

УДК 614.842.4

**С.Ю. Серебренников**, д.т.н., профессор; **М.А. Селиванов**, аспирант, Пермский государственный технический университет; **К.В. Прохоренко**, коммерческий директор; **В.А. Рязанцев**, главный инженер, ООО Инженерно-внедренческий центр «Техномаш»

## АВТОНОМНАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ТУШЕНИЯ НЕФТЕРЕЗЕРВУАРОВ АЭРОЗОЛЬНО-ПОРОШКОВЫМИ МОДУЛЯМИ ОПАН-100

*Рассмотрена возможность применения модулей ОПАН-100 в автоматическом режиме для тушения нефтерезервуаров в начале развития пожара. Предложена конструкция и экспериментально подтверждена эффективность автономной автоматической системы тушения.*

Эффективное тушение резервуаров нефтепродуктов (РНП) возможно только в самом начале развития пожара, в первые 2–3 минуты. В противном случае элементы конструкции разогреваются до высоких температур и сами становятся источником поддержания горения, а в некоторых случаях теряют устойчивость, и горящие нефтепродукты выливаются в обваловку и даже на соседние резервуары.

На практике применяют два способа тушения резервуаров: пенотушение и подслоное тушение химическими реагентами, подаваемыми под горящий слой нефтепродуктов. Однако оба они не могут быть реализованы в автоматическом режиме. Монтаж на каждом резервуаре очень дорогих, громоздких стационарных систем со сложной и ненадежной автоматикой управления не оправдан прежде всего экономически.

В реальных условиях «подслоиники» и пенотушение применяют только в мобильном варианте, что отодвигает начало ликвидации пожара на 10–20 минут. Эффект от такого тушения прогретых резервуаров крайне низок, особенно на крупных РНП, и сводится в основном к интенсивному водоохлаждению наружных стенок резервуара и ожиданию полного выгорания нефтепродуктов.

Решение проблемы автоматизации тушения РНП дает способ аэрозольно-

порошкового пожаротушения (патент № RU2244579 [1]), реализованный ООО «ИВЦ Техномаш» на взрывоопасных объектах при защите от объемных, быстроразвивающихся пожаров газокompрессорных и нефтенасосных станций [4, 5].

Основным исполнительным элементом такой противопожарной системы является быстросрабатывающий аэрозольно-

порошковый модуль ОПАН-100 [2], отличительными особенностями которого являются:

- взрывозащищенное исполнение, в т.ч. от внешнего взрыва;
- высокая надежность, большая дальность выброса порошка (до 25 м) и работоспособность в диапазоне температур  $\pm 60^\circ\text{C}$  (применены конверсионные технологии);

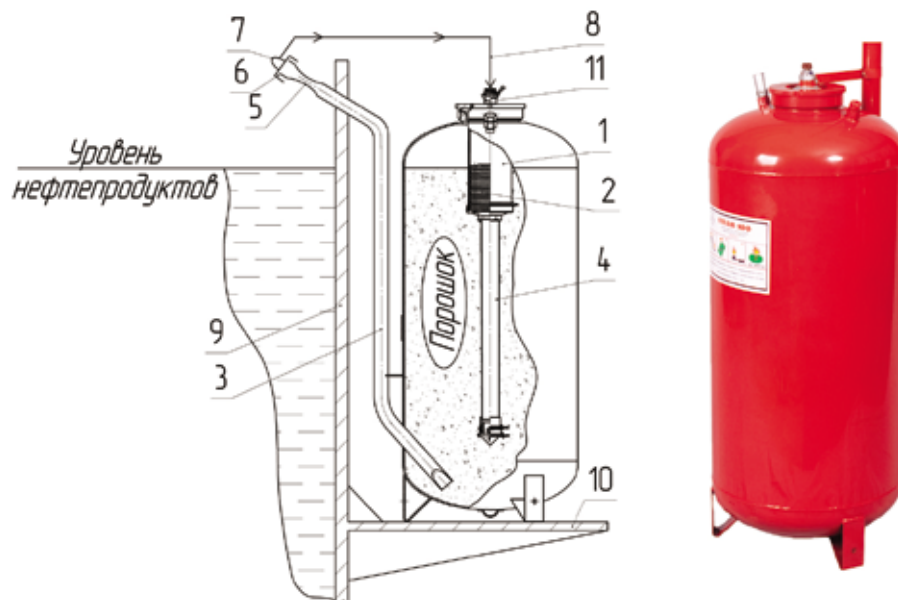


Рис. 1. Принципиальная схема на резервуаре и внешний вид модуля аэрозольно-порошкового пожаротушения ОПАН-100 с автономной автоматической системой запуска:

- 1 – аэрозольный газогенератор; 2 – теплоемный элемент пассивного типа;
- 3 – трубопровод; 4 – трубопровод барбатажный; 5 – разгонное сопло Лавалья;
- 6 – сбрасываемая гермозаглушка; 7 – термочувствительный элемент (УСП 101-Э110 или термощнур); 8 – линия электрозапуска газогенератора;
- 9 – стенка резервуара; 10 – существующая монтажная площадка;
- 11 – электроинициатор запуска газогенератора

- отсутствие каких-либо проверок и регламентных работ в течение 10 лет;
- низкая стоимость модуля и его монтажа.

Принципиальная схема ОПАН-100 и его установка на резервуаре представлена на рисунке 1.

Проектные параметры для расчета необходимого количества модулей ОПАН-100 для защиты того или иного резервуара выбираются на основании подтвержденных рабочих характеристик единичного модуля, приведенных в ТУ ОПАН-100 [2]:

- защищаемая площадь при свободном выбросе порошка – 80 м<sup>2</sup>;
- защищаемый объем при свободном выбросе порошка – 180 м<sup>3</sup>.

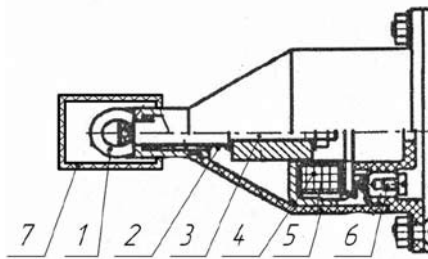
Для повышения надежности автоматического запуска и исключения возможности ложного срабатывания было предложено при комплектации всей системы автоматического пожаротушения крупных резервуаров для каждого модуля использовать автономный пусковой узел, срабатывающий исключительно на появление высокой температуры воспламенения нефтепродуктов, т.е. реального пожара РНП.

В качестве устройства автономного запуска, с которым модули ОПАН-100 надежно работают на различных взрывоопасных объектах в диапазоне температур ± 60 °С в течение 10 лет было предложено автономное устройство электрического запуска на температуру вспышки выше 110 °С – УСП 101-Э110 [3].

Устройство имеет высокую надежность и срабатывает только на открытое пламя, не реагируя на такие внешние воздействия, как удар молнии, детонационный взрыв или техногенный электромагнитный импульс (т.е. на те факторы, которые приводят к ложному срабатыванию стандартных электронных датчиков и контроллеров).

Устройство УСП 101-Э110 представлено на рисунке 2.

УСП 101-Э110 выдает электрический импульс на электроинициатор 11 газогенератора 1 (рис. 1) через 1 секунду после сгорания колпачка 7, разогрева скобы 1 (рис. 2), освобождающей подпружиненный сердечник 3, который, пролетая внутри индукционной катушки 4, возбуждает в ней электрический импульс.



**Рис. 2. Принципиальная схема УСП101-Э110:**  
 1 – биметаллическая скоба;  
 2 – пружина; 3 – магнитный сердечник;  
 4 – индукционная катушка;  
 5 – корпус; 6 – электроконтакты для подсоединения линии запуска к электроинициатору ГГ;  
 7 – сгораемый защитный колпачок

Суммарное время реагирования на вспышку нефтепродуктов и запуск газогенератора модуля ОПАН-100 от УСП 101-Э110 не превышает 2–3 секунд.

Барбатаж 80 кг порошка аэрозолем и выброс однородной аэрозольно-порошковой смеси через трубопровод 3 и сопло 5 на горящую поверхность нефтепродуктов происходит за 18–20 секунд.

Общее время срабатывания такой системы тушения с момента воспламенения нефтепродуктов до полного выброса всего огнетушащего порошка в резервуар не превышает 25 секунд. Причем это время будет неизменным для любого количества ОПАН-100, входящих в состав системы тушения.

Для экспериментальной проверки быстродействия и эффективности описываемой системы был изготовлен макет

резервуара объемом 15 м<sup>3</sup> и площадью зеркала нефтепродуктов (бензин А-80) 8 м<sup>2</sup>. В качестве автоматических установок пожаротушения были применены аэрозольно-порошковые модули ОПАН-50, идентичные по конструкции и принципу действия модулям ОПАН-100, но в два раза меньшие по объему. Кроме того, в каждый заправлялось всего по 10 кг порошка для имитации реальных условий тушения (~1,0–1,4 кг порошка/м<sup>2</sup>). С целью проверки синхронности и быстродействия автономных пусковых устройств на каждом модуле устанавливалось серийное устройство – УСП 101-Э110 без предварительного их тестирования.

Внешний вид экспериментальной установки и циклограмма проведения испытаний представлены на рисунке 3.

Как видно по фотографиям, разработанные установки автономно и синхронно реагируют на вспышку нефтепродуктов в течение 3–4 секунд и тушат пожар в автоматическом режиме за несколько секунд, не давая стенкам резервуара разогреться и возобновить горение бензина. Подобная картина тушения (после реализации проекта в увеличенном масштабе) будет наблюдаться на крупных резервуарах.

Единственным ограничением применения разработанной системы является дальность выброса порошка (25 м), т.е. допустимый максимальный диаметр резервуара – 50 м. По российской клас-



Зажигание бензина



Интенсивное горение резервуара



Синхронное автоматическое включение модулей от УСП 101-Э110



Полное тушение резервуара

**Рис. 3. Циклограмма автоматического тушения резервуара V=15 м<sup>3</sup> с бензином А-80 двумя модулями ОПАН-50**





Рис. 4. Автоматическая система противопожарной защиты компрессорного цеха завода «Пермнефтегазпереработка» (г. Пермь)



Рис. 5. Принцип действия автоматической системы при тушении пожаров на объектах нефтегазового комплекса

сификации, это резервуар РВС-30000; при некоторой доработке ОПАН-100 возможно тушение РВС-50000. Предварительная оценка стоимости автоматической, автономной системы аэрозольно-порошкового тушения для любого резервуара составляет не более 0,5% от стоимости резервуара, заполненного нефтепродуктами. Учитывая низкую стоимость, высокую надежность, быстрдействие и отсутствие каких-либо регламентных работ

в течение 10 лет, такие системы могут кардинально решить задачу надежной защиты резервуаров от пожаров не только в России, но и за рубежом, где эта проблема также пока не решена. Свою надежность и эффективность данные системы доказали в течение 15 лет на газокompрессорных и насосных станциях нефтегазового комплекса (рис. 4, 5). Принцип действия автоматических систем с модулями ОПАН-100 представлен на рисунке 6.



1 сек



5 сек



10 сек



20 сек

Рис. 6. Принцип действия модулей порошкового пожаротушения ОПАН-100

### Литература:

1. Патент №RU2244579C1, МПК А62 С 3/00, 35/00. Способ пожаротушения и система пожаротушения для осуществления способа / С.Ю. Серебrenников и др., 2005.
  2. ТУ ОПАН 4854-002-02070464-97 с изм. 10.
  3. УСП 101-Э. Устройство сигнально-пусковое. 4371-005-47011152-2002-ПС.
  4. Прохоренко К.В. Противопожарная защита помещений компрессорных установок модулями порошкового пожаротушения ОПАН-100 // Пожарная безопасность в строительстве: Приложение к журналу Пожаровзрывобезопасность. – №4, 2008. – С. 43–45.
  5. Серебrenников С.Ю. Аварийные системы с газогенераторами и двигателями на твердом топливе (Теория и эксперимент). – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 286 с.
- Ключевые слова:** резервуары нефтепродуктов, надежность, автоматика, быстрдействие, огнетушащий порошок, модуль ОПАН-100.



000 Инженерно-внедренческий центр «Техномаш»  
614013, г. Пермь,  
ул. Академика Королева, д. 21  
Тел./факс: +7 (342) 239-13-84,  
239-13-87  
e-mail: thm@perm.ru  
www.technomash.com



# ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ

ГАЗОПРОВОДЫ

НЕФТЕПРОВОДЫ

ТЕПЛОПРОВОДЫ

ВОДОПРОВОДЫ

ТРУБОПРОВОДЫ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗОЛЯЦИИ И РЕМОНТА  
ЛИНЕЙНЫХ УЧАСТКОВ ТРУБОПРОВОДОВ

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗОЛЯЦИИ СТЫКОВ,  
КОЛЕН И ОТВОДОВ ТРУБОПРОВОДОВ

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ  
РЕМОНТА ПОКРЫТИЙ

ООО «ГЕФЕСТ-РОСТОВ»  
344064, г. Ростов-на-Дону,  
пер. Технологический, д. 5  
8 (863) 277-44-01, 277-77-93  
Торговый Дом, Москва  
8 (499) 148-17-13, 148-49-03  
Торговый Дом, Ростов-на-Дону  
8 (863) 277-77-93, 277-44-01  
e-mail: sales@gefestrostov.ru

на правах рекламы