

*А.А. Киреев, канд. хим. наук, доцент, НУГЗУ,
А.Н. Коленов, старший преподаватель, НУГЗУ*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕНООБРАЗОВАНИЯ И КИНЕТИКИ РАЗРУШЕНИЯ ПЕН ПРИ ПОДСЛОЙНОМ СЛИВЕ

(представлено д-ром техн. наук Калугиным В.Д.)

Исследовано пенообразование и кинетика разрушения пен, полученных при подслоном сливе пенообразующих систем. Установлено влияние применяемого пенообразователя на скорость разрушения пены. Исследования проведены для пенообразующей системы $Al_2(SO_4)_3 + (NH_4)_2CO_3$ в присутствии пенообразователей ТЭАС, ПО-6 ОСТ, Морпен, Tridol 6-10 С АFFF.

Ключевые слова: стойкость пены, пенообразующие системы, пенообразователи

Постановка проблемы. Существует ряд проблем при использовании пенных средств пожаротушения. Существенными недостатками существующих водопенных огнетушащих средств являются затруднение их подачи на большие расстояния и существенное разрушение, при прохождении ими зоны горения. В этом случае пены частично уносятся конвективными потоками, частично разрушаются под действием высоких температур и интенсивного теплового излучения. Для устранения негативного влияния этих факторов на пены используют метод подслоного тушения [1].

Для осуществления подслоного тушения резервуары с горючими жидкостями оборудуют стационарными установками пенного пожаротушения. Это значительно усложняет конструкцию резервуара и препятствует широкому внедрению метода подслоного тушения.

Анализ последних достижений и публикаций. Ранее был предложен метод тушения пен с использованием пенообразующих систем (ПОС) [2-4]. Он заключается в отдельно-одновременной подаче на поверхность горящего вещества, в распыленном виде, двух компонентов. Компоненты подобраны так, что при их смешении выделяется углекислый газ. При наличии в составе растворов пенообразователя, на поверхности жидкости образуется слой пены.

Как показали предварительные исследования, при подаче жидких компонентов ПОС в виде компактных струй, жидкие компоненты тонут и процесс пенообразования происходит на дне сосуда. При этом пена всплывает на поверхность горючей жидкости. При таком способе подачи существенно изменяются характеристики пенообразования и кинетика процесса разрушения пен. Такой метод подачи называется подслоным сливом. Характеристики процессов происходящих при подслоном сливе до настоящего времени не были изучены.

Постановка задачи и ее решение. Задачей работы является ис-

следование процесса образования и разрушения пен, полученных при помощи подслоного слива пенообразующих систем. Исследование проводилось с составом $(Al_2(SO_4)_3 + (NH_4)_2CO_3)$, который показал хорошие результаты при поверхностном сливе. Данная система будет характерна тем, что в ходе химической реакции выделяется газ – CO_2 , который не поддерживает горение. Для получения пен используются пенообразователи: ТЭАС, ПО-6 ОСТ, Морпен, Tridol 6-10 С АFFF.

Исследование проводилось в соответствии с методиками изложенными в [5]. В работе использовались насыщенные растворы солей. При помощи мерных цилиндров отбиралось по 5 мл обоих компонентов ПОС. В мерный цилиндр, емкостью 250 мл, заливалось 50 мл бензина. Отобранные компоненты подавались раздельно-одновременно при помощи пипеток. Растворы достигали дна цилиндра, где взаимодействовали между собой. В результате образовывалась пена, которая всплывала на поверхность бензина. При этом фиксировался объем пены через установленные интервалы. На основании этого рассчитывалась кратность пены по уравнению:

$$K = \frac{V_{\text{пены}}}{V_1 + V_2}$$

где: $V_{\text{пены}}$ – объем полученной пены; V_1 – объем раствора ПОС № 1; V_2 – объем раствора ПОС № 2.

Показания фиксировались до момента разрушения объема пены на 90 %.

В ходе проведенного эксперимента установлено, что при использовании системы $Al_2(SO_4)_3 + (NH_4)_2CO_3$, с добавлением пенообразователя Морпен (рис. 1), наблюдается интенсивное пенообразование в течении 120 сек, с выделением мелких пузырьков газа. Кратность равна 14. В течении 60 секунд кратность пены опускается до 13 и постепенно разрушается. Разрушение пены происходит за счет разрушения мелких пузырьков пены, с образованием больших (200 сек) и их дальнейшего разрушения.

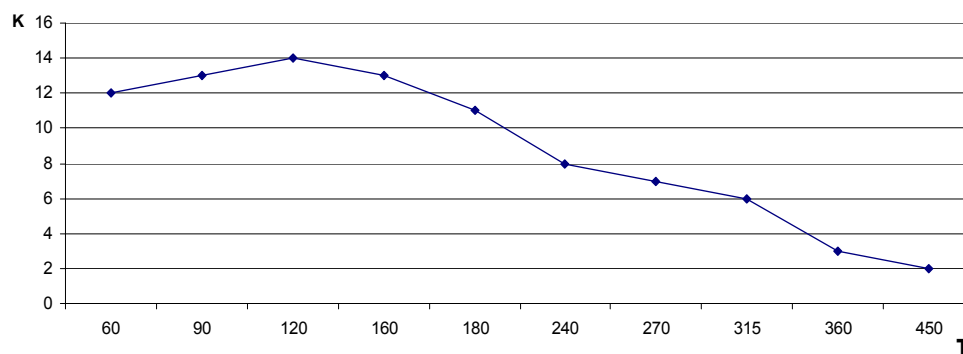


Рис. 1 – Зависимость кратности пены от времени (при использовании пенообразователя Морпен)

Для ПОС $Al_2(SO_4)_3 + (NH_4)_2CO_3 +$ пенообразователь ТЭАС (рис. 2), максимальная кратность пены равна 13, достигается через 60 сек, после сливания компонентов. После чего пена начинает быстро разрушаться с образованием осадка в виде хлопьев пены, которые оседают на дно цилиндра. По окончании наблюдения (разрушение 90% объема образовавшейся пены), слой осадка на дне мерного цилиндра равен 10 мл.

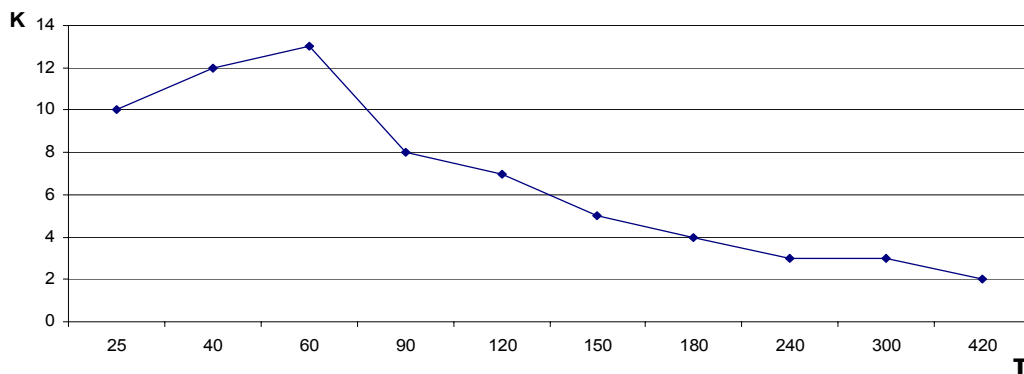


Рис. 2 – Зависимость кратности пены от времени (при использовании пенообразователе ТЭАС)

Для системы $Al_2(SO_4)_3 + (NH_4)_2CO_3$, с добавлением пенообразователя ПО-6 ОСТ (рис. 3), происходит интенсивное пенообразование в течении 40 сек. Образуются большие пузырьки пены, которые приводят к скачкообразному росту [4], а так же ее быстрому разрушению, с образованием осадка. По окончании наблюдения, слой осадка на дне мерного цилиндра равен 10 мл.

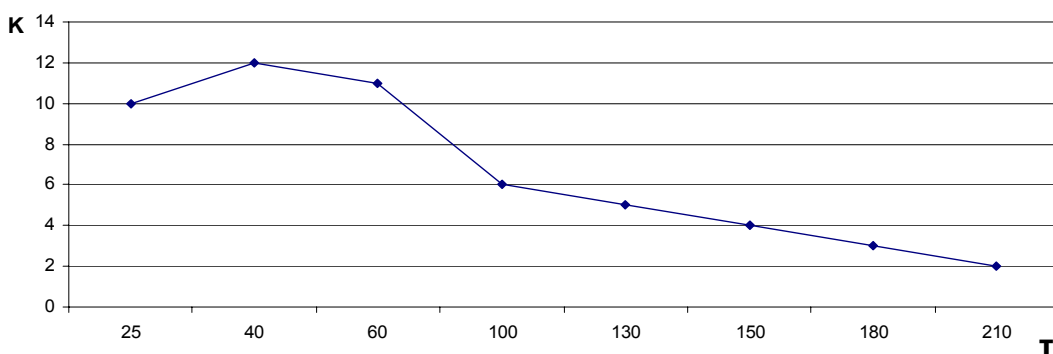


Рис. 3 – Зависимость кратности пены от времени (при использовании пенообразователе ПО-6 ОСТ)

При использовании системы $Al_2(SO_4)_3 + (NH_4)_2CO_3 +$ пенообразователь Tridol 6-10 С АFFF (рис. 4), происходит интенсивное пенообразование в течении 60 сек, при которых достигается максимальная кратность пены равная – 8. Для процесса пенообразования характерно выделение крупных пузырьков газа, за счет чего происходит быстрое разрушение пены до кратности равной 6, в течении 90 сек.

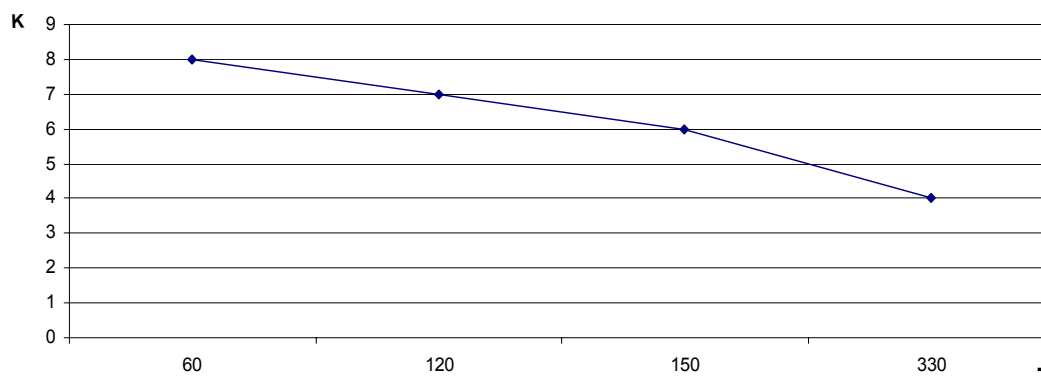


Рис. 4 – кратности пены от времени (при использовании пенообразователя Tridol 6-10 C AFFF)

В ходе проведения эксперимента было установлено, что результаты параллельных опытов могут отличаться на (20-25) % [3]. Сравнительные характеристики образования пены при разных способах слива показали, что при соотношении объемов пенообразующей системы и горючего вещества, как 1:5, кратность пены в начале пенообразования практически не отличается, по истечению 3-х минут (рис. 5) наблюдается более интенсивное разрушение пены, поданной подслонно.

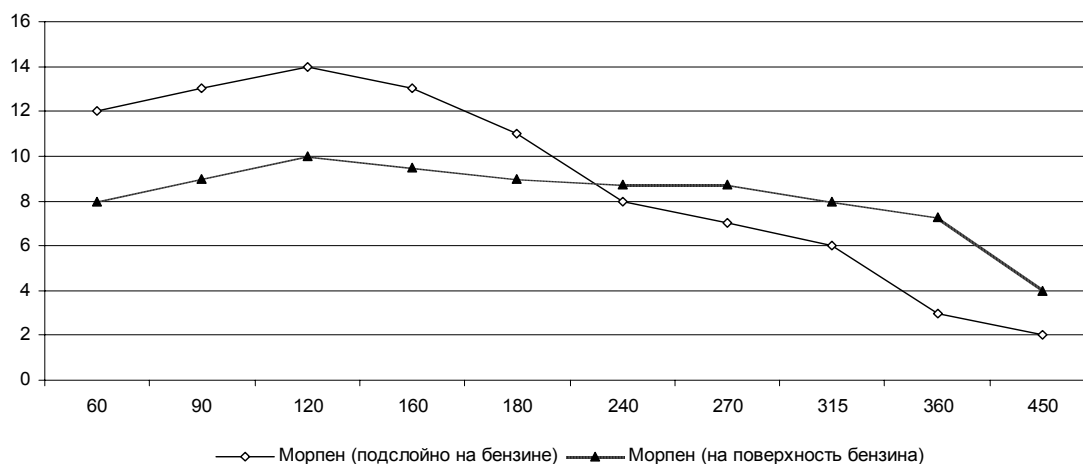


Рис. 5 – Зависимость кратности пены от времени для пенообразующей системы $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, с добавлением пенообразователя Морпен, при подаче подслонно и на поверхность бензина

Разрушение образовавшегося объема на 90%, для этой системы наступает через 3–7 минут. Это обусловлено образованием рыхлых осадков $\text{Al}(\text{OH})_3$, которые опускаются в нижнюю часть цилиндра, и удерживают вокруг себя некоторую часть пены.

С учётом предыдущих работ, проведение анализа результатов по различным ПОС позволяет сделать ряд выводов.

Выводы. При подслонном сливе компонентов ПОС происходит

интенсивное пенообразование. В дальнейшем происходит постепенное разрушение пены. Наибольшую кратность и стойкость пены позволяют получить пенообразователи Морпен и ТЭАС. Зависимость объема пены от времени для пенообразующей системы $Al_2(SO_4)_3 + (NH_4)_2CO_3$, в присутствии пенообразователя Морпен, при подаче подслоино и на поверхность бензина, при соотношении объема пенообразующей системы и горючего вещества, не более как 1:5, практически не отличается кратностью пены в начале пенообразования, по истечению 3-й минуты наблюдается более интенсивное разрушение пены, поданной подслоино.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шараварников А.С. Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов. / Шараварников А.С., Молчанов В.П., Воевода С.С., Шараварников С.А. – М.: Калан, 2002.– 448 с.

2. Киреев А.А. Пути повышения эффективности пенного пожаротушения / Киреев А.А., Колонов А.Н. // Проблемы пожарной безопасности.– 2008.– вып.24.– С.50-53.

3. Киреев А.А. Исследование пенообразования в пенообразующих системах. / Киреев А.А., Колонов А.Н. // Проблемы пожарной безопасности.– 2009.– вып.25.– С.59-64.

4. Киреев А.А. Исследование кинетики разрушения пен. / Киреев А.А., Колонов А.Н. // Проблемы пожарной безопасности.– 2011.– вып.29.– С.66-69.

5. Айвазов Б.В. Практикум по химии поверхностных явлений и адсорбции / Б.В. Айвазов.– М.: Высш. школа, 1973.– 208 с.

nuczu.edu.ua

О.О. Киреев, О.М. Колонов

Дослідження піноутворення та кінетики руйнування пін при підшаровому зливі.

Досліджено піноутворення та кінетику руйнування пін, отриманих шляхом підшарового зливу піноутворюючих систем. Встановлено вплив застосовуємого піноутворювача на швидкість руйнування піни. Дослідження проведені для піноутворюючої системи $Al_2(SO_4)_3 + (NH_4)_2CO_3$ з додаванням піноутворювачів ТЭАС, ПО-6 ОСТ, Морпен, Tridol 6-10 C AFFF.

Ключові слова: стійкість пін, піноутворюючі системи, піноутворювачі.

A.A. Kireev, A.N. Kolenov

Study the kinetics of foam and foam at the destruction of subsurface discharge.

Investigated the foaming and kinetics of the destruction of foams produced by subsurface discharge of foam systems. The effect of applying the ICDO-foaming agent to speed the destruction of the foam. Investigations were carried out for foaming systems $Al_2(SO_4)_3 + (NH_4)_2CO_3$ using as blowing agent ТЭАС, ПО-6 ОСТ, Морпен, Tridol 6-10 C AFFF.

Key terms: foamforming system, foamer, stability of foams.