

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК
В ОБЛАСТИ ТУШЕНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ С ГОРЮЧИМИ ЖИДКОСТЯМИ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**

**Сколкова Е.В, Чудинова С.Е.,
научные руководители: канд. техн. наук Минкин А.Н.,
канд. техн. наук Бражников А.В.
ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»**

На сегодняшний день в области пожарной безопасности промышленных объектов одной из наиболее актуальных задач является предупреждение возникновения и тушение пожаров в резервуарах, предназначенных для хранения горючих жидкостей [1]. К числу основных существующих способов и устройств, предназначенных для пожаротушения таких объектов, относятся следующие.

Во-первых, способ противопожарной защиты и тушения пожаров резервуаров с нефтепродуктами, включающий в себя подачу жидкого хладагента под слой нефтепродукта [2]. При использовании такого способа в нижнюю часть резервуара жидкий хладагент подают совместно с нефтепродуктом и/или через установленные на дне резервуара форсунки. На поверхность нефтепродукта жидкий хладагент подают через плавающие форсунки, а в верхнюю часть резервуара хладагент подают через форсунку, установленную в крыше резервуара, при этом последовательность и продолжительность подачи хладагента в разные зоны резервуара определяют в зависимости от параметров нефтепродукта и концентрации нефтегазовоздушной смеси над его поверхностью.

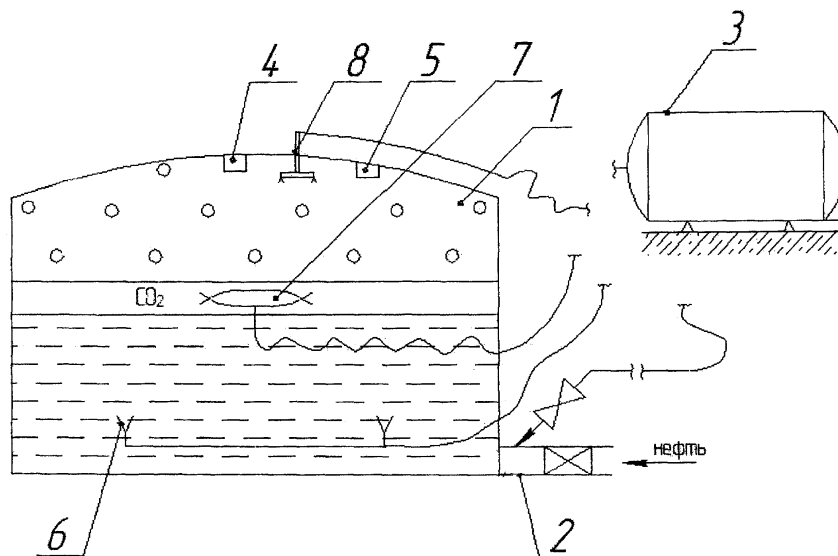


Рис. 1. Способ противопожарной защиты и тушения пожаров резервуаров с нефтепродуктами, включающий в себя подачу жидкого хладагента под слой нефтепродукта

Заполнение резервуара 1 нефтепродуктом или нефтью по трубопроводу 2 осуществляют одновременно с подачей по этому же трубопроводу из изотермического резервуара 3 жидкого хладагента, например, диоксида углерода, или азота, или смеси инертных газов. Температуру заливаемого продукта и концентрацию нефтегазовоздушной смеси над его поверхностью контролируют установленными в резервуаре датчиками 4 и 5. В нижнюю зону резервуара жидкий хладагент может подаваться также

через установленные на его дне форсунки 6. На поверхность нефтепродукта (нефти) жидкий хладагент подают из резервуара 3 через плавающие форсунки 7. В случае превышения допустимой концентрации нефтегазовоздушной смеси над поверхностью продукта осуществляют подачу хладагента в газообразном состоянии через форсунку 8, размещенную в крышке резервуара 1. При обнаружении возгорания осуществляют подачу жидкого хладагента одновременно через форсунки 6, 7 и 8.

Недостатком этого способа является низкая эффективность процесса тушения так как вследствие взрыва газов над поверхностью горючей жидкости часть форсунок, установленных в крышке резервуара а также плавающие форсунки будут повреждены, форсунок установленных на дне резервуара будет не достаточно для эффективного процесса пожаротушения.

Кроме того, к числу основных существующих способов тушения пожаров в резервуарах относится способ, основанный на применении криогенной азотной установки для тушения пожаров в замкнутых объемах [3]. Эта установка содержит криогенную емкость 1 с жидким азотом, газосброс 2, трубопровод 6 подачи огнетушащего вещества, регулируемый клапан 5, датчик 3 обнаружения пожара, испаритель 4, который расположен вне криогенной емкости и нижним концом сообщен с нижней ее частью, заполненной жидким азотом, а верхним - с объемом ее наджидкостного пространства. На начальном участке испарителя 4 установлен регулируемый клапан 5, один конец криогенного трубопровода связан с криогенной емкостью в зоне, заполненной жидким азотом, на другом его конце установлен датчик 3 обнаружения пожара, связанный с регулируемыми клапанами 5, 7 трубопровода 6 и испарителя 4.

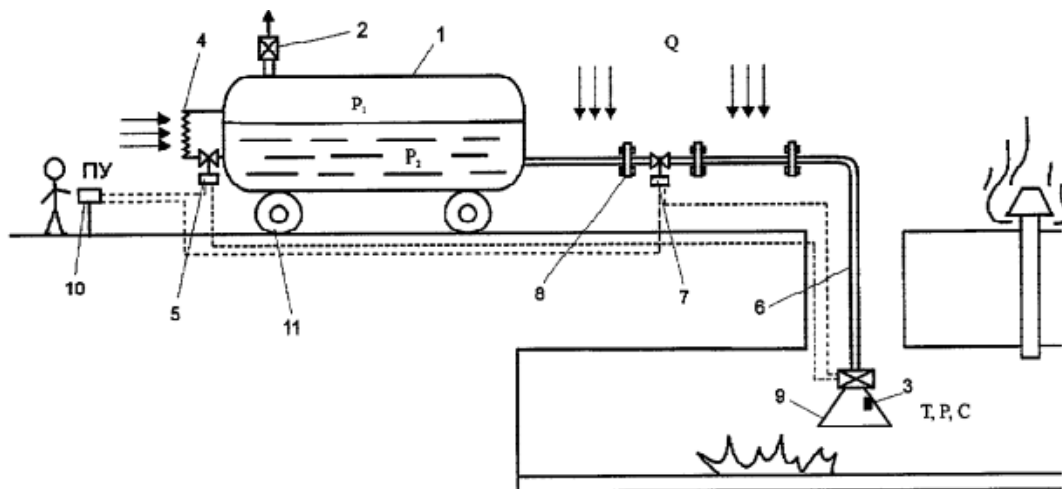


Рис. 2. Криогенная азотная установка для тушения пожара в замкнутом объектах

К недостаткам данного способа пожаротушения относится низкая пропускная способность клапана, вследствие чего наблюдается недостаточно эффективное продувание азотом свободной поверхности горючей жидкости, находящейся в резервуаре.

В третьих, к числу основных существующих способов тушения пожаров в резервуарах относится способ пожаротушения, заключающийся в подаче газодисперсной огнетушащей смеси в зону горения жидкости [4]. Огнетушащую смесь подают из плавающего в центре резервуара устройства, газодисперсную огнетушащую смесь образуют в устройстве путем подачи под давлением не менее 1МПа газообразного и/или сжиженного флегматизатора (и /или газообразного и/или сжиженного гомогенного ингибитора горения) в емкость с порошкообразным или жидким гетерогенным ингибитором горения, имеющую разрывную мембрану или клапан, обеспечивающие при повы-

шении давления 1 МПа выпуск газодисперсной смеси через выходной трубопровод и круговой сопловый распылитель компактными струями с пространственным углом расхождения 5-15° в плоскости, параллельной свободной поверхности жидкости, с расходом не менее 10 кг/с со скоростью истечения на срезе сопла не менее 70 м/с, при этом подачу струй ведут с разверткой на 360° в пространстве.

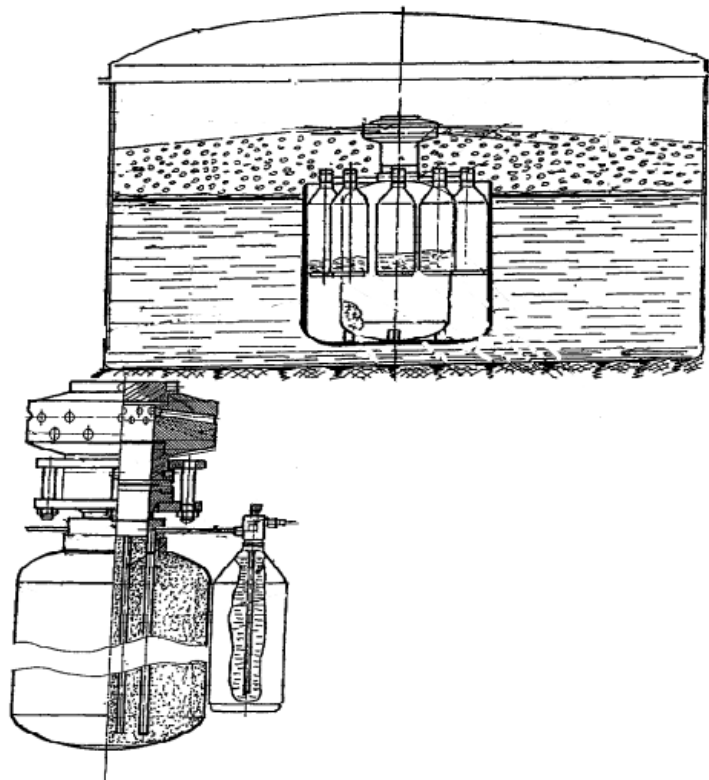


Рис. 3. Тушение резервуара с плавающими баллонами

В качестве газового и/или сжиженного флегматизатора используют диоксид углерода/азот /аргон или их смесь. В качестве газообразного/сжиженного гомогенного ингибитора горения используют галогенуглеводород. В качестве гетерогенного ингибитора горения используют огнетушащий порошковый состав на основе карбонатов/хлоридов/фосфатов щелочного/ щелочно земельного металла/аммония или туманообразующий раствор ортофосфорной кислоты.

Недостатком данного способа является возможность повреждения взрывной волной емкости с плавающими баллонами вследствие взрыва над свободной поверхностью жидкости, а также возможность перекоса устройства и в связи с этим уменьшение эффективности тушения горючей жидкости в резервуаре.

В-четвертых, известен способ тушения резервуара с горючей жидкостью и устройство для его реализации, который носит название «дышащая газовая камера» [5]. Устройство разработано в двух модификациях: с использованием генератора азота (УК-1) и с использованием системы двух перепускных ресиверов с насосом-компрессором азота (УК-2) (рис. 4).

Газовая камера представляет собой герметичную подушку, которая способна легко изменять свой объем при изменении давления в ней. Это достигается с помощью компрессора, который осуществляет надувание-спускание подушки, выполненной из газонефтястойкого материала. Подушка состоит из нескольких слоев, каждый последующий располагается поверх предыдущего.

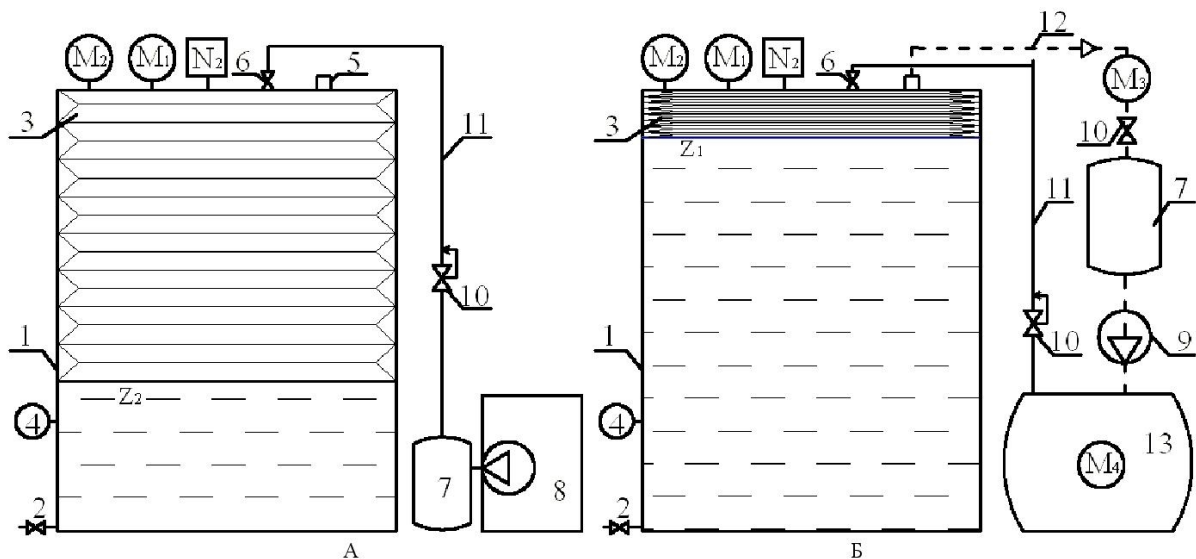


Рис. 4. Резервуары с «дышащей» газовой камерой: А – УК-1; Б – УК-2: 1 – резервуар; 2 – запорный кран; 3 – управляемая камера; 4 – датчик температуры; 5 – обратный клапан; 6 – запорный клапан; 7 – ресивер азота низкого давления; 8 – генератор азота; 9 – насос-компрессор азота; 10 – запорный кран; 11 – нагнетательный трубопровод; 12 – трубопровод сброса давления; 13 – ресивер азота высокого давления; М1, М2, М3, М4 – датчики давления; N2 – газоанализатор; Z1, Z2 – уровень нефтепродукта

На случай потери герметичности подушки в резервуаре установлен датчик, который измеряет содержание воздуха в смеси с углеводородами. Целью газовой камеры является выброс инертного негорючего газа (азота), который обеспечит ликвидацию возгорания. На экране приведено два технических решения наполнения управляемой камеры азотом.

Однако в этом устройстве не учтена возможность взрыва горючих газов в верхней части резервуара, вследствие чего подушка будет повреждена ударной волной.

Также известно устройство для тушения горючих жидкостей в вертикальном резервуаре с плавающей крышкой или понтоном [6]. При этом внутри резервуара размещены вертикальные трубопроводы для подачи огнетушащего вещества. Пускозапорное устройство подключено к вертикальным трубопроводам для подачи огнетушащего вещества. В резервуаре плавающая крышка или понтон фиксированы посредством двух или более жестко закрепленных направляющих стоек, каждая из которых представляет собой трубу, нижний конец которой герметично закреплен на дне резервуара, а верхний конец наглухо закрыт заглушкой. Вертикальные трубопроводы для подачи огнетушащего вещества герметично вмонтированы внутрь направляющих стоек. В стойках выполнены отверстия напротив выходов насадок для распыления огнетушащего вещества (рис 5).

Недостатком данного способа пожаротушения является возможность повреждения и погружения в массив горючей жидкости плавающей крышки (или понтона) ударной волной вследствие взрыва паров этой жидкости, скапливающихся в верхней части резервуара над поверхностью горючей жидкости. В результате пламенем будет охвачена вся площадь свободной поверхности жидкости, и количества азота, подаваемого в резервуар, будет не достаточно для ликвидации пожара.

Таким образом, результаты проведенного в данной работе аналитического обзора позволяют сделать вывод о том, что на сегодняшний день, к сожалению, пока еще не

разработаны достаточно эффективные способы тушения пожаров в резервуарах с горючими жидкостями.

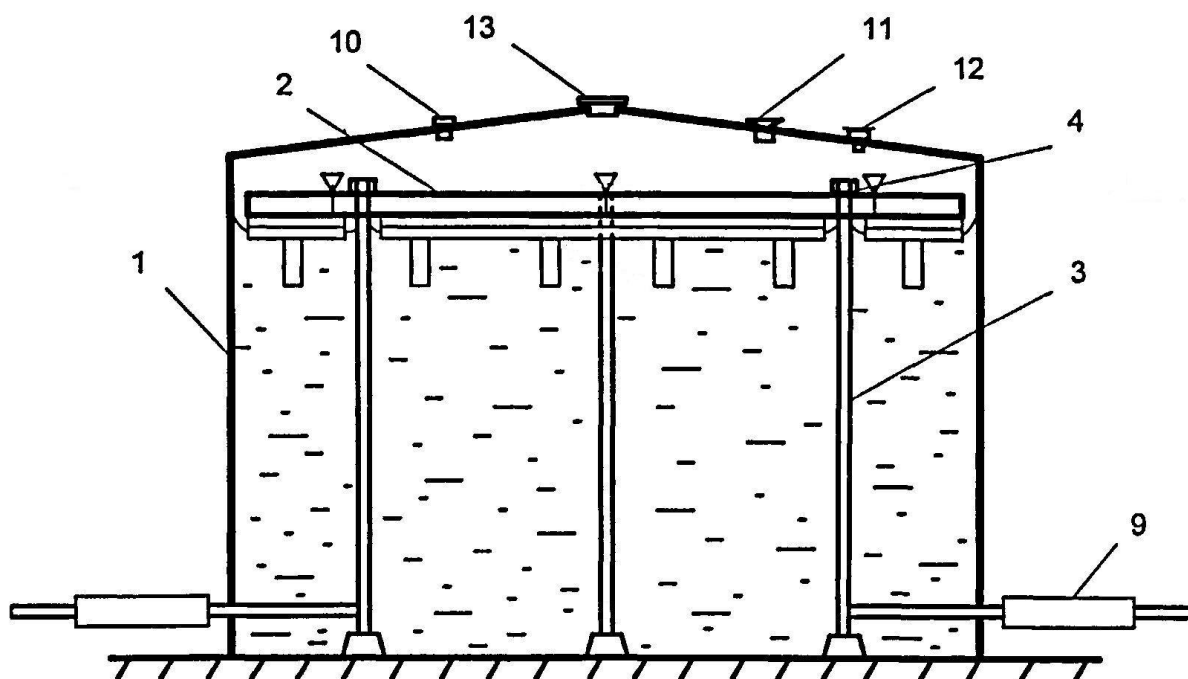


Рис.5. Вертикальный резервуар с плавающей крышкой или понтоном: 1 – резервуар; 2 – плавающая крышка или понтон; 3 – направляющая стойка; 4 – заглушка; 9 – пускозапорное устройство; 10 – дыхательный клапан; 11 – световой люк; 12 – замерной люк; 13 – вентиляционный патрубок

Список используемой литературы

1. Сколкова Е.В, Чудинова С.Е. Аналитический обзор на тему «Тушение резервуаров» // Сборник научных трудов Международной научной конференции «Молодежь и наука: проспект Свободный – 2015», Красноярск: Изд-во Сиб. федер. ун-та, 15-25 апреля 2015 г., CD-ROM, 3 с.
2. Бражников П.В., Добрынин С.Л., Труфанов А.Н., Тяг В.К., Шариков Г.Н. Способ противопожарной защиты и тушения пожаров резервуаров с нефтепродуктами. Патент РФ № 2429036 С1, опубликовано 20.09.2011 г.
3. Гусев А.Л., Чабан П.А., Кондырина Т.Н. Криогенная азотная установка для тушения пожара в замкнутых объектах. Патент РФ № 2311937 С2, опубликовано 10.12.2007 г.
4. Селиверстов В.И., Стенковой В.И., Веретинский П.Г., Ивашков В.П., Кашпоров Л.Я., Крестинин В.В., Кусков Н.А., Трубникова В.В. Способ тушения пожара в резервуаре и устройство для его осуществления. Патент РФ № 2258549 С1, опубликовано 20.08.2005 г.
5. Галлямов М.А., Валикеева А.М., Нуриева А.Ф. Методы повышения взрывопожаробезопасности в резервуарном парке / Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело», № 2, 2013. – С. 407-418.
6. Кокорин В.В., Хафизов И.Ф. Устройство для тушения горючих жидкостей в вертикальном резервуаре с плавающей крышкой или понтоном. Патент РФ № 2470686 С1, опубликовано 27.12.2012г.