

**Б.Ж. Битиев, С.С. Воевода, А.Ф. Шароварников, С.А. Макаров, В.И. Сергеев**  
(Академия ГПС МЧС России; e-mail: info@academygps.ru)

## **О ВЛИЯНИИ ЖЁСТКОСТИ ВОДЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ СМЕСЕВЫХ ТОПЛИВ**

*Показано влияние жёсткости воды на эффективность тушения пожаров топлив с низким содержанием спиртов. Рассчитана критическая эффективность подачи пены при тушении дистиллированной, пресной жёсткой, пресной мягкой и солёной морской водой.*

*Ключевые слова: горючее, тушение пожара, плёнкообразующий пенообразователь, жёсткая вода, морская вода.*

### **B.Gh. Bituev, S.S. Voevoda, V.P. Sharovarnikov, S.A. Makarov, V.I. Sergeev** **ABOUT INFLUENCE OF WATER HARDNESS ON EFFICIENCY EXTINGUISHING A FUEL MIXTURES**

*Shows the influence of water hardness on efficiency extinguishing a fuel with a low alcohol content. The critical efficiency of the foam filing to extinguish distilled, fresh tight, fresh soft and salt sea water are calculated.*

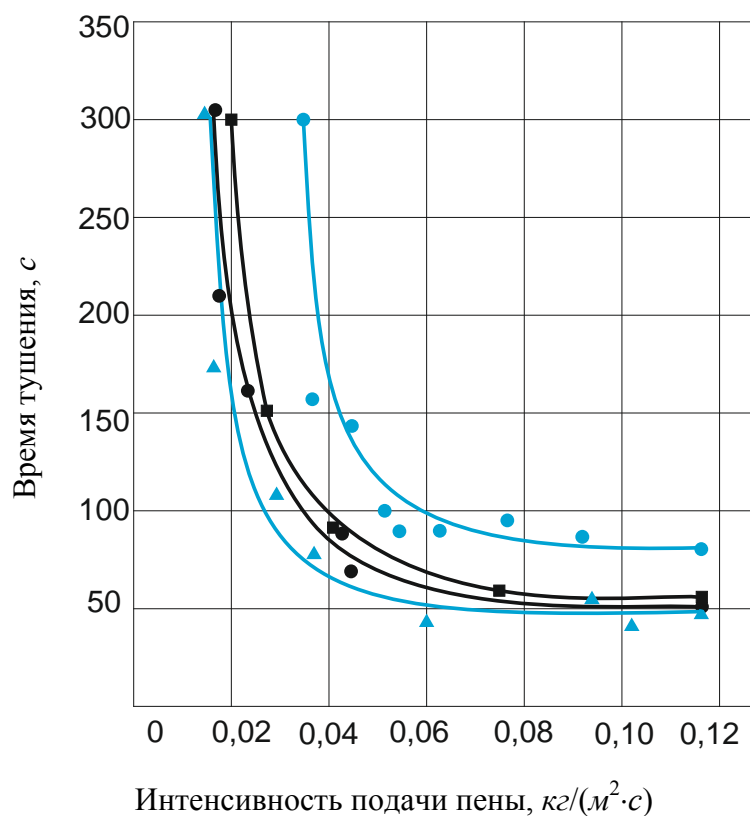
*Key word: fuel, extinguishing, film foaming agent, hard water, seawater.*

На огнетушащую эффективность пены влияют различные факторы, в том числе жёсткость воды, на которой приготовлен рабочий раствор. Известны случаи, когда при проведении экспериментальных опытов пена, полученная из испытуемого пенообразователя, имела хорошую огнетушащую эффективность, а при тушении реального пожара используется вода с другим составом солей, приготовленных на воде различной жёсткости.

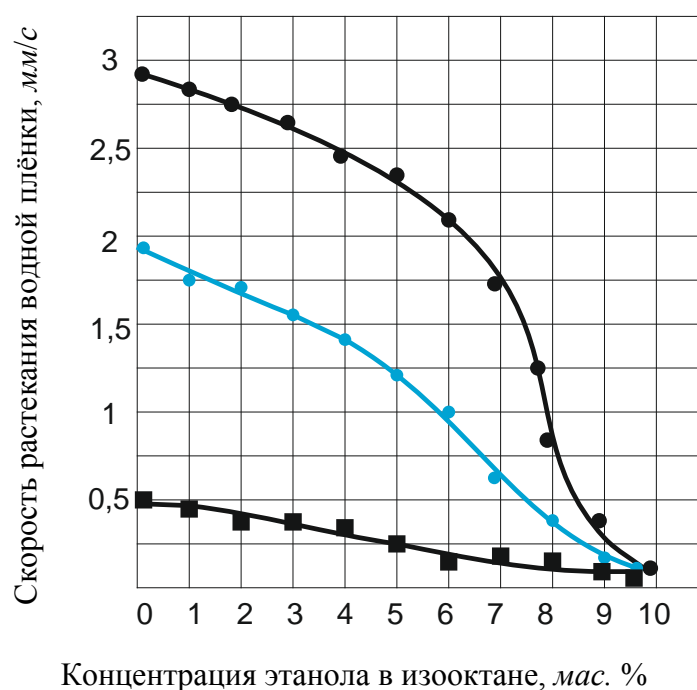
На рис. 1 представлены зависимости времени тушения пожара топлива, содержащего 95 % изооктана и 5 % этилового спирта, от интенсивности подачи пены.

При тушении дистиллированной и пресной мягкой водой критическая интенсивность подачи пены составляет около  $0,019 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ . При интенсивности подачи пены  $0,04 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  время тушения составляет 50 с для пресной мягкой воды и около 65 с – для дистиллированной воды. Критическая интенсивность подачи пены, приготовленной на пресной жёсткой воде, составляет  $0,02 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ . Для сравнения с предыдущими случаями: при заданной интенсивности подачи пены около  $0,04 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  время тушения составляет примерно 87 с.

Резкое увеличение критической интенсивности подачи пены (свыше  $0,03 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ) происходит при переходе на солёную морскую воду. При интенсивности подачи пены около  $0,04 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  время тушения составляет более 150 с. Анализируя данный график и плёнкообразующую способность пены (рис. 2), можно сделать вывод о том, что существенное снижение огнетушащей эффективности пены произошло при утрате плёнкообразующей способности, в данном случае – это пена, приготовленная на солёной воде.

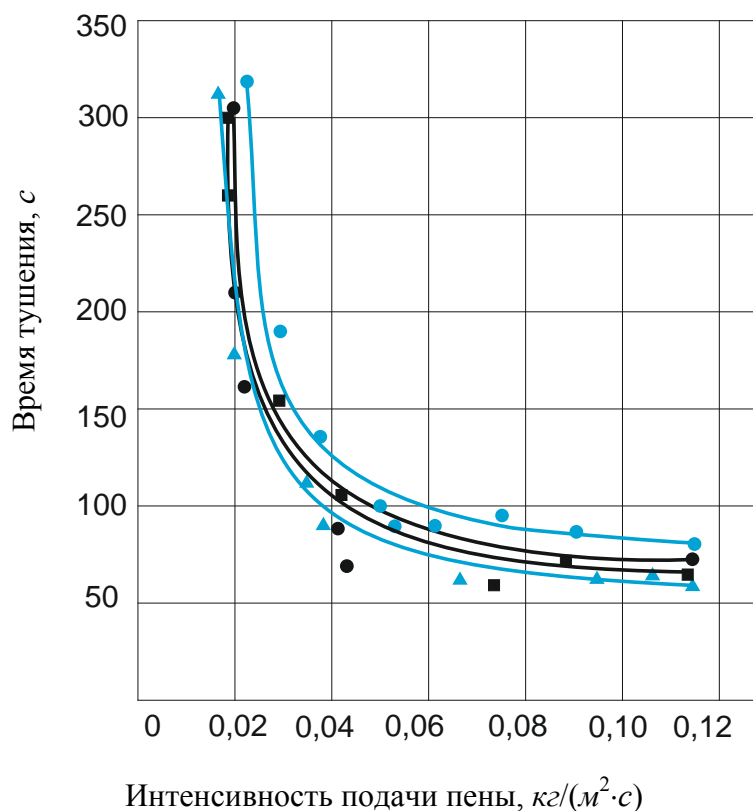


**Рис. 1.** Зависимость времени тушения топлива, содержащего 95 % изооктана и 5 % этилового спирта, от интенсивности подачи пены, приготовленной на воде: ▲ пресной мягкой, ● дистиллированной, ■ пресной жёсткой, ● солёной морской



**Рис. 2.** Зависимость скорости растекания водной плёнки по поверхности горючего (смеси изооктана и этанола) для пенообразователя 6 %-го использования, приготовленного на воде: ■ дистиллированной, ● пресной мягкой, ● пресной жёсткой

На рис. 3 представлены зависимости времени тушения пожара топлива, содержащего 90 % изооктана и 10 % этилового спирта.



**Рис. 3.** Зависимость времени тушения топлива, содержащего 90 % изооктана и 10 % этанола, от интенсивности подачи пены, приготовленной на воде:  
▲ пресной мягкой, ● дистиллированной, ■ пресной жёсткой, ● солёной морской

Значение жёсткости воды для первой системы получается более ощутимым, чем для второй. Это говорит о большей или меньшей степени влияния различных факторов при тушении. Так, для углеводородных топлив на эффективность тушения в большей степени влияет плёнкообразующее действие пены.

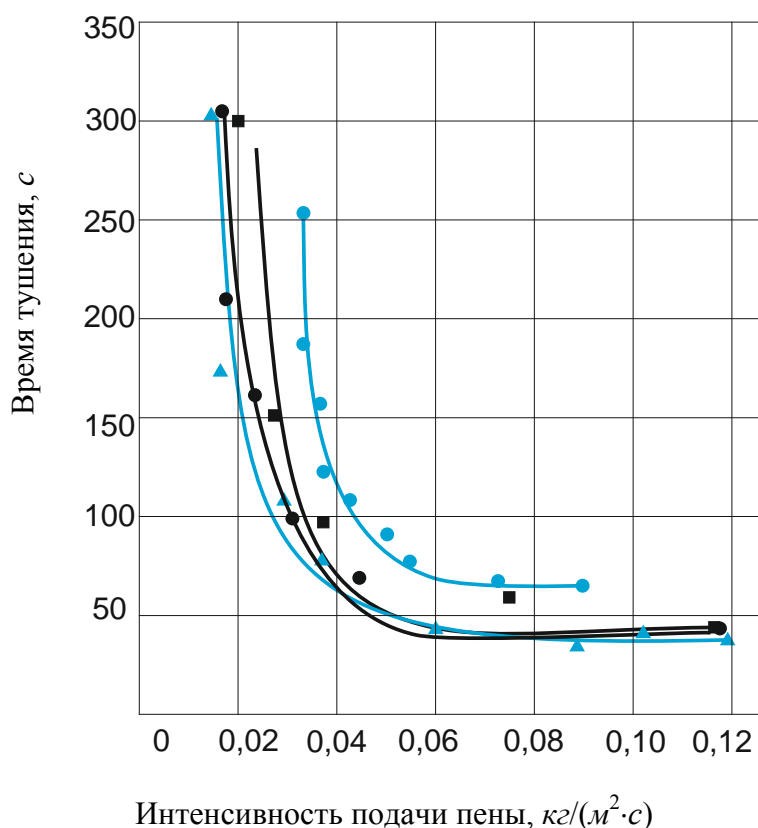
При тушении дистиллированной и пресной мягкой водой критическая интенсивность подачи пены составляет около  $0,04 кг/(м^2 \cdot с)$ . При интенсивности подачи пены около  $0,06 кг/(м^2 \cdot с)$  время тушения составляет около 100 с.

Критическая интенсивность подачи пены, приготовленной на пресной жёсткой воде, составляет более  $0,04 кг/(м^2 \cdot с)$ . Для сравнения с предыдущими случаями: при заданной интенсивности подачи пены около  $0,06 кг/(м^2 \cdot с)$  время тушения составляет около 110 с.

Менее резкое, чем в предыдущей системе, увеличение критической интенсивности подачи пены (до  $0,042 кг/(м^2 \cdot с)$ ) происходит при переходе на солёную морскую воду. При интенсивности подачи пены около  $0,06 кг/(м^2 \cdot с)$  время тушения составляет 120 с.

Анализируя рис. 3 и плёнообразующую способность пены (рис. 2), можно сделать вывод о том, что существенное снижение огнетушащей эффективности пены происходит, но не так заметно. Причина снижения заключается в том, что в исследованной системе вся пена уже не обладает плёнообразующим действием на данном виде топлива, а контактная устойчивость у них практически одинаковая.

На рис. 4 представлены зависимости времени тушения пожара топлива, содержащего 95 % гептана и 5 % этилового спирта.



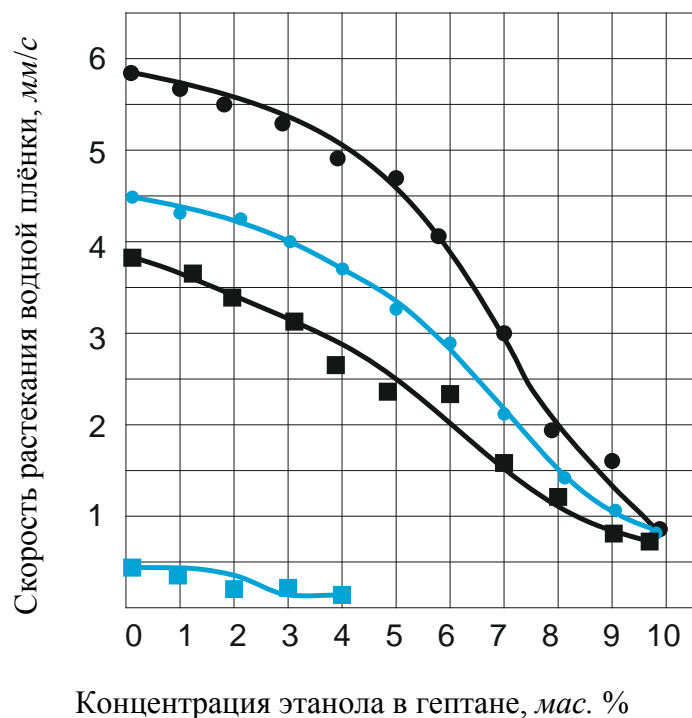
**Рис. 4.** Зависимость времени тушения топлива, содержащего 95 % гептана и 5 % этанола, от интенсивности подачи пены, приготовленной на воде:  
▲ пресной мягкой, ● дистиллированной, ■ пресной жёсткой, ● солёной морской

При тушении дистиллированной водой критическая интенсивность подачи пены составляет около  $0,018 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ , пресной мягкой водой –  $0,02 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ . При интенсивности подачи пены около  $0,04 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  время тушения составляет 45 с для пресной мягкой и около 51 с – для дистиллированной воды.

Критическая интенсивность подачи пены, приготовленной на пресной жёсткой воде, составляет  $0,021 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ . Для сравнения с предыдущими случаями: при заданной интенсивности подачи пены около  $0,04 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  время тушения составляет около 67 с.

Резкое увеличение критической интенсивности подачи пены (свыше  $0,033 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ) происходит при переходе на солёную морскую воду. При интенсивности подачи пены около  $0,04 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  время тушения составляет более 105 с.

Анализируя данный график и плёнообразующую способность пены (рис. 5), можно сделать вывод о том, что существенное снижение огнетушащей эффективности пены произошло при утрате плёнообразующей способности.



**Рис. 5.** Зависимость скорости растекания водной плёнки по поверхности горючего (смеси гептана и этанола) для пенообразователя 6 %-го использования, приготовленного на воде:  
■ дистиллированной, ● пресной мягкой, ● пресной жёсткой, ■ солёной морской

**Выводы.** Жёсткость воды оказывает существенное влияние на эффективность тушения пожаров топлив с низким содержанием спиртов. Наилучшей эффективностью обладает пена, приготовленная на пресной мягкой воде, наихудшей – на солёной морской воде.

Статья опубликована 17 декабря 2012 г.