

## О РЕЗУЛЬТАТАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ОТВЕРЖДЕНИЯ БЫСТРОТВЕРДЕЮЩЕЙ ПЕНЫ

**М.М. Деденко,**

доцент кафедры пожарной тактики,  
техники, автоматики и связи  
ФГКОУ ВПО ВСИ МВД России,  
кандидат технических наук

*В работе предложен состав компонентов быстроотвердеющей пены на основе биологически мягких пенообразователей, который позволяет получить быстроотвердеющую пену со свойствами, необходимыми для применения её в качестве средства снижения загрязнения окружающей среды при аварийных разливах горючих жидкостей.*

*In this work presents the components of the quickly-harden foam on the basis of a biologically soft foaming agents which allows you to get быстроотвердеющая foam with properties necessary for the use of it as a means of reducing pollution of the environment during emergency spills of flammable liquid. \**

Многочисленные примеры аварийных разливов нефтепродуктов с последующим горением показывают, что они представляют большую опасность для окружающей среды из-за загрязнения почвы, грунтовых и поверхностных вод, гибели от огня флоры и фауны [1,2]. Практика свидетельствует, что ликвидация аварий, связанных с проливами нефтепродуктов, требует много времени и средств для их сбора и утилизации. При ликвидации аварии важно предотвратить возможность возникновения горения (взрыва). Такие аварии приводят к загрязнению природной среды (воздуха, воды, почвы), к гибели растений и животных, к негативным социально-экономическим последствиям. При аварии важно не допускать воспламенение паров горючих жидкостей (ГЖ), а если это произошло, то после ликвидации горения – исключить повторное воспламенение и обеспечить пожаровзрывобезопасность работ по сбору и утилизации разлитой жидкости[3,4].

---

\*Dedenko M. The results of the research the duration of hardening quickly-harden foam.

Решающим фактором, влияющим на выбор средства, препятствующего распространению паров ГЖ в окружающую среду, является продолжительность существования изолирующего покрытия. Одним из возможных способов, обеспечивающих длительную изоляцию поверхности испарения пролитой горючей жидкости и предупреждение воспламенения её паров, является применение быстротвердеющей пены (БТП) низкой кратности. Пена способна самопроизвольно отверждаться с течением времени и значительно снижать экологическую нагрузку на атмосферу от продуктов аварийного разлива ГЖ.

Особенно перспективным направлением для снижения экологической нагрузки на атмосферу от продуктов аварийного разлива ГЖ является применение БТП при подаче на горящую жидкость, поскольку до отверждения пена покрывает всю поверхность и прекращает горение, а в дальнейшем препятствует повторному воспламенению паровоздушной смеси.

В связи с этим комплекс экспериментальных исследований был направлен на выявление характеристик БТП, которые обладали бы периодом отверждения от 10 до 20 мин. (учитывая необходимость подачи на большие площади).

Установлено, что различное содержание составляющих рецептуры

БТП влияет не только на ее пенообразующую способность, но и на продолжительность отверждения. На рис. 1 представлена зависимость продолжительности отверждения БТП от содержания в рабочем растворе ортофосфорной кислоты. Влияние отвердителя на период отверждения БТП определяли путем изменения содержания ортофосфорной кислоты в рабочем растворе от 0,5 до 6,0 % от объема раствора. Экспериментами установлено, что с увеличением концентрации кислоты в рабочем растворе продолжительность отверждения БТП резко уменьшается. Однако, одновременно с этим, уменьшается и водородный показатель пены. При концентрации отвердителя 0,5 % он составляет 6, а при 6 % он составляет 1.

Концентрация кислоты, удовлетворяющая требованиям к БТП и пенообразующим составам составляет 2 - 4 % от объема раствора. Данное соотношение отвердителя в растворе позволяет обеспечить продолжительность отверждение от 10 до 20 минут. В результате БТП при практическом использовании сможет растекаться на большую площадь разлившейся горючей жидкости.

Результаты обработки экспериментальных исследований зависимости продолжительности отверждения БТП от содержания в рабочем растворе ортофосфорной кислоты, приведены на рис. 1.

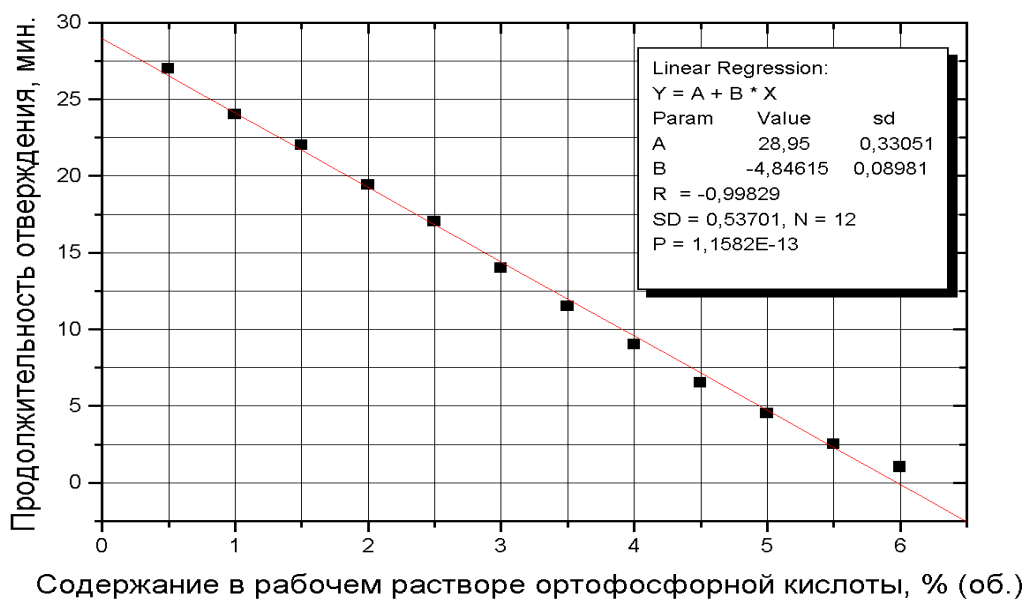


Рис. 1. Зависимость продолжительности отверждения БТП от содержания в рабочем растворе ортофосфорной кислоты

На рис. 2 представлена зависимость периода отверждения БТП от содержания в рабочем растворе карбамидоформальдегидной смолы. С увеличением содержания смолы, продолжительность отверждения пены увеличивается прямо пропорционально. Полимеризация рабочего раствора проводилась строго фиксированным количеством ортофосфорной кислоты в количестве 3 % от объема раствора. Содержание остальных компонентов во всех экспериментах оставалось неизменным.

Исследования по определению продолжительности отверждения БТП в зависимости от содержания в рабочем растворе КФ-Ж показали, что наиболее удовлетворяющая требованиям концентрация смолы в растворе позволяет выдержать время отверждения БТП в пределах 10-20 минут.

Результаты обработки экспериментальных исследований зависимости продолжительности отверждения БТП от содержания в рабочем растворе КФ-Ж, приведены на рис. 2.

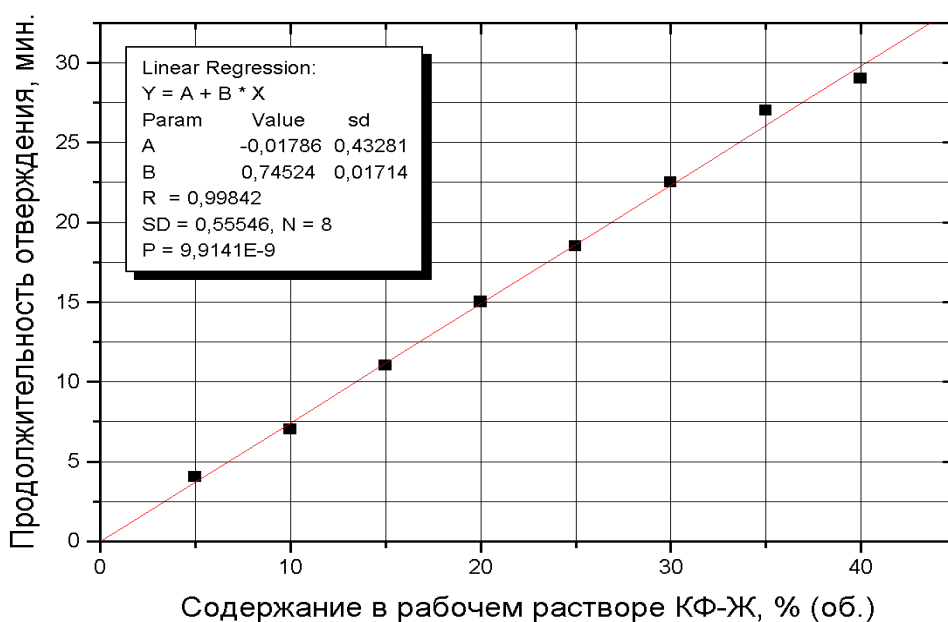


Рис. 2. Зависимость продолжительности отверждения БТП от содержания в рабочем растворе КФ-Ж

Параметры регрессионных уравнений и критериев адекватности зависимости приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры регрессионных уравнений и критериев адекватности зависимости продолжительности отверждения БТП от содержания компонентов

Вид вещества	A/sd	B/sd	R	SD
Ортофосфорная кислота	28,95/0,33	-4,85/0,09	-0,998	0,537
КФ-Ж	-0,02/0,43	0,75/0,02	0,998	0,555

Примечание: Sd – среднее квадратичное отклонение; R – коэффициент корреляции  
SD – среднеквадратичное значение регрессии.

Для исследований зависимости продолжительности отверждения БТП от содержания в рабочем растворе поверхностно-активных веществ (ПАВ) был выбран биологически мягкий пенообразователь ПУНШ-С, показавший в предыдущих испытаниях наибольшую кратность.

На рис. 3. представлена зависимость продолжительности отверждения БТП от содержания в рабочем растворе пенообразователя ПУНШ-С.

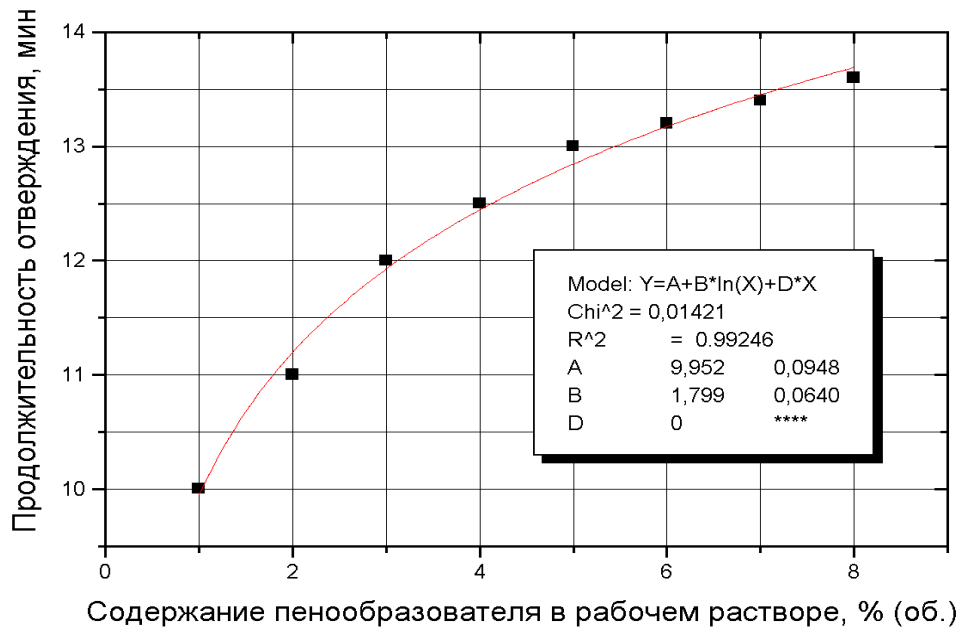


Рис. 3. Зависимости продолжительности отверждения БТП от содержания в рабочем растворе пенообразователя ПУНШ-С

Исследования зависимости продолжительности отверждения БТП от содержания в рабочем растворе пенообразователя ПУНШ-С показали, что увеличение рабочей концентрации пенообразователя в растворе приводит к незначительному увеличению периода отверждения БТП.

Рекомендуемая концентрация пенообразователя ПУНШ-С в рабочем растворе для получения БТП со свойствами, необходимыми для решения поставленных задач составляет 5 % от объема раствора. Данное содержание в рабочем растворе пенообразователя ПУНШ-С позволит обеспечить период отверждения более 10 минут.

При математической обработке результатов лабораторных исследований получены аналитические зависимости вида:

$$Y=A+B\cdot\ln(X)+D\cdot X \quad (1)$$

где  $Y$  - продолжительность отверждения, мин;

$X$  - содержание в рабочем растворе пенообразователя, % (об.);

$A, B, D$  - параметры уравнения.

Результаты математической обработки результатов лабораторных исследований зависимости продолжительности отверждения БТП от содержания в рабочем растворе пенообразователя ПУНШ-С приведены на рис. 3.

Таким образом, на основании результатов экспериментальных исследований зависимости периода отверждения БТП от концентрации компонентов пенообразующего состава предлагается на 100 см<sup>3</sup> рабочего водного раствора принимать:

- карбамидоформальдегидную смолу – 15 - 25 % (об.);
- пенообразователь – 5 % (об.);
- ортофосфорную кислоту – 2-4 % (об).

#### ПРИМЕЧАНИЯ

1. Исаева, Л.К. Влияние пожаров на экологическую безопасность населения и территорий России [Текст] / Л.К. Исаева. Юбилейный сборник трудов Академии ГПС МЧС России. Под ред. Е.А. Мешалкина. – М.: Академии ГПС, 2003. – с. 112 - 135.

2. Исаева, Л.К. Пожары и окружающая среда [Текст]/ Л.К.Исаева. – Екатеринбург: Изд. Дом «Калан». 2001. – 222 с.

3. Каришин, А.В. Предотвращения аварийных ситуаций при разливах нефтепродуктов олефобными пенами [Текст] / А.В. Каришин, А.В. Углов, А.М. Крымов. Транспорт и хранение нефтепродуктов. –1996. - № 8 - 9. – с.17 - 21

4. Каришин, А.В. Предотвращения и ликвидация пожаров разливов нефтепродуктов олефобной твердеющей пеной [Текст] / А.В. Каришин, А.Ф. Шараварников. Нефть, химия, энергетика, экология: Матер. регион. науч.-практ. сем. - Тольятти, 1998. - 136 с.