

*Терегулов М.Р., Старший преподаватель
Институт нефтегазовых технологий (ИНГТ)
кафедра "Трубопроводный транспорт"
ФГБОУ ВО «СамГТУ»*

Россия, г. Самара

Шатовкин А.В.,

*магистрант 3 курс, Институт нефтегазовых технологий (ИНГТ)
кафедра "Трубопроводный транспорт" Россия, г. Самара*

ИНГИБИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ В РЕЗЕРВУАРЕ ГРАНУЛИРОВАННЫМ ОГНЕТУШАЩИМ ВЕЩЕСТВОМ, ВСТРОЕННЫМ В КОНСТРУКЦИЮ ЗАТВОРА ПОНТОНА

***Аннотация:** Сложность и скорость развития пожаров в резервуарных парках является серьезной проблемой, с которой сталкиваются объекты хранения больших объемов горючих веществ. Ликвидация подобных пожаров представляет собой сложную задачу, и инерционность систем пожаротушения может стать значительным фактором, влияющим на успешность устранения пожара.*

Работа по внедрению средства ингибирования горения в момент развития пламени может привести к существенному улучшению процессов тушения и сокращению времени реакции системы на начало пожара. Предпринятые усилия в этом направлении могут повысить эффективность системы пожаротушения и уменьшить потенциальные потери, связанные с пожарами в резервуарных парках.

***Ключевые слова:** Резервуарный парк, резервуар вертикальный стальной цилиндрический, пожаротушение, пенное пожаротушение, понтон, поверхность жидкости, ингибирование процесса горения.*

Annotation: *The complexity and rate of fire development in tank farms is a serious problem faced by facilities storing large volumes of flammable substances. Eliminating such fires is a complex task, and the inertia of fire-fighting systems can become a significant factor affecting the success of fire suppression.*

Work on introducing a means of inhibiting combustion at the moment of flame development can lead to a significant improvement in extinguishing processes and reduce the system's reaction time to the start of a fire. The efforts made in this direction can increase the efficiency of the fire extinguishing system and reduce potential losses associated with fires in tank farms.

Key words: *Tank farm, vertical steel cylindrical tank, firefighting, foam firefighting, pontoon, liquid surface, inhibition of the combustion process.*

1. ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день проблема пожарной безопасности стоит особенно остро в контексте безопасности на производстве. Разнообразие и масштабы производственной сферы продолжают расти, придавая этому вопросу все большее значение. Одной из наиболее серьезных угроз являются пожары, связанные с добычей, транспортировкой и хранением углеводородных соединений.

Пожары на складах нефтепродуктов обычно характеризуются следующими особенностями:

1. Высокая интенсивность пожара: нефтепродукты обладают высокой теплотворной способностью, что приводит к быстрому распространению огня и повышению температуры на месте пожара.

2. Выделение большого количества дыма, который может представлять опасность для здоровья людей.

3. Взрывоопасность: пары нефтепродуктов могут образовывать взрывоопасные смеси с воздухом, что может привести к взрывам и усилению пожара.

4. Загрязнение окружающей среды: в результате пожара могут происходить выбросы вредных веществ и загрязнений в атмосферу, почву и водные объекты.

5. Угроза инфраструктуре: пожары на складах нефтепродуктов могут распространяться на соседние здания и сооружения, а также создавать угрозу для движения транспорта и эвакуации людей.

6. Сложность тушения: пожары нефтепродуктов сложно тушить из-за высокой температуры, большого количества дыма и возможности взрывов. Для тушения таких пожаров часто требуется использование специализированных средств и методов.

2. ТЕОРИЯ

Опасность пожаров в резервуарных парках (РП) проистекает из различных факторов и условий, включая:

1. Хранение горючих веществ: Резервуарные парки предназначены для хранения больших объемов горючих и легко воспламеняющихся веществ, таких как нефтепродукты. При наличии больших объемов горючих материалов возрастает вероятность возгорания и распространения пожара.

2. Высокая температура: В зависимости от климатических условий и географического расположения, температуры могут достигать уровней, способствующих возгоранию горючих веществ.

3. Возможность вскипания продукта: В резервуарах может происходить вскипание продукта под воздействием высоких температур, что может привести к выбросу и распространению горящего материала.

4. Электростатические разряды: В условиях хранения и перемещения горючих жидкостей возможны электростатические разряды, что также может стать источником пожара.

5. Механические повреждения: Повреждения резервуаров могут привести к утечкам и возгоранию горючих веществ.

6. Нарушение технологических процессов: Несоблюдение технологических процессов или неправильная эксплуатация оборудования может увеличить риск возникновения пожара.

Перечисленные выше факторы в совокупности высокую вероятность для возникновения и быстрого развития пожара в резервуарном парке, что, в свою очередь, требует разработки эффективных мер по улучшению существующих противопожарных мероприятий, применяемых в системах хранения нефти и нефтепродуктах.

Принцип работы системы пенного пожаротушения резервуара включает несколько ключевых этапов, направленных на подавление и тушение пламени. Вот основные шаги работы такой системы:

1. Обнаружение пожара:
 - Система оборудована датчиками или детекторами, которые могут обнаруживать наличие пламени, дыма или других признаков пожара.
2. Активация системы:
 - При обнаружении пожара система пожаротушения автоматически активируется. Это может происходить посредством срабатывания автоматических датчиков или же вручную через пульт управления.
3. Подача воды и пенораствора:
 - Система начинает подачу воды и пенообразующего вещества в специальных соотношениях. Это создает пену, которая является эффективным огнетушителем.
4. Формирование пены:

- Водяная струя смешивается с пенообразующим веществом в специальных устройствах, образуя стойкую пену низкой кратности.

5. Подача пены на поверхность горения:

- Пена подается в резервуар и распределяется на поверхность горячей жидкости. Пена покрывает поверхность, создавая защитный слой, который изолирует горючий материал от доступа кислорода и гасит пламя.

6. Ингибирование горения:

- Пена действует как ингибитор горения, замедляя или прекращая химические реакции, поддерживающие горение.

7. Охлаждение и подавление пламени:

- В процессе тушения пена также охлаждает поверхность, что способствует подавлению пламени и предотвращению его возобновления.

Эффективность системы пенного пожаротушения заключается в том, что пена создает барьер между источником огня и окружающей средой, что способствует эффективному тушению пожара в резервуаре.

Существующая на сегодняшний день система пенного пожаротушения резервуаров доказала свою работоспособность и эффективность, при этом данная система тушения имеет ряд существенных недостатков:

- Высокая стоимость: Оборудование для систем пенного пожаротушения, включая пеногенераторы, насосы и трубопроводы, может быть дорогим в установке и обслуживании. Это создает дополнительные расходы для владельцев резервуаров.

- Сложность обслуживания: Системы требуют регулярного обслуживания и тестирования, чтобы гарантировать их надежную работу. Обслуживание может быть сложным и требовать квалифицированных специалистов.

- Медленная реакция: Время от обнаружения пожара до полной активации и распределения пены может занять несколько минут. Это может быть критичным в случаях быстро развивающихся пожаров.

- **Замерзание при низких температурах:** В холодных климатических условиях вода в системе может замерзнуть, что может снизить эффективность системы или даже привести к ее повреждению.

- **Необходимость больших объемов воды:** Системы требуют значительных объемов воды для создания пены и тушения пожара, что может быть проблемой в областях с ограниченным доступом к водным ресурсам.

При выборе и проектировании системы пенного пожаротушения для минимизации возможного ущерба учитываются различные факторы: тип и состав продукта, вязкость продукта, температура вспышки и др. Принимая во внимание вышеперечисленные недостатки, такие системы могут оказаться менее эффективными в ситуациях, требующих быстрого реагирования.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

Для снижения инерционности работы существующей системы пенного тушения пожара предлагается установка в затворе понтона гранулированного огнетушащего вещества (см. рис 1):

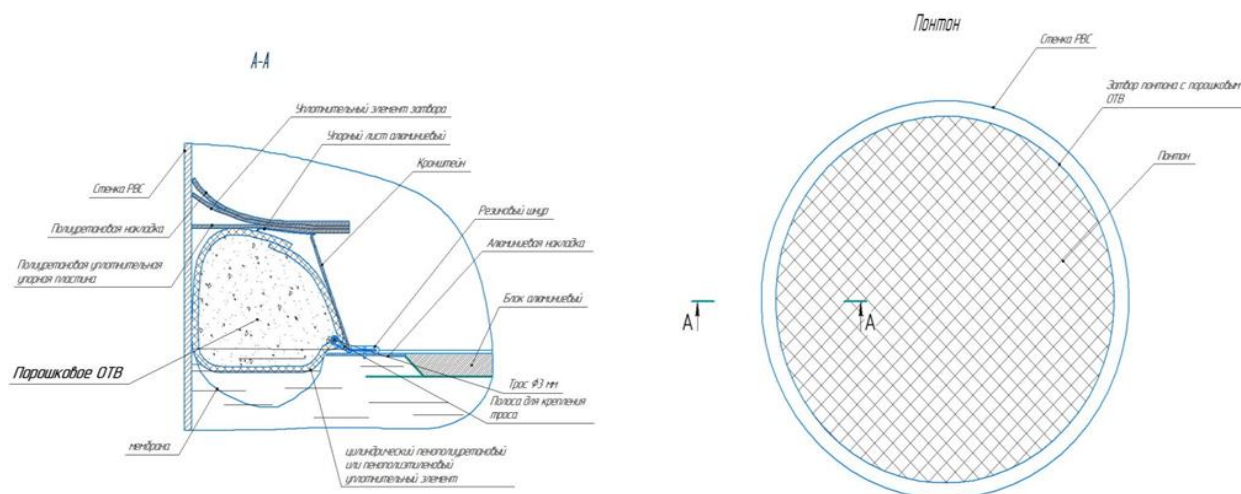


Рисунок 1. Модернизированная конструкция понтона с гранулированным огнетушащим веществом в кольцевом затворе мягкого типа

Принцип работы гранулированного огнетушащего вещества в уплотняющем затворе мягкого типа может быть описан следующим образом:

1. Активация системы:
 - В случае возгорания поверхности горючего вещества в резервуаре, мембрана в камере с гранулированным огнетушащим веществом плавится.
2. Выпуск гранулированного огнетушащего вещества:
 - Мембрана, расположенная на камере с гранулированным огнетушащим веществом внутри уплотняющего затвора, начинает плавиться под воздействием тепла, выделяемого пламенем.
 - Плавление мембраны приводит к освобождению гранулированного огнетушащего вещества, которое распыляется и покрывает поверхность продукта в резервуаре.
3. Действие гранулированного огнетушащего вещества:
 - Гранулированное огнетушащее вещество выполняет функцию перекрытия доступа кислорода к источнику возгорания.
4. Гашение пламени:
 - Попадание гранулированного огнетушащего вещества на поверхность жидкости создает защитный слой, который либо полностью перекрывает доступ кислорода, либо снижает температуру вокруг пламени.
 - Это приводит к гашению пламени и предотвращению дальнейшего распространения огня.

Гранулированное огнетушащее вещество должно соответствовать требованиям, обеспечивающим долгий срок хранения и устойчивость к влажным условиям, таким как:

- Срок хранения: Выбранные вещества должны обладать достаточным сроком хранения для обеспечения долгосрочной эффективности системы.

- Резистентность к влажности: Гранулированные огнетушащие вещества должны быть устойчивыми к влажным условиям, чтобы поддерживать свою функциональность даже при наличии влаги.

Перекрытие доступа кислорода к источнику возгорания за счёт заполнения пространства над горящим продуктом гранулами огнетушащего вещества обеспечивает автоматическое и эффективное воздействие на возгорающуюся поверхность, минимизируя риски и предотвращая дальнейшее распространение пламени в резервуаре.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Размещение гранулированного огнетушащего вещества в конструкции затвора понтона обеспечивает начало воздействия огнетушащего вещества на очаг возгорания в начальный момент времени, тем самым достигается ингибирование или остановка распространения пожара. Просыпание гранулированного огнетушащего вещества на поверхность горения из полости, контактирующей с продуктом, обеспечивает снижение инерционности системы пожаротушения, т.к. процесс тушения происходит ещё до срабатывания штатной системы пенного тушения пожара. Внедрение гранулированного огнетушащего вещества в конструкцию понтона обеспечит комбинацию системы штатного пенного тушения и повысит безопасность эксплуатации всего резервуарного парка.

Использованные источники:

1. ГОСТ 31385-2016 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия/Межгосударственный стандарт. – М.: Стандартинформ, 2016;

2. РД-23.020.00-КТН-018-14. Резервуары стальные вертикальные для хранения нефти и нефтепродуктов объемом 1000 – 50000 м³. Нормы проектирования.;
3. Патент РФ № 2015106479/12, 25.02.2015. Резервуар с плавающим блочным покрытием и пакетированным пеностеклом для технологических операций с нефтью или нефтепродуктами // Патент России № 2596120. 27.08.2016 Бюл. № 24. / Андреев А.А. Андреев А.А. Зарецкий С.И. Руденко В.М.;
4. Ширяев Е.В. Исследование параметров подложки гранулированного пеностекла, влияющих на испарение горючих жидкостей // Современные проблемы гражданской защиты. - 2019. – №4/(33). – С. 24-26.;
5. Статистика пожаротушения на территории Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: https://vuzlit.ru/115716/statistika_pozharov (дата обращения: 23.11.2023);
6. Время тушения пожаров на резервуарных парках [Электронный ресурс]. URL: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017030219> (дата обращения: 23.11.2023);
7. РД 13.220.00-КТН-142-15 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Системы пенного пожаротушения и водяного охлаждения. Нормы проектирования. ПАО «Транснефть», 2015. – 228 с;
8. Преимущества и недостатки пенного пожаротушения [Электронный ресурс]. URL: <https://admiral-omsk.ru/tushenie-penou> (дата обращения: 23.11.2023);