

В.Н. Любимов, А.И. Скушникова

(Иркутский государственный университет путей сообщения;
e-mail: victorlub@yandex.ru)

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРОВ АКРИЛАМИДА НА СВОЙСТВА ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ПЕН

Изложены результаты использования полимеров акриламида в качестве добавок к промышленным пенообразователям для повышения устойчивости противопожарных пен.

Ключевые слова: пенообразователь, поверхностно-активные вещества, полимеры акриламида, устойчивость пены, экологическая безопасность.

V.N. Lyubimov, A.I. Skushnikova

INFLUENCE ACRYLAMIDE POLYMER ON THE PROPERTIES OF FIRE FOAMS

The results of the use of polymers of acrylamide in a specific concentration of an additive for foaming agents for industrial fire resilience foams are given.

Key words: foaming agent, a surface-active substances, polymers of acrylamide, foam stability, ecological safety.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 17 ноября 2013 г.

Пенное пожаротушение является наиболее эффективным для тушения пожаров нефти, нефтепродуктов и других горючих жидкостей. Разработка эффективных пенообразующих составов является приоритетом в пожаротушении.

Огнетушащая эффективность пены определяется комплексом физико-химических показателей. В зависимости от назначения, важнейшими свойствами пены могут быть изолирующая способность, термическая устойчивость, вязкость, предельное сдвиговое напряжение, кратность, самопроизвольное растекание и т.д. [1]. Обеспечение этих свойств осуществляется при разработке состава пенообразующего раствора (пенообразователя) и способа получения пены. С практической точки зрения, особый интерес представляет рецептура растворов, позволяющая придать пене необходимые свойства – высокую устойчивость, огнестойкость и огнетушащую способность. Кроме высокомолекулярных спиртов, аминов, амидов, образующих с пенообразователем водородные связи и обеспечивающих стабилизацию пен, могут быть использованы **высокомолекулярные соединения (полимеры)**.

Гидрофильные полимеры повышают устойчивость пены за счёт загущения водных растворов. В составах пенообразователей используют широкую номенклатуру таких соединений – полисахариды и эфиры целлюлозы, полиакрилаты и полиакриламиды, полиэтиленгликоли и их азотсодержащие производные и др. При выборе рецептуры многокомпонентных пенообразующих составов перспективно использование полимеров акриламида и его сополимеров.

Сведения, полученные в ходе проведённых исследований, свидетельствуют об эффективности внедрения и применения полимеров и сополимеров акриламида и в области пожаротушения ввиду их экологической безопасности. Полимеры и сополимеры акриламида применяются в качестве эффективных флокулянтов в химической, нефтяной, горнорудной промышленности, на целлюлозно-бумажных предприятиях, в медицине, парфюмерии, производстве лаков, красок, клеев. К тому же, будучи флокулянтом, полиакриламид адсорбируется на взвешенных веществах и таким образом удаляется из водной фазы.

Чувствительность полиакриламида к ультрафиолетовым лучам хорошо известна и описана в научной литературе. Фотолиз ведёт к разрушению полимерной цепи с образованием более низкомолекулярных макромолекул (олигомеров), которые становятся доступными для бактериального усвоения. Последние исследования продемонстрировали, что акриламид и акрилат натрия легко разлагаются в аэробных условиях на 90 % за 28 дней. Даже при высоких применяемых дозировках, таких как 50 мг/л, остаточный мономер, попадаемый в окружающую среду, никогда не достигает концентраций, приводящих к риску для водной жизнедеятельности [2]. Поэтому разработка огнетушащих составов с использованием данных полимеров перспективна и актуальна [3].

Изучены свойства пенообразующих составов на основе ПАВ, с добавками растворов полиакриламида и сополимера акриламида с акриловой кислотой ($M = 10^6$). Экспериментальными исследованиями определено влияние концентрации добавок полимеров акриламида на качество и свойства вспененных растворов (кратность, устойчивость пены, время её полного разрушения). Показано, что природа эмульгатора (Е-30, волгонат) практически не влияет на кратность и устойчивость образующихся пен, поэтому влияние добавок полиакриламида исследовали, используя эмульгатор Е-30. Суммарная концентрация ПАВ Е-30 и полимера в пенообразующем растворе составила 1 %, поскольку в используемых промышленных пенообразующих составах концентрация ПАВ составляет примерно 1 %. Эта концентрация ПАВ широко используется при проведении лабораторных исследований.

Исследование зависимости кратности, устойчивости пены, времени её полного разрушения от количества сополимера акриламида с акриловой кислотой (АА-АК) в пенообразующем растворе на основе ПАВ Е-30 показало, что введение сополимера даже в очень небольших концентрациях (0,01-0,05 %) приводит к увеличению устойчивости пены в 1,7 раза (рис. 1). Время полного разрушения пены возрастает в 6 раз.

Введение в пенообразователь полиакриламида в концентрации 0,01 % не приводит к значительному увеличению устойчивости пен. Добавка данного полимера в пенообразующий состав ПО-6-ЦБТ-Н в концентрации 0,5 % приводит к увеличению устойчивости пены в 5,5 раза.

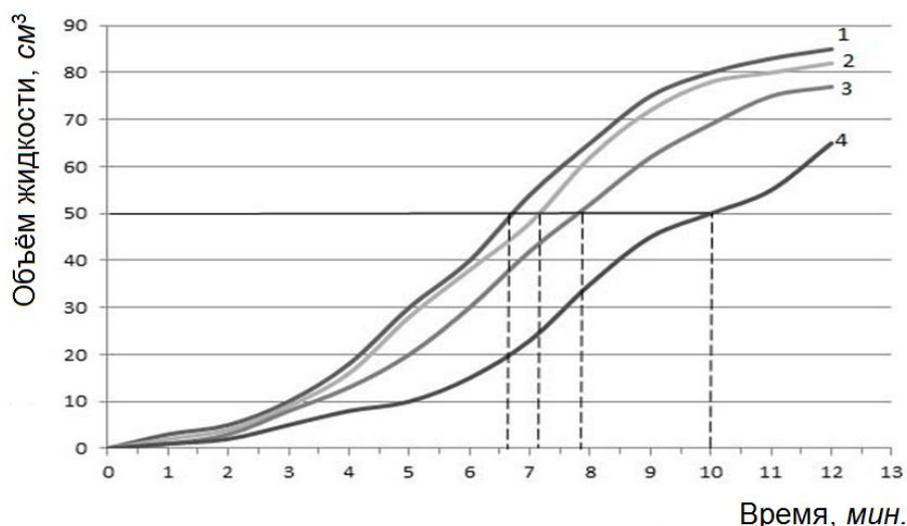


Рис. 1. Зависимость устойчивости пены, полученной на основе бинарной композиции ПАВ Е-30 – сополимер акриламида с акриловой кислотой (АА-АК), от концентрации добавок сополимера АА-АК:

- 1 – 1 % раствор ПАВ-Е-30;
- 2 – 1 % раствор ПАВ-Е-30 + 0,01 г сополимера АА-АК;
- 3 – 1 % раствор ПАВ-Е-30 + 0,03 г сополимера АА-АК;
- 4 – 1 % раствор ПАВ-Е-30 + 0,05 г сополимера АА-АК

Для получения сравнительных данных о влиянии добавок сополимера АА-АК на свойства огнетушащих водопенных составов были проведены исследования растворов *промышленных пенообразователей (ПО)* с добавками сополимера АА-АК. Изучены основные характеристики пенообразующих составов, полученных на основе бинарных композиций пенообразователя и сополимера АА-АК при разных соотношениях ПО: полимер. Для исследования использовали биологически мягкие пенообразователи: ПО-6-ЦБТ-Н, ПО-6УМ и ПО-6МТ, находящиеся на вооружении в пожарных частях города Иркутска. В результате проведённых исследований изучено влияние природы пенообразователя, природы полимера и его концентрации на кратность, устойчивость и разрушение низкократных пен.

Исследованием основных характеристик пенообразующего раствора, полученного из ПО-6-ЦБТ-Н и добавок сополимера АА-АК в концентрации 0,01-0,05 %, показано увеличение устойчивости пены в 1,8 раза (рис. 2).

Изучено влияние природы полимеров на свойства водопенных огнетушащих составов. Установлено, что добавка сополимера АА-АК наибольшее влияние оказывает на устойчивость пены, полученной из ПО-6УМ. Введение в пенообразующий состав сополимера АА-АК в концентрации 0,01 приводит к увеличению устойчивости пены в 2,8 и времени её полного разрушения в 1,2 раза и не влияет на кратность пены ($K = 7-8$). Повышение концентрации сополимера АА-АК до 0,1 % увеличивает устойчивость пены в 13 раз (рис. 3).

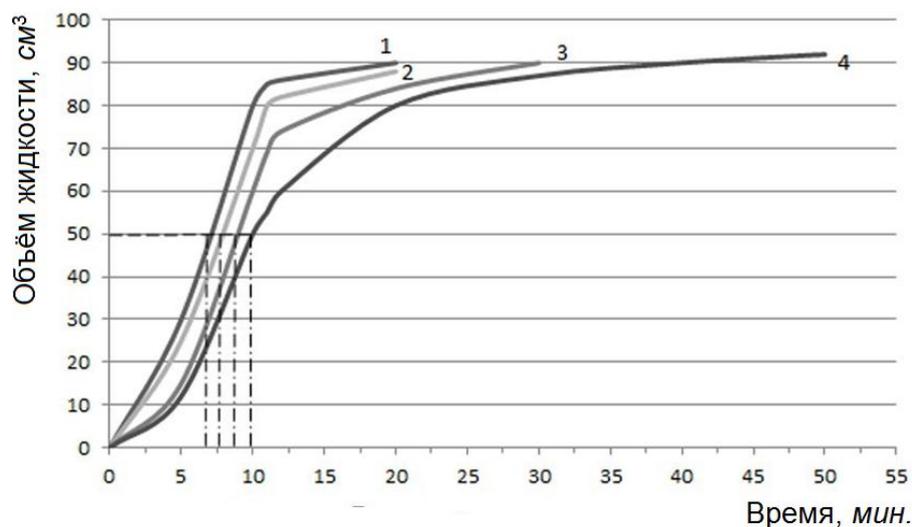


Рис. 2. Зависимость устойчивости пены, полученной на основе ПО-6-ЦБТ-Н, от концентрации добавок сополимера акриламида с акриловой кислотой (АА-АК):

- 1 – 6 % раствор ПО-6-ЦБТ-Н;
- 2 – 6 % раствор ПО-6-ЦБТ-Н + 0,01 г АА-АК;
- 3 – 6 % раствор ПО-6-ЦБТ-Н + 0,03 г АА-АК;
- 4 – 6 % раствор ПО-6-ЦБТ-Н + 0,05 г АА-АК

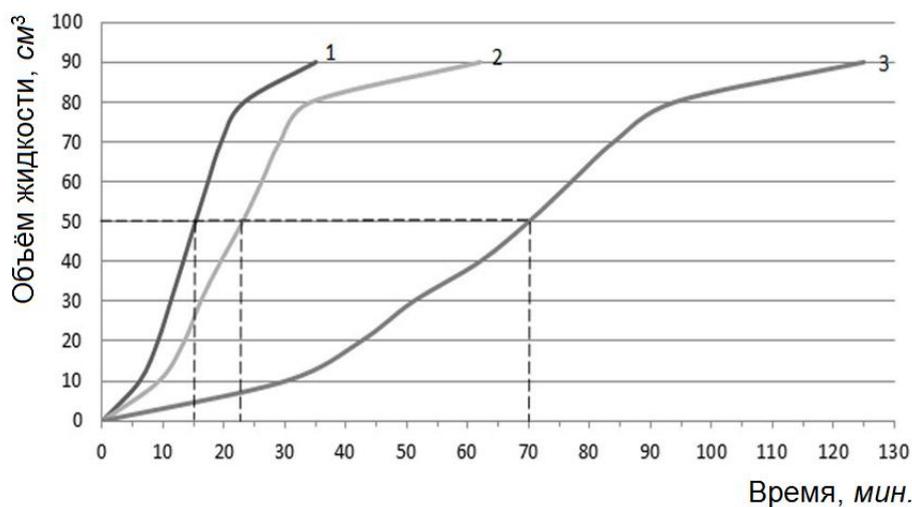


Рис. 3. Зависимость устойчивости пены, полученной на основе ПО-6УМ, от концентрации добавок сополимера акриламида с акриловой кислотой (АА-АК):

- 1 – 6 % раствор ПО-6УМ + 0,01 г АА-АК;
- 2 – 6 % раствор ПО-6УМ + 0,02 г АА-АК;
- 3 – 6 % раствор ПО-6УМ + 0,1 г АА-АК

Исследовано влияние сополимера АА-АК на параметры водопенных составов, полученных на основе ПО – 6МТ. Показано. Что увеличение концентрации полимеров от 0,05 до 0,1 % приводит к увеличению устойчивости воздушно-механической пены в 1,6 раза (рис. 4). Итоговые результаты сведены в табл. 1.

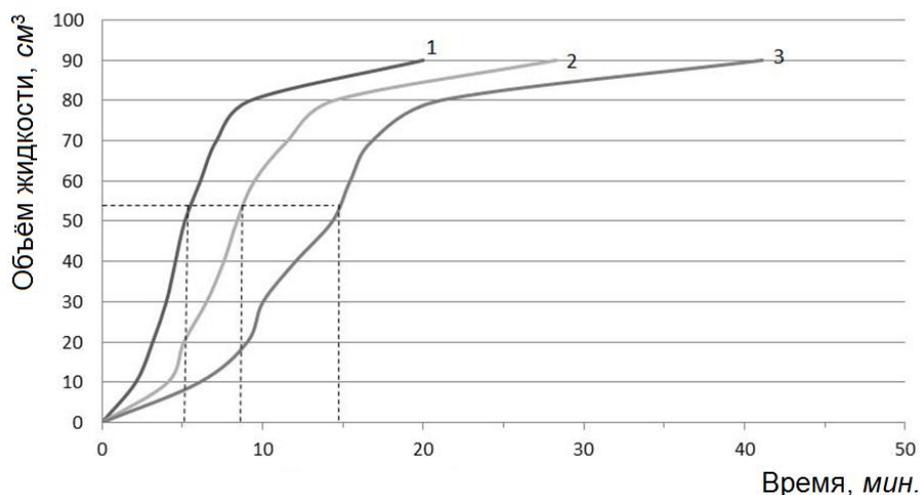


Рис. 4. Зависимость устойчивости пены, полученной на основе ПО – 6МТ, от концентрации добавок сополимера акриламида с акриловой кислотой (АА-АК):

- 1 – 6 % раствор ПО-6МТ;
- 2 – 6 % раствор ПО-6МТ + 0,05 г АА-АК;
- 3 – 6 % раствор ПО-6МТ + 0,1 г АА-АК

Таблица 1

Стабилизация пен водорастворимыми полимерами акриламида

Вид пенообразователя	Концентрация пенообразователя, % об.	Концентрация сополимера АА-АК, %	Кратность пены, К	Устойчивость пены, мин.	Время разрушения пены, ч.
ПАВ Е-30	1,0	0	7	6,55	0,38
	1,0	0,01	7,5	7,15	1,41
	1,0	0,03	7,5	8,87	2,17
	1,0	0,05	6,5	10,0	2,66
ПО-6-ЦБТ-Н	6,0	0	7,8	6,5	3,0
	6,0	0,01	7,5	6,93	3,33
	6,0	0,03	7	7,95	3,66
	6,0	0,05	7	9,63	3,91
	6,0	0,5*	7	35,5	24,0
ПО-6УМ	6,0	0	7	5,39	3,40
	6,0	0,01	7	15,22	4,00
	6,0	0,02	7	23,04	4,30
	6,0	0,1	6	70,0	7,00
ПО-6МТ	6,0	0	7	5,16	2,30
	6,0	0,05	6,5	8,41	6,00
	6,0	0,1	6	14,35	10,30

* – полиакриламид

Выводы

Экспериментальными исследованиями показано, что для бинарных композиций ПО-6УМ – полимер, введение в пенообразующий состав сополимера АА-АК в концентрации: 0,01-0,1 % приводит к увеличению устойчивости пены до 13 раз, время полного разрушения пены возрастает до 1,8 раза.

Предполагаем, что добавки полимеров акриламида в пенообразующий раствор оказывают не только загущающее действие, повышающее вязкость раствора и уменьшающее обезвоживание пены. Вследствие взаимодействия функциональных групп ПАВ и полимера образуются структуры (возможно сетчатые), переходящие в межплёночное пространство и способствующие уменьшению скорости обезвоживания плёнки, и тем самым стабилизирующие пену, повышая её устойчивость.

Литература

1. **Шароварников А.Ф.** Противопожарные пены. Состав, свойства, применение. М.: Знак. 2000. 464 с.
2. **Скушникова А.И. и др.** Экологические аспекты испытания водорастворимых полимеров акриламида в пожаротушении // Сборник трудов научно-практической конференции: "Молодёжь XXI века", г. Благовещенск, 2006. С. 129-130.
3. **Гидрофобные** сополимеры полиакриламида и их применения в очистке воды // Fine Chem. 2001-18. № 3. С. 143-144. Китай.