

*the computed tomography system to ensure quality, safety and environmental friendliness in the operating conditions of the SPS.*

**Keywords:** *nanomaterials, technologies, quality, sensors, control, diagnostics, system, economy.*

УДК 64.841.655

**УЗЕНБЕКОВ Ш.Б.** – докторант (г. Шымкент, Южно-Казахстанский государственный университет им. М.О. Ауэзова)

**ШАПАЛОВ Ш.К.** – доктор PhD, профессор (г. Шымкент, Южно-Казахстанский государственный университет им. М.О. Ауэзова)

**ДИЛЬДАБЕК Д.С.** – к.т.н., доцент (г.Тараз, Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати)

## **ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

### **Аннотация**

*В данной статье описан способ тушения пожаров нефти и нефтепродуктов в вертикальных стальных резервуарах путем подачи пены с образованием низкослойной пленки непосредственно в топливный слой на дно резервуара. Кратко изложены проблемы тушения пожаров в резервуарах с плавающей крышей или на понтоне при тушении пожаров этажным способом. Основные проблемы: загрязнение пены нефтью и нефтепродуктами, время подъема пены на поверхность резервуара, появление недоступных для тушения «карманов» и др. Показаны результаты исследований основных современных систем по обеспечению пожарной безопасности объектов нефтегазовой промышленности, таких как: транспортировка, переработка и хранение. Описаны результаты исследования процесса тушения пожара пленкообразующей пеной в резервуарах, а также исследования свойств фторсинтетических пен. Так же приведены примеры комбинированных систем по обеспечению пожарной безопасности на понтонных резервуарах.*

**Ключевые слова:** *пожар, нефтегазовая промышленность, резервуар, пожарная безопасность, горючие жидкости, пена, система водоснабжения, пожарный ствол.*

### **Введение.**

В данное время нефтегазовая промышленность играет самую главную роль в экономике нашей страны, обеспечивая значительную часть валового внутреннего продукта, а так же поступлений налоговых отчислений. Следовательно, из этого следует, что данная отрасль должна непрерывно развиваться и совершенствоваться, без чего невозможно улучшение социально-экономического положения страны и решение стоящих перед ней стратегических задач. Одним из основных направлений нефтегазовой промышленности Казахстана является добыча, хранение и, конечно же, транспортировка готовой продукции (нефть и газ). В то же время данная промышленность обладает рядом чрезвычайно опасных рисков, таких как пожаро-взрывоопасность. Обладая высокой пожарной опасностью, нефтегазовая промышленность всегда влечет за собой большие риски распространения пожаров и различных техногенных аварий на всей территории нефтегазодобывающего предприятия. Скопление огромных количеств пожаро - и взрывоопасных веществ на относительно малой площади объясняет вероятность

возникновения крупных пожаров и взрывов с катастрофическими последствиями, приводящими к значительным экономическим потерям, загрязнению окружающей среды и, что самое главное, к многочисленным человеческим жертвам.

Являясь наиболее пожароопасными объектами по хранению нефти и нефтепродуктов – резервуары занимают ведущее место в мире, связанным с их емкостью, конструктивными особенностями и большим объемом хранящихся в них горючих жидкостей. В СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» резервуары с горючими жидкостями обязательно должны дополнительно оборудоваться стандартными установками автоматического пенного пожаротушения [9]. Однако, по статистическим данным, большинство возникших пожаров на резервуарных парках этим методом не локализуются. Это объясняется тем, что пожар появляется после взрыва скопленной паровоздушной смеси. Из-за этого (взрыва) выходит из строя пенные трубопроводы и установленные на верхних частях резервуара пеногенераторы. Далее по «старинной» технологии тушение возникшего пожара выполняется передвижной техникой. Следовательно, тушение пожаров такими методами будет затяжным и естественно последствия приводят к неудовлетворительным результатам. К примеру, можно отнести большой расход воды для охлаждения стенок соседних резервуаров, а также привлечение всего персонала и техники, а это рождает дополнительные опасные риски.

На сегодняшний день наиболее эффективным способом тушения пожара является подача огнетушащей пены в слой горючей жидкости. Это приводит к быстрой остановке процесса горения, высокому уровню безопасности пенообразователей, пеноотводов и личного состава пожарных подразделений, разрушению нагретого слоя в резервуаре и снижению температуры поверхности за счет перемешивания слоев. Пена образует плотную пленку, способствует значительному снижению скорости испарения и препятствует взаимодействию жидкости с кислородом воздуха. Однако удаление пены со дна резервуара на поверхность является длительным процессом, а взаимодействие пены с нефтепродуктами приводит к значительному снижению ее качества пожаротушения. Поэтому тушении пожара методом подвода огнетушителя к слою горючей жидкости в вертикальных стальных резервуарах актуальна.

Цель исследования – совершенствование методов тушения пожаров на объектах нефтегазовой промышленности в вертикальных стальных резервуарах методом подачи пены в слой горючих жидкостей.

Для достижения вышесказанных проблем решались следующие задачи: 1. Определение критических температур разрушения внешних стен РВС. 2. Определение температуры нагрева стен РВС до самововоспламенения горючей жидкости в РВС. 3. определение времени тушения нефти и нефтепродуктов в резервуаре при подаче огнетушащего вещества в слой горючей жидкости. 4. Описание и совершенствование конструкции устройства для тушения нефти и нефтепродуктов в резервуарах с плавающей крышей или понтоном, способным подавать огнетушащее вещество на слой горючей жидкости. 5. Снижение риска повреждения личного состава и передвижной пожарной техники, задействованной в тушении резервуара.

Методы исследования. В процессе выполнения работы использовались методы исследования: методы моделирования, методы наблюдения и сравнения, методы эксперимента, статистические и численные методы.

#### **Основная часть.**

В 70-х годах прошлого века появилось уникальное средство пожаротушения - пенный концентрат 3М (США) под названием «легкая вода». Хотя плотность водного раствора этого пенообразователя выше, чем у бензина и нефти, при нанесении его на поверхность горючего раствора он распространяется самопроизвольно. В результате на поверхности образовался тончайший слой водной пленки, который практически

прекратил испарение углеводородов. После тушения пламени водная пленка не допускала повторного воспламенения нефтепродукта в течение 15-25 минут [1].

В дальнейшем эти соединения получили общее название «пленкообразующая пена». Секрет исследовательского эффекта -распространение плотной жидкости на поверхность углеводородов – заключался в очень низком поверхностном натяжении этих растворов, обеспечиваемом применением вновь открытого класса химических соединений – фторированные поверхностно-активные вещества (ПАВ) [1-3].

Появление фторсодержащих пенообразующих концентратов (пленкообразующих пен) привело к коренному изменению практики тушения нагрева нефтепродуктов. В связи с этим проведена реконструкция оборудования, используемого для противопожарной защиты резервуарных парков, средств тушения аварийных разливов, защиты нефтяных терминалов морских портов и др.

Научное обеспечение и практическое применение «слоистой» системы потребовало всестороннего изучения механизма тушения пены, образующей низкослойную пленку, поднимающуюся на поверхность горения нефтепродукта под давлением нефтяного столба в резервуаре. Необходимо было определить оптимальные параметры технологического процесса внесения пены на дно резервуара. Кроме того, они разработали новые формулы пленкообразующей пены с использованием биологических мягких соединений – фторированных поверхностно-активных веществ, разработали конструкцию устройств для получения и транспортировки низкого давления при наличии внешнего давления [2].

В 1988 году в диссертационных работах были проведены первые исследования по тушению пожара «подслойным» методом. В результате этого представили модель процесса тушения, включающую основные этапы: удаление горючей жидкости из подводящего трубопровода; эмульгирование пенообразующего раствора при выходе пены из сопла; «загрязнение» пены горючим веществом» при перемещении через слой нефтепродукта; формирование локального участка с минимальным изолирующим слоем, способного снизить концентрацию пара до нижнего предела концентрации воспламенения; утечка пены по поверхности горючей жидкости с учетом механического перехода, связанного с движением поверхностного слоя и самопроизвольным протеканием под действием положительной величины коэффициента утечки.

На основе предложенной модели проведена оптимизация процесса тушения, определена зависимость времени тушения, удельного расхода пены и интенсивности подачи, показана связь между критической и оптимальной интенсивностью подачи при тушении горючих жидкостей. В зависимости от характера горючей жидкости, скорости введения пены, концентрации пенообразователя в растворе определены оптимальные режимы тушения пожара и дана оценка влияния толщины слоя горючей жидкости, диаметра резервуара или площади зеркала нефтепродукта на характер процесса тушения «подслойным» способом.

На основе теоретических и экспериментальных исследований были разработаны, изготовлены и испытаны специальные пенообразователи, позволяющие снизить степень загрязнения пены и повысить эффективность пожаротушения серийно выпускаемых фторсодержащих пенообразователей.

1988-1992 годах сотрудниками ВИПТШ МВД СССР была исследована эффективность разработанного пленкообразующего состава [3].

Систематическое исследование позволило выявить основные закономерности процесса тушения пламени нефтепродуктов пленкообразующими соединениями, позволяющие определить влияние таких параметров, как поверхностная активность растворов, коэффициент распространения, мицеллярная растворимость топлива в растворе пенообразователя, предельная концентрация фторированного компонента состава пенообразователя.

На основе анализа экспериментальных и теоретических исследований предложена модель тушения «загрязненными» пенами, представляющая собой последовательность

процессов: самоочищение пены при образовании на поверхности нефтепродуктов изоляционного слоя; самотечение пены, образующей пленку по горячей поверхности; термическое разрушение «загрязненных» пен под действием пламени [4].

Сравнение результатов лабораторных и натурных испытаний на полигоне по тушению «подслойным» способом показало, что эффективность вновь созданных составов практически не зависит от объема резервуара, если величина оптимальной интенсивности обеспечивается дополнительным введением пены в резервуар.

Таким образом, в результате проведенных исследований:

- установлена взаимосвязь между огнетушащей и пленкообразующей эффективностью фторированных составов и параметрами, определяющими поверхностное и межфазное натяжение водного раствора, коэффициентом текучести раствора по поверхности нефтепродукта, предельной мицеллярной растворимостью горючей жидкости в пенообразующем растворе, предельной концентрацией поверхностно-активных веществ;

- описан механизм самоочистки пены в процессе тушения и определена взаимосвязь степени «загрязнения» с интенсивностью подачи пены и фазовым натяжением границы «пено - теплового продукта»;

- показано, что интенсивность термического разложения частично «загрязненных» Пен снижается при использовании стабилизаторов, повышающих порог коагуляции эмульгированных нефтепродуктов;

- установлено минимальное значение толщины изоляционного слоя при использовании «загрязненных» пен; на основе анализа термического разрушения «загрязненных» пен предложена формула определения времени тушения нефтепродуктов в резервуарах в зависимости от количества топлива в пороховом слое;

- разработан механизм формирования, стабилизации и разрушения водяных пленок, включающий гидростатическую утечку, испарение воды и солубилизацию топлива, что приводит к нарушению целостности пленок;

- обоснованы показатели, характеризующие защитное действие пленкообразующих составов, в том числе показатель, определяемый по соотношению скоростей испарения топлива под пленкой и без нее. Эффективность защитного действия повышается за счет применения стабилизаторов с минимальной мицеллярной растворимостью по отношению к конкретному нефтепродукту;

- показано, что при использовании комплекса сложных фторированных и анионных углеводных компонентов образуются пленки с низкой скоростью испарения воды;

- определены синергетические комплексы веществ, которые позволили разработать пленкообразующие композиции с минимальным содержанием фторированного компонента;

- разработаны три состава, включающие два вида фторированных соединений и определены оптимальные соотношения компонентов [5, 6, 7].

В ходе исследования был разработан пленочный пенообразователь, который по эффективности пожаротушения не уступает лучшим зарубежным составам. Разработан комплекс экспериментальных методов, в том числе: кинетические параметры формирования водной пленки на поверхности нефтепродуктов, эффективность защитного действия изоляционных пленок пенообразующего раствора, эффективность пожаротушения пленкообразующих пен, подаваемых на слой нефтепродуктов. Комплекс позволяет количественно оценить пригодность пенообразователей для целей пожаротушения нефтепродуктов в резервуарах «подслойным» способом.

На примере экспериментов с конкретными резервуарами объемом 700, 2000 и 5000 м<sup>3</sup> показано, что время тушения и фактический расход пенообразователя удовлетворительно совпадают с расчетными величинами, при этом определены эмпирические константы, характеризующие интенсивность циркуляции жидкости, в качестве базового варианта использованы естественные эксперименты с РВС-5000 [8].

Установлено, что оптимальное количество пенообразующих насадок и их расположение в резервуаре превышает размеры резервуара (высоту и площадь), скорость горения нефтепродукта, высокое напряжение пенообразующего оборудования и кратность пены. Превышение или уменьшение количества вспенивающихся насадок по отношению к оптическим приводит к увеличению времени затухания и удельных затрат пенообразователя.

Процесс формирования водных пленок из структур фторированных пенообразователей был детально изучен в результате исследований, проведенных в 1995-2000 годах:

- предложен метод направленного регулирования пожарного действия пленкообразующей пены, образующейся под действием самотечности на поверхность выделяемой водной пленки;
- разработан механизм образования и распространения водной пленки на поверхности углеводородов;
- разработана методика измерения скорости распространения водных пленок, движущихся непрерывным фронтом;
- выявлено влияние коллоидно-химических свойств пены и ее кратности на скорость роста водной пленки;
- предложено расчетное соотношение для оценки основных параметров тушения пленкообразующей пеной, учитывающее долю поверхности топлива, покрытой водной пленкой [9, 10].

В рассматриваемые годы был изучен механизм пожаротушения фторпротеиновой пены, который в качестве определяющего этапа предполагает формирование на поверхности внешнего слоя пены обожженного слоя белковых компонентов. В рамках предложенной модели процесса тушения фторпротеиновой пеной проведен совместный анализ материального баланса пены, на основе которого получено полуэмпирическое соответствие для оценки времени тушения пожара.

Показано, что термическая стабильность фторпротеиновых пен обеспечивается за счет образования в верхнем слое пены термостойких обожженных участков при непосредственном контакте с нагретым нефтепродуктом и факелом пламени.

Установлена зависимость изолирующей способности олеофобного упрочняющей пены от толщины слоя пены. Определены способ и время изолирующего действия олеофобного затвердевающего пенопласта на поверхности различных нефтепродуктов.

Противопожарная защита резервуаров с нефтью и нефтепродуктами большой вместимости (более 20 000 м<sup>3</sup>) осуществляется комбинированной системой пожаротушения. В случае резервуаров с понтоном или плавающей крышей в качестве основных используются системы, направленные на тушение пожара на начальном этапе его развития в кольцевом пространстве между плавающей крышей (понтоном) и стенкой резервуара. Такие системы представляют собой пенные камеры, равномерно распределенные по периметру верхнего края резервуара. Второй (резервный) – это система пожаротушения пеной с низким коэффициентом, которая подается непосредственно к основанию резервуара в горючую жидкость или через нижний слой воды (рисунок 1).

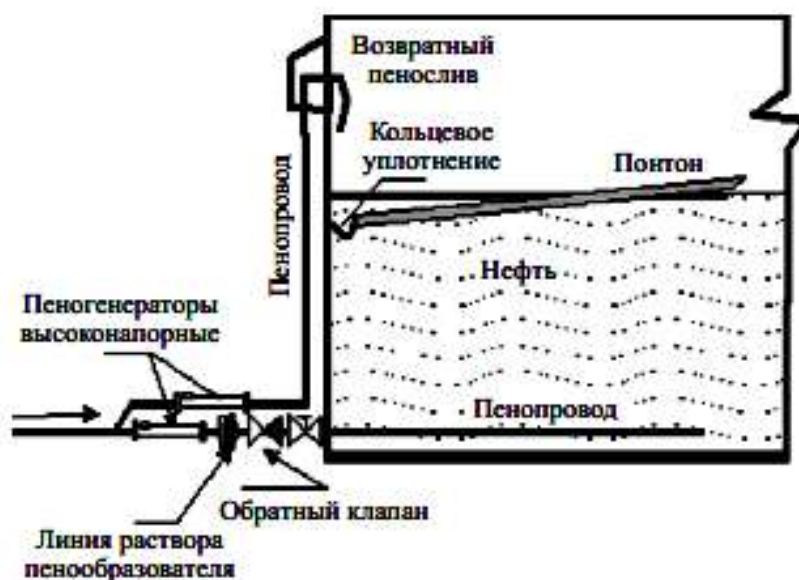


Рисунок 1 – Вариант системы пожаротушения с подачей пены на верхний уровень резервуара от пеногенераторов, расположенных на основании (обвалование)

СПТ включает длинную линию трубопроводов для подачи пенообразующего раствора в пенообразователи, далее пенообразователи через отверстие в стенке резервуара через систему пенообразователей через систему пенообразователей (рисунок 2).

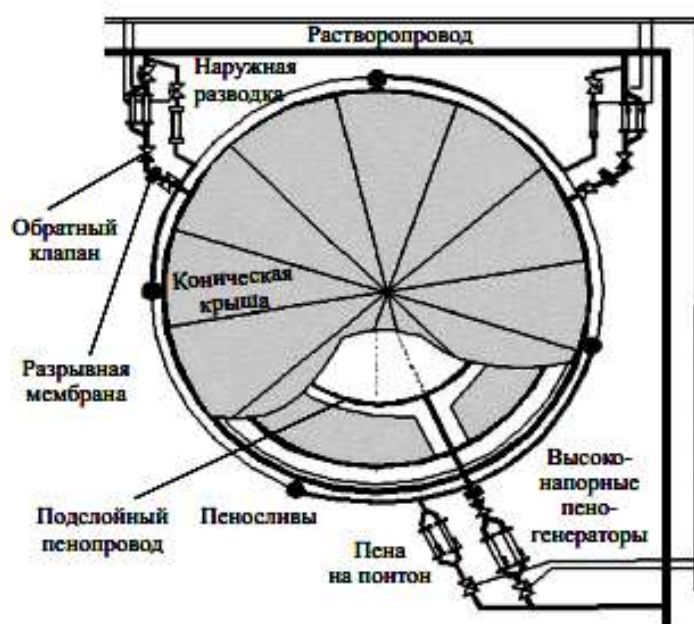


Рисунок 2 – Внешняя разводка растворо- и пенопроводов системы комбинированного тушения пожара в резервуаре РВС-20000 с металлическим понтоном

Основные требования к СПТ:

- условия эксплуатации и периодическая проверка его работоспособности;
- расположение внутренних и внешних выключателей пенных проводников;
- отдельные элементы системы;
- пенный концентрат (пенообразователь);
- технологические параметры;

- автоматические или ручные устройства включения системы;
- передвижная пожарная техника, используемая для реализации «этажного» подхода.

Условия применения и использования обеспечивают надежную работу системы при резких перепадах температур в зимний период, необходимое прогревание участков системы, где возможно накопление предварительно воды или водной эмульсии.

Поверхность пенопроводов внутри резервуара должна быть защищена антикоррозионными покрытиями. Фланцевые соединения системы, расположенные в обваловании резервуара, необходимо защищать покрытиями, обеспечивающими период огнестойкости не менее 45 минут.

Структура и расположение пенопроводов должны предотвращать скопление воды и осадочные отложения в сети пенопроводов. Например, расположение внутренних проводов каждой из пенопроводов должно быть наклонено на 5-10° вниз относительно горизонтальной плоскости от места ввода, чтобы обеспечить периодическую утечку масла и предотвратить накопление воды.

Напорные узлы пенопроводов следует располагать в непосредственной близости от гидрантов противопожарного водопровода или пожарных водоемов. Рекомендуемое расстояние от гидрантов противопожарного водоснабжения до напорных узлов пенопроводов составляет 40 м.

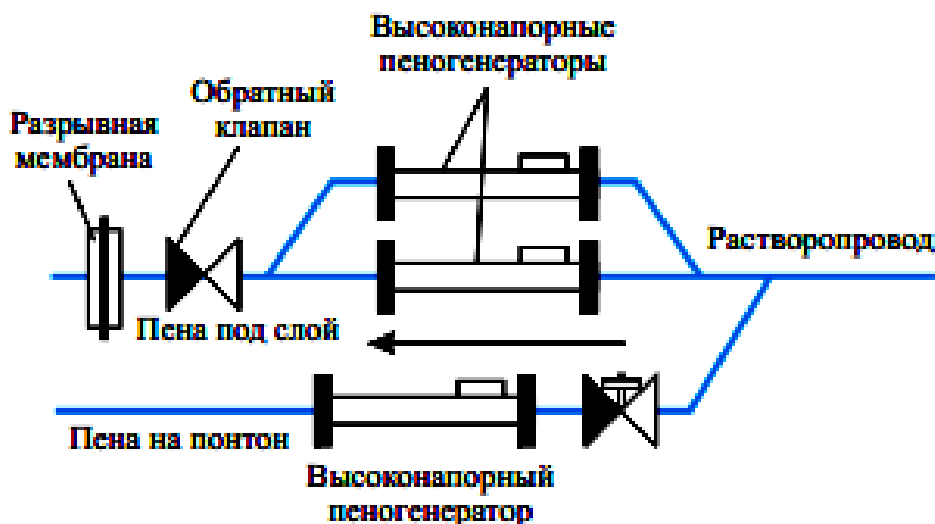


Рисунок 3 – Внешняя разводка раствора- и пенопроводов комбинированной системы тушения пожара резервуара РВС-20000 с металлическим понтоном для подачи низкократной пены через высоконапорные пеногенераторы, установленные в обваловании резервуара

В СПТ используется следующее оборудование (рисунок 3):

- генераторы пены высокого давления (ПВД);
- гребень для соединения двух или более растворяющих линий или двух, или более генераторов в одну пенопроводную трубу;
- стационарные или переносные дозирующие устройства и смесители;
- автоматические или ручные устройства для подключения системы;
- задвижки до и после обвалования;
- клапан проверки;
- пакет с предохранительной взрывной мембраной снаружи или внутри резервуара;
- внутренний шнур из пенопластовой трубы с насадками для пены;
- кубовые емкости с пенным концентратом (пенообразователем) для передвижной пожарной техники.

### Выводы.

Метод определения эффективности тушения пожара при подаче пенкообразующей пены в слой горючей жидкости позволяет определить не только наиболее оптимальные условия проведения эксперимента и модель резервуара, но и свободное время. на поверхность горючей жидкости поднимается пена, время ее распространения, а также время тушения жидкости в сосуде при подаче огнезащитной пены в верхний и нижний слои жидкости. Метод определения нагрева стенки облученного бака позволяет оценить уровень пожарной опасности производственных объектов, а также комплекс принятых мер по обеспечению пожарной безопасности. Благодаря этому методу появляется возможность сравнить существующие системы пожаротушения с вновь внедренными, дать разумную оценку. Метод определения основных параметров системы пожаротушения при подаче пены в слой горючей жидкости позволяет определить необходимое количество генераторов пены высокого давления (пенных линий), диаметр и конфигурацию пенных линий. Объем его внутренних проводов, рабочего раствора, концентрат пенного концентрата и воды. Эти данные определяются в зависимости от типа цистерны и ее площади, температуры воспламенения горючей жидкости, скорости подачи рабочего раствора пенообразователя и расхода пеногенератора высокого давления. Для определения основных параметров системы пожаротушения применена методика расчета системы пожаротушения слоя в соответствии с рекомендациями по применению ito-6A3F и «меркуловского» пенного концентрата.

В заключение этой работы хотелось бы сказать, что обеспечение пожарной безопасности вертикальных стальных резервуаров на нефтеперерабатывающих предприятиях является главной задачей сегодняшнего дня. Только совершенствование существующей системы «подслоного» тушения пожар способен решить все вышеперечисленные проблемы и сделать производственные объекты немного безопаснее.

### Литература

1. Шароварников А.Ф., Молчанов В.П., Воевода С.С., Шароварников С.А. Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов. – М.: ИД «Калан», 2002. – 448 с.
2. Шароварников А.Ф. Противопожарные пены. Состав, свойства, применение. – М.: Знак, 2000. – 464 с.
3. Шароварников А.Ф., Салем Р.Р., Воевода С.С. Общая и специальная химия: Учебное пособие. – М.: Академия ГПС МВД России, 2001. – 461 с.
4. НПБ 203-98. Пенообразователи для подслоного тушения пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах. Общие технические требования. Методы испытаний. – Москва, 1998.
5. Петров И.И., Реутт В.Ч. Тушение пламени жидких топлив методом перемешивания // Новые способы и средства тушения пламени нефтепродуктов. – М.: Гостехиздат, 1960. – С. 30-83.
6. Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. – М.: ГУГПС - ВНИИПО - МИПБ, 2000. – 79 с.
7. Сучков В.П., Молчанов В.П. Варианты развития пожара в хранилищах нефтепродуктов // Пожарное дело. – 1994. – №11. – С. 40-44.
8. Сучков В.П., Грабко С.Е., Молчанов В.П. Этот коварный мазут // Пожарное дело. – 1993. – № 7-8. – С. 17-19.
9. СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования».
10. Шароварников А.Ф., Молчанов В.П., Воевода С.С., Шароварников С.А. Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов. – Москва, 2007. – 380 с.



### References

1. Sharovarnikov A.F., Molchanov V.P., Voevoda S.S., Sharovarnikov S.A. Extinguishing fires of oil and petroleum products. – Moscow: Kalan Publishing House, 2002. – 448 p.
2. Sharovarnikov A.F. Fire-fighting foams. Composition, properties, application. – M.: Sign, 2000. – 464 p.
3. Sharovarnikov A.F., Salem R.R., Voevoda S.S. General and special chemistry: A textbook. – M.: Academy of GPS of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 2001. – 461 p.
4. NPB 203-98. Foaming agents for sub-layer extinguishing of oil and oil products fires in tanks. General technical requirements. Test methods. - Moscow, 1998.
5. Petrov I.I., Reutt V.Ch. Extinguishing the flame of liquid fuels by mixing method // New methods and means of extinguishing the flame of petroleum products. – M.: Gostoptehizdat, 1960. – pp. 30-83.
6. Guide to extinguish oil and oil products in tanks and tank farms. – M.: GPPS - VNIPO - MIPB, 2000. – 79 p.
7. Suchkov V.P., Molchanov V.P. Variants of fire development in oil product storage facilities // Pozharnoe delo. – 1994. – №11. – pp. 40-44.
8. Suchkov V.P., Grabko S.E., Molchanov V.P. This insidious fuel oil // Pozharnoe delo. – 1993. – № 7-8. – pp. 17-19.
9. SP 5.13130.2009 "Fire protection systems. Fire alarm and fire extinguishing systems are automatic. Design norms and rules".
10. Sharovarnikov A.F., Molchanov V.P., Voevoda S.S., Sharovarnikov S.A. Extinguishing fires of oil and petroleum products. – Moscow, 2007. – 380 p.

**УЗЕНБЕКОВ Ш.Б.** – докторант (Шымкент қ., М.О. Әуезов ат. Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті)

**ШАПАЛОВ Ш.К.** – PhD докторы, профессор (Шымкент қ., М.О. Әуезов ат. Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті)

**ДІЛДӘБЕК Д.С.** – т.ғ.к., доцент (Тараз қ., М.Х. Дулати ат. Тараз аймақтық университеті)

### МҰНАЙ-ГАЗ ӨНЕРКӘСІБІНДЕ ӨРТ ҚАУІПСІЗДІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДІҢ НЕГІЗГІ АСПЕКТІЛЕРІ

#### Аңдатпа

Бұл мақалада тік болат резервуарлардағы мұнай мен мұнай өнімдерінің өрттерін резервуардың түбіне тікелей жанармай қабатына төмен қабатты пленка түзетін көбік беру арқылы сөндіру әдісі сипатталған. Қалқымалы шатыры бар резервуарлардағы немесе қабатты тәсілмен өрттерді сөндіру кезіндегі понтондағы өрттерді сөндіру проблемалары қысқаша баяндалған. Негізгі проблемалар: көбіктің мұнай және мұнай өнімдерімен ластануы, көбіктің резервуардың бетіне көтерілу уақыты, сөндіру үшін қол жетімді емес «қалталардың» пайда болуы және т. б. Тасымалдау, қайта өңдеу және сақтау сияқты мұнай-газ өнеркәсібі объектілерінің өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету бойынша негізгі заманауи жүйелерді зерттеу нәтижелері көрсетілген. Резервуарларда пленка түзетін көбікпен өртті сөндіру процесін зерттеу нәтижелері, сондай-ақ фторсинтетикалық көбіктердің қасиеттерін зерттеу сипатталған. Сондай-ақ понтонды резервуарларда өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету бойынша құрамдастырылған жүйелердің мысалдары келтірілген.

**Түйінді сөздер:** өрт, мұнай-газ өнеркәсібі, резервуар, өрт қауіпсіздігі, жанғыш сұйықтықтар, көбік, сумен жабдықтау жүйесі, өрт сөндіру жүйесі.

**UZENBEKOV Sh.B.** – PhD student (Shymkent, South Kazakhstan state university named after M.O. Auezov)

**SHAPALOV Sh.K.** – doctor of PhD, professor (Shymkent, South Kazakhstan state university named after M.O. Auezov)

**DILDABEK D.S.** – c.e.s., assoc. professor (Taraz, Taraz regional university named after M.H. Dulati)

## THE MAIN ASPECTS OF FIRE SAFETY IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

### *Abstract*

*This article describes a method for extinguishing fires of oil and petroleum products in vertical steel tanks by feeding foam to form a low-layer film directly into the fuel layer at the bottom of the tank. The problems of extinguishing fires in tanks with a floating roof or on a pontoon when extinguishing fires in a storey way are briefly described. The main problems: contamination of the foam with oil and petroleum products, the time of lifting the foam to the surface of the tank, the appearance of «pockets» inaccessible for extinguishing, etc. The results of studies of the main modern systems for ensuring fire safety of oil and gas industry facilities, such as: transportation, processing and storage, are shown. The results of the study of the fire extinguishing process with film-forming foam in tanks, as well as the study of the properties of fluorosynthetic foams, are described. Examples of combined fire safety systems on pontoon tanks are also given.*

**Keywords:** fire, oil and gas industry, tank, fire safety, flammable liquids, foam, water supply system, fire barrel.

ӨОЖ 681.5.033

**МИРЗАБАЕВ С.А.** – PhD докторанты (Алматы қ., Логистика және көлік академиясы)

**ИБРАГИМОВ О.А.** – т.ғ.к., доцент (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

**ТОЙГОЖИНОВА А.Ж.** – PhD, қауым. профессоры (Алматы қ., Логистика және көлік академиясы)

**КВАШНИН М.Я.** – т.ғ.к., қауым. профессор (Алматы қ., Логистика және көлік академиясы)

## КӨПІР ҚҰРЫЛЫМЫ ЭЛЕМЕНТІНІҢ КЕРНЕУЛІ-ДЕФОРМАЦИЯЛАНҒАН КҮЙІН РЕТТЕУДІҢ АВТОМАТТЫ ЖҮЙЕСІ

### *Аңдатпа*

*Көпір құрылымы элементінің кернеулі-деформацияланған күйі реттегішін күрделі кескін пластинкасы түрінде синтездеу (жинақтау) міндеті қойылды. Реттегіш жұмысының жоғары тиімділігі импульстік әсер ету мысалында көрсетілді. Құрылымның нақты өлшемдері үшін сандық есептеу нәтижелері келтірілген.*

**Түйін сөз:** қос байланысты пластиналар, бір еркіндік дәрежесі бар жүйе, Matlab LQR бағдарламасы, реттегіш синтезін іске асыру сұлбасы, сыртқы әсер, оңтайлы реттегіш синтезі.