

П.1
С 50

Смирнов В.М. ^{архив}

Т о ж а р н а я
п к т и к а
ч и и

П.1
С.50

В. М. СМЕРНОВ

000.00
С.50

П.1

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА ПРИ ХРАНЕНИИ ГАЗОВ

17622



ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
МОСКВА—1955

ЧИТАЛЬНЫЙ ЗАЛ

В брошюре освещаются вопросы пожарной безопасности при хранении газов в газгольдерах и газовых баллонах. Описываются особенности пожарной опасности газов и их хранилищ, подробно указываются причины пожаров и взрывов газгольдеров и газовых баллонов, освещаются пожарно-профилактические мероприятия, осуществляемые при эксплуатации хранилищ, а также средства и способы тушения пожаров.

Рассчитана на широкий круг читателей — работников пожарной охраны и обслуживающий персонал газовых заводов и хранилищ.

25071



МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ
МОСКВА - 1958

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ХРАНЕНИИ ГАЗОВ

СПОСОБЫ ХРАНЕНИЯ ГАЗОВ

В зависимости от свойств газов их хранят в сжатом, сжиженном или растворенном состоянии.

Хранилища газов бывают двух типов: стационарные и нестационарные.

К нестационарным хранилищам относятся: газовые баллоны различных емкостей и типов, танки (передвижные) для сжиженных газов и газгольдеры — автомобильные, железнодорожные и переносные (резино-тканевые).

К стационарным хранилищам относятся: газгольдеры различных емкостей и типов и стационарные танки для сжиженных газов.

Из всех типов хранилищ наибольшее распространение имеют газгольдеры и газовые баллоны.

Газгольдеры служат для хранения больших количеств газообразных веществ, а также для смешения газов, регулирования их расхода и давления.

Газовые баллоны употребляются для хранения и транспортирования небольших количеств газа.

Газгольдеры по конструкции бывают двух типов: мокрые и сухие.

Мокрые газгольдеры в зависимости от их объема и климатических условий местности располагаются на открытом воздухе или устанавливаются в здании. Емкость мокрых газгольдеров обычно не превышает 32 тыс. м^3 , но иногда достигает 100 тыс. м^3 .

Сухие газгольдеры размещаются на открытом воздухе. Их емкость чаще всего бывает больше, чем мокрых газгольдеров; она доходит до 500—750 тыс. м^3 .

Мокрый газгольдер (рис. 1) представляет собой резервуар-бассейн, наполненный водой, в котором плавает колокол. Газ хранится под колоколом — между поверхностью воды в бассейне и корпусом колокола. Края колокола всегда опущены в воду и поэтому утечка газа из-под колокола невозможна.

Бассейны бывают металлические, каменные, бетонные и железобетонные. В зависимости от расположения бассейны разделяются на подземные и надземные.

Газгольдеры большого объема (свыше 15 тыс. m^3), кроме колокола, имеют несколько отдельных звеньев, так называемых телескопов, которые соединяются между собой и с колоколом при помощи водяных затворов (рис. 2). Колокол и телескопы являются подвижными элементами: при поступлении газа они поднимаются вверх, а при потреблении его — опускаются вниз.

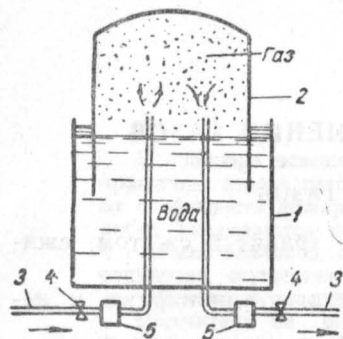


Рис. 1. Схема мокрого газгольдера с одним колоколом: 1 — бассейн; 2 — колокол; 3 — газопроводы; 4 — задвижки; 5 — конденсационные горшки.

Давление хранимого газа зависит от его свойств и от типа хранилища.

В газгольдерах низкого давления газ хранится обычно под давлением до 0,04 атм, а в газгольдерах высокого давления — до 5—8 атм.

В баллонах газы находятся под давлением от 6,5 до 150 атм. Сжатые газы хранятся обычно под давлением 150 атм (водород, метан, окис углерода, кислород, азот и др.); сжиженные газы — под давле-

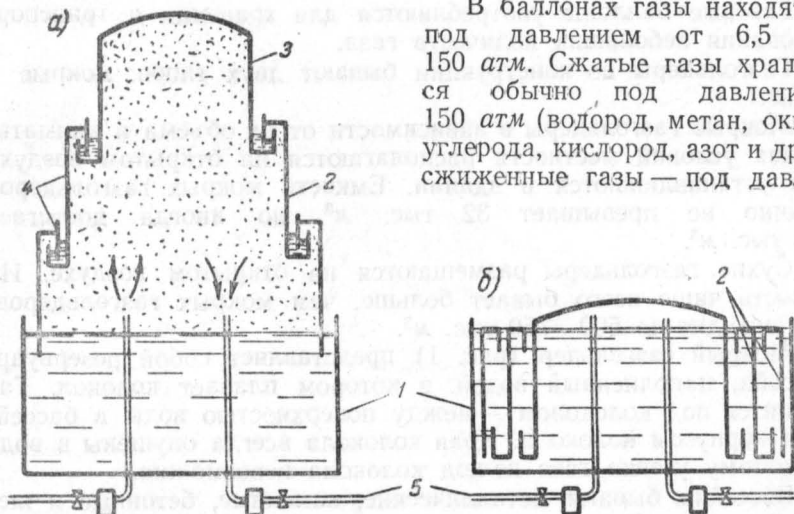


Рис. 2. Схема многозвенного мокрого газгольдера: а — газгольдер наполнен газом; б — газгольдер без газа; 1 — бассейн; 2 — звенья; 3 — колокол; 4 — водяные затворы; 5 — газопроводы.

нием 125 атм (углекислый газ), 30 атм (аммиак, хлор), 16,5 атм (пропан, пропилен), 8 атм (бутан), 6,5 атм (бутилен); газы в растворенном состоянии—под давлением 15—16 атм (ацетилен).

ОСОБЕННОСТИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ГАЗОВ

Из практики известно, что при хранении газов иногда возникают крупные пожары и взрывы, сопровождающиеся разрушениями хранилищ и зданий.

Это связано с особыми свойствами горючих газов, в частности с их способностью образовывать взрывчатые смеси с воздухом и развивать высокие давления при взрыве.

Газы, находящиеся в закрытом аппарате или сосуде, вроде газгольдера, и не содержащие воздуха, гореть не способны. Если их выпускать из сосуда в атмосферу и в месте выхода поджечь, то они будут спокойно гореть в виде факела.

Но если горючие газы смешиваются с воздухом, они становятся взрывоопасными. Взрывчатые смеси образуются при определенном для каждого газа количестве его в воздухе.

Та наименьшая взрывчатая концентрация газа в смеси его с воздухом, ниже которой смесь не способна гореть и взрываться, но выше которой способна гореть со взрывом, называется нижним пределом взрыва, или нижней границей взрыва.

Та же концентрация газа в смеси его с воздухом, ниже которой смесь способна взрываться, а выше которой не способна воспламениться, называется верхним пределом взрыва, или верхней границей взрыва.

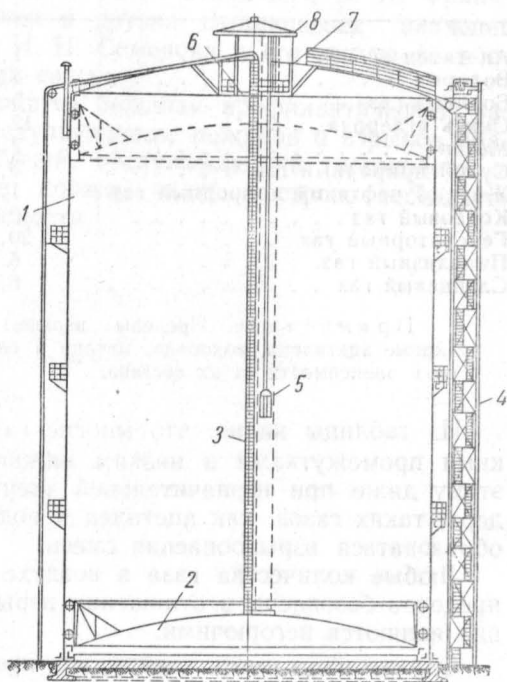


Рис. 3. Схема сухого газгольдера:
1 — корпус; 2 — поршень; 3 — цепная внутренняя лестница; 4 — наружная лестница; 5 — подъемная клетка; 6 — первая площадка фонаря; 7 — вторая площадка фонаря; 8 — третья площадка фонаря.

Область взрывчатых концентраций между верхним и нижним пределами взрыва называется промежутком взрыва. Пределы взрыва приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование газов	Нижний предел взрыва в %	Верхний предел взрыва в %	Промежуток взрыва в %
Ацетилен	1,5	82,0	80,5
Водород	4,0	80,0	76,0
Водяной газ	5,0	72,0	67,0
Оксид углерода	12,5	80,0	67,5
Метан	2,5	15,4	12,9
Сухой природный газ	3,0	15,0	12,0
Жирный нефтяной природный газ	1,2	9,0	7,8
Коксовый газ	5,6	30,8	25,2
Генераторный газ	20,7	73,7	53,0
Пиролизный газ	6,6	66,1	59,5
Сланцевый газ	6,0	30,0	24,0

Примечание. Пределы взрыва указанных в таблице газов (кроме ацетилена, водорода, метана и окиси углерода) могут изменяться в зависимости от их состава.

Из таблицы видно, что многие газы обладают очень широкими промежутками и низким нижним пределом взрыва. Поэтому даже при незначительной утечке, например, из газгольдера, таких газов, как ацетилен и водород, в помещении может образоваться взрывоопасная смесь.

Любые количества газа в воздухе выше и ниже указанных пределов безопасны в отношении взрыва, так как такие пропорции являются негорючими.

Однако надо иметь в виду, что пределы взрыва не представляют собой постоянную величину: они изменяются в зависимости от ряда условий и причин, хотя и незначительно. Поэтому из имеющихся в литературе данных следует ориентироваться на наименьший нижний и наибольший верхний пределы взрыва.

При взрыве газовой смеси в замкнутом объеме образуется высокое давление продуктов горения, так как они в результате нагревания расширяются и увеличиваются в объеме. Это давление продуктов горения и является основной причиной разрушения зданий и сооружений при взрыве.

Величина давления при взрыве газовой смеси зависит от начального давления горючего газа и его концентрации в смеси. Если первоначальное давление было нормальным, то давление при взрыве обычно не превышает 10 атм. При сгорании газовой смеси с очень большой скоростью (явление детонации) давление может достигать 40 атм и более, а при детонации ацети-

лена — 600 атм. Если же первоначальное давление было выше нормального, то давление при взрыве достигает весьма значительных величин. Это особенно характерно для ацетилена. По данным ЦНИИПО, при начальном давлении ацетилено-воздушной смеси 3,5 атм давление при взрыве доходит до 80 атм и более.

Теоретическое обоснование многих явлений, сопровождающих процесс горения и взрыва газовых смесей, стало возможным благодаря широким исследованиям, которые провели советские ученые: Н. Н. Семенов, Я. Б. Зельдович, Д. А. Франк-Каменецкий, А. С. Соколик и другие. Выдающееся значение имеют работы академика Н. Н. Семенова и его школы по вопросам горения и детонации газов.

В нашей стране проводится большая профилактическая работа, направленная на предупреждение пожаров и взрывов хранилищ газа. Каждый рабочий, обслуживающий газгольдеры и склады газовых баллонов, должен знать и строго соблюдать правила пожарной безопасности.

ХРАНЕНИЕ ГАЗОВ В ГАЗГОЛЬДЕРАХ

1. МОКРЫЕ ГАЗГОЛЬДЕРЫ

Устройство и работа газгольдера

Мокрые газгольдеры бывают двух типов: небольшого объема — однозвенные (с одним колоколом) и большого объема — многозвенные (с колоколом и телескопами).

Мокрый газгольдер небольшого объема (рис. 4) состоит из бассейна 1, наполненного водой до определенного уровня I—I, и плавающего колокола 2. Газ под колокол поступает по трубопроводу 3, а выходит по трубопроводу 4. Вход и выход газа регулируются вентилями 5, расположенными в колодцах 6, ниже дна бассейна. К колоколу прикреплены ролики 7, а к бассейну — вертикальные направляющие 8, обеспечивающие движение колокола вверх и вниз.

При наполнении и опорожнении газгольдера происходит соответственно подъем или опускание колокола, причем ролики скользят по направляющим. Благодаря этому предотвращается качение колокола.

Если газгольдер рассчитан на хранение больших количеств газа, то он, как указывалось выше, имеет, кроме колокола, подвижные звенья — телескопы, позволяющие повышать емкость газгольдера на необходимую величину (рис. 5; см. также рис. 2).

Для связи (зацепления) колокола с телескопами на нижней части колокола, а также верхней и нижней частях телескопов (кроме последнего) устраиваются закраины (желоба). При помощи этих закраин колокол во время подъема захватывает верхний (первый) телескоп, который в свою очередь захватывает второй телескоп и т. д.

При поднятии колокола из воды желоба (кольцевые затворы) заполняются водой и создают тем самым водяные (гидравлические) затворы, обеспечивающие герметичность соединения подвижных элементов газгольдера (рис. 6).

Ширина затворов — 20—40 см, глубина — 30—50 см. Когда газгольдер пуст, колокол и все звенья опущены на дно бассейна и погружены в воду. При наполнении газгольдера газом сна-

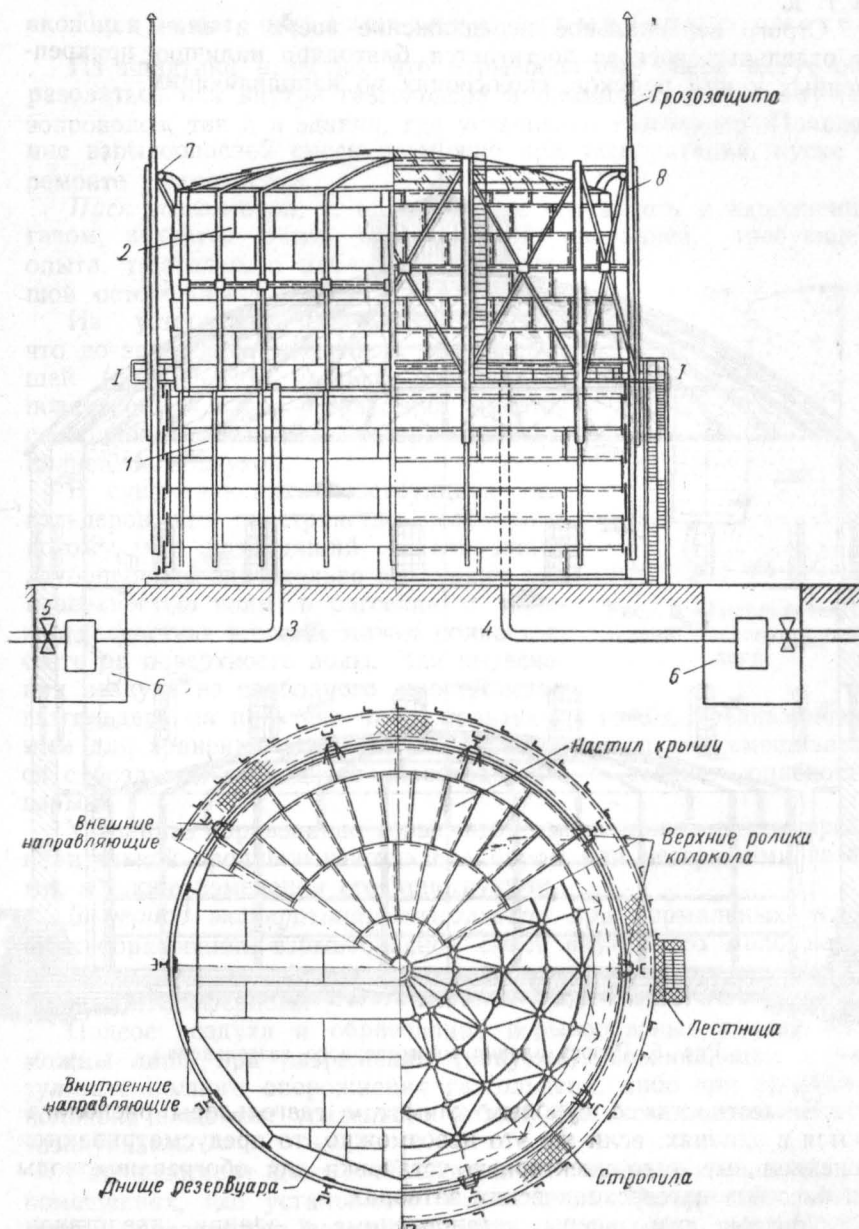


Рис. 4. Мокрый газгольдер:

1 — бассейн, 2 — колокол; 3, 4 — трубопроводы; 5 — вентили; 6 — колодцы;
7 — ролики; 8 — направляющие.

чала поднимается колокол, за ним первое звено, затем второе и т. д.

Строго вертикальное передвижение вверх и вниз колокола и отдельных звеньев достигается благодаря наличию прикрепленных к ним роликов, скользящих по направляющим.

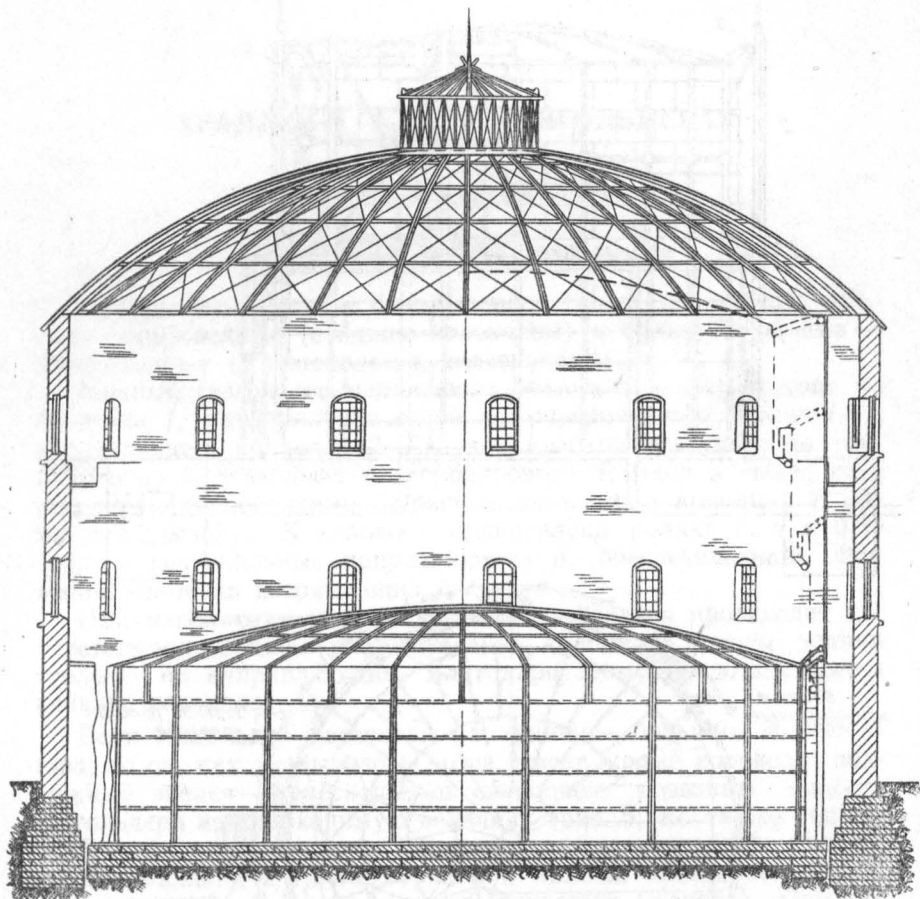


Рис. 5. Разрез здания многозвенного газгольдера.

В местностях с суровым климатом газгольдеры располагаются в зданиях; если же это невозможно, то предусматриваются специальные паро-эжекторные установки для обогрева воды в бассейне и телескопических затворах.

Мокрые газгольдеры, установленные в здании, представляют большую опасность, чем отдельно стоящие газгольдеры, так как между газгольдером и стенами здания при утечке газа может образоваться взрывоопасная смесь.

Пожарная опасность газгольдера

а) Причины образования взрывчатых смесей

Из практики известно, что взрывоопасные смеси могут образоваться как внутри газгольдера и примыкающих к нему газопроводов, так и в здании, где установлен газгольдер. Появление взрывоопасной смеси возможно при эксплуатации, пуске и ремонте газгольдеров.

Пуск газгольдера, т. е. включение его в сеть и наполнение газом, является очень ответственной операцией, требующей опыта, тщательного наблюдения и большой осторожности.

Из устройства газгольдера видно, что до заполнения его газом между крышей (сферической частью) колокола и поверхностью воды в бассейне имеется свободное («мертвое») пространство, наполненное воздухом.

В существующих конструкциях газгольдеров это пространство необходимо потому, что подводящий и отводящий трубопроводы значительно выступают над поверхностью воды в бассейне, и колокол вследствие этого не может полностью сесть на поверхность воды. Для вытеснения воздуха из свободного пространства газгольдера на практике часто пользуются газом, предназначенным для хранения. Этот газ, поступая в газгольдер, смешивается с воздухом свободного пространства и создает опасность взрыва.

Устранить образование взрывчатой смеси можно путем предварительной продувки газгольдера паром или негорючими газами, а также изменения его конструкции.

В период эксплуатации газгольдера при нормальных условиях образование взрывоопасной смеси внутри его мало вероятно, так как давление в газгольдере и трубопроводах всегда больше атмосферного.

Подсос воздуха и образование взрывоопасных смесей возможны лишь при разрежении (вакууме), возникающем в результате полного опорожнения газгольдера, либо при заедании колокола в момент усиленного отбора газа компрессорами или газодувками.

Иначе обстоит дело с образованием взрывоопасной смеси в помещениях, где установлены газгольдеры. Взрывчатая смесь может образоваться вследствие утечки газа через неплотности швов и места нарушения целостности стенок колокола и звеньев, а также через водяные затворы колокола и телескопов при их неисправности.

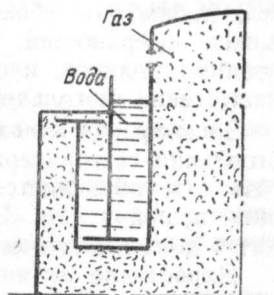


Рис. 6. Гидравлический затвор мокрого газгольдера.

Неплотность швов может быть результатом плохого качества сборки, недоброкачественной окраски или разъедающего действия газа, воды и воздуха. Самыми уязвимыми местами, подвергающимися быстрому разъеданию, являются те части газгольдера, которые чаще погружаются в воду. Ржавление резко увеличивается при хранении влажного газа (обычно летом, когда происходит сильное испарение воды).

Повышение давления газа может вызвать утечку его через затвор. Это наблюдается обычно при наполнении газгольдера в момент включения отдельных звеньев, так как для начального сдвига с места колокола и звеньев требуется большое добавочное усилие вследствие неизбежного заедания трущихся поверхностей. Толчки усиливаются при неточном монтаже роликов, плохой смазке и заедании их, при быстром наполнении газгольдера, перекосах колокола и звеньев и т. п.

Замерзание воды в затворах (при отсутствии отопления газгольдера в зимнее время) также вызывает утечку газа. Это объясняется пористостью льда, наличием в нем трещин, щелей и т. п. Через поры и трещины газ свободно выходит в помещение и может образовать взрывоопасную смесь.

Нарастание ледяной корки на стенках газгольдера с одним колоколом может привести к созданию вакуума (при отборе газа компрессорами), разрушению колокола и подосу воздуха.

Такой случай наблюдался на одном из заводов. Вследствие образования ледяной корки на стенках бассейна колокол газгольдера в момент потребления газа перестал опускаться (застыл) и в результате возникшего разрежения был разрушен под действием атмосферного давления.

Утечка воды из бассейна и затворов приводит к обнажению затворов, вследствие чего газ получает свободный выход из газгольдера. Причиной утечки воды из бетонного бассейна могут быть трещины, образующиеся при неравномерном оседании грунта, а из металлического бассейна и затворов — ржавление и разъедание металла.

Пожар и взрыв газгольдера из-за утечки воды произошел, например, в Гамбурге в 1909 г. Вследствие неравномерной осадки цоколя, на котором покоился кольцевой бассейн, плоское металлическое дно газгольдера внезапно дало трещину; через нее вышла вся вода, а затем пошел газ, который тотчас же воспламенился.

Сильные перекосы колокола и звеньев при их перемещении приводят к одностороннему их обнажению, утечке газа и образованию взрывоопасных смесей в помещении. Причинами перекосов могут быть:

а) заедание роликов при их движении по направляющим вследствие плохой смазки, ржавления, механических повреждений и т. п.;

б) быстрое наполнение или опорожнение газгольдера;

в) замерзание воды в затворах или обледенение стенок газгольдера.

Перепополнение газгольдера сопровождается выдуванием газа через нижний борт нижнего звена или колокола. В результате этого в помещении может образоваться взрывоопасная смесь. Перепополнение наблюдается при неисправности или отсутствии сигнализационных установок и автоматического устройства, прекращающего подачу газа в газгольдер после его заполнения до предела.

Образование вакуума в газгольдере может вызвать не только разрушение колокола, но также подсос воздуха, а следовательно, появление взрывоопасных смесей внутри газгольдера.

Вакуум образуется:

- а) при полном опорожнении газгольдера;
- б) при заедании роликов во время опускания колокола в момент потребления газа;
- в) при замерзании водяных затворов и обледенении стенок газгольдера, из-за чего может прекратиться опускание колокола или отдельных звеньев газгольдера в момент потребления газа.

Период ремонта газгольдеров наиболее опасен в отношении пожаров и взрывов. При ремонте и разборке газгольдеров или примыкающих к ним газопроводов происходит наибольшее число аварий.

Основная причина этих аварий заключается в недостаточно герметичном отключении ремонтируемого участка от газовой среды. Через неплотности задвижек газ проникает к участку ремонта и образует с воздухом взрывоопасную смесь, которая взрывается от пламени сварочной горелки или высеченной искры.

По этой причине в 1931 г. в Копенгагене (столица Дании) при разборке мокрого газгольдера произошел взрыв, несмотря на то, что предварительно газгольдер (емкостью 2830 м³) был полностью освобожден от газа и проветривался в течение месяца при закрытых с обеих сторон задвижках. Однако перед разборкой подводящий и отводящий газопроводы не были выключены и заполнены водой, как предполагалось заранее. Когда рабочие вырубали лист металла у лаза и приступили к расширению отверстия, газгольдер взорвался.

В 1927 г. в Питсбурге (США) взорвался мокрый газгольдер во время приварки нескольких заплат на одном из его звеньев. Взрыв явился следствием того, что газовый шибер на подводящем газопроводе пропускал газ в газгольдер, и там образовалась взрывоопасная смесь, которая и воспламенилась от горелки сварочного аппарата.

В 1931 г. взорвался мокрый газгольдер в Стретфорде (Англия). Газгольдер был освобожден от газа для прочистки подводящего газопровода от нафталина. После прочистки и удале-

ния воды из обоих газопроводов подводящий газопровод оставили без заглушки. Через три дня произошел взрыв.

На одном из заводов произошел взрыв мокрого газгольдера во время его разборки. Газгольдер до этого не эксплуатировался в течение примерно шести лет. Для безопасности разборки его решили предварительно продуть. В момент продувки, как только был поднят колокол, раздался небольшой силы взрыв и из-под колокола выбросилось пламя.

Силой взрыва колокол подбросило вверх, но он остался в направляющих и снова опустился в бассейн. Причиной взрыва были сернистые соединения, способные самовозгораться на воздухе.

После взрыва приступили непосредственно к разборке газгольдера. В момент рубки третьей заклепки раздался новый взрыв внутри газгольдера. Причиной этого взрыва явилась искра, высеченная при рубке заклепки.

Образование взрывоопасных смесей возможно не только в газгольдерах и помещениях, где они установлены, но также в колодцах, в которых располагаются отключающие задвижки и конденсационные горшки подводящего и отводящего газопроводов. Вследствие неплотности задвижек, конденсационных горшков и фланцевых соединений получается утечка газа, и он скапливается в шахтных колодцах, лишенных естественной циркуляции.

В пожарной практике отмечен такой случай. Колодец шахтного типа имел глубину около 10 м и был закрыт сверху деревянной крышкой, окованной листовой сталью. Для временного освещения колодца и выяснения причин закупорки газгольдера и утечки газа электромонтер решил воспользоваться электросетью, проходящей на расстоянии около 1,5 м от газгольдера.

Он установил лестницу к стенке газгольдера, поднялся по ней и начал ножом очищать изоляцию электропровода.

В момент присоединения временной проводки в колодце газгольдера раздался взрыв и возник пожар. В результате взрыва в одном из соседних газгольдеров образовались отверстия, из которых под давлением колокола стал выходить газ. Несмотря на то, что огня поблизости не было, газ загорелся.

Пожар в колодце потушили водой, а горящие факелы у отдельных пробоев — мокрыми тряпками, салфетками и кошками.

Наряду со взрывами газа в колодцах наблюдались случаи отравления людей, обслуживающих эти объекты. Работники, занятые эксплуатацией колодцев, должны учитывать опасность отравления газом и соблюдать необходимые меры предосторожности.

б) Причины воспламенения газа

Как показывает практика, основными источниками воспламенения газа, а следовательно, причинами пожаров и взрывов газгольдеров являются:

открытый огонь сварочных аппаратов и искры, высекаемые инструментом при ремонте и разборке газгольдеров или примыкающих к ним газопроводов. По этой причине происходит наибольшее количество пожаров и взрывов;

искрение временной электропроводки, применяемой при обслуживании газгольдеров, осмотре колодцев и т. п.;

открытый огонь и искры производственных установок, печей и т. д. Взрывы могут происходить как вследствие сильной утечки газа, проникающего на производственные установки с открытым огнем, так и в результате заноса искр на газгольдеры;

пожары и взрывы соседних аппаратов, газгольдеров, зданий и сооружений, которые вызывают загорание масла, плавающего на поверхности воды в бассейне;

механические удары разрушенных частей зданий и сооружений о газгольдеры, их пробои с воспламенением газа и т. п.;

распространение взрыва по всей газовой установке, вплоть до газгольдера, в результате взрыва другого аппарата (газогенератора, газоочистного ящика и др.);

сернистые соединения, осаждающиеся в пиррофорном состоянии на стенках газопроводов и газгольдеров. Эти соединения образуются в результате взаимодействия сероводорода, входящего в состав технического газа, со стенками газопровода или газгольдера. В газопроводах отлагается значительное количество таких соединений, способных самовозгораться на воздухе. При продувке и в период ремонта газгольдеров сернистые осадки могут вызвать пожар и взрыв.

По имеющимся данным, сернистые соединения внутри газгольдера образуются также в результате жизнедеятельности микроорганизмов в стоячей воде бассейна.

Поучителен в этом отношении случай взрыва небольшого мокрого газгольдера, в котором хранился водород, полученный электролитическим способом. Газ не содержал никаких примесей и тем более сероводорода. Однако причиной взрыва образовавшейся в газгольдере взрывчатой смеси могло быть только самовозгорание сернистого железа, отложившегося внутри газгольдера.

Как предупредить пожары и взрывы

Чтобы предупредить возможность пожаров и взрывов газгольдеров, необходимо, во-первых, создать условия, исключаящие образование взрывоопасных концентраций как внутри газгольдера, так и вне его, и, во-вторых, не допускать появления каких-либо источников воспламенения.

Во избежание образования взрывчатых смесей уже при изготовлении газгольдеров предусматривают ряд мероприятий и специальных предохранительных устройств. Рассмотрим основные из них.

Испытание газгольдеров на герметичность.

В процессе изготовления газгольдеров днище резервуара и нижние затворы колокола и телескопов испытывают водой, которую наливают в них до установки на место. Затем резервуар наполняют водой для испытания всего газгольдера. Колокол и телескопы проверяют на герметичность воздухом под давлением. Для этого все швы газгольдера, наполненного воздухом, смазывают мыльной водой при помощи кисти. Обнаруженные неплотности устраняют зачеканкой свинцовой ватой. Герметичность сварных швов проверяют путем опрыскивания их с внутренней стороны керосином. При отсутствии герметичности на внешней стороне швов появляются пятна керосина.

Отопление газгольдера. Для того чтобы вода в бассейне и газгольдере не замерзала, необходимо поддерживать в помещении температуру не ниже 5°C . Для этого здание оборудуют паровым, водяным или воздушным отоплением. У мокрых газгольдеров, расположенных вне здания, обеспечивают непрерывный обогрев воды как в бассейне, так и в телескопических затворах. Для обогрева применяют:

- а) водяной пар, впускаемый в гидравлические затворы и в бассейн через барботирующие трубы и специальные эжекторы;
- б) горячую воду, циркулирующую по телескопическим затворам и бассейну.

Кроме того, газгольдеры снабжают приборами, указывающими температуру газа, а также воды в бассейне.

Установка объемоуказателей. Степень наполнения газгольдера газом, во избежание его переполнения, контролируют и измеряют специальными приборами. Для этого обычно применяют механические или электрические объемоуказатели: циферблатный указатель, указатель (с сигнализацией) нахождения колокола газгольдера в крайних положениях и регистрирующий прибор (при емкости газгольдера 10 тыс. м^3 и более).

Оборудование газгольдера автоматически действующими клапанами против переполнения и образования вакуума. Переполнение газгольдера можно предупредить приспособлением инж. Мостословского, которое автоматически выключает газгольдер при наивысшем положении колокола. Груз приспособления (рис. 7), подвешенный на двух противоположных сторонах колокола, при подъеме последнего выше предельного положения ударяет в головку шпинделя клапана на подводящем газопроводе и прекращает поступление газа в газгольдер.

В другой конструкции клапан при крайнем верхнем положении колокола приоткрывается и дает свободный выход избыточному газу в атмосферу (см. сухие газгольдеры).

Образование под колоколом вакуума предотвращается при-

способлением (рис. 8), разработанным Ростовским институтом охраны труда.

К крышке колокола газгольдера подвешивают бронзовый клапан 6 с грузом 8, удерживающим его от качания. На потребляющем газопроводе к фланцу 2 крепят стойки 4, которые служат направляющими для бронзовой крышки 3. Движение крышки регулируется грузами 7. При опускании колокола клапан 6, входя в отверстие крышки 3, тянет ее вниз, пока крышка не закроет отверстия трубы 1. Для создания большей плотности в крышку вставляют резиновое кольцо 5. При отрыве клапана 6 крышка 3 поднимается не колоколом газгольдера, а грузами 7.

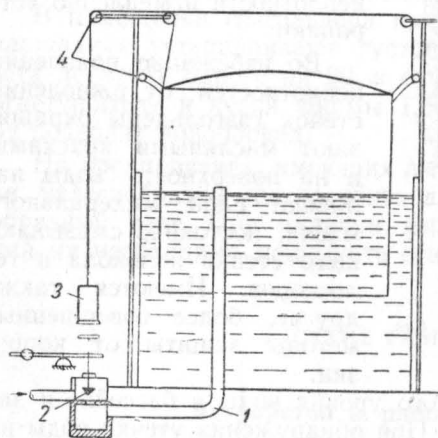


Рис. 7. Приспособление против переполнения газгольдера:
1 — подвод газа; 2 — клапан; 3 — груз; 4 — направляющие ролики.

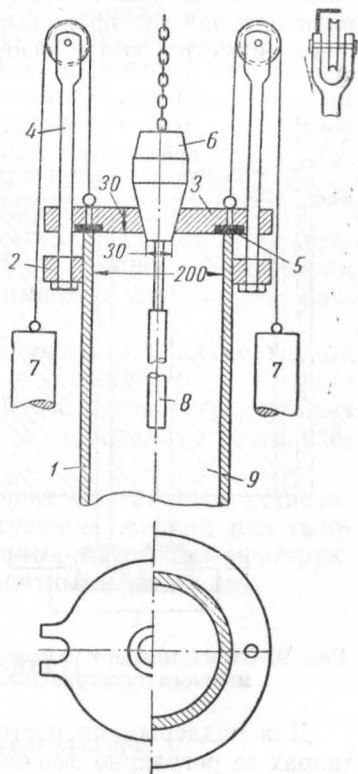


Рис. 8. Клапан для предотвращения образования в газгольдере вакуума.

Благодаря незначительным размерам отверстия крышки (30 мм) при отрыве клапана 6 создаются небольшие усилия.

Для обеспечения безопасности при эксплуатации газгольдеров предусматривают ряд мер режимного характера.

Прежде всего при пуске газгольдера тщательно продувают всю систему, в том числе и газопроводы, негорючими газами. Сначала продувают газопроводы, причем на это время газгольдер выключают из системы, а продувочные газы выпускают через свечу в атмосферу. Затем продувают газгольдер. Для продувки используют: углекислый газ, азот, дымовые газы, газы

горячего дутья из генераторов водяного газа или пар (при сварных конструкциях газгольдера).

Полной ликвидации опасности при пуске газгольдера, а также при его ремонте можно достичь устранением так называемого «мертвого» пространства. Для этого требуется несколько видоизменить конструкцию газгольдера — устроить в крыше колокола над газопроводами две башни из труб несколько большего диаметра, чем у газопроводов. Это обеспечит полное опу-

скание колокола на поверхность воды в бассейне, а следовательно, устранение мертвого пространства (рис. 9).

Герметичность стенок колокола и телескопов периодически проверяют путем их осмотра. Обнаруженные неплотности немедленно устраняют.

Во избежание появления неплотностей от ржавления стенок газгольдеры окрашивают масляными красками, а на поверхность воды наливают слой минерального масла, постоянно смазывающего стенки колокола и телескопов. Имеются также другие, более совершенные методы защиты от коррозии.

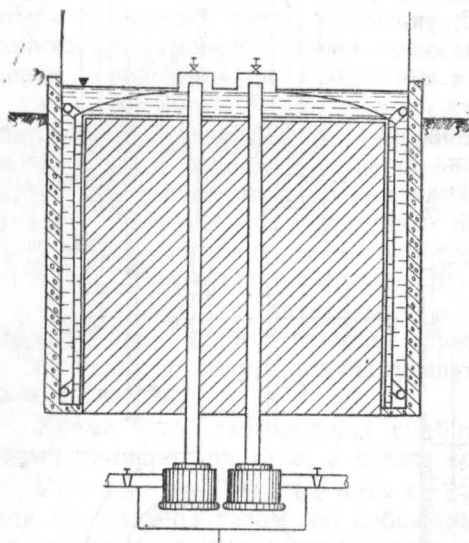


Рис. 9. Схема мокрого газгольдера без мертвого пространства.

Для поддержания постоянного уровня воды в бассейне и затворах ее регулярно доливают. При обнаружении утечки воды из затвора немедленно принимают меры для организации ремонта. Если убыль воды в затворе до ремонта нельзя восполнить путем доливания, то колокол газгольдера с телескопами опускают настолько, чтобы давший течь затвор был погружен в воду.

Давление в газгольдере контролируют самопишущим прибором (манометром).

Во избежание перекосов колокола и звеньев регулярно следят за движением роликов по направляющим, смазывают поверхность направляющих и оси роликов, принимают меры для равномерного наполнения газгольдера, предупреждения обледенения его стенок и т. п.

Для достижения безопасности при ремонте газгольдеров их герметически отключают от газопроводов путем установки заглушек, освобождают от хранимого газа и продувают негорючими газами или водяным паром.

Что делать при аварии и пожаре

При взрыве газгольдера, пожаре в здании, где он установлен, а также при быстрой утечке газа и воды необходимо немедленно прекратить поступление газа в газгольдер. В случае возникновения пожара в здании газгольдера нужно защитить последний от действия пламени, лучистой энергии и ударов падающих конструктивных элементов (во избежание взрыва). Одновременно следует как можно быстрее опорожнить газгольдер, оставив в нем самое небольшое количество газа. При большом пожаре газгольдер полностью освобождают от газа, а мертвое пространство его наполняют паром или негорючим газом. Тушение сочетают с охлаждением. При пожаре вблизи газгольдера защищают от воспламенения крышу здания.

Если стенки газгольдера или затворов обледенели, их обогревают паром, горячей водой и т. п. При аварии с бассейном прекращают поступление газа и максимально увеличивают расход для быстрого опорожнения.

В помещении газгольдера или снаружи его и на кольцевых площадках устанавливают густопенные огнетушители из расчета не менее одного на 20 м окружности, сухие углекислотные огнетушители и куски кошмы $1,5 \times 1$ м. К каждому газгольдеру подводят водопровод.

На предприятиях, имеющих аммиачные или азотные установки, целесообразно приспособить для тушения жидкий или газообразный азот. При наличии деревянных крышевых конструкций их необходимо покрывать огнезащитными составами.

2. СУХИЕ ГАЗГОЛЬДЕРЫ

Устройство и работа газгольдера

Сухой газгольдер отличается от мокрого полным отсутствием водяного бассейна и неподвижностью всего корпуса. Подвижным элементом сухого газгольдера является шайба или поршень, находящийся внутри корпуса (см. рис. 3).

Поршень представляет собой жесткий диск, плотно прижатый к стенкам корпуса при помощи специального эластичного кольцевого затвора. По мере поступления или отвода газа поршень перемещается вверх или вниз и образует под собой переменную емкость для хранения газа.

При отсутствии газа поршень лежит на дне корпуса, а при наполнении — поднимается вверх и занимает соответствующее положение по высоте.

Корпус сухого газгольдера может быть многогранным (в плане многоугольник) и цилиндрическим (рис. 10). От формы корпуса зависит тип затвора.

В газгольдерах с многогранным корпусом применяется жидкостный затвор (рис. 11): тонкая металлическая пластина или плотная ткань затвора при помощи рычагов с противовесами плотно прижимается к поверхности корпуса.

Над пластиной находится жидкость (газгольдерное масло), которая непрерывно смазывает трущиеся поверхности и создает затвор, препятствующий проходу газа из-под поршня.

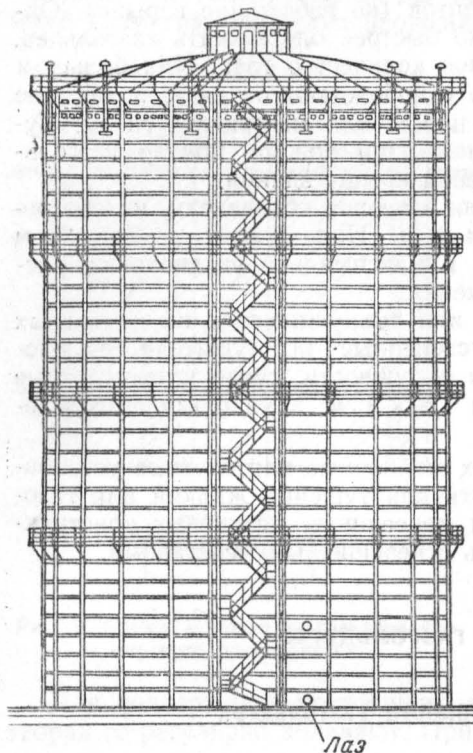


Рис. 10. Общий вид сухого газгольдера.

При движении шайбы вследствие наличия неплотностей между трущимися поверхностями, стенкой газгольдера и затвором происходит утечка жидкости из затвора. Просочившаяся жидкость стекает по поверхности корпуса на дно газгольдера и попадает в специальные резервуары, откуда насосами подается наверх и снова поступает в затвор. Благодаря этому обеспечивается постоянный уровень жидкости в затворе.

В газгольдерах с цилиндрическим корпусом герметичность между поршнем и стенками достигается за счет уплотняющего кольца 1 (рис. 12), состоящего из нескольких рядов прорезиненной вулканизированной ткани,

между которыми расположен деревянный брус.

Уплотняющее кольцо подвешивается к конструкции фермы шайбы и прижимается к стенке газгольдера большим количеством рычагов (балансиров), установленных по окружности шайбы. Кольцо соединяется с шайбой при помощи эластичной пластины 2.

Для ослабления трения кольца (сальника) о корпус газгольдера и одновременно для увеличения плотности (герметичности) между корпусом и уплотняющим кольцом последнее смазывают специальным составом, похожим по вязкости на вазелин лучшего сорта. С этой целью по окружности кольца через определен-

ные промежутки устанавливают масленки, от которых идут отводные трубки через деревянный брус к центру кольца, где устроен специальный жолоб.

Газгольдерное масло получают из антраценового. Для понижения температуры застывания масла в него добавляют хлорированные углеводороды.

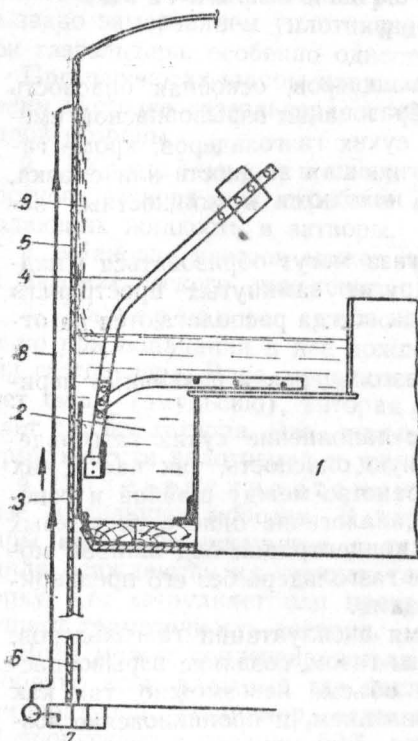


Рис. 11. Жидкостный затвор сухого газгольдера:

1 — часть поршня, прилегающая к затвору; 2 — газгольдерное масло, образующее затвор; 3 — упругое стальное или матерчатое кольцо с фартуком; 4 — прижимной механизм; 5 — стенка газгольдера; 6 — стекание уплотняющей жидкости через неплотности между стенкой и кольцом; 7 — насосный агрегат с автоматическим включением насоса; 8 — труба для подачи жидкости обратно в затвор; 9 — стекание жидкости по стенке газгольдера обратно в затвор.

Пожарная опасность газгольдера

Сухие газгольдеры создают значительно большую пожарную опасность, чем мокрые. Это объясняется на-

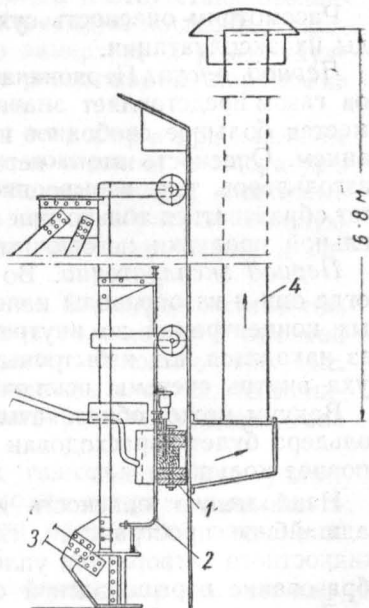


Рис. 12. Сухой затвор с уплотняющим кольцом:

1 — уплотняющее кольцо; 2 — эластичная пластина; 3 — поршень; 4 — выпускная труба.

личием в них замкнутого надшайбного пространства, где при нормальных условиях эксплуатации находится воздух, а в случае утечки газа может образоваться взрывоопасная смесь.

Второй особенностью сухих газгольдеров, повышающей их

пожарную опасность, является трудность герметизации внутренних подвижных элементов.

а) Причины образования взрывчатых смесей

Как видно из устройства газгольдеров, основная опасность их заключается в возможности образования взрывоопасной смеси хранимого газа с воздухом. У сухих газгольдеров, кроме газа, горючей средой является уплотняющая жидкость или смазка, которая в больших количествах находится в жидкостных затворах.

Взрывоопасные концентрации газа могут образоваться в над- и подшайбном пространствах. Других замкнутых пространств сухие газгольдеры не имеют, так как всегда располагаются на открытом воздухе.

Рассмотрим опасность сухих газгольдеров в различные периоды их эксплуатации.

Период пуска. Первоначальное наполнение сухих газгольдеров газом представляет значительную опасность, так как у них имеется большое свободное пространство между шайбой и основанием. Опасность этого периода аналогична опасности мокрых газгольдеров, т. е. взрывоопасная концентрация под шайбой может образоваться только при пуске газгольдера без его предварительной продувки негорючими газами.

Период эксплуатации. Во время эксплуатации газгольдеров, когда они и газопроводы наполнены газом, создание взрывоопасных концентраций во внутреннем объеме невозможно, так как газ находится под избыточным давлением, и проникновение воздуха внутрь системы исключается.

Вакуум может образоваться только в том случае, если из газгольдера будет израсходован почти весь газ, и поршень сядет на опорное кольцо.

Наибольшую опасность в сухом газгольдере представляет надшайбное пространство, где при нарушении герметичности жидкостного затвора или уплотняющего кольца всегда возможно образование взрывоопасной смеси газа с воздухом.

Достигнуть абсолютной герметичности уплотнения подвижных элементов сухих газгольдеров весьма сложно. Из практики их эксплуатации известно, что в воздухе надшайбного пространства всегда содержится примесь хранимого газа. При малейшем местном нарушении герметичности уплотнения приток газа в надшайбное пространство увеличивается и концентрация его может дойти до взрывоопасной.

Основными причинами нарушения герметичности уплотняющего кольца или жидкостного затвора и утечки газа в надшайбное пространство являются следующие.

1. Перекосы шайбы (поршня) при ее движении вверх и вниз вследствие заедания роликов, переполнения газгольдера, резких колебаний шайбы и изменений температуры противоположных стенок газгольдера. Заедание роликов может быть вызвано замерзанием уплотняющей жидкости, обледенением стенок газгольдера, особенно односторонним, и т. п.

При перекосах шайбы нарушается плотность прижатия уплотнения к стенке газгольдера, а жидкостный затвор обнажается с одной стороны.

2. Нарушение смазки уплотняющего кольца или жидкостного затвора при перебоях в работе и остановке насосов, подающих жидкость в затворы.

К остановке насосов может привести неисправность системы их автоматического включения.

3. Замерзание уплотняющей жидкости, особенно при попадании в нее дождевой воды и отсутствии отопления газгольдера. Вода, попадая в уплотняющую жидкость, образует смесь (эмульсию), которая легко замерзает и резко ухудшает смазку затвора. Это вызывает перекося шайбы, нарушение герметичности уплотнения и утечку газа.

4. Обледенение стенок газгольдера при влажном газе и сильных морозах. В периоды понижения температуры пары воды, содержащиеся в газе, конденсируются, отдельные капли осаждаются на стенках газгольдера и образуют ледяную корку, что затрудняет или прекращает движение шайбы и нарушает герметичность затвора.

Вода может конденсироваться в очень большом количестве, особенно если влажный газ поступает в газгольдер с высокой температурой. Например, если газгольдер емкостью 100 тыс. м³ пропускает в среднем 60% влажного газа в сутки, то количество сконденсировавшейся за сутки воды при охлаждении газа с 30 до 5°С составит около 3,8 т.

Одностороннее обледенение стенок газгольдера или уплотнения в результате холодных ветров может вызвать заедание и перекосы шайбы, нарушение плотности прилегания затвора к стенке и утечку газа.

В иностранной литературе описан случай взрыва, вызванного промерзанием смолы и обледенением стенок сухого газгольдера емкостью 50 тыс. м³. После взрыва загорелись газ и смола. Было установлено, что в смоле содержалось около 50% воды. Вследствие этого она промерзла, смазка резко ухудшилась и одна сторона шайбы перегрузилась. В результате перекося шайбы газ получил свободный выход в надшайбное пространство и образовал там взрывчатую смесь. Уменьшение давления газа привело к быстрому падению шайбы, которая при трении о корпус высекала искру, воспламенившую взрывчатую смесь.

5. Переполнение газгольдера. Выход газа через предохранительные выпускные трубы в атмосферу приводит к

резким колебаниям шайбы и ее перекосу, а следовательно, к утечке газа в надшайбное пространство. В этом случае может произойти полное заедание поршня, что при дальнейшем потреблении газа приводит к образованию под поршнем вакуума.

Период ремонта. Как показывает практика, наибольшая опасность создается при ремонте сухих газгольдеров и примыкающих к ним газопроводов. Основная причина пожаров и взрывов при этих работах заключается в негерметическом отключении ремонтируемого участка от газовой сети и в применении открытого огня.

Это подтверждается, например, взрывом сухого газгольдера в Нейкирхене в 1933 г.

Взрыв произошел в момент ремонта перепускной трубы газгольдера, соединяющей входящий и выходящий газопроводы.

Для чистки от нафталина и ремонта трубу сняли с фланцев, причем один из них закрыли глухой пробкой, а другой — только временным затвором. Во время установки трубы на место, для того чтобы несколько срезать поддерживающую подставку, применили кислородно-ацетиленовую горелку. При этой операции возник первый местный взрыв, так как газ проник в перепускную трубу через временный затвор у фланца.

Затем на другом конце трубы (у другого фланца) произошел второй местный взрыв, совершенно разрушивший ее и часть отводящего газопровода с глухой пробкой. В результате газ вырвался из газгольдера и воспламенился. Через 5 мин. от столба пламени взорвался весь газгольдер (факел горящего газа накалил стенку газгольдера, вызвал ее коробление, перекос шайбы и утечку газа в надшайбное пространство, где образовалась взрывчатая смесь).

б) Причины воспламенения газа

Основные причины воспламенения газа в сухих газгольдерах — те же, что и в мокрых газгольдерах, т. е. открытый огонь и искрение сварочных аппаратов и произведенных установок, пожары и взрывы соседних зданий и сооружений, самовозгорание сернистых соединений, осаждающихся на стенках газопроводов и газгольдеров.

Кроме того, имеется ряд специфических источников воспламенения, характерных только для сухих газгольдеров. К ним относятся разряды статического электричества, искры, высекаемые при падении поршня, и грозовые разряды.

Статическое электричество возникает вследствие трения поршня с уплотняющим кольцом из прорезиненной ткани о стенки газгольдера. Однако образование статического электричества наблюдается не только в момент быстрого падения поршня, особенно при авариях, но и при нормальных условиях эксплуатации газгольдера с прорезиненным уплотняющим кольцом.

Искрение при падении поршня возникает вследствие трения его о стенки газгольдера. Причиной падения поршня может быть его перекос. При перекосе газ получает свободный выход через затвор, и поршень под действием своей тяжести начинает быстро падать вниз.

Одной из причин взрывов и пожаров газгольдеров являются грозовые разряды. Прямой удар молнии в мокрый газгольдер не может вызвать его взрыва, так как он полностью наполнен газом и взрывоопасных концентраций не содержит.

Атмосферное электричество опасно для сухих газгольдеров не только в виде прямых ударов молнии, но и в виде вторичных ее проявлений.

У сухих газгольдеров (а также у мокрых, если они расположены в здании) имеются замкнутые пространства, где может создаваться взрывоопасная смесь газа с воздухом. Если такая смесь в надшайбном пространстве окажется в момент грозового разряда, то при этом неизбежно происходит взрыв.

Вторичные проявления атмосферного электричества (электростатическая индукция, электромагнитное влияние тока молнии и др.) опасны для сухих газгольдеров ввиду наличия у них электрической изоляции шайбы от корпуса и большого количества незамкнутых контуров.

Как предупредить пожары и взрывы

Для того чтобы предупредить пожары и взрывы сухих газгольдеров, необходимо, во-первых, предотвратить образование взрывоопасных концентраций в над- и подшайбном пространствах и, во-вторых, устранить возможность появления источников воспламенения.

С этой целью уже *при изготовлении газгольдеров* предусматривают ряд мероприятий. Так, во избежание образования ледяной корки на стенках газгольдеров и замерзания уплотняющей жидкости или смазки газгольдеры отепляют. Обычно их корпус окружают этернитовым кожухом, а образующееся кольцевое пространство обогревают нагретым воздухом или дымовыми газами, получаемыми на специальной установке за счет сжигания газа. Воздух или дымовые газы, нагнетаемые в кожух снизу специальным вентилятором, омывают стенки газгольдера и выходят в атмосферу сверху.

В целях защиты газгольдеров от обмерзания газ, предназначенный для хранения, подвергают осушке путем его сжатия и охлаждения или поглощения из него влаги специальными влагоотнимающими веществами (силикагелем, хлористым кальцием).

Для достижения достаточной и бесперебойной подачи смазки к гидрозатвору и сухому уплотняющему кольцу необходимо обеспечить автоматическую работу насосов, подающих смазку на верх газгольдера (см. рис. 11). При сухом уплотняющем кольце

следует систематически заполнять масленки смазочным материалом.

Во избежание переполнения газгольдеров газом их оборудуют автоматическим устройством, которое передает сигналы диспетчеру о степени наполнения газгольдера, и регистрирующим прибором (при емкости газгольдера 50 тыс. м³ и более). Кроме того, на газгольдерах устанавливают автоматический клапан (рис. 13), открывающийся при верхнем предельном положении шайбы (или колокола у мокрого газгольдера).

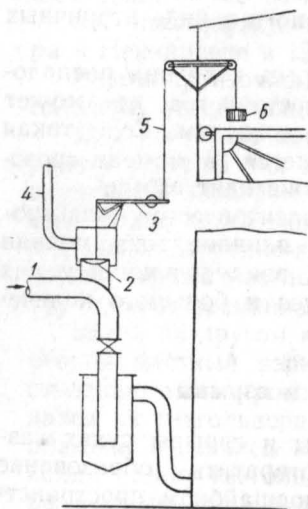


Рис. 13. Автоматический клапан против переполнения газгольдера: 1 — подающий газопровод; 2 — клапан; 3 — рычаг клапана с грузом; 4 — свеча; 5 — трос; 6 — контргруз.

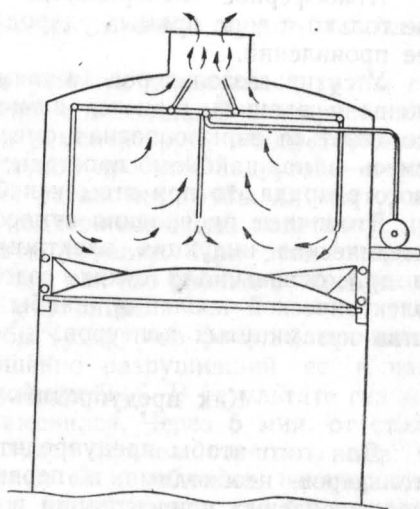


Рис. 14. Схема вентиляции надшайбного пространства.

Для проветривания надшайбного пространства целесообразно устраивать приточно-вытяжную вентиляцию с вытяжкой в зоне фонаря (рис. 14). Подачу воздуха в этом случае производят в нижнюю часть надшайбного пространства, что создает некоторое давление, необходимое для вытеснения газа вверх. Следует отметить, что вентиляция надшайбного пространства — ответственное и трудное мероприятие, особенно при нижнем положении шайбы.

Для анализа и регистрации состава газа в газгольдерах их оборудуют специальными самопишущими приборами, а также приборами, контролирующими давление, температуру, влажность газа и т. п.

Герметическое отключение газгольдера от газопроводов обеспечивают применением гидравлических затворов и задвижек

(рис. 15). Во избежание замерзания воды в зимнее время гидравлический затвор устанавливают в отапливаемом помещении. Высоту затвора определяют, исходя из трехкратной величины на-

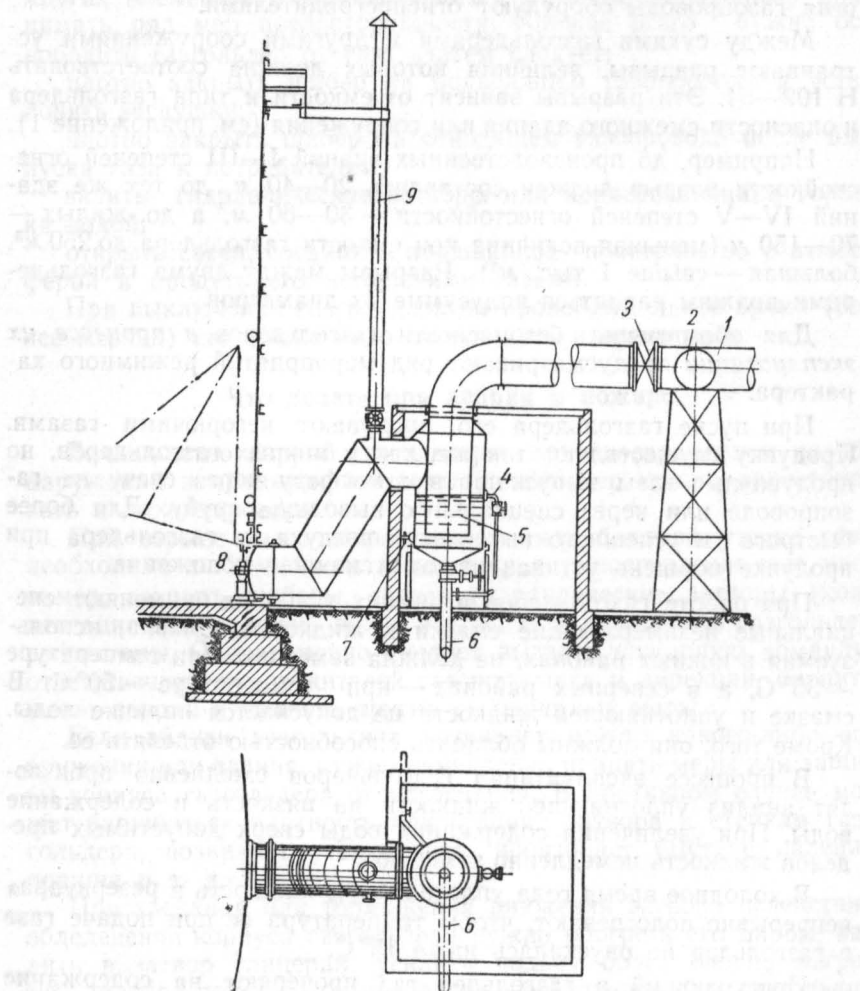


Рис. 15. Схема водяного затвора на газопроводе сухого газгольдера:
1 — газопровод; 2 — байпас; 3 — газовая задвижка с дистанционным управлением; 4 — переливная труба; 5 — водяной затвор; 6 — сливная труба (отвод в канализацию); 7 — наливная труба; 8 — поршень, 9 — свеча для продувки.

ибольшего давления газа в газгольдере. Задвижку монтируют на магистрали и снабжают ручным и электрическим приводами, причем последний имеет дистанционное управление из контрольно-диспетчерского пункта.

Для защиты газгольдера от резких ударов при взрывах или хлопках в газопроводах участкам, подводящим газ, придают крутые повороты (не менее двух). Во избежание распространения огня газопроводы оборудуют огнепреградителями.

Между сухими газгольдерами и другими сооружениями устраивают разрывы, величина которых должна соответствовать Н 102—54. Эти разрывы зависят от емкости и типа газгольдера и опасности смежного здания или сооружения (см. приложение 1).

Например, до производственных зданий I—III степеней огнестойкости разрыв должен составлять 20—40 м, до тех же зданий IV—V степеней огнестойкости — 30—60 м, а до жилых — 70—150 м (меньшая величина при емкости газгольдера до 250 м³, большая — свыше 1 тыс. м³). Разрывы между двумя газгольдерами должны равняться полусумме их диаметров.

Для обеспечения безопасности газгольдеров *в процессе их эксплуатации* предусматривают ряд мероприятий режимного характера.

При пуске газгольдера его продувают негорючими газами. Продувку осуществляют так же, как у мокрых газгольдеров, но продувочные газы выпускают в атмосферу через свечу на газопроводе или через специальную выводную трубу. Для более быстрого и успешного вытеснения воздуха из газгольдера при продувке поршень устанавливают в нижнее положение.

При работе газгольдеров в зимних условиях применяют специальные незамерзающие смазки и жидкости. Смазка, используемая в южных районах, не должна замерзать при температуре — 35° С, а в северных районах — при температуре — 50° С. В смазке и уплотняющей жидкости не допускается наличие воды. Кроме того, они должны обладать способностью отделять ее.

В процессе эксплуатации газгольдеров ежедневно производят анализ уплотняющей жидкости на вязкость и содержание воды. При увеличении содержания воды сверх допустимых пределов жидкость немедленно заменяют.

В холодное время года уплотняющую жидкость в резервуарах непрерывно подогревают, чтобы температура ее при подаче газа в газгольдер не опускалась ниже 15° С.

Поступающий в газгольдер газ проверяют на содержание кислорода. При обнаружении повышенного содержания кислорода немедленно принимают меры к выяснению и устранению причин этого. Если содержание кислорода превышает допустимое для данного газа количество, газгольдер выключают из сети.

Независимо от наличия вентиляции и осуществления других мероприятий, препятствующих образованию взрывоопасных смесей газа с воздухом, необходимо ежедневно контролировать состав воздуха в надшайбном пространстве. Такой контроль позволяет своевременно выявить утечку газа через поршень и за-
твор.

Не реже одного раза в сутки следует проверять отклонение шайбы от горизонтального положения.

При ремонте газопроводов, корпуса газгольдера, затворов и других элементов, соприкасающихся с газом, необходимо принимать ряд мер предосторожности. Прежде всего нужно освободить газгольдер от газа. Затем следует:

плотно закрыть шибер на подводящем газопроводе и установить заглушку;

плотно закрыть шибер на отводящем газопроводе после выпуска газа к потребителям;

залить гидравлические затворы или конденсационные горшки водой;

открыть свечи, соединить подшайбное пространство с атмосферой и продуть его негорючими газами.

При выключении газгольдера на продолжительное время (более месяца) его также надо опорожнить и проветрить.

Что делать при аварии и пожаре

Большинство аварий газгольдеров при своевременном их обнаружении и принятии соответствующих мер можно приостановить и ликвидировать.

При взрыве газгольдера, пожаре или быстрой утечке газа необходимо любыми средствами прекратить поступление газа, например, закрыть шиберы, залить гидравлические затворы (конденсационные горшки) водой и т. п., т. е. выключить газгольдер из системы. Одновременно следует вызвать пожарную команду, ответственных руководителей газового цеха и дирекции, оцепить место аварии и принять другие необходимые меры.

Если вблизи газгольдера возникнет пожар какого-либо сооружения или здания, нужно немедленно принять меры для защиты корпуса газгольдера от нагревания. В противном случае может нарушиться плотность прилегания затвора к стенкам газгольдера, возникнет утечка газа, произойдет быстрое падение поршня и т. д.

При заедании или торможении движения затвора вследствие обледенения корпуса газгольдера нужно обогреть его паром, залить в затвор глицерин, усилить подачу более сильно нагретого масла, повысить температуру поступающего в газгольдер газа и т. п.

Газгольдеры снабжают необходимым количеством средств пожаротушения.

К каждому газгольдеру подводят две водопроводные магистрали диаметром не менее 125 мм. Кроме того, на крыше газгольдера в ряде случаев монтируют дренчерную установку для охлаждения корпуса и защиты его при пожарах расположенных поблизости сооружений или других газгольдеров.

Для тушения смолы в гидравлическом затворе при газголь-

дерах размещают пенные установки и огнетушители, а также не менее четырех баллонов с углекислым газом. Пена — одно из лучших средств для тушения горящих жидкостей.

Вокруг газгольдера и на кольцевых площадках через каждые 20 м устанавливают не менее одного густопенного огнетушителя № 3 (для тушения прорывающегося через неплотности горящего газа).

При огнетушителях должны находиться куски кошмы размером $1,5 \times 1$ м, уложенные в металлические ящики.

3. ГАЗГОЛЬДЕРЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Устройство и работа газгольдера

Газгольдеры постоянного объема и высокого давления применяются, главным образом, для хранения больших количеств естественных газов, а также водорода (обычно газгольдеры подземного типа).

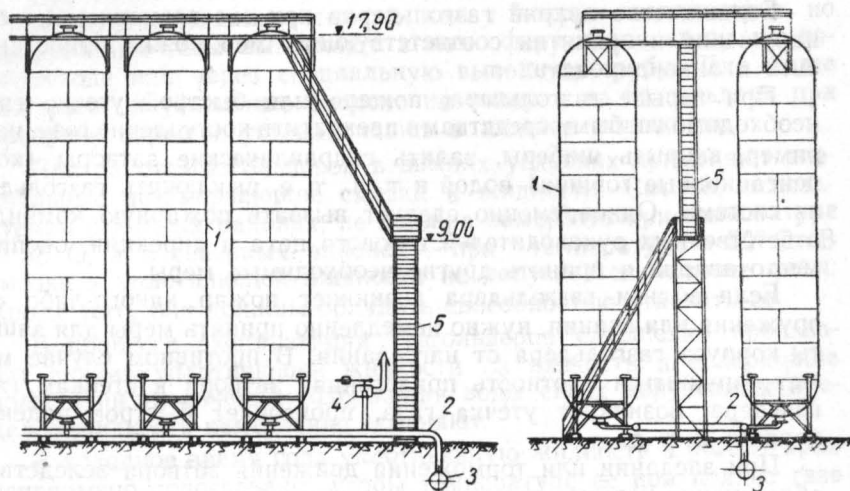


Рис. 16. Вертикальные газгольдеры высокого давления:

1 — газгольдер; 2 — газопровод, по которому поступает и отводится газ; 3 — подземный коллектор; 4 — предохранительный клапан; 5 — лестница.

Газгольдер высокого давления представляет собой замкнутый сосуд цилиндрической или шаровой формы, включенный в газовую сеть.

Наиболее распространены цилиндрические газгольдеры — вертикальные и горизонтальные, — которые в последнее время выполняются цельносварными. Газ в таких газгольдерах хранится под давлением 5—8 атм.

Газгольдеры устанавливаются на металлические стойки (опоры), которые опираются на железобетонные фундаменты. На рис. 16 показана батарея вертикальных газгольдеров высокого давления. Газ к газгольдерам поступает и отводится через регуляторные станции. В вертикальные газгольдеры газ подается через нижний штуцер, имеющий два патрубка: один для газа и

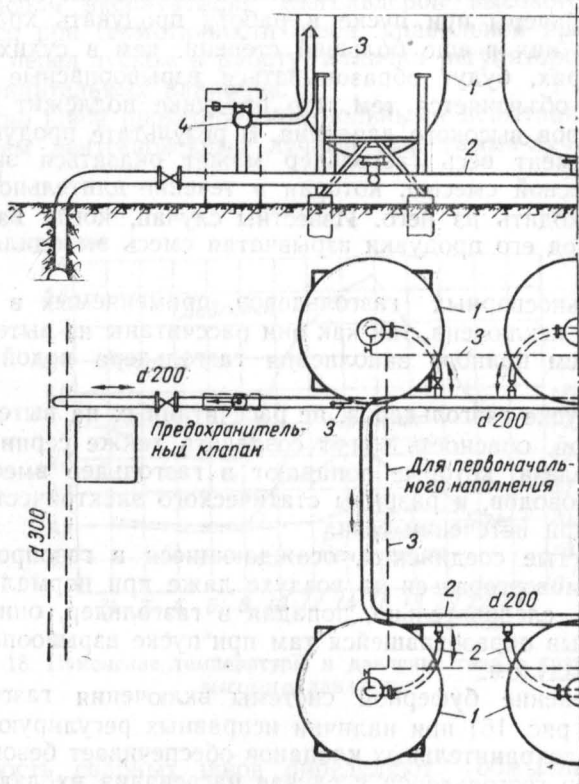


Рис. 17. Схема подвода газа к вертикальным газгольдерам:

1 — газгольдеры; 2 — газопроводы, 3 — газопроводы для начального наполнения через верхний люк; 4 — предохранительный клапан.

второй для воды (при испытании и пуске в работу). К верхнему люку газгольдера подводится ответвление газопровода для подачи газа в газгольдер при пуске его после испытания. Схема подвода газа к вертикальным газгольдерам приведена на рис. 17.

Пожарная опасность газгольдера

Газгольдеры высокого давления менее опасны, чем мокрые и сухие, так как они всегда располагаются на открытом воздухе и не имеют подвижных элементов и замкнутых про-

странств, в которых в процессе эксплуатации может образоваться взрывоопасная смесь газа с воздухом; газ полностью заполняет все пространство газгольдера и находится в нем под давлением. При появлении в газгольдере неплотностей газ выходит в атмосферу и рассеивается в воздухе.

Опасным моментом при эксплуатации газгольдеров высокого давления является первоначальное наполнение их газом. Если эти газгольдеры при пуске в работу продувать хранимым газом, то в них в еще большей степени, чем в сухих и мокрых газгольдерах, будут образовываться взрывоопасные концентрации. Это объясняется тем, что продувке подлежит весь объем газгольдеров высокого давления. В результате продувки в некоторый момент весь газгольдер может оказаться заполненным взрывоопасной смесью, которая в течение длительного времени будет выходить из него. Известны случаи, когда из газгольдера в период его продувки взрывчатая смесь выходила в течение 5 часов.

У цельносварных газгольдеров, применяемых в СССР, эта опасность исключена, так как они рассчитаны на вытеснение воздуха путем полного заполнения газгольдера водой перед его пуском.

При пуске газгольдеров, не рассчитанных на вытеснение воздуха водой, опасность могут создавать также сернистые соединения железа, которые попадают в газгольдер вместе с газом из газопроводов, и разряды статического электричества, образующиеся при истечении газа.

Сернистые соединения, осаждающиеся в газопроводах, способны самовозгораться на воздухе даже при нормальной температуре, и, следовательно, попадая в газгольдер, они могут вызвать взрыв образовавшейся там при пуске взрывоопасной смеси газа с воздухом.

Применение буферной системы включения газгольдеров в сеть (см. рис. 16) при наличии исправных регулирующих приборов и предохранительных клапанов обеспечивает безопасную эксплуатацию газгольдеров в случае нагревания их любыми источниками тепла.

Если газгольдер отключить от газопроводов, то в нем при действии солнечных лучей давление будет повышаться (в результате нагревания и расширения газа), но незначительно, так как температура газа в газгольдере значительно ниже температуры воздуха.

На рис. 18 показано изменение температуры и давления газа в отключенном газгольдере под действием солнечных лучей в течение суток. Как видно из кривых, при повышении температуры воздуха с 20 до 40°С давление увеличилось всего на 0,55 атм.

Наибольшую опасность при газгольдерах высокого давления представляют компрессорные и газорегуляторные станции, в

которых вследствие утечки газа через неплотности фланцевых соединений трубопроводов могут образоваться взрывоопасные концентрации.

Как предупредить пожары и взрывы

Безопасная эксплуатация газгольдеров высокого давления достигается при герметичности швов, правильной продувке газгольдеров перед пуском в работу, наличии регуляторов давления и предохранительных клапанов.

Качество швов проверяют контрольными испытаниями и просвечиванием рентгеновскими лучами или гамма-лучами радиометотории.

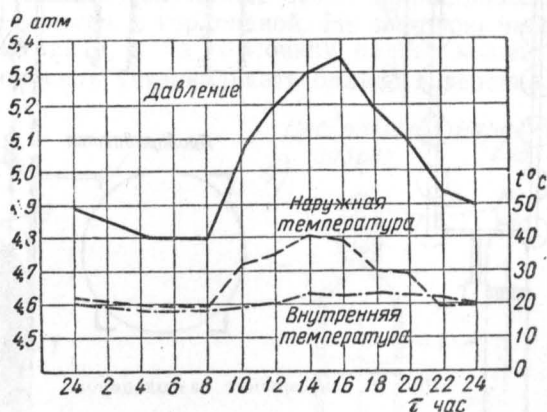


Рис. 18. Изменение температуры и давление газа в газгольдере высокого давления.

Плотность сварных швов определяют обмыливанием или покрытием швов с наружной стороны раствором мела и опрыскиванием с противоположной стороны керосином. При малейшей неплотности швов на наружной стороне появляются пятна керосина.

Для вытеснения воздуха из газгольдеров перед пуском в работу их заполняют водой (при цельносварных конструкциях) или продувают негорючими, а также дымовыми газами.

Каждый газгольдер или батарею газгольдеров снабжают одним-двумя предохранителями рычажного или пружинного типа для выпуска избыточного давления (см. рис. 17).

Для защиты газгольдеров от первичных и вторичных воздействий грозových разрядов их оборудуют заземлением (рис. 19).

Здания газгольдерной станции, особенно помещения газорегуляторной, защищают молниеотводами.

В помещениях газорегуляторной должны проводиться все мероприятия, предусмотренные для взрывоопасных производств категории А.

Газгольдерная станция должна иметь водопровод высокого давления и первичные средства пожаротушения: углекислотные

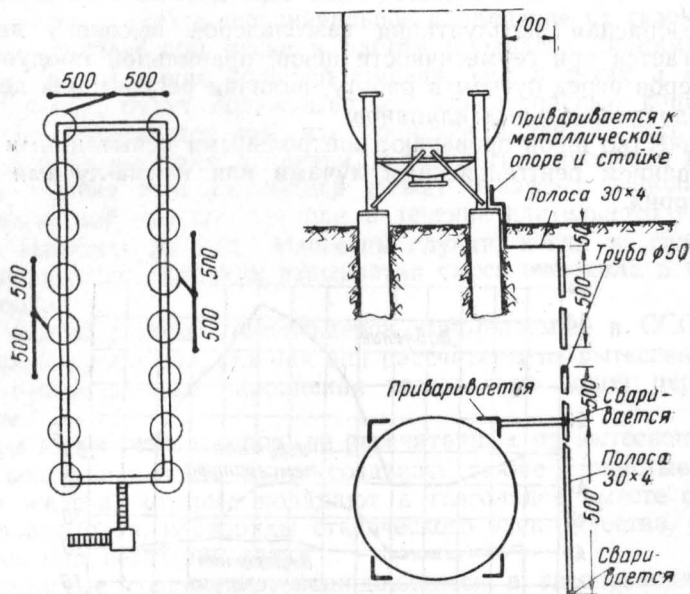


Рис 19. Заземление газгольдеров.

огнетушители (кроме того, целесообразно иметь сжатый азот или углекислый газ), ящики с жирной глиной, песок в асбестовых мешках, асбестовые листы и лопаты.

ХРАНЕНИЕ ГАЗОВ В БАЛЛОНАХ

Устройство баллонов

Баллон (рис. 20) представляет собой цилиндрический сосуд с полукруглым дном и горловиной. На нижнюю часть баллона насажен башмак 4, а на горловину надето кольцо 5. Башмак дает возможность устанавливать баллон в вертикальное по-

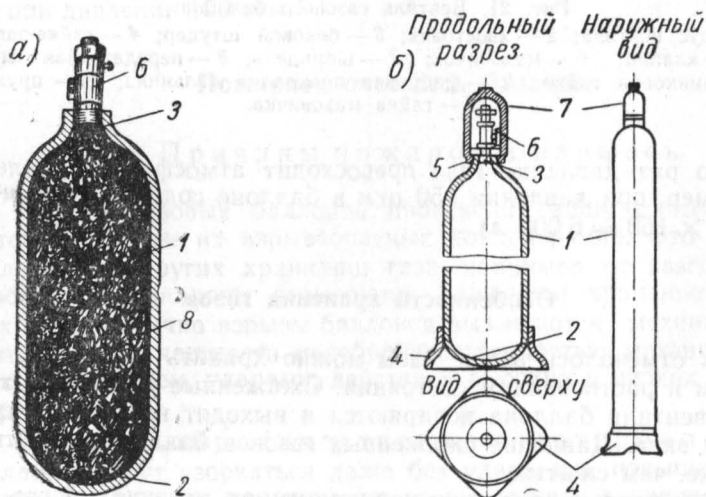


Рис. 20. Разрез баллонов:

а — ацетиленового; *б* — для хранения сжатых и сжиженных газов; 1 — стенка; 2 — дно; 3 — горловина; 4 — башмак; 5 — кольцо; 6 — вентиль; 7 — защитный колпачок; 8 — пористая масса.

ложение. В горловину с конической нарезкой ввертывается вентиль 6, который служит для впуска и выпуска газа в моменты наполнения и опорожнения баллона.

Кольцо предназначено для наворачивания колпачка 7, защищающего вентиль от механических повреждений и загрязнений.

Устройство вентиля для сжатых газов показано на рис. 21. Вентили баллонов для хранения ацетилена и сжиженных газов имеют несколько другое устройство.

Наиболее распространенная емкость баллонов — 40 л. Однако поскольку газ хранится под высоким давлением, количество его в баллоне во столько раз превышает емкость последнего, во

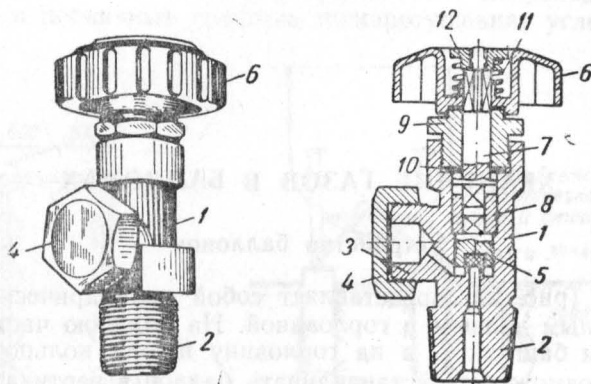


Рис. 21. Вентиль газового баллона:

1 — корпус вентиля; 2 — хвостовик; 3 — боковой штуцер; 4 — гайка-заглушка; 5 — клапан, 6 — маховичок; 7 — шпindelь; 8 — передаточная муфта; 9 — сальниковая гайка; 10 — фибровая прокладка сальника; 11 — пружина; 12 — гайка маховичка.

сколько раз давление газа превосходит атмосферное давление. Например, при давлении 150 атм в баллоне содержится 6 м³ газа ($40 \times 150 = 6\,000$ л).

Особенности хранения газов

Как отмечалось выше, газы можно хранить в сжатом, сжиженном и растворенном состоянии. Сжиженные газы при открывании вентиля баллона испаряются и выходят наружу в газообразном виде. Давление сжиженных газов в баллонах значительно ниже, чем сжатых.

В сжиженном состоянии хранят аммиак, углекислый газ, пропан, бутан, бутилен и другие газы; в сжатом состоянии — водород, кислород, азот и т. д.; в растворенном состоянии только ацетилен.

Ацетилен хранят в растворенном состоянии потому, что при давлении свыше 2 атм он способен разлагаться со взрывом под воздействием механических ударов. Когда же ацетилен растворяют в ацетоне, он становится менее опасным: при давлении до 10 атм раствор не взрывается. Устойчивость ацетилена против взрыва значительно повышается при распределении раствора в пористой среде, например, в угле. В этом случае ацетилен не взрывается при давлении до 30 атм, даже если в отдельных точках пористой среды (в ячейке, pore угля) под влиянием удара или

повышения температуры возникают очаги разложения. Такая устойчивость растворенного ацетилена объясняется тем, что он распределяется в порах угля, изолированных друг от друга. При разложении ацетилена в отдельных порах уголь поглощает выделяющееся тепло и тем самым препятствует распространению разложения (взрыва) по всей массе ацетилена.

В СССР в качестве пористой массы для хранения растворенного ацетилена применяют только активированный уголь с зернами размером от 1 до 3,5 мм. Объем пор в угле равен 75% всей его массы. Уголь — лучшая среда для наполнения ацетиленовых баллонов. Он обеспечивает полную безопасность хранения ацетилена под давлением.

В баллон, наполненный углем, вводят ацетон в количестве около 16,4 л (41% объема баллона). При подаче газа под давлением 16 атм 40-литровый баллон вмещает около 6 м³ ацетилена так как один объем ацетона растворяет 23 объема ацетилена на каждую атмосферу давления.

Такое количество сжатого газа вмещается в баллон только при давлении 150 атм.

Пожарная опасность баллонов

а) Причины пожаров и взрывов

Взрывы газовых баллонов происходят чаще всего при отсутствии внутри их взрывоопасных концентраций. Это отличает баллоны от других хранилищ газа, например от газгольдеров. Кроме того, баллоны взрываются даже при хранении негорючих газов. Обычно взрывы баллонов вызываются механическими причинами, в частности недоброкачеством материала стенок, ржавлением, ударами, действием высоких и низких температур и т. п.

При недоброкачественном материале стенок баллоны могут взорваться даже без удара или повышения температуры, так как стенки могут не выдержать давления газа. К основным дефектам стенок относятся трещины и расслоения в металле, газовые пузыри, шлаковые включения, хрупкость металла вследствие неправильной термической обработки, например резкого охлаждения при закалке и т. п. При хранении газа под высоким давлением эти дефекты, например трещины, увеличиваются, стенки не выдерживают растяжения, и происходит разрыв баллона, т. е. взрыв механического порядка.

Баллоны при таких взрывах обычно разлетаются на большое количество кусков (рис. 22).

Ржавление стенок баллонов под действием хранимого газа сопровождается уменьшением их толщины. В среднем за год толщина стенок баллонов уменьшается за счет ржавления

на 0,075 мм, а так как она не превышает 7—8 мм, то явление ржавления для баллонов весьма опасно (тонкие стенки не выдерживают давления газа). Кроме того, в результате ржавления металл во многих случаях становится более хрупким, теряет углерод и образует трещины.

Одной из главных причин ржавления является влага, которая содержится в газах и скапливается внутри баллонов. Вла-

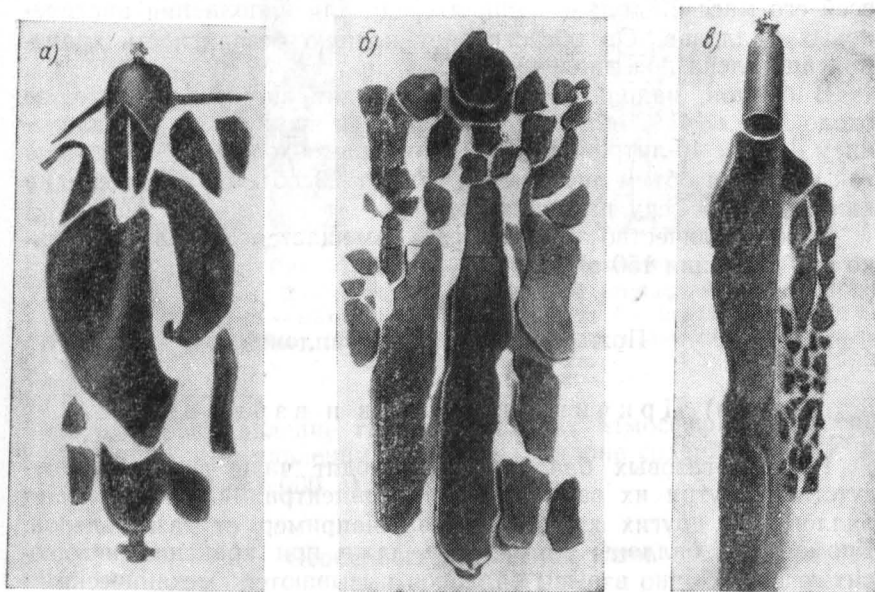


Рис. 22. Результаты взрыва баллонов при падении:
а, б — кислородные баллоны; в — водородные баллоны.

га способствует ржавлению при хранении почти всех газов — кислорода, водорода, углекислого газа, аммиака и особенно сероводорода и хлора.

Ржавление значительно сокращает срок службы баллонов.

Вредное влияние на баллоны оказывают низкие температуры. Исследованиями советских ученых установлено, что при низких температурах металлы становятся более хрупкими и легко разрушаются при ударах. Например, для разрушения (излома) углеродистой стали при нормальной температуре требуется удар груза весом 15,3 кг на 1 см² с высоты 1 м, а при температуре — 40° С — удар груза весом всего 2,1 кг. Другие сорта стали разрушаются при температуре — 40° С уже при ударе в 0,5 кг · м/см².

Природа хрупкости металлов впервые раскрыта советским ученым академиком А. Ф. Иоффе.

В связи с хрупкостью металлов при низких температурах баллоны в зимних условиях легко разрываются в результате механических ударов, падения на землю и т. п. При взрыве баллоны обычно разлетаются на мелкие куски (рис. 23).

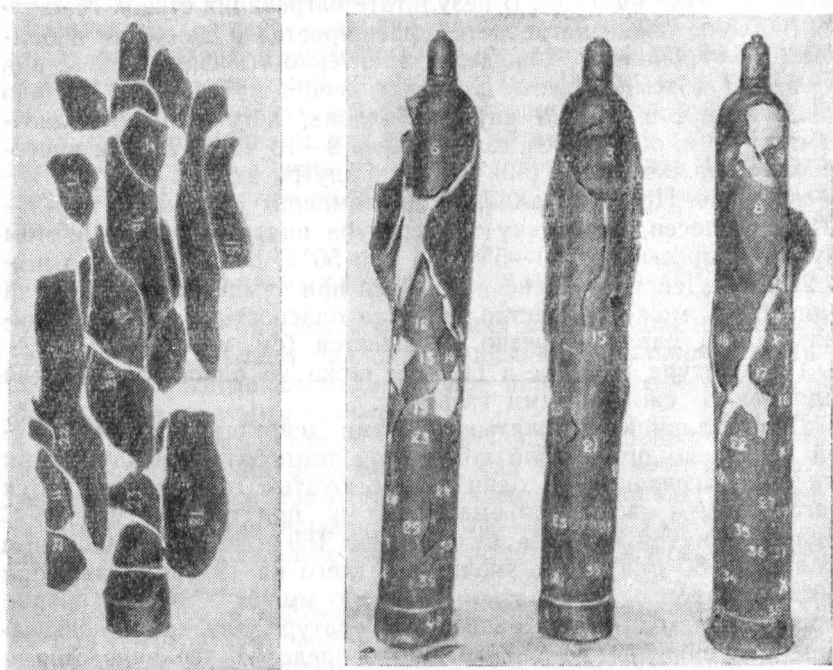


Рис. 23. Результаты взрыва кислородных баллонов.

Цифрами обозначены куски баллонов.

Механические удары являются непосредственной причиной большинства взрывов баллонов, особенно старых, сильно проржавевших или находящихся при низких температурах.

При нормальных условиях правильно изготовленный баллон без дефектов имеет вполне достаточную прочность, обеспечивающую полную его безопасность при эксплуатации.

Это подтверждается опытами. Баллон, наполненный газом до давления 150 атм, подвергался удару чугунной бабы весом 313 кг, падающей с высоты 4 м. После трех ударов по одному и тому же месту на баллоне образовалась лишь небольшая вмятина глубиной 12 мм с выпучиванием на противоположной стороне, но взрыва не произошло.

Действие солнечных лучей на баллоны практически не представляет опасности. Величина нагрева поверхности баллона солнечными лучами зависит от цвета окраски, шероховатости поверхности, силы ветра, положения баллона и т. п. Со стороны солнца стенки баллонов, как показывают опыты автора, нагреваются сильнее, чем воздух, в среднем на $9-10^{\circ}$. Средняя температура стенок баллона превышает при этом температуру воздуха на $5-6^{\circ}$. В результате нагревания стенок газ внутри баллона также нагревается, расширяется и давление в баллоне увеличивается. Наиболее характерно изменение давления от действия температуры для ацетиленовых баллонов. Однако максимальное давление внутри баллона, нагреваемого солнечными лучами, образуется только через $9-10$ час., так как ацетиленовые баллоны благодаря наличию внутри их угля прогреваются медленно. Прогрев баллонов при температуре воздуха до $45-50^{\circ}\text{C}$ не опасен, поскольку температура внутри баллона в этом случае не превышает $50-55^{\circ}\text{C}$, а при 50°C давление равно всего 27 атм . Действие солнечных лучей при температуре воздуха выше 50°C может представлять уже опасность, так как, начиная с 75°C , давление резко повышается (см. рис. 24).

Температура воздуха в 50°C и ниже не опасна также для баллонов со сжиженными газами.

Для баллонов со сжатыми газами действие солнечных лучей не опасно при любой возможной температуре воздуха, так как при нагревании на один градус сжатые газы расширяются всего на $\frac{1}{273}$ своего объема. Поэтому при температуре 50°C давление внутри баллона будет равно 169 атм (при начальном давлении 150 атм), т. е. увеличится всего на 19 атм . Даже при 100°C баллоны со сжатыми газами имеют больший запас прочности, чем при нормальной температуре, так как с повышением температуры до определенных пределов увеличивается и прочность металла.

В условиях пожара повышается давление газа внутри баллона и падает прочность его стенок. Известно, что при нагревании металла до температуры порядка 200°C прочность его на разрыв увеличивается, а при дальнейшем нагревании — уменьшается. При температуре выше 300°C металл резко теряет свою прочность, а при температуре 600°C остаточная прочность его составляет всего $30-40\%$ начальной.

Под действием высоких температур газ в баллоне сильно расширяется, вызывая значительное увеличение давления. Например, при нагревании от 20 до 500°C давление внутри баллона повышается со 150 до 400 атм . В тот момент, когда напряжение в стенках баллона превысит запас прочности, происходит их разрыв. Характерно, что в условиях пожара или высоких температур баллоны разрываются не на куски, а в одном месте, вдоль стенки, так как металл при высоких температурах становится более вязким. При равномерном повышении температу-

ры получается более мощный взрыв, потому что до момента разрыва газ сильно нагревается и развивает максимальное давление. Если пламя действует на баллон в одном месте, то на этом участке металл быстро теряет прочность, выпучивается и дает надрыв. Мощность таких взрывов меньше, так как газ в баллоне не успевает сильно нагреться.

Если пламя действует непосредственно на вентиль баллона, то у него прогорает эбонитовое уплотнение шпинделя, а у ацетиленовых баллонов — сальник вентиля. В результате газ выходит из баллона и последний обычно не успевает разорваться. У баллонов со сжатыми газами в таких случаях обычно быстро теряет свою прочность резьба и давлением газа вырывает вентиль. При этом баллон, как ракета, летит в одну сторону, а вентиль — в другую. Очень часто в условиях пожара баллоны отлетают на расстояние до 200 м и более (в отдельных случаях — до 500 м).

б) Опасность различных баллонов

Наибольшую опасность в условиях пожара или высоких температур представляют баллоны с ацетиленом и сжиженными газами. Они разрываются при более низких температурах, чем баллоны со сжатыми газами.

Это объясняется тем, что в баллонах со сжиженными газами при достижении определенной, так называемой критической, температуры резко повышается давление, поскольку весь газ из жидкого состояния переходит в газообразное. Кроме того, давление в таких баллонах зависит от коэффициента их наполнения.

У баллонов с ацетиленом резкий скачок давления наступает при температуре выше $70-75^{\circ}\text{C}$ (рис. 24). Это происходит потому, что с повышением температуры резко уменьшается растворимость ацетилена в ацетоне. Ацетон начинает кипеть при 56°C и уже при 100°C совершенно не растворяет ацетилен. При этом весь ацетилен выделяется из ацетона и дает резкий скачок давления — до 200 атм и выше. Следовательно, при нагревании баллона с ацетиленом всего до 100°C происходит его разрыв. Однако, как указывалось выше, ацетиленовые баллоны прогреваются весьма медленно (см. приложение 4).

Баллоны со сжатыми газами выдерживают более высокую температуру — порядка $200-300^{\circ}\text{C}$. Они разрываются при температуре порядка $400-500^{\circ}\text{C}$.

в) Время взрыва

Период, по истечении которого может произойти взрыв (разрыв) баллона при высоких температурах, зависит от ряда условий, и в частности от марки стали, толщины и состояния стенок баллонов, температуры и скорости их прогрева, состояния хра-

нимого газа, степени наполнения баллонов сжиженными и растворенными газами и т. д.

Из опытов известно, что в 5-литровом ацетиленовом баллоне, подвергнувшись действию пламени костра, через 13,5 мин. давление поднялось с 10 до 56 атм. При этом в течение 13 мин. давление поднималось равномерно.

Во время пожара, возникшего на складе ацетиленовых баллонов, первый взрыв баллона произошел спустя 10 мин. после начала пожара. Таким образом, баллоны в условиях пожара начинают разрываться не

раньше чем через 10—15 мин. Это подтверждается также специальными теплотехническими расчетами, произведенными автором.

Следовательно, в начале пожара имеется безопасное время, необходимое для успешного тушения и эвакуации баллонов.

г) Причины воспламенения газа

Воспламенение газа, скопившегося в помещении или вытекающего из баллона, может быть вызвано различными причинами.

В помещении газ может воспламениться в результате применения открытого

огня и курения в подсобных помещениях, искрения или нагревания отдельных мест неисправных светильников и электропроводки, ударов баллонов друг о друга и о вентиль соседнего баллона, а также ударов металлических инструментов о баллон. Кроме того, имеется ряд причин воспламенения, более сложных и специфических. К ним относятся следующие.

Нагрев газа за счет сжатия и трения. Самовоспламенение газа может произойти при резком открывании вентиля и при прорыве газа через резьбу последнего. Подобные случаи наиболее часто наблюдаются при хранении водорода и ацетилена.

На одном из заводов при выпуске водорода из баллонов произошло несколько случаев самовоспламенения в момент открывания вентиля. Во время проверки баллонов внутри их были обнаружены весьма мелкая металлическая стружка и ржавчина.

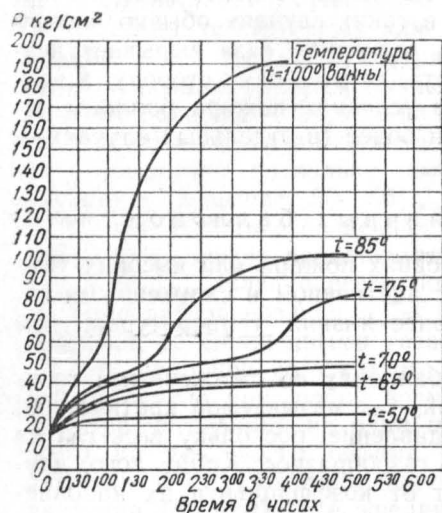


Рис. 24. Изменение давления газа в ацетиленовом баллоне в зависимости от температуры. Газовая подушка равна 7% объема баллона.

На другом предприятии наблюдались случаи самовоспламенения водорода, прорывающегося под давлением через неплотности вентиля, а также вытекающего в помещение в момент отрыва наполнительной трубки.

Понижению температуры самовоспламенения газа способствует наличие в баллонах пыли, ржавчины, неровностей, сужений, резких поворотов и других недостатков, увеличивающих активность прорывающегося газа.

Искры статического электричества. Опытами установлено, что при движении газов в результате их трения создается статическое электричество, максимальное напряжение которого может достигать до 9000 в. При разряде такого потенциала образуется искра, которая воспламеняет газ. Известно, что чем больше скорость движения газа, тем больше величина и мощность искры.

Самовозгорание масел и жиров на вентилях. При попадании масел и жиров на вентили и редуктор кислородных баллонов и соприкосновении этих веществ с кислородом они могут самовозгореться. Самовозгорание происходит в результате сильного окисления масел сжатым воздухом. Вследствие образования при сгорании масел в струе кислорода высоких температур начинают гореть также металлические части баллона, что может привести к его взрыву.

Ацетилен, метан, водород и этилен самовозгораются при соприкосновении с хлором.

Разложение хранимого газа. Явление разложения характерно только для ацетилена. Оно может произойти в результате недоброкачественности пористой массы и образования в ней больших пустот при длительном хранении или сотрясениях.

Поскольку ацетилен хранится под давлением 15—16 атм, то в пустотах он разлагается и может вызвать взрыв баллона.

При доброкачественной пористой массе образование больших пустот и разложение ацетилена невозможны.

Обратные удары пламени при сварочных работах. Образование обратных ударов пламени наблюдается в тех случаях, когда в силу ряда причин скорость движения газа из сварочной горелки (даже не по всему ее сечению, а только по периметру) становится меньше скорости его горения.

При этом пламя распространяется навстречу движущемуся газу, т. е. в сторону горелки и внутрь ее. Дальнейшее распространение пламени в сторону баллона возможно только, если уровень воды в гидравлическом затворе недостаточен, а в шланг с горючим газом проникло определенное количество кислорода, например, при закупорке горелки или при соприкосновении ее со свариваемым изделием. У ацетиленовых баллонов дальнейшее распространение пламени может происходить также при отсут-

ствии в шланге кислорода — пламя распространяется вследствие разложения ацетилена от повышения давления в результате взрыва (хлопка) внутри горелки.

Как предупредить пожары и взрывы

а) Требования, предъявляемые к баллонам

Как отмечалось выше, наибольшую опасность представляет взрыв или разрыв газовых баллонов. Поэтому основные профилактические мероприятия должны быть направлены на предотвращение возможности взрывов и разрывов баллонов. Рассмотрим наиболее характерные из этих мероприятий.

Соответствие качества материала баллонов нормам. Для проверки прочности и качества материала баллоны перед выпуском подвергают гидравлическому и пневматическому испытаниям (табл. 2).

Таблица 2

Испытательное давление баллонов

Тип баллона	Рабочее давление в кг/см ²	Гидравлическое давление в кг/см ²	Пневматическое давление в кг/см ²
А	150	225	150
Б	125	190	125
В	30	60	30
Е	30	60	30
Г	6	12	6

Защита от внешней и внутренней коррозии. Для защиты от внешней коррозии баллоны периодически подвергают окраске. Окраска должна быть различной, чтобы баллоны можно было отличать друг от друга (табл. 3).

Для защиты от внутренней коррозии хранимый газ подвергают тщательной осушке путем механического удаления увлеченной влаги или улавливания ее специальными поглотителями. Осушка необходима потому, что влага способствует ржавлению. Лучшие результаты дает осушка газов силикагелем, хорошо поглощающим влагу.

Защита баллонов от механических воздействий. Баллоны необходимо защищать от ударов, падений, царапин и т. п. Для этого их снабжают башмаками и хранят в специальных гнездах или клетках в закрепленном состоянии (см. рис. 25). Емкость каждой клетки обычно составляет 20 баллонов.

Таблица 3

Наименование газа	Цвет окраски баллона	Текст надписи	Цвет надписи	Цвет полосы
Азот	Черный	Азот	Желтый	Коричневый
Аммиак	Желтый	Аммиак	Черный	—
Ацетилен	Белый	Ацетилен	Красный	—
Водород	Темнозеленый	Водород	То же	—
Сероводород	Белый	Сероводород	—	Красный
Воздух	Черный	Сжатый воздух	Белый	—
Сернистый ангидрид	Черный	Сернистый ангидрид	То же	Желтый
Углекислый газ	Черный	Углекислота	Желтый	—
Кислород	Голубой	Кислород	Черный	—
Хлор	Защитный	—	—	Зеленый
Остальные негорючие газы	Черный	Наименование газа	Желтый	—
Остальные горючие газы	Красный	То же	Белый	—

Во избежание повреждений вентиля баллоны защищают стальными или чугунными предохранительными колпаками, навешиваемыми на кольца у горловины баллонов в период их хранения и транспортировки.

Полы складских помещений должны быть гладкими — дощатыми или асфальтовыми.

Периодическое освидетельствование баллонов. Для проверки качества металла баллоны подвергаются освидетельствованию Котлонадзором не реже одного раза в пять лет. Баллоны с газами, вызывающими сильную коррозию (хлор, хлористый метил, сероводород, сернистый ангидрид, хлористый водород), проверяются не реже одного раза в два года.

Освидетельствование заключается:

- а) в проверке наружной и внутренней поверхностей баллона;
 - б) в проверке его веса и емкости (степени коррозии);
 - в) в гидравлическом испытании баллона на давление, в полтора раза превышающее рабочее (см. табл. 2 и приложение 2).
- Баллоны, не удовлетворяющие требованиям Котлонадзора, бракуются (см. приложение 3).

Помещение, где производится освидетельствование баллонов из-под горючих газов, должно иметь электроосвещение и арматуру ручных ламп взрывобезопасного исполнения. Напряжение в сети для внутреннего осмотра баллонов не должно превышать 12 в.

Защита баллонов от действия низких температур. При эксплуатации баллонов в суровых климатических условиях

ческих условиях их необходимо хранить только в отапливаемых помещениях во избежание появления хрупкости в металле стенок.

При перевозке баллонов зимой их нужно накрывать войлочными матами и тщательно защищать от ударов друг о друга, падения на замерзшую землю и других механических воздействий.

Защита баллонов от действия высоких температур. Для баллонов со сжатыми газами температура в 50—60° С не представляет опасности; поэтому защищать их от действия солнечных лучей, с нашей точки зрения, не обязательно. Баллоны с ацетиленом и сжиженными газами необходимо предохранять от действия солнечных лучей, особенно при температуре среды выше 40—50° С.

Согласно правилам Котлонадзора температура в складах с газовыми баллонами не должна превышать 35° С. Баллоны разрешается устанавливать на расстоянии не менее 1 м от радиаторов и других отопительных приборов и не менее 10 м от печей или других источников тепла с открытым огнем.

Если отопительные приборы защищены экранами, предохраняющими баллоны от нагревания, то допускается устанавливать баллоны на расстоянии не менее 100 мм от экрана.

Соблюдение норм наполнения баллонов. Для того чтобы в баллонах при высоких температурах давление не повышалось сверх допустимых величин, их наполняют газом до определенного предела в зависимости от температуры окружающей среды.

Для сжатых газов давление наполнения определяют по формуле:

$$P = 150 \frac{273 + t_{2p}}{273 + 20} \text{ атм.}$$

Результаты расчета по этой формуле сведены в табл. 4.

Таблица 4

Давление наполнения в баллонах со сжатыми газами

Температура окружающей среды в °С . .	+40	+30	+20	+10	0	—20	—30
Давление наполнения в атм.	160	155	150	139,5	134,5	129,5	124

Для ацетиленовых баллонов должны соблюдаться соотношения, приведенные в табл. 5, а для баллонов со сжиженными газами — в табл. 6.

Таблица 5

Давление наполнения в ацетиленовых баллонах

Температура окружающей среды в °С	-5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+40
Давление наполнения в атм	8,5	10	11,5	13	15	15	18	21	25

Таблица 6

Нормы наполнения баллонов сжиженными газами

Наименование газа	Вес газа в кг на 1 л емкости баллона, не более	Емкость баллона в л, приходящаяся на 1 кг газа, не менее	Пробное гидравлическое давление баллонов в кг/см ²
Аммиак	0,570	1,76	30
Бутан	0,488	2,05	12
Бутилен	0,526	1,90	10
Изобутилен	0,526	1,90	10
Сероводород	1,250	0,80	45
Сернистый ангидрид	1,250	0,80	12
Пропан	0,425	2,35	25
Пропилен	0,445	2,25	25
Углекислый газ	0,750	1,34	190
Хлор	1,250	0,80	30
Хлористый метил и этил	0,800	1,25	16/10
Этилен	0,286	3,50	225

Во избежание разложения ацетилена пористая масса для наполнения баллонов должна быть доброкачественной и иметь пористость не менее 75%. Масса не должна оседать и образовывать пустот. Объем полого пространства в верхней части баллона допускается не более 80 см³.

Наличие остаточного давления газа в баллоне. Все порожние баллоны, поступающие на склад или завод-наполнитель, должны иметь остаточное давление не менее 0,5 кг/см², чтобы можно было проверить, какой газ находился в баллоне.

Баллоны без остаточного давления перед наполнением их газом заполняют водой для полного вытеснения остатков газа. Из водородных баллонов перед наполнением их газом удаляют воздух.

Баллоны с растворенным ацетиленом должны иметь остаточное давление не менее указанного в табл. 7.

Остаточное давление в ацетиленовых баллонах

Температура в °С	Ниже —5	От —5 до +5	От +5 до +15	От +15 до +25	От +25 до +35
Минимальное допускаемое остаточное давление в кг/см ²	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0

Наличие различных резьб на боковых штуцерах. Во избежание перепутывания баллонов и наполнения их после горючих газов кислородом или наоборот, боковые штуцеры вентилей у баллонов с горючими газами должны иметь левую резьбу, а у баллонов, наполняемых кислородом и другими негорючими газами, — правую резьбу.

б) Хранение баллонов на складе

Баллоны хранят в одноэтажных складах, имеющих перекрытия легкого типа из негорючих материалов. Чердачные помещения на складах отсутствуют. Окна и двери открываются наружу.

Максимальная общая емкость склада не должна превышать 3000 баллонов (40-литровых). Склад разделяют негорючими стенками на отдельные отсеки емкостью не более 500 баллонов с горючими газами и не более 1000 баллонов с негорючими газами.

Склады для хранения баллонов с горючими или ядовитыми газами оборудуют вентиляцией, обеспечивающей безопасные концентрации газов в воздухе.

В складах баллонов с горючими газами осветительную арматуру разрешается применять только взрывозащищенного исполнения. Рекомендуются наружное освещение через застекленные окна при помощи кососветов (ламп с отражателями). Отопление допускается центральное водяное, паровое низкого давления или воздушное (калориферное).

Ни в коем случае не разрешается хранить в одном месте баллоны со взаимноопасными газами, образующими взрывчатые смеси или самовоспламеняющимися при контакте (кислород, хлор и горючие газы). Кислород и горючие газы следует хранить в изолированных друг от друга помещениях, а хлор — в самостоятельных специализированных складских зданиях. Сероводород необходимо хранить на открытом воздухе под навесом.

Наполненные баллоны размещают отдельно от порожних во избежание их перепутывания.

Баллоны устанавливают на специальных стеллажах, предохраняющих их от падения (рис. 25). Отдельно размещаемые баллоны укрепляют цепью или хомутами (рис. 25, в).

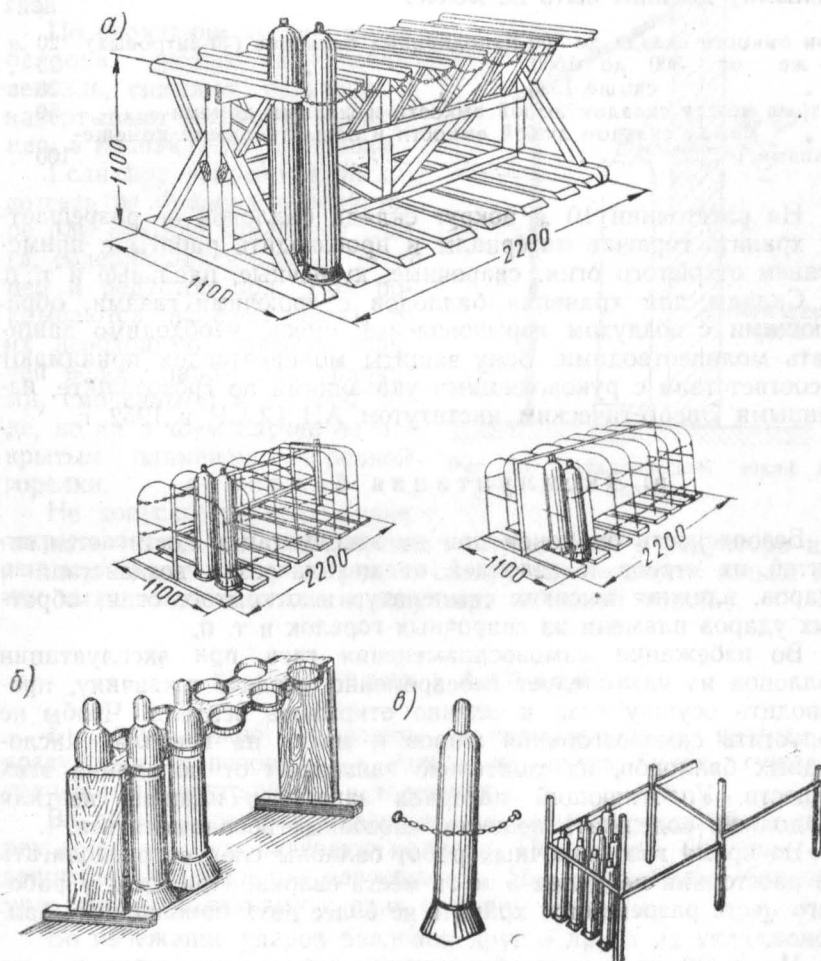


Рис. 25. Различные способы закрепления баллонов:
а, б — стеллажи; в — ограждение.

Обслуживающий персонал склада должен следить за тем, чтобы баллоны в клетках, во избежание их падения и ударов друг о друга, располагались вплотную или как можно ближе один к другому.

Баллоны без башмаков в клетки не устанавливают, а хранят в лежачем положении.

Порожние баллоны разрешается хранить под навесом в штабелях высотой не более четырех рядов.

Разрывы между складами баллонов, а также между складами и смежными зданиями (производственными, общественными и жилыми) должны быть не менее:

При емкости склада до 500 наполненных баллонов (40-литровых)	20 м
То же от 500 до 1500	25 "
" свыше 1500	30 "
Разрыв между складом любой емкости и жилыми домами	50 "
" между складом любой емкости и общественными помещениями	100 "

На расстоянии 10 м вокруг склада баллонов не разрешается хранить горючие материалы и производить работы с применением открытого огня: сварочные, кузнечные, паяльные и т. п.

Склады для хранения баллонов с горючими газами, образующими с воздухом взрывоопасные смеси, необходимо защищать молниеотводами. Зону защиты молниеотводов принимают в соответствии с руководящими указаниями по грозозащите, изданными Энергетическим институтом АН СССР в 1952 г.

в) Эксплуатация баллонов

Безопасность баллонов при их эксплуатации достигается защитой их стенок и вентилях от механических воздействий и ударов, влияния высоких температур и открытого огня, обратных ударов пламени из сварочных горелок и т. п.

Во избежание самовоспламенения газа при эксплуатации баллонов из них следует своевременно удалять ржавчину, производить осушку газа и плавно открывать вентили. Чтобы не допустить самовозгорания жиров и масел на вентилях кислородных баллонов, их тщательно защищают от попадания этих веществ. Уплотняющий материал запорного клапана вентиля не должен содержать веществ, способных воспламениться.

Во время газосварочных работ баллоны следует располагать на расстоянии не менее 5 м от места сварки. При этом у рабочего места разрешается хранить не более двух наполненных баллонов.

На постоянных местах сварочных работ хранить баллоны не рекомендуется; для них устраивают специальные будки вне помещения, а при небольшом количестве баллонов размещают их снаружи здания в металлических шкафах, закрываемых на замок (рис. 26). В таких случаях несколько баллонов присоединяют к одной сборной трубе (коллектору) и газ подают по трубопроводу к отдельным местам потребления.

Во избежание обратных ударов пламени на сварочных линиях устанавливают водяные затворы, а около стола помещают сосуд с водой для охлаждения горелки.

Расстояние от водяного затвора или редуктора до места работы сварщика должно быть не менее 5 м, так как приближение зажженной горелки к газопроводу и затвору при наличии неплотностей может привести к воспламенению или взрыву газа.

По окончании эксплуатации баллона плотно закрывают вентиль, снимают редуктор и навертывают заглушку на штуцер, а колпак — на горловину.

Если при усиленном расходе газа из баллона в редукторе или вентиле замерзнет влага, содержащаяся в газе (штуцер и редуктор при этом покрываются налетом инея), то их необходимо отогреть горячей водой, паром или тряпками, смоченными в горячей воде, но ни в коем случае не открытым пламенем сварочной горелки.

Не допускается применение открытого огня для определения неплотностей в редукторе или вентиле баллона. Эту операцию следует производить только путем смачивания вентиля и редуктора мыльной водой.

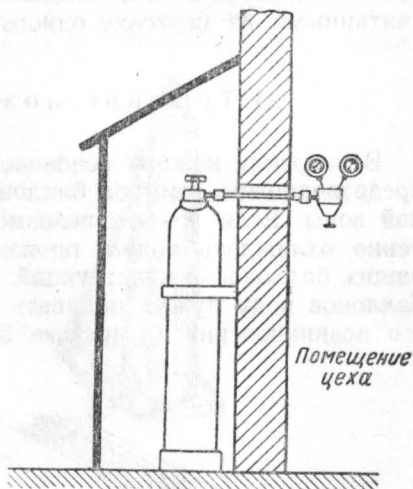


Рис. 26. Металлический шкаф для баллона.

г) Перевозка баллонов

Баллоны можно перевозить железнодорожным, водным и воздушным транспортом, а также на автомобилях, гужевом транспорте, электрокарах и тележках.

Во время перевозки баллонов для защиты вентиля от повреждения на них надевают колпаки. Перевозить баллоны без защитных колпаков не разрешается. На автомобилях баллоны укладывают колпаками в одну сторону.

Во избежание ударов баллонов друг о друга их укладывают на деревянные подкладки, обитые войлоком (рис. 27), или надевают на каждый баллон по два веревочных (резиновых) кольца толщиной не менее 25 мм. При укладке баллонов в несколько рядов деревянные подкладки или доски следует помещать под каждый ряд.

Необходимо соблюдать осторожность во время разгрузки баллонов, особенно в зимних условиях: не допускать ударов их друг о друга, не бросать на землю и защищать от падения. Не разрешается снимать баллоны колпаками вниз.

При перевозке баллонов в летних условиях их закрывают брезентом во избежание нагревания солнечными лучами.

При переноске баллонов из одного помещения в другое пользуются носилками или специальными легкими тележками, рассчитанными на перевозку одного или двух баллонов (рис. 28).

д) Тушение пожаров баллонов

В условиях пожара основное внимание следует обращать на предотвращение взрывов баллонов путем удаления их из опасной зоны. Если же это невозможно, баллоны необходимо усиленно охлаждать водой, производя одновременно тушение горящих баллонов и конструкций. При этом во избежание взрыва баллонов воду нужно подавать в очаг пожара сразу же после его возникновения (в первые 5 мин.). Если безопасное время

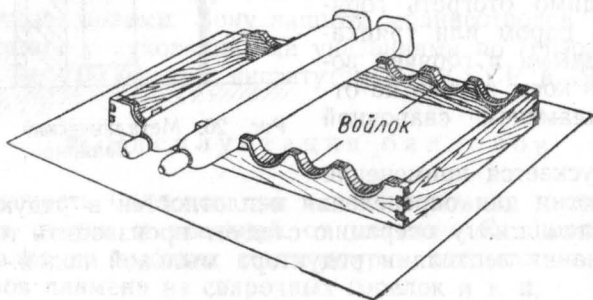


Рис. 27. Прокладка для перевозки баллонов.

упущено и баллоны уже затронуты огнем, то приближение к ним связано с опасностью. В подобных случаях их можно охлаждать при помощи лафетных стволов из-за укрытия.

Однако следует иметь в виду, что своевременная подача необходимого количества воды в очаг пожара не всегда обеспечивает окончательное тушение, а только создает более безопасные условия для этой операции. Как показали опыты автора по тушению водородных баллонов, при давлении газа в баллоне около 100 атм пламя горящего водорода, выходящего из открытого вентиля, не удавалось сбить струей воды под давлением 6—7 атм. При других опытах горящий ацетилен, выходящий через неплотности головок баллонов под давлением 15 атм, не удавалось потушить струей воды под давлением 5 атм. И только при давлении 12 атм пламя было потушено. При всех этих опытах тушение успешно заканчивалось при помощи сухих и углекислотных огнетушителей, а также азота, подаваемого под высоким давлением.

Таким образом, для тушения горящих баллонов следует применять сухие огнетушители, углекислый газ или углекислый снег и азот под высоким давлением; в случае отсутствия этих средств — лафетные стволы с давлением воды не менее 12 атм.

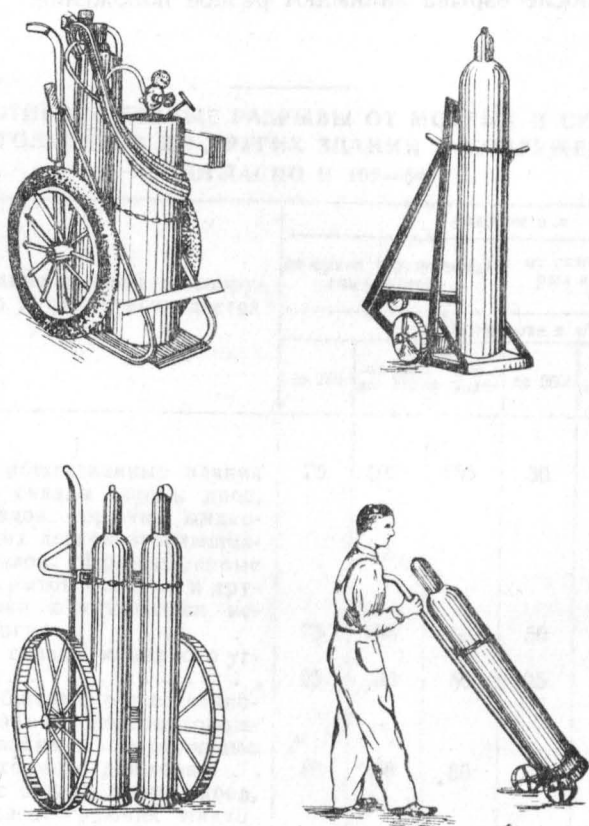
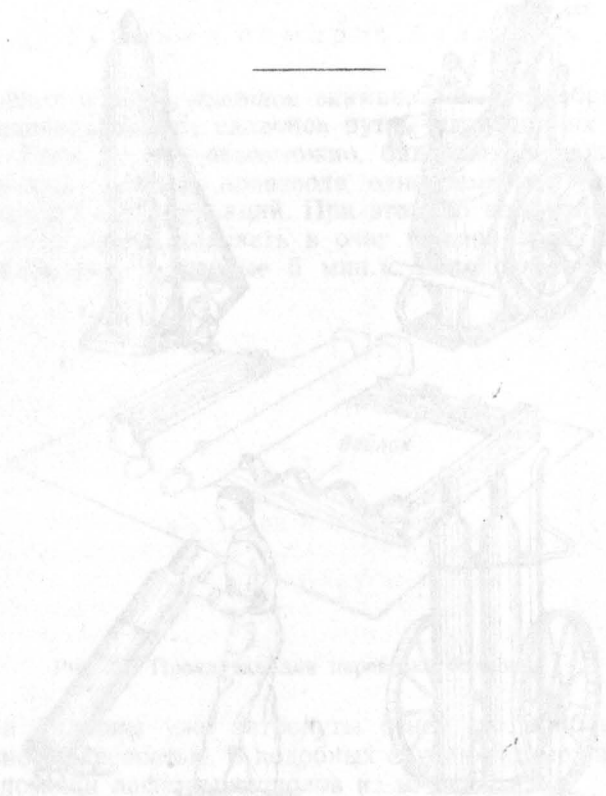


Рис. 28. Типы тележек для перевозки баллонов.

При тушении пожаров, возникших от причин производственного характера, необходимо учитывать расположение баллонов и направление воздействия огня.

Если огонь охватывает сначала вентиль баллона, то тушение до некоторой степени облегчается. В подобных случаях эбонитовое или фибровое уплотнение запирающего клапана вентиля перегорает раньше, чем давление в баллоне успевает подняться до опасных пределов. Часто также не выдерживает резьба вентиля, и находящийся под сильным давлением газ отрывает вентиль от баллона. Если такой баллон находится в горизонтальном положении, то он силой реактивного действия со стороны

прорывающегося газа отбрасывается в обратном вентиле направлении. Поэтому в условиях пожара подходить к баллонам в направлении их оси весьма опасно. Лучше подходить к ним сбоку. Однако если пожар принял значительные размеры и уже сопровождался взрывом, то эта рекомендация отпадает, так как баллоны после взрыва занимают разное положение.



Однако следует иметь в виду, что сокращение в объеме воздуха при сжатии приводит к повышению температуры, а это может вызвать воспламенение газа. Поэтому при работе с газом необходимо соблюдать меры безопасности, такие как использование защитной одежды и оборудования, а также избегание контакта с открытым огнем.

**ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ РАЗРЫВЫ ОТ МОКРЫХ И СУХИХ
ГАЗГОЛЬДЕРОВ ДО ДРУГИХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
СОГЛАСНО Н 102—54**

Наименование зданий и сооружений, до которых исчисляется разрыв	Разрывы в м					
	от сухих (поршневых) газгольдеров			от газгольдеров мокрых и постоянного объема		
	при емкости в м³					
	до 250	от 250 до 1000	1000 и более	до 250	от 250 до 1000	1000 и более
Жилые и общественные здания	75	105	150	50	70	100
Базисные склады торфа, дров, лесоматериалов, горючих жидкостей и других легковозгорающихся материалов. Промышленные печи на открытом воздухе и другие установки с открытыми источниками огня	75	105	150	50	70	100
Базисные склады каменного угля и кокса	25	35	50	25	35	50
Пути сообщения общественно-пользования: железнодорожные, трамвайные, автогужевые и для пешеходного движения . .	40	56	80	30	42	60
Расходные склады торфа, дров, лесоматериалов, горючих жидкостей и других легковозгорающихся материалов	25	35	50	25	35	50
Расходные склады каменного угля и кокса	15	21	30	15	21	30
Производственные и вспомогательные здания промышленных предприятий:						
а) при степени огнестойкости I, II и III	20	28	40	15	21	30
б) при степени огнестойкости IV и V	30	42	60	25	35	50
Подсобные помещения и сооружения для обслуживания газгольдеров. Подъездные и внутризаводские железные и автомобильные дороги	15	21	30	10	14	20

Примечания: 1. Приведенные в таблице разрывы относятся к газгольдерным станциям и к отдельно стоящим газгольдерам указанной емкости.

2. Разрывы между газгольдерами и дымовыми трубами принимаются равными высоте трубы, но не менее предусмотренного в таблице наибольшего разрыва до здания, которое обслуживает одна из труб.

3. Разрывы между воздушными электросетями и газгольдерами принимаются равными $\frac{2}{3}$ расстояния между опорами этих сетей, но не менее 1,5 высоты опоры.

4. Разрывы между отдельными газгольдерами переменного объема должны приниматься равными полусумме диаметров двух смежных газгольдеров: $\frac{1}{2} (D_1 + D_2)$.

5. Разрывы при горизонтальных газгольдерах высокого давления принимаются равными:

а) между отдельными газгольдерами — $\frac{2}{3} D$;

б) между секциями газгольдеров — $\frac{1}{2} L$,

где: D — диаметр газгольдера;

L — общая длина газгольдера.

6. Разрывы от газгольдеров, предназначенных для хранения негорючих газов, нормируются по табл. 6 Н 102—54 как для зданий с производством категории Д.

7. В полосе разрыва между газгольдерами и зданиями или сооружениями разрешается располагать открытые склады для хранения негорючих материалов, а также устраивать древесные насаждения из лиственных пород.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПАСПОРТНЫЕ ДАННЫЕ, ВЫБИВАЕМЫЕ НА БАЛЛОНАХ ОКОЛО ГОРЛОВИНЫ ИЛИ РАСХОДНО-НАПОЛНИТЕЛЬНОГО ШТУЦЕРА

1. Наименование завода-изготовителя.
2. Тип баллона.
3. Номер баллона.
4. Вес баллона в килограммах: для баллонов малого литража — номинальный, а для баллонов большого литража — фактический с точностью до 0,2 кг.
5. Дата (месяц и год) произведенного и следующего освидетельствования.
6. Рабочее давление в кг/см^2 (P), например $P=150$.
7. Пробное гидравлическое давление в кг/см^2 (P), например $P=225$.
8. Емкость баллона в литрах: для баллонов малого литража — номинальная, а для баллонов большого литража — фактическая с точностью до 0,2 л.
9. Клеймо ОТК завода-изготовителя (овальной формы).
10. Клеймо инспектора Котлонадзора (треугольной формы).

Примечания: 1. Вес баллона указывается без вентиля и колпака.

2. Дата освидетельствования указывается следующим образом: если баллон изготовлен и испытан, например, в мае 1955 г., то после испытания на баллоне выбивается клеймением дата 5—55—60, которая указывает, что освидетельствование (гидравлическое испытание, проверка веса, емкости и поверхностей) произведено в пятом месяце 1955 г., а срок следующего освидетельствования — пятый месяц 1960 г.

3. Место на баллоне, где выбиты паспортные данные, покрывается бесцветным лаком и обводится краской в виде рамки.

4. Баллоны для ацетилена, наполненные пористой массой, при периодических освидетельствованиях испытываются азотом под давлением 30 атм, при этом баллоны погружаются в воду на глубину не менее 1 м. Перед каждым освидетельствованием (а также на заводах-наполнителях не реже одного раза в год) проверяется состояние пористой массы.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

НОРМЫ БРАКОВКИ И ПЕРЕВОДА СТАНДАРТНЫХ БАЛЛОНОВ БОЛЬШОГО ЛИТРАЖА В ДРУГИЕ ТИПЫ С МЕНЬШИМ ДАВЛЕНИЕМ

Тип баллона	Переводятся в типы						Бракуются	
	Б		В и Е		Г		потеря веса в %	увеличение емкости в %
	потеря веса в %	увеличение емкости в %	потеря веса в %	увеличение емкости в %	потеря веса в %	увеличение емкости в %		
А	7,5	1,5	10	2,0	15	2,5	20	3,0
Б	—	—	10	2,0	15	2,5	20	3,0
В и Е	—	—	—	—	15	2,5	20	3,0
Г	—	—	—	—	—	—	20	3,0

Примечания: 1. Стандартные баллоны при потере веса или увеличении емкости более норм, указанных в таблице, к наполнению на ранее установленное давление газа не допускаются и по заключению инспектора Котлонадзора переводятся в баллоны других типов с меньшим рабочим давлением или бракуются.

2. На забракованных баллонах около горловины или штуцера выбирается круглое клеймо диаметром 12 мм с изображением креста внутри круга.

3. Баллоны типа А, Б и Е, проработавшие 40 лет и более, в зависимости от состояния переводятся в другие типы баллонов с меньшим давлением или бракуются (баллоны типа В предназначены только для хранения ацетилена).

СКОРОСТЬ ПРОГРЕВА АЦЕТИЛЕНОВЫХ БАЛЛОНОВ ПО РАСЧЕТНЫМ ДАННЫМ

Время нагрева	Температура среды 50° С		Температура среды 200° С (нагретое масло)			Температура среды 600° С (газ)		
	температура на оси баллона в °С	температура на поверхности баллона в °С	температура на оси баллона в °С	температура на поверхности баллона в °С	средняя объемная температура в °С	температура на оси баллона в °С	температура на поверхности баллона в °С	средняя объемная температура в °С
— 9 мин. .	20,0	36,8	—	—	—	20,0	527,5	114
— 10 мин. .	—	—	21	185,6	48,5	—	—	—
— 45 мин. .	21,0	43,1	28,0	194,6	71,0	37,0	565	161
1 час. 30 мин. .	22,4	45,5	47,0	196,4	—	90,0	576	—
3 час. 40 мин. .	36,5	47,9	—	—	—	—	—	—
7 час. 15 мин. .	45,0	49,4	—	—	—	—	—	—
14 час. 30 мин. .	49,4	50,0	—	—	—	—	—	—

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие сведения о хранении газов

Способы хранения газов	3
Особенности пожарной опасности газов	5

Хранение газов в газгольдерах

1. Мокрые газгольдеры	8
Устройство и работа газгольдера	8
Пожарная опасность газгольдера	11
а) Причины образования взрывчатых смесей	11
б) Причины воспламенения газа	14
Как предупредить пожары и взрывы	15
Что делать при аварии и пожаре	19
2. Сухие газгольдеры	19
Устройство и работа газгольдера	19
Пожарная опасность газгольдера	21
а) Причины образования взрывчатых смесей	22
б) Причины воспламенения газа	24
Как предупредить пожары и взрывы	25
Что делать при аварии и пожаре	29
3. Газгольдеры высокого давления	30
Устройство и работа газгольдера	30
Пожарная опасность газгольдера	31
Как предупредить пожары и взрывы	33

Хранение газов в баллонах

Устройство баллонов	35
Особенности хранения газов	36
Пожарная опасность баллонов	37
а) Причины пожаров и взрывов	37
б) Опасность различных баллонов	41
в) Время взрыва	41
г) Причины воспламенения газа	42
Как предупредить пожары и взрывы	44
а) Требования, предъявляемые к баллонам	44
б) Хранение баллонов на складе	48
в) Эксплуатация баллонов	50
г) Перевозка баллонов	51
д) Тушение пожаров баллонов	52
Приложения	55

Редактор П. Г. Демидов

Редактор издательства М. Л. Иоффе

Техн. редактор А. Коняшина

Корректор Г. Л. Новаковский

Сдано в набор 7/II 1955 г.

Подписано к печати 15/III 1955 г.

Л123698.

Формат бумаги 60×92/16.

Печ. л. 3¼

Уч.-изд. л. 4.

Тираж 10 000.

Изд. № 1951.

Заказ 513.

Типография изд-ва Министерства коммунального хозяйства РСФСР,
г. Перово, ул. Плущева, 22.