фосгена ощущается при концентрации  $4,4 \text{ мг/м}^3$  а содержание в воздухе  $5 \text{ мг/м}^3$  паров при экспозиции 10 мин считается минимально опасным для вдыхания. В 50% случаев при вдыхании  $100 \text{ мг/м}^3$  в течение 30 Ч 60 мин,  $1 \text{ г/м}^3$  в течение 5. мин, а  $5 \text{ г/м}^3$  за 2-3 с. наступает смерть.

Защиту органов дыхания обеспечивают фильтрующие промышленные противогазы марки В (коробка окрашена в желтый цвет), а также гражданские ГГТ-5, ГП-7, детские и изолирующие.

Максимально допустимая концентрация при применении фильтрующих промышленных противогазов равна  $22000 \text{ мг/м}^3$  ( $44000$  ПДК), выше которой должны использоваться только изолирующие противогазы. При ликвидации аварий на химически опасных объектах, когда концентрация фосгена неизвестна, работы проводятся только в изолирующих противогазах.

Чтобы защитить кожу человека от попадания жидкого фосгена, следует использовать защитные прорезиненные костюмы, резиновые сапоги и перчатки.

Пары фосгена в воздухе определяют приборами УГ-2, ВПХР, ПХР-МВ, УПГК и Колион-1.

## **СЕРНИСТЫЙ АНГИДРИД**

Сернистый ангидрид ( $\text{SO}_2$ ) (двуокись серы, Усернистый газФ) Ч один из распространенных видов СДЯВ. Представляет собой бесцветный газ с характерным резким запахом. При обычном давлении затвердевает при температуре  $-75^\circ\text{C}$  и сжижается при  $-10^\circ\text{C}$ . В 2,2 раза тяжелее воздуха. Растворимость его в воде весьма велика и составляет при обычных условиях около 40 объемов на 1 объем воды. При взаимодействии с водой образуется сернистая кислота. Растворяется в спиртах, эфире, бензоле. Получают сжиганием серы на воздухе, обжигом пирита, воздействием серной кислоты на сульфит натрия.

$\text{SO}_2$  используется в производстве серной кислоты, серного ангидрида, солей сернистой (сульфитов, гидросульфитов) и серноватистой (тиосульфатов) кислот. Непосредственное применение находит в бумажном и текстильном производствах, при консервировании фруктов, ягод, для предохранения вин от скисания, для дезинфекции помещений. Жидкий сернистый ангидрид применяется как хладагент и растворитель.

Перевозят его в сжиженном состоянии под давлением. При выходе в атмосферу он дымит, скапливается в низких участках местности, подвалах, тоннелях, заражает

водоемы.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) сернистого ангидрида в атмосферном воздухе населенных мест (среднесуточная)  $0,05 \text{ мг/м}^3$ , в рабочем помещении промышленного предприятия Ч  $10 \text{ мг/м}^3$ .

Он опасен при вдыхании. Даже очень малая концентрация его создает неприятный вкус во рту и раздражает слизистые оболочки. Пары сернистого ангидрида во влажном воздухе сильно раздражают слизистые оболочки и кожу. Появляются саднение в горле, кашель, резкая боль в глазах, жжение, слезотечение, дыхание и глотание затрудненные, кожа краснеет. Возможны ожоги кожи и глаз. Вдыхание воздуха, содержащего более  $0,2\%$  сернистого ангидрида, вызывает хрипоту, одышку и быструю потерю сознания. Возможен смертельный исход.

Вредное воздействие оказывает  $\text{SO}_2$  и на растительность при концентрациях более  $0,1 \text{ мг/м}^3$ . Наибольшая чувствительность у ели и сосны, наименьшая Ч у березы и дуба.

Защиту органов дыхания и глаз от сернистого ангидрида обеспечивают промышленные фильтрующие противогазы марки В (коробка окрашена в желтый цвет), Е (черный), БКФ и МКФ (защитный), респираторы противогазовые РПГ-67-В и универсальные РУ-60М-В, РУ-60МУ-В, а также гражданские противогазы ГП-5, ГП-7 и детские.

Если концентрация  $\text{SO}_2$  выше максимально допустимой, должны использоваться только изолирующие противогазы. Это же требование относится и к ликвидации аварий на химически опасных объектах, когда концентрация сернистого ангидрида неизвестна. В зоне аварии для предохранения кожи человека от попадания СДЯВ работы следует проводить в защитных прорезиненных костюмах, резиновых сапогах и перчатках.

Наличие сернистого ангидрида в воздухе и его концентрацию можно определить универсальным газоанализатором УГ-2, приборами ВПХР, ПХР-МВ, УПГК и Колион-1.

$\text{SO}_2$  может заразить воздух с поражающими концентрациями в случае производственной аварии на химически опасном объекте или его утечки при хранении, транспортировке. Опасную зону следует изолировать, удалить посторонних людей. Входить в нее можно только в средствах защиты органов дыхания и кожи. Надо избегать низких мест, держаться с наветренной стороны.

При утечке и разливе нельзя прикасаться к пролитому сернистому ангидриду. При интенсивной утечке сернистого ангидрида, чтобы осадить газ, используются известковое молоко, растворы соды или каустика.

## **БЕНЗОЛ**

Бензол ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) Ч бесцветная жидкость с характерным запахом. При обычных условиях температура кипения  $+80^\circ\text{C}$ . Относительная плотность при температуре  $+20^\circ\text{C}$   $0,879$ , легче воды. Относительная плотность

его пара составляет 2.7. т.е. он тяжелее воздуха. Смеси с воздухом, содержащие от 1.4 до 7 объемных процентов бензола, взрывоопасны. Температура вспышки -- 12<sup>0</sup>С. Практически не растворим в воде. Легко растворяется в спирте, эфире, хлороформе и других органических растворителях.

Бензол получают из каменноугольного дегтя при коксохимическом производстве, а также при контактно-каталитическом разложении нефти. Применяется в производстве стирола, фенола, капролактама, циклогексана, анилина, хлорбензола, нитробензола, дифенила и многих других веществ, для синтеза красителей, пестицидов, полимеров, поверхностно-активных и взрывчатых веществ, фармацевтических препаратов, в качестве растворителя лаков, добавки к моторному топливу для повышения октанового числа.

Хранится и перевозится в железнодорожных и автоцистернах. При разливе выделяет воспламеняющиеся пары, которые скапливаются в низинах, подвалах, тоннелях.

Опасен при вдыхании. Порог восприятия запаха бензола Ч около 5 мг/ м<sup>3</sup> Картина острого отравления при малых концентрациях Ч возбуждение, подобное алкогольному, затем сонливость, общая слабость, головокружение, тошнота, рвота, головная боль, потеря сознания, возможны мышечные подергивания, переходящие в судороги. Зрачки часто расширены, не реагируют на свет. Дыхание сначала учащенное, затем замедленное. Температура тела резко снижена, кожа и слизистые оболочки бледные. Пульс учащенный, малого наполнения. Кровяное давление понижено. Известны случаи сильной сердечной аритмии. При очень высоких концентрациях Ч почти мгновенная потеря сознания и смерть в течение нескольких минут.

Соприкосновение бензола с кожей вызывает сухость, трещины, зуд, она краснеет, появляется просовидная пузырьковая сыпь. При проникновении через кожу С<sub>6</sub>Н<sub>6</sub> приводит к характерным изменениям в крови.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) бензола в атмосферном воздухе населенных мест (среднесуточная) равна 0,8 мг/м', в рабочем помещении промышленного предприятия Ч 5 мг/м<sup>3</sup>.

Защиту органов дыхания обеспечивают промышленные фильтрующие противогазы марки А (коробка коричневого цвета), М (красного), БКФ и МКФ (защитного), В (желтого), К (светло-зеленого), респираторы РПГ-67-А и РУ-60М-А, а также гражданские противогазы ГП-5, ГП-7 и детские.

Если концентрация бензола выше максимально допустимой (22000 мг/ м') или неизвестна, аварийные работы следует проводить только в изолирующих противогазах, для защиты кожи использовать защитный костюм, резиновые сапоги и перчатки.

Наличие бензола в воздухе и его концентрацию можно определить спомощью универсального газоанализатора УГ-2. приооров УПГК и Ко-лион-1.

При производственной аварии, утечке бензола при хранении и транспортировке опасную зону следует немедленно изолировать, удалив посторонних.

Необходимо соблюдать меры пожарной безопасности, устранить источники огня и искр. Разлившуюся жидкость, не прикасаясь к ней, оградить земляным валом. Не допускать попадания вещества в подвалы, тоннели и канализацию. Небольшие утечки засыпать песком, землей или другим негорючим материалом, промыть водой. Для осаждения паров бензола в воздухе также используют воду.

## АКРИЛОНИТРИЛ

Акрилонитрил (нитрил акриловой кислоты) ( $\text{CH}_2=\text{CHCN}$ ) — бесцветная легколетучая жидкость с неприятным запахом. При обычном давлении затвердевает при температуре  $-83^\circ\text{C}$  и кипит при  $+77^\circ\text{C}$ . Легче воды, относительная плотность при температуре  $+20^\circ\text{C}$  — 0,8. Тяжелее воздуха, относительная плотность его пара — 1,83. С воздухом образует взрывоопасные смеси в пределах 3 — 17 объемных процентов. Температура вспышки —  $0^\circ\text{C}$ . Растворим в воде (7,4%) и многих органических растворителях.

Получается  $\text{CH}_2=\text{CHCN}$  при взаимодействии пропилена с аммиаком или синильной кислоты с ацетоном.

Мировое производство приблизилось к 2 млн. т. Широко применяется в производстве полиакрилонитрила, АБС-пластика, бутадиен-нитрильных каучуков и других сополимеров. Перевозится в железнодорожных цистернах. При разливе жидкость выделяет воспламеняющиеся пары, которые скапливаются в низких участках местности, подвалах. При горении образуются ядовитые пары.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) акрилонитрила в атмосферном воздухе населенных мест (среднесуточная) —  $0,03 \text{ мг/м}^3$ , в рабочем помещении промышленного предприятия —  $0,5 \text{ мг/м}^3$ .

Опасен при вдыхании. Пары вызывают раздражение слизистых оболочек и кожи. Соприкосновение с жидкостью вызывает ожоги кожи и глаз. Действует даже через неповрежденную кожу. Признаки поражения: головная боль, головокружение, слабость, тошнота, рвота, одышка, потливость, сердцебиение, понижение температуры тела, ослабление пульса, судороги, потеря сознания, покраснение и жжение кожи. Возможен смертельный исход.

Защиту органов дыхания и глаз обеспечивают промышленные фильтрующие противогазы марки А (коробка коричневого цвета), БКФ и МКФ (защитного), а также гражданские и детские противогазы.

Коробка БКФ имеет меньшее время защитного действия по сравнению с коробкой А. Если концентрация вещества выше максимально допустимой ( $10000 \text{ мг/м}^3 = 20000 \text{ ПДК}$ ) или неизвестна, аварийные работы следует проводить только в изолирующих противогазах, а для предохранения кожи использовать защитный костюм, резиновые сапоги и перчатки.

Для определения  $\text{CH}_2=\text{CHCN}$  в воздухе используют метод, основанный на взаимодействии веществ с бромом или цветной реакции бром-циана с пиридинсульфиниловым реактивом. Зараженный воздух со скоростью 0,2 л/мин пропускают через два поглотительных сосуда, содержащих по 3 мл дистиллированной воды. Предел обнаружения в анализируемом воздухе —  $0,15$

мг/м<sup>3</sup> при отборе 5 л.

В случае аварии, заражения воздуха парами вещества с поражающими концентрациями опасную зону следует изолировать, удалить посторонних, а пострадавшим оказать первую доврачебную помощь и отправить их в лечебное учреждение. В зону нужно входить только в полной защитной одежде, держаться с наветренной стороны и избегать низких мест.

Необходимо соблюдать меры пожарной безопасности, устранить источники огня и искр. Разлившуюся жидкость, не прикасаясь к ней, оградить земляным валом, чтобы вещество не попало в водоемы, подвалы, канализацию. Небольшие утечки обработать смесью из водного 10%-го раствора железного купороса (2 объема) и гашеной извести (1 объем).

Для осаждения паров нитрил акриловой кислоты в воздухе используют воду.

## МЕТИЛАМИНЫ

Монометиламин ( $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ), диметиламин ( $\text{CH}_3)_2\text{NH}$ ), триметиламин ( $\text{CH}_3)_3\text{N}$ ) Ч бесцветные газы с резким аммиачным запахом, при обычном давлении температуры плавления и кипения: первого  $-92,5^{\circ}\text{C}$  и  $-6,5^{\circ}$ , второго  $-92,2$  и  $+6,9^{\circ}$ , третьего  $-117,1^{\circ}$  и  $+2,9^{\circ}$ . Плотность газообразного монометиламина при нормальных условиях примерно 1,07, ди Ч 1,5, три Ч 2,0, то есть все они тяжелее воздуха. Монометиламин с воздухом образует взрывоопасные смеси в пределах 4,9 Ч 20,7, диметиламин Ч 2,8 Ч 14,4 и триметиламин Ч 2,0 Ч 11,6 объемных процента. Монометиламин самовоспламеняется при  $+410^{\circ}\text{C}$ , ди Ч при  $+400^{\circ}\text{C}$  и три Ч при  $+190^{\circ}\text{C}$ . Безводный метиламин легко воспламеняется от искр и открытого огня при  $-25^{\circ}\text{C}$ , 30%-й водный раствор Ч при  $+1^{\circ}\text{C}$ .

Моно- и диметиламины применяются в производстве инсектицидов, ускорителей вулканизации резиновых изделий, лекарственных средств, растворителей. Так, монометиламин Ч в производстве фунгицидов, дубильных веществ, красителей, ракетных топлив. Диметиламин Ч гербицидов и моющих средств. Триметиламин Ч бактерицидов, кормовых добавок, реагентов для флотационных процессов.

Безводные метиламины перевозятся в сжиженном состоянии под давлением. При выходе в атмосферу они дымит, скапливаются в низких участках местности, подвалах, тоннелях, легко воспламеняются от искр и пламени. Образующиеся с воздухом взрывоопасные смеси способны распространяться далеко от места утечки. Разлитые водные растворы моно-, ди- и триметиламинов выделяют воспламеняющиеся пары. Емкости с жидкостями при нагревании могут взрываться, а в порожних образуются взрывоопасные смеси.

Метиламины опасны при вдыхании, возможен даже смертельный исход. Первые признаки отравления: затрудненное дыхание, слабость, тошнота, сердцебиение, нарушение частоты пульса, насморк, кашель, резь в глазах, слезотечение.

Предельно допустимые концентрации (ПДК): в воздухе рабочих помещений промышленных предприятий Ч моно- и диметиламина 1 мг/м<sup>3</sup>, триметиламина 5 мг/м<sup>3</sup>; в входе Ч монометиламина 1 мг/л, диметиламина 0,1 мг/л; в атмосферном воздухе населенных мест Ч максимальная разовая и среднесуточная по

диметиламину 0,005 мг/м<sup>3</sup>.

Порог восприятия запаха монометиламина 0,5-1,0 мг/м<sup>3</sup>, диметиламина 2,5 мг/м<sup>3</sup>, раздражающего действия монометиламина Ч 10 мг/м<sup>3</sup>, диметиламина Ч 50 мг/м<sup>3</sup>.

Сильно разбавленный триметиламин имеет неприятный селедочный запах (при высоких концентрациях напоминающий аммиак), который долго удерживается одеждой.

Для защиты органов дыхания и глаз применяют фильтрующие и изолирующие противогазы, а также противогазовые промышленные респираторы. С этой целью могут использоваться промышленные противогазы марки А (коробка окрашена в коричневый цвет), Г (желтый и черный), респираторы РПГ-67-А и РУ-60М-А, а для триметиламина противогазы марки КД (серый цвет), респираторы РПГ-67-КД, РУ-60М-КД.

Когда концентрация моно-, ди- и триметиламинов выше максимально допустимой или же неизвестна, работы должны проводиться только в изолирующих противогазах. Чтобы предохранить кожу, следует использовать защитные костюмы, резиновые сапоги и перчатки.

Количество моно-, ди- и триметиламина в воздухе можно определить с помощью титрования (нейтрализации) серной кислотой. 1 мл 0,01 нормальной Н<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> соответствует 0,31 мг монометиламина, 0,45 мг диметиламина или 0,58 мг триметиламина. Для осаждения аммиака применяют гексанитрокобальтиат натрия, осадок отфильтровывают, после чего в фильтрате определяют эти вещества.

Диметиламин в воздухе распознают спиртовым раствором фурфурола в щелочной среде. В результате взаимодействия образуется желто-коричневый продукт. Можно воспользоваться колориметрическим методом (чувствительность 30 мкг в пробе), в этом случае аммиак не будет мешать.

При производственной аварии на химически опасном объекте, утечке при хранении или транспортировке в воздухе скапливаются метиламины в поражающих концентрациях. В такой ситуации немедленно изолируют опасную зону в радиусе не менее 200 м. удаляют людей. В район аварии входят только в полной защитной одежде, избегая низких мест. Следует соблюдать меры пожарной безопасности: не курить, устранить источники огня и искр. При интенсивной утечке нужно дать газу выйти полностью. Для его осаждения используют воду, распыленную с помощью поливо-мочных, пожарных машин, авторазливочных станций, а также гидрантов, имеющихся на химически опасных объектах.

Пламя при возгорании безводных моно-, ди- и триметиламинов сбивают водой, а six водные растворы тушат сухим песком, землей, закрывают покрывалами, а также используют огнетушители марок ОП, ОУ.

## **СИНИЛЬНАЯ КИСЛОТА**

Синильная кислота (цианистый водород, цианисто-водородная кислота) (HCN) Ч бесцветная прозрачная жидкость. Она обладает своеобразным дурманящим запахом, напоминающим запах горького миндаля. Температура плавления -13,3<sup>0</sup>С,

кипения  $t + 25,7^{\circ}\text{C}$ . Из-за низкой температуры кипения и высокого давления при обычной температуре очень летуча, при  $20^{\circ}\text{C}$  максимальная концентрация достигает  $837 \text{ Ч } 1100 \text{ г/ м}^3$ . Капли синильной кислоты на воздухе быстро испаряются: летом Ч в течение 5 мин, зимой Ч около 1 ч. В газообразном состоянии обычно бесцветна.

С водой эта кислота смешивается во всех отношениях, легко растворяется в спиртах, бензине и других органических растворителях. Пары хорошо адсорбируются текстильными волокнами и пористыми материалами, пищевыми продуктами, а также кирпичом, бетоном, древесиной. Диффундирует даже через яичную скорлупу.

Синильная кислота разлагается в водных растворах при обычной температуре, после чего они перестают быть ядовитыми. Жидкая кислота активно вступает в реакцию с растворами щелочей и мало устойчива к окислителям. Окисление перекисью водорода можно использовать для дегазации небольших количеств зараженной воды.

Кислота и многие ее соли в щелочной среде соединяются с солями тяжелых металлов, например с сульфатом железа, с образованием комплексных соединений. Комплексообразование можно использовать для дегазации жидкой синильной кислоты и воды, содержащей ее соли, так как образующиеся соединения не ядовиты и не летучи. Мировое производство синильной кислоты равно полумиллиону тонн в год.

Синильную кислоту используют для получения хлорциана, акрилонитрила, аминокислот, акрилатов, необходимых при производстве пластмасс, а также в качестве фумиганта Ч средства борьбы с вредителями сельского хозяйства, для обработки закрытых помещений и транспортных средств.

В природе синильная кислота в свободном и связанном виде встречается в растениях, например, в ядрах косточек горького миндаля, абрикосов, вишен, слив.

Возможные пути отравления кислотой: вдыхание паров, проникновение через кожные покровы, прием непосредственно внутрь.

В зависимости от концентрации паров и времени их действия различают поражения легкой, средней и тяжелой степени, а также молниеносную форму.

Среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК) синильной кислоты в воздухе населенных мест равна  $0,01 \text{ мг/ м}^3$ , в рабочих помещениях промышленного предприятия Ч  $0,3 \text{ мг/ м}^3$ . Концентрация кислоты ниже  $50,0 \text{ мг/ м}^3$  при многочасовом вдыхании небезопасна и приводит к отравлению. При  $80 \text{ мг/ м}^3$  отравление возникает независимо от экспозиции. Если 15 мин находиться в атмосфере, содержащей  $100 \text{ мг/ м}^3$ , то это приведет к тяжелым поражениям, а свыше 15 мин Ч к летальному исходу. Воздействие концентрации  $200 \text{ мг/ м}^3$  в течение 10 мин и  $300 \text{ мг/ м}^3$  в течение 5 мин также смертельно.

Через кожу всасывается как газообразная, так и жидкая синильная кислота. Поэтому при длительном пребывании в атмосфере с высокой (выше  $500 \text{ мг/ м}^3$ ) концентрацией кислоты без средств защиты кожи, пусть даже в противогазе,

появятся признаки отравления  $\text{CH}_3\text{COOH}$  в результате резорбции.

Защиту органов дыхания от синильной кислоты обеспечивают фильтрующие и изолирующие противогазы. Могут быть использованы фильтрующие промышленные противогазы марок В (коробка окрашена в желтый цвет), БКФ и МКФ (защитный), а также гражданские противогазы ГП-5, ГП-7 и детские.

Максимально допустимая концентрация синильной кислоты при применении фильтрующих противогазов не более  $1800 \text{ мг/м}^3$  (6000 ПДК), выше которой должны использоваться только изолирующие противогазы.

Когда концентрация кислоты неизвестна, работы по ликвидации аварии на химически опасных объектах должны проводиться только в изолирующих противогазах ИП-4, ИП-5. При этом непременно следует применять средства защиты кожи  $\text{CH}_3\text{COOH}$  защитные прорезиненные костюмы, резиновые сапоги и перчатки.

Наличие синильной кислоты в воздухе можно определить с помощью войсковых приборов химической разведки  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ВПХР, ПХР-МВ, МПХР. При прокачивании через индикаторную трубку (маркировка  $\text{CH}_3\text{COOH}$  три зеленых кольца)  $\text{HCN}$  при концентрации  $5 \text{ мг/м}^3$  и выше окрашивает нижний слой наполнителя в малиновый или фиолетовый цвет. Чтобы обнаружить ее в воле, сыпучих пищевых продуктах и фураже, используются приборы ПХР-МВ и МПХР.

Дегазацию синильной кислоты на местности не проводят, так как она высоколетуча. Закрытое же помещение для этого достаточно хорошо проветрить или опрыскать формалином.

## АЗОТНАЯ КИСЛОТА

Азотная кислота ( $\text{HNO}_3$ )  $\text{CH}_3\text{COOH}$  бесцветная жидкость с температурой плавления  $-41,6^\circ\text{C}$ . кипения  $-82,6^\circ\text{C}$  (с разложением). Плотность  $\text{CH}_3\text{COOH}$   $1,52 \text{ г/см}^3$ . Концентрированная кислота малоустойчива, при нагревании или под воздействием света частично разлагается с образованием двуокиси азота ( $\text{NO}_2$ ), окрашивающего кислоту в бурый цвет, что придает ей специфический запах.

Смешивается с водой во всех соотношениях. Сильный окислитель, под ее воздействием металлы, за исключением платины, золота и других редких, превращаются в нитраты или оксиды, а сера энергично окисляется в серную кислоту, фосфор  $\text{CH}_3\text{COOH}$  в фосфорный ангидрид ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ). Под ее воздействием воспламеняются бумага, масло, древесина, уголь, а хлопчатобумажные, льняные, шерстяные ткани разрушаются.

В нашей стране выпускается 97-98%-я (концентрированная), 58-60%-я и 47%-я (по массе) азотная кислота. Смесь концентрированных азотной и соляной кислот в соотношении по объему 1 : 3 называется Уцарской водкой. Она растворяет даже благородные металлы. Смесь азотной кислоты с концентрацией около 100% и серной кислоты с концентрацией около 96% при соотношении по объему около 9 : 1 называется меланжем.

Основное количество разбавленной азотной кислоты расходуется в производстве азотнокислого аммония (аммиачной селитры), калия (калийной селитры), натрия

(натриевой селитры) и других сложных минеральных удобрений, а также в гидрометаллургии.

Концентрированная азотная кислота используется для приготовления взрывчатых веществ, серной и фосфорной кислот, ароматических нитро-соединений, красителей, входит в состав ракетного топлива. В ракетной технике применяются растворы азотной кислоты ( $\text{HNO}_3$ ) в безводной азотной кислоте, которые обладают усиленной окислительной активностью и низкой температурой замерзания ( $-10^\circ\text{C}$ ). Для травления металлов, полупроводниковых материалов также употребляют азотную кислоту. Мировое производство ее составляет около 50 млн. т.

## СЕРНАЯ КИСЛОТА

Серная кислота ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) чистая 100%-я, бесцветная маслянистая жидкость, застывающая в кристаллическую массу при температуре  $-10,3^\circ\text{C}$ . Температура кипения  $+296,2^\circ\text{C}$  (с разложением). 95%-я концентрированная затвердевает лишь при температуре ниже  $-20^\circ\text{C}$ . Плотность  $\rho$  1,92 г/см<sup>3</sup>.

Концентрированная серная кислота  $\rho$  довольно сильный окислитель, особенно при нагревании. Она окисляет многие металлы и неметаллы, йодистый и бромистый водород. Золото и платина устойчивы по отношению к ней. Даже очень крепкая (выше 75%) не действует на железо, что позволяет хранить и перевозить ее в стальных цистернах. Напротив, разбавленная серная кислота легко растворяет железо с выделением водорода. Окислительные свойства для нее не характерны.

Крепкая серная кислота энергично поглощает влагу и поэтому часто применяется для осушки газов. От многих органических веществ, содержащих в своем составе водород и кислород, она отнимает воду. С этим, а также с окислительными свойствами связано ее разрушающее действие на все ткани, кроме искусственных.

Смешивается с водой во всех отношениях, растворение концентрированной кислоты в воде сопровождается значительным выделением тепла. Растворы  $\text{SO}_3$  в безводной серной кислоте дымят на воздухе из-за выделения серного ангидрида, поэтому такая кислота называется дымящей (олеум).

Применяется в производстве минеральных удобрений, соляной, борной, плавиковой и других минеральных кислот, для концентрирования азотной кислоты, получения дымообразующих и взрывчатых веществ, эфиров, этанола, изооктана, капролактама; как сульфлирующий агент  $\rho$  при получении многих красителей, лекарственных средств; для очистки нефтепродуктов, травления металлов, разложения комплексных (урановых) руд в гидрометаллургии; в качестве электролита в свинцовых аккумуляторах.

Мировое производство серной безводной кислоты  $\rho$  около 1402 тыс. т в год.

## СОЛЯНАЯ КИСЛОТА

Соляная (хлористоводородная) кислота ( $\text{HCl}$ )  $\rho$  раствор хлористого водорода в воде. Температура кипения  $\rho$   $+108,6^\circ\text{C}$ , плотность  $\rho$  1,18 г/см<sup>3</sup> (при концентрации  $\text{HCl}$  35%). Крепкая кислота  $\rho$  выделяет на воздухе из-за образования с парами воды капелек тумана. Давление хлористого водорода над крепкой соляной кислотой с

увеличением ее концентрации растет.

Энергично взаимодействует с многими металлами с выходом водорода, с оксидами металлов, выделяет свободные кислоты из фосфатов, силикатов, боратов.

Крепость технической соляной кислоты Ч 27,5Ч38% по массе. Транспортируют ее в стеклянных бутылках или гуммированных (покрытых слоем резины) металлических емкостях.

Надо помнить, что соляная кислота содержится в желудочном соке (около 0,3%) и способствует перевариванию пищи, убивает различные болезнетворные бактерии. При недостаточной кислотности желудочного сока прописывают для приема внутрь (по 5 Ч 15 капель 8,3%-й HCl на 1/2 стакана воды до или во время еды).

Применяется в химическом синтезе, для обработки руд, травления металлов.

Мировое производство превышает 10 млн. т в год. Поражение кислотами может произойти при вдыхании паров, при попадании на кожу, слизистые оболочки и через рот.

Пороговая концентрация серной кислоты по восприятию запаха и раздражению слизистых равна 0,6Ч0,85 мг/м<sup>3</sup>.

Соляная кислота концентрацией 15 мг/м<sup>3</sup> поражает слизистые оболочки верхних дыхательных путей и глаза, концентрация 7 мг/м<sup>3</sup> подобным эффектом не обладает.

Защиту органов дыхания от азотной, серной и соляной кислот обеспечивают фильтрующие и изолирующие противогазы, а также универсальные респираторы. Для защиты от этих кислот могут быть использованы промышленные противогазы марки В с аэрозольным фильтром (коробка окрашена в желтый цвет с белой вертикальной полосой), а для азотной кислоты также марки БКФ (защитный), промышленные универсальные респираторы РУ-60М-В. От азотной и соляной кислот защитят гражданские противогазы ГП-5, ГП-7 и детские, а от четырехоксида азота противогаз марки И (серый цвет).

При концентрации выше максимально допустимых должны использоваться только изолирующие противогазы, а для защиты кожи Ч костюмы из кислотозащитной ткани, защитные прорезиненные костюмы, резиновые сапоги и перчатки, специальные рукавицы для защиты от кислот.