

*М.А. Чиркина, к.т.н., доцент, НУГЗУ,
Д.И. Савельев, адъюнкт, НУГЗУ,
О.Я. Питак, к.т.н., доцент, НТУ «ХПИ»*

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ- ЧИСТЫХ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

(представлено д.филос. Сцакал Б.)

Приведены результаты лабораторных исследований по разработке экологически-безопасной воздушно-механической пены. Установлено, что использование экстракта мыльного корня в качестве пенообразователя для тушения пожара обеспечивает получение пены с достаточными физико-химическими свойствами.

Ключевые слова: пенное тушение, воздушно-механическая пена, пенообразователь, экстракт мыльного корня, стойкость, кратность.

Постановка проблемы. Основными средствами пожаротушения на сегодняшний день, которые используют подразделения ГСЧС, остаются вода и воздушно-механическая пена. Воздушно-механическую пену целесообразно применять как для тушения нефтепродуктов с температурой вспышки 45°C и выше, находящихся в емкостях, и нефтепродуктов с температурой вспышки 45°C и ниже (за исключением авиабензина), разлитых тонким слоем по твердому покрову или на поверхности воды, так и для тушения твердых горючих материалов, за исключением вступающих в химическое взаимодействие с водой (например, щелочных и щелочно-земельных металлов, карбида кальция и др.), волокнистых и тлеющих веществ, для защиты строительных конструкций, технологических аппаратов и хранящихся материалов от воздействия тепловых потоков. Также пена хорошо удерживается на вертикальных поверхностях, поэтому она может применяться для защиты материалов и конструкций от загорания при воздействии лучистой теплоты [1].

Воздушно-механическая пена состоит из воды и пенообразователя в определенной концентрации, которую подают через специальные стволы, где пена образуется путем разбития жидкости о несколько сеток. Воздушно-механическая пена производится при помощи смешивания концентрированного раствора пенообразователя с водой для того, чтоб создать раствор пенообразователя необходимой концентрации. После образования раствора его необходимо наполнить воздухом для получения пены [2].

В зависимости от химического состава пенообразователи подразделяются на синтетические, фторсинтетические, протеиновые, фторпротеиновые. Одними из главных характеристик пен являются пожаротехнические, экологические и гигиенические параметры [3].

Таким образом, проблема в области пенного пожаротушения обус-

ловлена использованием «экологически жестких» поверхностно-активных веществ, негативно влияющих на биогеоценоз.

Анализ последних исследований и публикаций. Пенное пожаротушение является наиболее популярным, эффективным, а порой и единственно возможным, например, в нефтегазовой отрасли.

В последнее время появляются все новые разработки, делающие применение пены еще более эффективным. В 2002 году компания 3M-Scotchgard добровольно прекратило производство ряда продуктов, имеющих в своем составе перфтороктансульфонат (PFOS) или его производные. Основной причиной прекращения производства перфтороктансульфонатов стало их отрицательное воздействие на окружающую среду [4]. К этому времени были объективно доказаны канцерогенные свойства PFOS. PFOS применялся компанией 3M-Scotchgard для производства пенообразователей типа AFFF (пленкообразующие) и AFFF/AR (универсальные), используемых для тушения пожаров водонесмешиваемых и водосмешиваемых горючих жидкостей, соответственно. Поэтому представляет интерес именно экологически безопасные пенообразователи.

Пенообразователи из природных соединений на основе растительного сырья уже несколько тысячелетий. В жарких районах Кавказа, Средней Азии, Африки, Южной Америки издавна широко применялся мыльный корень. Это корень растения сапониноса, содержащего легко извлекаемый водой сильный пенообразователь – сапонин. Корень очищали, сушили, размалывали. Полученный порошок смешивали с глиной и формовали кусочки «мыла». Последние хорошо мылились (давая пену) в мягкой и даже жесткой воде [5].

В настоящее время известен состав пенообразователя на основе природного компонента [6], изобретение относится к средствам профилактики и тушения пожаров. Состав содержит воду, основной хлорид алюминия, двууглекислую соду, а в качестве поверхностно-активного вещества – хмель. Пенообразующий состав не включает синтетические поверхностно-активных веществ. Таким образом, исследования в области получения безопасных пенообразователей является малоизученным и актуальным направлением.

Постановка задачи и ее решение. Целью данной работы является исследование возможности применения воздушно-механической пены для тушения пожаров с использованием в качестве поверхностно-активного вещества экстракта мыльного корня (ЭМК).

Мыльнянка входит в группу растений, богатых сапонинами. Это сложные безазотистые органические соединения из гликозидов растительного происхождения с поверхностно-активными свойствами. Специфическим свойством сапонинов является их способность снижать поверхностное натяжение жидкостей (воды) и давать при встряхивании стойкую обильную пену. В частности, из мыльнянки лекарственной получают «красный мыльный корень» (содержащий 15 % – 35 % са-

понинов). Это экологически-чистый продукт и в пищевой промышленности мыльный корень используется для приготовления кондитерских изделий, в том числе восточных сладостей [7].

Проведение эксперимента осуществлялось в соответствии с лабораторными методиками [8]. Пена на основе ЭМК была получена сливом компонентов пенообразователя в мерный цилиндр на 250 мл. [9]. В качестве пенообразователя был выбран ЭМК (6 %). В качестве пенообразующих систем нами были выбраны насыщенные растворы компонентов с пенообразователем (ПО) 6%: $\text{NaHCO}_3 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (1); $\text{NaHCO}_3 +$ аммофос (2); $\text{NaHCO}_3 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (3).

Получение пены с экстрактом хмеля проводилось следующими способами:

1. К раствору 0,5 г натрия двууглекислого (пищевой соды) в 47 мл воды прибавляли 50 мл экстракта хмеля с содержанием 0,5 % ПАВ, а затем при перемешивании добавляли 3 мл основного хлорида алюминия с содержанием 1 г основного хлорида алюминия – $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$. 100 мл полученного раствора помещали в стакан стандартного смесителя РТ-1 ТУ 38-10789, включали на 30 секунд со скоростью 4000 об/мин и определяли кратность и устойчивость пены.

2. К раствору соды 5 г в 57 мл воды прибавляли 40 мл экстракта хмеля с содержанием 0,4 % ПАВ, а затем при перемешивании 3 мл основного хлорида алюминия с содержанием 1 г $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$. Раствор помещали в смеситель и после интенсивного перемешивания в течении 30 сек определяли кратность и устойчивость пены.

3. Так же, как и предыдущий, отличался лишь содержанием в растворе хмеля – 0,3 % ПАВ [6].

Пена на основе пива была получена следующими способами:

1. В 100 г пива Балтика-3 растворяли 0,5 г соды пищевой и прибавляли 3 мл раствора основного хлорида алюминия, содержащего 1 г $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$. Раствор переносили в стакан стандартного смесителя РТ-1 ТУ 38-10789. Включали смеситель со скоростью 4000 об/мин на 30 секунд и отмечали кратность полученной пены и время ее устойчивости к самостоятельному разрушению.

2. К 0,5 г соды пищевой в 6.0 мл водного раствора прибавляли 41 мл воды, а затем прибавляли 50 мл пива Балтика-3. При перемешивании добавляли 3 мл основного хлорида алюминия, содержащего 1 г $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$. 100 мл полученного раствора помещали в стакан стандартного смесителя РТ-1 ТУ 38-10789, включали на 30 секунд со скоростью 4000 об/мин и определяли кратность и устойчивость пены.

3. Отличается от предыдущего способа только лишь содержанием воды и пива. На 100 мл раствора приходится 30 мл пива.

4. Отличается от примера 3 лишь содержанием 20 мл пива в 100 мл раствора.

5. Отличается от примера 4 лишь меньшим содержанием пива – 18

мл в 100 мл раствора. Данный состав устойчивой пены не образует [10].
Результаты проведенных экспериментов приведены в табл. 1.

Табл. 1. Характеристики стойкости ($\tau_{1/2}$) и кратности (К) пен

№	ПО экстракт мыльнянки		ПО экстракт хмеля		ПО пиво	
	К	$\tau_{1/2}$, мин	К	$\tau_{1/2}$, мин	К	$\tau_{1/2}$, мин
1	5,2	>20	5	2160	5	180
2	5,6	3,3	5	>1440	5,4	210
3	5,2	5	-	-	5	540
4	-	-	-	-	5,2	210
5	-	-	-	-	-	-

Анализ результатов показал, что кратность полученной пены на основе экстракта мыльнянки не уступает по кратности пенам, полученным на основе экстракта хмеля и пива. Стойкость полученной пены значительно меньше, по-сравнению с другими пенами. Это объясняется тем, что пену получали методом газообразования в солевых растворах, что способствовало быстрому ее разрушению. Также данная пена была получена без использования осветлителей и стабилизаторов.

Выводы. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о возможности использования пенообразователя на основе экстракта мыльного корня для тушения пожаров. Необходимо дальнейшее изучение вопроса с целью улучшения стойкости и кратности получаемой пены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шароварников А.Ф. Пенообразователи и пены для тушения пожаров. Состав. Свойства. Применение / А.Ф. Шароварников, С.А. Шароварников. – М.: Пожнаука, 2005. – 335 с.
2. Тихомиров В.К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения / В. К. Тихомиров. – М.: Химия. 1975. – 266 с.
3. Васильев М.А. Системы автоматического пожаротушения: проблемы выбора / М.А. Васильев // Технология защиты. – 2009. № 4. – С. 45-49.
4. T. Cortina (Fire Fighting Foam Coalition). International Fire Protection, p.8.
5. Коренская И.М. Биологически активные вещества, входящие в состав растительного сырья. Учебное пособие для вузов / И.М Коренская, Н.П. Ивановская, О.А. Колосова, И.Е. Измалкова, А.А. Мальцева. – Воронеж: ИПЦ Воронежского государственного университета, 2010. – 66 с.
6. Патент 2452544 Россия. МПК А62D1/02 (2006.01). Пенообразующий состав термостойкой пены на основе хмеля. Тайсумов Хасан Амаевич. Заявка № 2011105291/05 от 15.02.2011. Патент опубл. 10.06.2012.
7. Васильева И.С. Стероидные гликозиды растений и культуры

клеток диоскореи, их метаболизм и биологическая активность / И.С. Васильева, В.А. Пасешниченко // Успехи биологической химии. – 2000. – Т. 40, № 6. – С. 153-204.

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

9. Киреев А.А. Исследование пенообразования в пенообразующих системах / А.А. Киреев, А.Н. Коленов // Проблемы пожарной безопасности, Харьков, УЦЗУ, 2009. – Вып. 25. – С. 59-64.

10. Патент 2465028 Россия. МПК А62D1/02 (2006.01). Экологически безопасный пенообразующий состав термостойкой пены. Тайсумов Хасан Амаевич. Заявка № 2010147836/05 от 24.11.2010. Патент опубл. 27.10.2012.

Получено редколлегией 12.10.2017

М.А. Чиркіна, Д.І. Савельєв, О.Я. Пітак

Можливість використання екологічно-чистих піноутворювачів для гасіння пожеж

Приведені результати лабораторних досліджень з розробки екологічно-безпечної повітряно-механічної піни. Встановлено, що використання екстракт мильного кореня в якості піноутворювача забезпечує отримання піни з достатніми фізико-хімічними властивостями.

Ключові слова: пінне гасіння, повітряно-механічна піна, піноутворювач, екстракт мильного кореня, стійкість, кратність.

M. Chirkina, D. Saveliev, O. Pitak

Possibility of using eco-friendly foams for fire suppression

The article focuses on the results of the laboratory research aimed at the development of eco-friendly air-mechanical foams. It has been established that the use of soapwort root extract as a foam-forming substance provides foam production with sufficient physical and chemical properties.

Keywords: foam fire suppression, air-mechanical foam, foam-forming substance, soapwort root extract, resistance, ratio.