

УДК 614.844.5:66.069.855

koksharovab@e1.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПЕНЫ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ**INVESTIGATION OF THE DEPENDENCE OF THE THERMAL STABILITY OF FOAM ON THE CONCENTRATION OF THE FOAMING AGENT**

*Кокшаров А. В., кандидат химических наук, Осипенко С. И.,
Гайнуллина Е. В., кандидат технических наук, доцент,
Кректунов А. А., кандидат сельскохозяйственных наук,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург*

*Koksharov A. V., Osipenko S. I., Gaynullina E. V., Krektunov A. A.,
The Ural Institute of State Firefighting Service of Ministry
of Russian Federation for Civil Defense, Yekaterinburg*

В работе изучена зависимость термической устойчивости пены от концентрации пенообразователя. Установлено, что наибольшая устойчивость к температурному воздействию у пены, полученной из синтетических пенообразователей, наблюдается при концентрации близкой к пределу пенообразующей способности. Термическая устойчивость пены, полученной из фторсинтетических (плёнкообразующих) пенообразователей, возрастает с увеличением концентрации пенообразователя.

Ключевые слова: термическая устойчивость пены, устойчивость пены, стабильность пены, синерезис, пенообразователь, воздушно-механическая пена, фторсинтетический пенообразователь, кратность пены.

The dependence of the thermal stability of the foam on the concentration of the foaming agent is studied. It was found that the foam obtained from synthetic foaming agents has the highest resistance to temperature effects, observed at a concentration close to the limit of foaming capacity. The thermal stability of the foam obtained from fluorosynthetic (film-forming) foaming agents increases with increasing concentration of the foaming agent.

Keywords: thermal stability of foam, foam stability, syneresis, foaming agent, air-mechanical foam, fluorosynthetic foaming agent, foam multiplicity, the density of the foam.

В нашей стране производится широкий ассортимент пенообразователей для тушения пожара. Разнообразие марок, с одной стороны, продиктовано эксплуатационными качествами (температура замерзания, концентрация рабочего раствора, способ применения), с другой – составом (химический класс поверхностно-активных веществ, наличие добавок) [1].

Концентрация одного и того же пенообразователя в рабочем растворе для получения пены может отличаться в зависимости от вида пеногенерирующего обо-

рудования. В сетчатых пеногенераторах (ГПС-600, «Пурга») используют растворы с концентрацией 6 %, а в стволах, работающих на принципе эжекции воздуха (СВП, ОПТ), растворы того же пенообразователя применяются с концентрацией 4 %. Это обусловлено способностью вспенивания в высокодинамичном режиме работы пеногенерирующих устройств. Сетчатые пеногенераторы характеризуются большей производительностью по объёму пены, следовательно, скорость производства пенных плёнок, из которых форми-

руются пузырьки пены, будет очень высокой. Снижение концентрации пенообразователя не позволяет быстро сформировать адсорбционный слой из молекул ПАВ на пенной плёнке. В результате этого на пленке образуются области, обеднённые молекулами ПАВ, что приводит к появлению разрывов и разрушению пены. Проведенными ранее исследованиями [2] показано, что вследствие этого явления из растворов с низкой концентрацией ПАВ удаётся получить пену только при снижении скорости движения газо-жидкостного потока.

В стволах СВП и в системах получения компрессионной пены перемешивание воздуха с раствором осуществляется за счёт мощных турбулентных потоков, что позволяет получать пену из растворов с меньшей концентрацией пенообразователя.

При подаче пены в зону горения она подвергается мощному тепловому воздействию от факела пламени, которое приводит к её разрушению и снижению интенсивности накопления на горючих веществах. Поэтому термическая устой-

чивость пены играет важную роль при тушении пожара, и возможность оценить её у пены, полученной из различных марок пенообразователей, а также исследовать влияние концентрации пенообразователя на термическую устойчивость пены представляет практический интерес.

Исследования термической устойчивости пены проводили с использованием синтетических (ПО-6, ПО-6РЗ, ПО-6ТС-М) и пленкообразующих (фторсинтетических: Меркуловский, Нижегородский АFFF, ПО-63АF и Мультипена) пенообразователей на установке, описанной ранее [3, 4]. В испытаниях использовали пену кратностью 20, полученную из растворов с концентрацией пенообразователя 6 %. Термическую устойчивость пены оценивали по времени полного разрушения объёма пены.

В результате испытаний, сведенных в таблицу, было установлено, что термическая устойчивость фторсинтетических пленкообразующих пенообразователей почти в два раза превосходит синтетические.

*Таблица
Время полного разрушения пены, с*

Пенообразователь синтетический		Пенообразователь плёнкообразующий	
ПО-6ТС-М	63	ПО-63АF	108
ПО-6	66	Мультипена	111
ПО-6РЗ	85	Меркуловский	113
		Нижегородский АFFF	130

Предположительно это связано с тем, что перфторированные поверхностно-активные вещества с повышением температуры не так быстро теряют свои адсорбционные свойства, как синтетические. Поэтому высокая огнетушащая эффективность пены, полученной из фторсинтетических пенообразователей [5], связана не только со способностью образовывать водяную плёнку на поверхности горючего вещества, но и дольше сохранять объем в

условиях пожара, обеспечивая изолирующее действие.

Чтобы оценить влияние содержания пенообразователя на скорость разрушения пены, были проведены эксперименты в аналогичных описанным выше условиях, в которых определяли время полного разрушения пены. Кратность пены в испытаниях также составляла 20.

В результате испытаний установили, что характер зависимости термической устойчивости пены, полученной из синте-

тических и фторсинтетических пенообразователей, от концентрации пенообразователя отличается друг от друга (рис. 1). С повышением концентрации фторированных ПАВ устойчивость пены стремительно возрастает в диапазоне концентраций от 3 до 6 %, а после наблюдается лишь незначительное её увеличение. При концентрации пенообразователя менее 2 % пену кратностью 20 получить не удалось, поскольку после механического взбивания она быстро разрушалась.

С понижением концентрации синтетических пенообразователей устойчивость пены к температурному воздействию увеличивается, и максимальная термическая устойчивость пены наблюдается на пределе пенообразующей способности (рис. 2). Наибольшая термическая устойчивость пены для ПО-6 наблюдается при 3 %, для ПО-6ТС-М – при 1 %, что значительно ниже концентрации рабочих растворов.

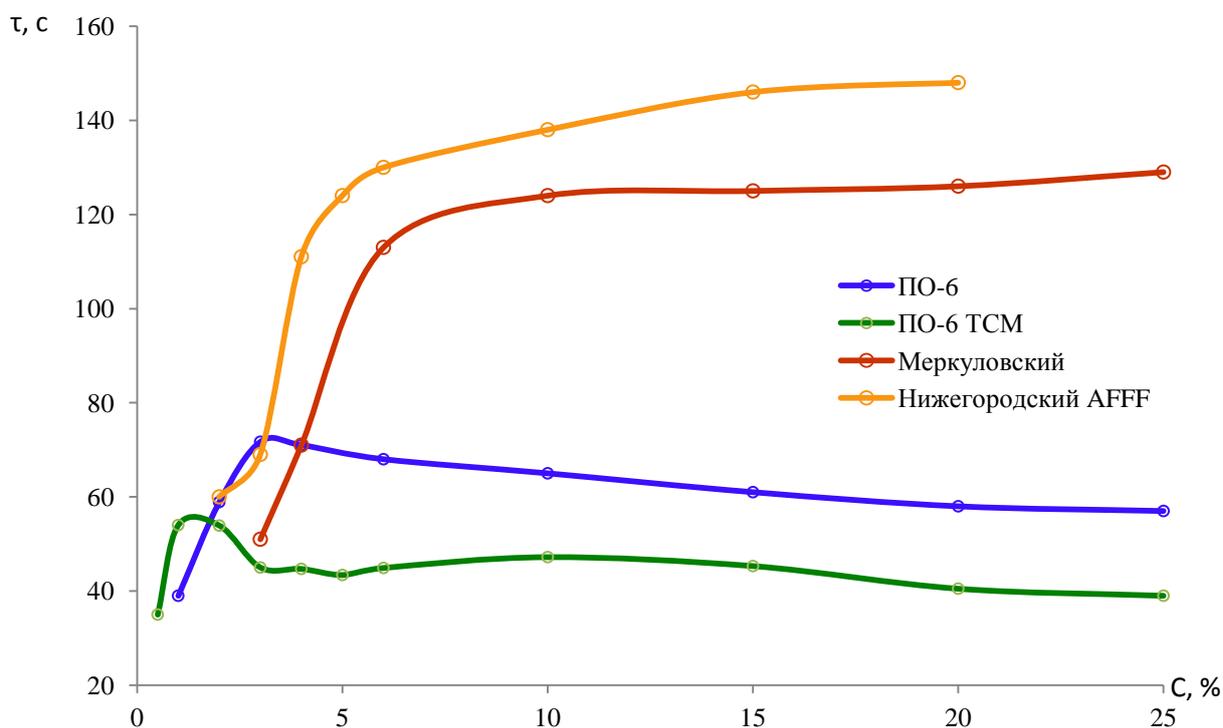


Рисунок 1. Зависимость времени разрушения пены (τ) от концентрации пенообразователя (C)

Следующим этапом исследования явилось изучение влияния кратности пены на зависимость термической устойчивости от концентрации пенообразователя.

По результатам проведенных испытаний было установлено, что кратность пены не оказывает никакого влияния на характер выявленной зависимости (рис. 1)

у фторсинтетических пенообразователей (рис. 2).

Близкие результаты у пены кратностью 10 и 20 можно объяснить влиянием синерезиса, который приводит к обеднению содержания жидкости в пене, в результате термическому воздействию подвергается пена с большей кратностью, чем была получена изначально (рис. 2).

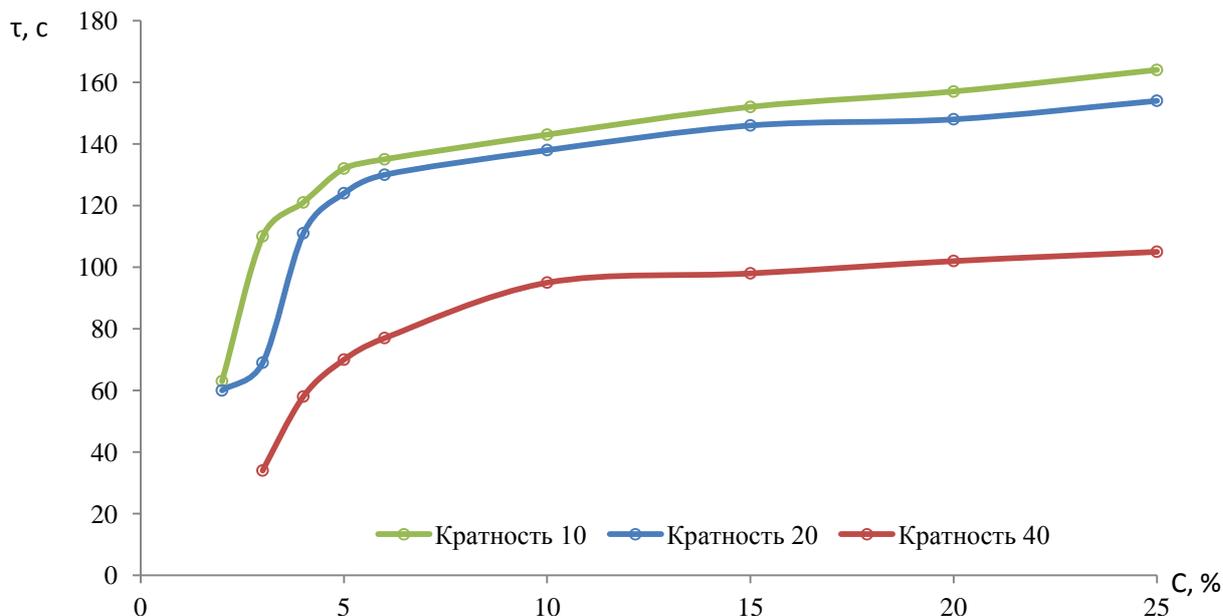


Рисунок 2. Зависимость времени разрушения пены (τ) от концентрации пенообразователя (C) для пены различной кратности, полученной из фторсинтетического пенообразователя «Нижегородский AFFF»

У синтетического пенообразователя предельная концентрация, при которой наблюдается наибольшая термическая устойчивость, незначительно смещается в область более высоких значений при сни-

жении начальной кратности пены (рис. 3). Кратность пены не влияет на характер зависимости времени разрушения пены от концентрации пенообразователя.

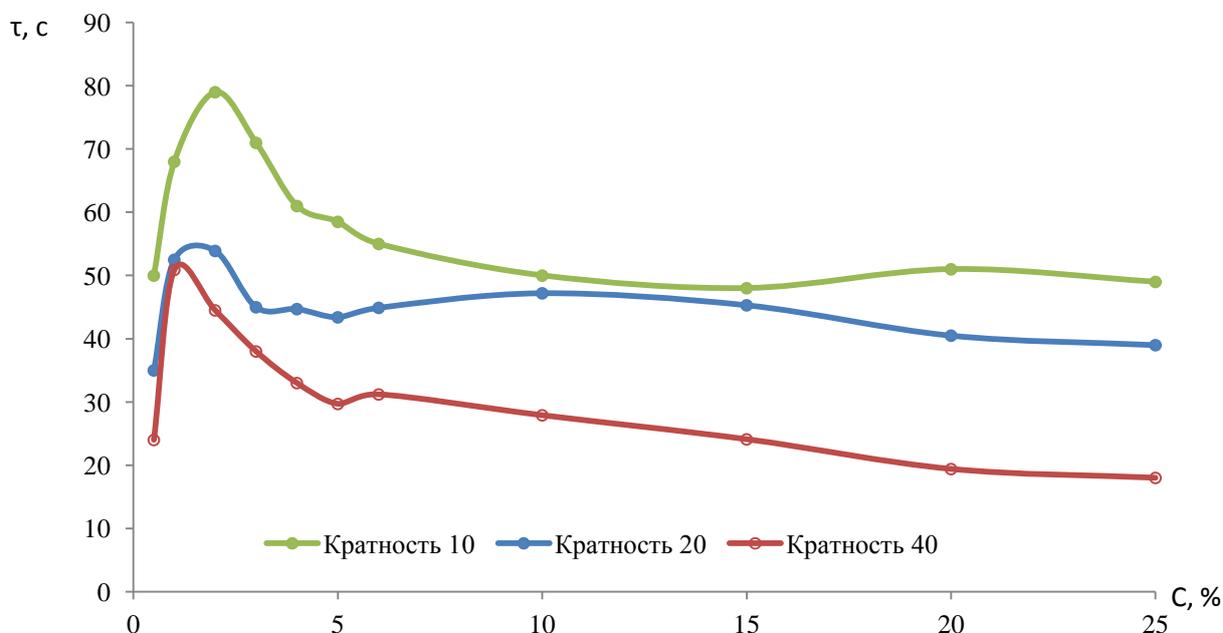


Рисунок 3. Зависимость времени разрушения пены (τ) от концентрации пенообразователя (C) для пены различной кратности, полученной из фторсинтетического пенообразователя «Нижегородский AFFF»

Таким образом, исследования показали, что для синтетических пенообразователей наибольшая термическая устойчивость наблюдается при концентрациях, близких к пределу пенообразующей способности, что значительно ниже рабочих концентраций, используемых для получения пены в подразделениях пожарной охраны. Поэтому необходимо искать пути

получения и применения для тушения пожаров пены с минимальным количеством синтетического пенообразователя.

Напротив, при использовании фторсинтетических пенообразователей снижение их концентрации приводит к снижению огнетушащей способности пены в результате уменьшения её термической устойчивости.

Литература

1. ГОСТ 50588–2012. Пенообразователи для тушения пожаров. Введ. 2012-05-14. М., 2012. 24 с.
2. Кокшаров А. В., Осипенко С. И. Определение критических параметров образования пены на сетках пеногенератора средней кратности // Техносферная безопасность. 2017. № 1 (14). С. 35–38. URL: <http://uigps.ru/content/nauchnyy-zhurnal>.
3. Кокшаров А. В. и др. Стабилизация пены низкой кратности натриевой солью карбоксиметилцеллюлозы // Пожаровзрывобезопасность. 2014. Т. 23. № 10. С. 79–83.
4. Кокшаров А. В., Филиппов А. В. Способ получения пены в первичных средствах пожаротушения // Техносферная безопасность. 2013. № 1. С. 26–29. URL: <http://uigps.ru/content/nauchnyy-zhurnal>.
5. Порядок применения пенообразователей для тушения пожаров: рекомендации. М., 2007. 59 с.

References

1. GOST 50588–2012. Penoobrazovateli dlya tusheniya pozharov. Vved. 2012-05-14. M., 2012. 24 s.
2. Koksharov A. V., Osipenko S. I. Opredelenie kriticheskikh parametrov obrazovaniya peny na setkah penogeneratora srednej kratnosti // Tekhnosfernaya bezopasnost'. 2017. № 1 (14). S. 35–38. URL: <http://uigps.ru/content/nauchnyy-zhurnal>.
3. Koksharov A. V. et al. Stabilizaciya peny nizkoj kratnosti natrievoy sol'yu karboksimetilcellulyozy // Pozharovzryvobezopasnost'. 2014. T. 23. № 10. S. 79–83.
4. Koksharov A. V., Filippov A. V. Sposob polucheniya peny v pervichnyh sredstvakh pozharotusheniya // Tekhnosfernaya bezopasnost'. 2013. № 1. S. 26–29. URL: <http://uigps.ru/content/nauchnyy-zhurnal>.
5. Poryadok primeneniya penoobrazovatelej dlya tusheniya pozharov: rekomendacii. M., 2007. 59 s.