



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО СССР
(ГОСПАТЕНТ СССР)

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

- (21) 4945443/12
(22) 14.06.91
(46) 07.04.93. Бюл. № 13
(71) Белорусский политехнический институт
(72) С.Н.Осипов
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 1042759, кл. А 62 С 1/12, 1989.
(54) СПОСОБ ОБРАЗОВАНИЯ ПЕНЫ ДЛЯ
ТУШЕНИЯ ПОЖАРА
(57) Использование: в области пожаротуше-
ния и охраны труда, а также при защите

Изобретение относится к противопожарной технике и может быть применено как при тушении легковоспламеняемых жидкостей, так и при тушении других материалов.

Известны различные способы тушения пожаров: водой, порошком, ингибиторами, инертными газами, пеной.

Каждому из перечисленных способов тушения свойственны свои преимущества и недостатки. Так, применение ингибиторов, порошков и инертных газов эффективно при тушении пламени (гомогенная реакция горения) особенно в замкнутых или тем более герметизированных объемах. Но эти способы мало эффективны при необходимости охлаждения стен и конструкций.

Для тушения твердых горючих наиболее эффективны вода и пена, которые не только снижают температуру в пожарном объеме, но интенсивно охлаждают горючее, прекращая гетерогенное горение или испарение (возгонку) горючих веществ.

Сочетание положительных свойств инертных газов с пеной дает инертно-механическая пена, получаемая путем заполне-

2

окружающей среды. Сущность изобретения: производят насыщение пенообразующего раствора абсорбируемым газом под давлением, определяемым из предложенного соотношения между кратностью пены, константами сорбции Ленгмюра и величиной необходимого давления газа, которым насыщается пенообразующий раствор. 4 ил.

ния пенных пузырьков инертными газами (например, углекислым газом).

Известен способ образования пены для тушения пожара, включающий смешивание воды, пенообразователя и насыщение полученного раствора газом под давлением в герметичной емкости с последующей транспортировкой этого раствора по трубопроводу к очагу пожара под давлением, где при выходе из трубопровода происходит образование пены.

Недостатком данного способа образования пены, принятого за прототип, является невозможность получения необходимой кратности пены при повышенной температуре воды (более 10–15°C) даже при предельном рабочем давлении противопожарных трубопроводов (1–2 МПа).

Как известно с ростом кратности пены до $K = 100-200$ эффективность пенного пожаротушения увеличивается. Так, увеличение кратности пены с $K = 5$, что соответствует температуре воды $t = 40^\circ\text{C}$ при давлении насыщающего пенообразующего раствора углекислого газа за $P = 1$ МПа, до $K = 15$, что соответствует темпера-

туре воды $t = 3^{\circ}\text{C}$ при том же давлении, повышает эффективность пожаротушения (уменьшает продолжительность пожаротушения или расход пены) почти на 30%. Соответственно с уменьшением температуры воды при постоянном давлении насыщения пенообразующего раствора углекислым газом (фиг. 1, где V_B – весовая растворимость CO_2 в воде; V – объемная растворимость CO_2 в воде) кратность получаемой пены увеличивается.

Предлагаемый способ образования пены для тушения пожара включает смешивание воды, пенообразователя и насыщение раствора газом под давлением и отличается тем, что с целью повышения эффективности пожаротушения температуру пенообразователя понижают в зависимости от необходимой кратности пены и технических возможностей охлаждения пенообразователя.

Как видно из фиг. 1, где приведена зависимость растворимости CO_2 в воде от ее температуры, как весовая растворимость (кривая 2 и 3 соответственно при $P = 0,68$ МПа и $P = 0,102$ МПа в весовых % от воды), так и объемная растворимость (кривая 1 при $P = 0,102$ МПа в $\text{м}^3 \text{CO}_2$ на $\text{м}^3 \text{H}_2\text{O}$) сильно увеличиваются с понижением температуры воды, которая составляет около 95–98% состава пенообразующего раствора.

Как известно, изотерма сорбции (растворимости) водой углекислого газа может быть описана (аппроксимирована) уравнением Ленгмюра типа

$$V = \frac{abP}{1 + bP}, \quad (1)$$

где V – объем газа, растворенного в 1 объеме воды, $\text{м}^3 \text{CO}_2/\text{м}^3 \text{H}_2\text{O}$;

a и b – константа сорбции соответственно [$\text{м}^3 \text{CO}_2/\text{м}^3 \text{H}_2\text{O}$] и [МПа^{-1}];

P – давление насыщающего (растворяемого) газа, МПа.

Однако уравнение Ленгмюра не учитывает влияния температуры воды, так как описывает изотерму сорбции, т.е. растворение газа при постоянной температуре в зависимости от давления. Для учета влияния температуры на растворимость газа это уравнение можно представить в виде

$$V = \frac{abP}{1 + bP} e^{-ct}, \quad (2)$$

где c – коэффициент показателя степени, град $^{-1}$;

t – температура воды, $^{\circ}\text{C}$.

Как показывают элементарные расчеты, значения констант a и b при температуре t_{00} 20°C , принятой за базовую температуру ввиду возможности фазового перехода (замерзания) воды, в соответствии с

многочисленными данными, приведенными в упомянутом Справочнике по растворимости, составляют с точностью 5% $a = 83,3 \text{ м}^3 \text{CO}_2/\text{м}^3 \text{H}_2\text{O}$ и $b = 0,232 \text{ МПа}^{-1}$.

Для определения численного значения коэффициента с использованы данные, часть из которых графически приведена на фиг. 1 и 2, где показана растворимость CO_2 в воде при $t = 0^{\circ}\text{C}$ (кривая 1) и $t = 15^{\circ}\text{C}$ (кривая 2).

В соответствии с этими расчетами $c = 0,034 \text{ 1/град } ^{\circ}\text{C}$ с точностью около 7%.

Кратность пены для небольших значений, когда объем пенообразующего раствора играет существенную роль, определяется по формуле

$$K = 1 + V = 1 + \frac{abP}{1 + bP} e^{-ct}, \quad (3)$$

Из этой формулы путем несложных преобразований можно получить зависимость

$$\ln(K-1) = \ln \frac{abP}{1 + bP} e^{-ct}, \quad (4)$$

Откуда

$$t = \frac{1}{c} \ln \frac{abP}{(K-1)(1 + bP)}, \quad (5)$$

Для воды и углекислого газа эта формула имеет более конкретный вид

$$t = 2,94 \ln \frac{19,3P}{(K-1)(1 + 0,232P)},$$

расчеты по которой графически представлены на фиг. 3.

Как видно из этих расчетов, возможная кратность получаемой пены сильно зависит от температуры пенообразующего раствора. Так, в случае получения пены на кораблях, находящихся в умеренных широтах северного полушария, где в июле температура палубы и верхней части корпуса корабля достигает $25-30^{\circ}\text{C}$, возможная максимальная кратность получаемой пены при давлении $\text{CO}_2 P = 2,0$ МПа составляет около $K = 10$.

Однако температура верхнего слоя воды в океане в это время составляет около 10°C , что позволяет при том же давлении газа $P = 2,0$ МПа получать пену кратностью около $K = 20$, т.е. в 2 раза больше. Поэтому на кораблях в случае получения пены путем насыщения пенообразующего раствора углекислым газом емкости с пенообразующим раствором необходимо охлаждать забортной водой.

В южных районах нашей страны, где в летнее время температура воды в открытых противопожарных водоемах достигает 30°C , необходимо емкости воды погружать в почву на глубину 5–6 м и теплоизолировать от земной поверхности и на глубину 2–3 м. Тогда температура воды составит около 15°C , что при $P = 1$ МПа может обеспечить

кратность пены около $K = 12$, тогда как использование воды из открытых водоемов обеспечивает кратность $K = 6-7$.

Осуществление предлагаемого способа может быть реализовано по схеме, представленной на фиг. 4.

Схема включает герметичную емкость 1, в которую введены трубопроводы 2-4 для подачи соответственно воды, пенообразователя и сжатого газа, а также трубопровод 5 для транспортирования газированного раствора к месту использования. Трубопроводы 2-4 снабжены запорными вентилями 6-8, а на выходе трубопровода 5 имеется дистанционно управляемый клапан 9. На конце трубопровода 5 смонтирована форсунка 10 для создания перепада давления и лучшего распыления пенообразующего раствора. Трубопроводы 2 и 3 для подачи воды и пенообразователя проходят через теплообменник 12, в котором производится их охлаждение до необходимой температуры. Холодная вода или другой холодоноситель подается в теплообменник 12 по трубопроводу 13 и отводится по трубопроводу 14.

Способ осуществляется следующим образом.

Емкость 1 через трубопроводы 2 и 3, переходящие через теплообменник 12, заполняют в определенных пропорциях охлажденными водой и пенообразователем. Затем при закрытых ventилях 8 и 7, а также клапане 9 в емкость 1 по трубопроводу 4 подают под давлением газ, который растворяется в жидкости, заполняющей емкость 1. При открывании клапана 9 газированный водный раствор пенообразователя диспергируется в каналы форсунки 10 и разбрызгивается наружу. При этом давление в диспергированном потоке резко падает, в результате чего растворенный газ бурно выделяется из жидкости, а наличие в ней пенообразователя способствует образованию пены, которая подается на очаг пожара 11.

При относительно небольшой длине трубопровода 5 (≤ 200 м) даже без тепловой изоляции на его поверхности повышение температуры транспортируемого пенообра-

зующего раствора, насыщенного газом, составляет доли градуса и не оказывает существенного влияния на процесс. При длинных трубопроводах, проходящих в зонах повышенных температур, может возникнуть потребность в небольшом теплоизолирующем слое на их поверхности.

По сравнению с прототипом в схему реализации способа добавляет теплообменник (холодильник) 12, который позволяет понижать температуру воды и пенообразователя, поступающих в герметичную емкость 1 по трубопроводам 2 и 3, до необходимой величины, определяемой выражением (5).

Таким образом, сущность предлагаемого способа образования пены заключается в изменении температуры пенообразующего раствора, в результате чего обеспечивается получение пены необходимой кратности в соответствии с выражением (5), что является существенным отличием от прототипа, в котором о температуре пенообразующего раствора вообще не упоминается.

Использование предлагаемого способа позволяет повысить эффективность пожаротушения на 20-30%, что может существенно снизить величину материального ущерба от пожара.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ образования пены для тушения пожара, включающий смешивание воды, пенообразователя и обработку полученного раствора газом, отличающийся тем, что, с целью повышения эффективности тушения, воду предварительно охлаждают до температуры, определяемой из выражения

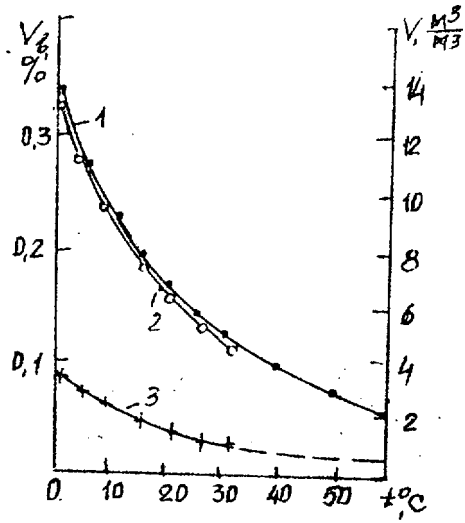
$$t = \frac{1}{c} \ln \frac{abP}{(K-1)(1+bP)}$$

где a и b – константы сорбции Ленгмюра, соответственно $\text{м}^3\text{CO}_2/\text{м}^3\text{H}_2\text{O}$ и МПа^{-1} ;

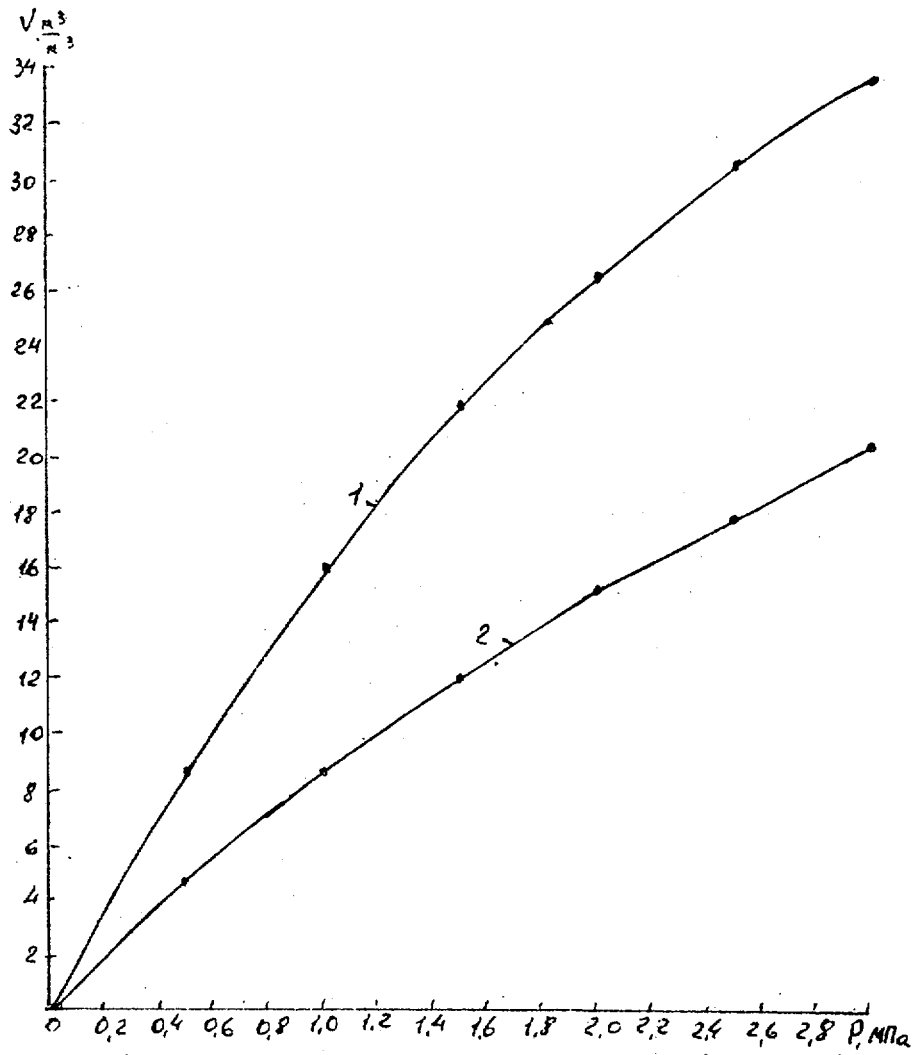
c – коэффициент, показывающий интенсивность влияния температуры на сорбционную способность воды, $1/\text{МПа}$;

P – давление газа, МПа ;

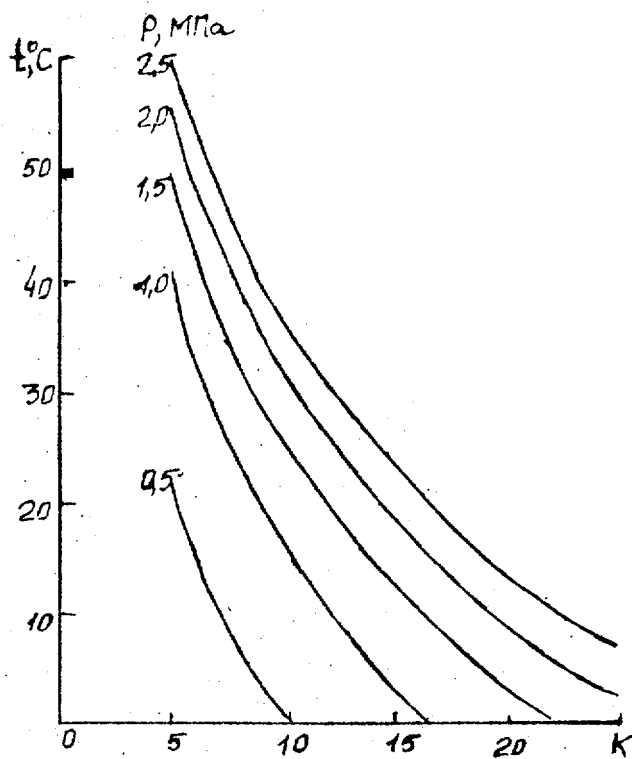
K – кратность пены.



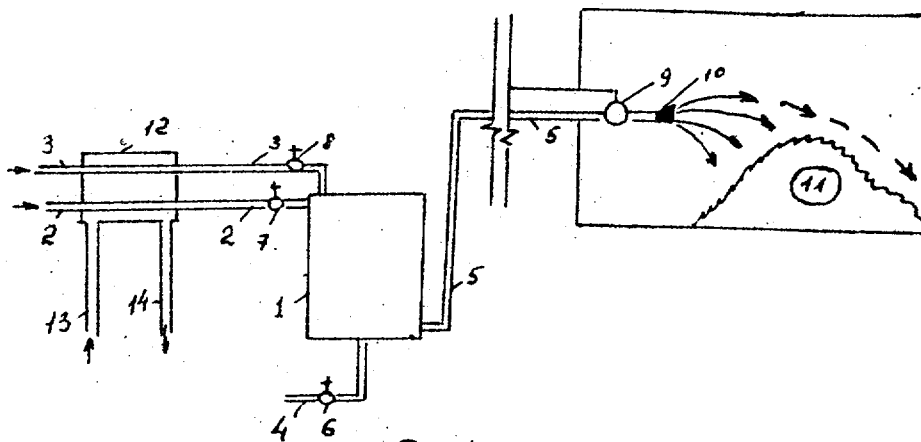
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг.3



Фиг.4

Редактор С.Кулакова

Составитель С.Осипов
Техред М.Моргентал

Корректор Л.Пилипенко

Заказ 1346

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101