

6. Бионический протез «Страдивари» [Электронный ресурс]. – URL: [http://motorica.org/protezirovanie/stradivary (дата обращения: 25.05.2018)]

7. Иванов М.Л. Разработка и исследование электрокардиографического аппаратно-программного комплекса на наносенсорах для регистрации микропотенциалов сердца в реальном времени без усреднения и фильтрации: дис. канд. техн. наук – Томск, 2015. – 258 с.

8. Турушев Н.В., Кашуба И.В., Южаков М.М. Электронеуромиограф // Современные техника и технологии: сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых в 3 т. – 2013. – 418 с.

9. Шигин Г.В., Потехин М.Е. Разработка нанобиоинтерфейса для управления протезом кисти руки // Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее: сборник научных трудов VI Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых – Т., 2017. – 101 с.

10. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Учебник по медицинской и биологической физике: Учебник для вузов – М.: Дрофа, 2003. – 203 с.

УДК 614.842.615-027.236:543.32

## **ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОГНЕТУШАЩИХ СВОЙСТВ ПЕНООБРАЗУЮЩИХ СОСТАВОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ПОЖАРОТУШЕНИИ**

*Штайнбрехер Наталья Андреевна*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск*

## **INFLUENCE OF WATER HARDNESS SALTS ON THE EFFECTIVENESS OF THE FIRE EXTINGUISHING PROPERTIES OF FOAM HAVE BEEN USED FOR FIREFIGHTING**

*Steinbrecher Natalya*

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk*

**Аннотация.** Изучалось влияние солей жесткости воды на эффективность огнетушащих свойств пенообразующих составов. В результате проведенного исследования с УПН Майское ПО-6А3Ф и УПН Снежное ПО-6ТФ установлено, что с увеличением жесткости воды, устойчивость пены снижается. Ее устойчивость зависит от таких факторов, как жесткость воды и заряд активного иона поверхностно активного вещества. Установлено, что с увеличением жесткости воды, увеличивается время тушения пожара и расход огнетушащих средств, для наиболее эффективного пожаротушения рекомендуется использовать воду с УПН Снежное ПО-6ТФ.

**Annotation.** Studied the effect of water hardness salts on the effectiveness of the fire extinguishing properties of the foam. As a result of the study with UPN may PO-6A3F and UPN Snow PO-6TF found that with increasing water hardness, foam stability decreases. Its stability depends on factors such as water hardness and charge of the active ion of the surfactant. It is

established that with increase of water hardness, increasing the extinguishing of the fire and amount of fire extinguishing, for the most effective fire-extinguishing it is recommended to use water with oil treatment IN a Snow-6ТФ.

**Ключевые слова:** огнетушащие вещества, горение, пенообразователь, пена.

**Key words:** fire extinguishing agents, combustion, foaming agent, foam.

Быстрая и эффективная борьба с огнем представляется актуальной задачей при использовании различных средств пожаротушения.

Человечество столкнулось с пожарами, как реальной угрозой, еще на ранних этапах развития цивилизации. И по сей день они являются одной из главных опасностей, которая уносит ежегодно десятки тысяч людей, приносит глобальные материальные потери и миллиардный ущерб для экономики страны.

По статистике на 2017 год в России произошло 132406 пожаров, в которых погибло 7782 человек. С каждым годом число пожаров уменьшается, но это не уменьшает значимость данной проблемы. [1-3]

По числу пожаров в мировой статистике Россия занимает второе место совместно с такими странами, как США, Франция, Германия, Аргентина, Китай, Индия, Бразилия, Италия. А по числу жертв – первое, наряду с Пакистаном и Индией.

Несомненно, что разработка высококачественных методов борьбы с пожарами считается проблемой первостепенной важности в современном мире.

Целью работы было изучение влияния солей жесткости воды на эффективность огнетушащих свойств пенообразующих составов.

В зависимости от области применения пенообразователи в России согласно ГОСТ 4.99-83 делятся на две группы – общего и целевого назначения.

Пенообразователи общего назначения (ПО-ЗАИ, ПО-ЗНП, ПО-6НП и др.) имеют углеводородную основу и предназначены для получения пены или растворов смачивателей для тушения пожаров твердых сгораемых материалов (класс А) и горючих жидкостей (класс В).

Пенообразователи целевого назначения (фторированные) используются при тушении нефти, нефтепродуктов и полярных органических жидкостей. В эту же группу включен пенообразователь «Морской», имеющий углеводородную основу. Последний может применяться для получения пены с использованием морской воды и предназначен для тушения горючих жидкостей на судах и объектах морского флота. [4-5]

Синтетические пенообразователи предназначены для получения пены низкой, средней и высокой кратности. Получаемая из них пена недостаточно устойчива при контакте с нагретыми углеводородами и твердыми предметами. Поэтому за рубежом не рекомендуют применять ее для тушения пожаров в крупных резервуарах и при больших проливах. Пену средней и высокой

кратности рекомендуется применять для тушения пожаров в ангарах, корабельных отсеках, машинных залах, галереях и т.д.

Состав пленкообразующих пенообразователей определяют углеводородные и фторуглеродные пленкообразующие поверхностно-активные вещества. Фторуглеродный компонент служит для снижения поверхностного натяжения водного раствора пенообразователя до значения ниже, чем у нефтепродуктов. [6] В результате пленка раствора, который выделяется из пены, растекается по поверхности топлива и резко снижает его скорость испарения. Кроме того, фторуглеродный компонент пенообразователя придает пене инертность к углеводородным жидкостям, что существенно снижает возможность загрязнения пены топливом и позволяет подавать низкократную пену в очаг пожара навесной струей или в нижнюю часть резервуара под слой нефтепродукта. Огнетушащая эффективность пены из пленкообразующих пенообразователей типа АFFF значительно выше, чем пены из синтетических (углеводородных) пенообразователей [7].

Для опыта использовались пенообразователи двух видов: УПН Майское ПО-6АЗФ и УПН Снежное ПО-6ТФ. Испытания проводились в установке «Пена», предназначенной для определения времени тушения. В качестве горючего материала использовался н-гептан [7].

Представленные пенообразователи целевого назначения, синтетические, фторсодержащие, пленкообразующие, предназначенные для тушения пожаров классов А и В пеной низкой, средней и высокой кратности с использованием морской и пресной воды. Существуют в виде однородной жидкости без осадка и расслоения. Пенообразователи обладают кумулятивными свойствами в слабой степени, не вызывают раздражения верхних дыхательных путей, при однократном контакте оказывают слабое кожнораздражающее действие, при многократном – умеренно выраженное, при попадании на слизистые оболочки глаз вызывают развитие умеренно выраженного конъюнктивита.

Для получения воды различной жесткости в дистиллированную воду добавлялось разное количество солей хлорида кальция. В результате получилось пять образцов воды с жесткостью от 5 до 7 градусов, с шагом в 0,5 градуса.

Воздушно-механическую пену получали путем разбавления в 940 мл воды 60 мл пенообразователя. В ходе эксперимента в круглый стальной противень наливали 200 мл н-гептана, который свободно горел в течение двух минут. После этого подавалась пена в центр противня и засекалось время от начала подачи пены до полного прекращения горения [7]. Результаты проведенных исследований представлены в таблице.

Полученные результаты можно представить в виде графика (см. рис. 1.).

Таблица. Врем тушения н-гептана

Жесткость воды, °Ж	Время тушения, с.	
	УПН Майское ПО-6А3F	УПН Снежное ПО-6ТФ
5	11	12
5,5	13	14,5
6	14,5	16
6,5	17	18
7	19	19

Анализируя зависимости, представленные на рисунке можно констатировать, что с ростом жесткости воды объем и устойчивость пены уменьшается. Отсюда следует, что чем больше жесткость воды, тем больше времени требуется на тушение пожара. Значит, для наиболее эффективного пожаротушения необходимо использовать воду с минимальной жесткостью.

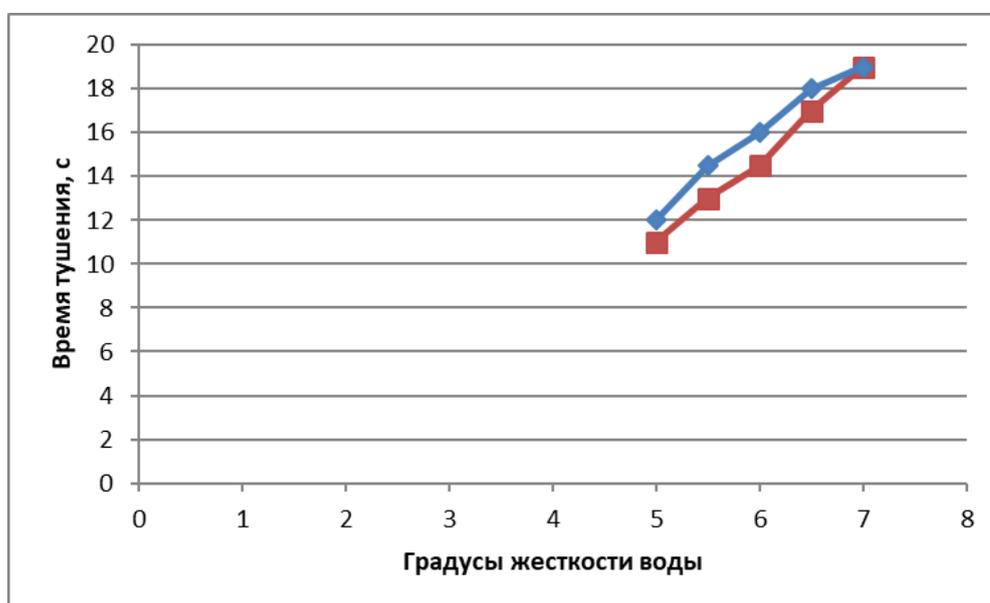


Рисунок. Зависимость времени тушения н-гептана от жесткости воды

В результате проведенного исследования с УПН Майское ПО-6А3F и УПН Снежное ПО-6ТФ установлено, что с увеличением жесткости воды, устойчивость пены снижается. Ее устойчивость зависит от таких факторов, как жесткость воды и заряд активного иона поверхностно активного вещества. Установлено, что с увеличением жесткости воды, увеличивается время тушения пожара и расход огнетушащих средств, для наиболее эффективного пожаротушения рекомендуется использовать воду с УПН Снежное ПО-6ТФ.

### Список литературы

1. Пожарная безопасность: учебник / под ред. Л. А. Михайлова. — Москва: Академия, 2013. — 223 с.

2. Петров, Сергей Викторович. Опасные ситуации техногенного характера и защита от них: учебное пособие / С. В. Петров, В. А. Макашев. — Москва: ЭНАС, 2008. — 224 с.
3. Терещнев, Владимир Васильевич. Пожарная тактика. Основы тушения пожаров: учебное пособие / В. В. Терещнев, А. В. Подгрушный; под ред. М. М. Верзилина. — Москва: Пожнаука, 2009. — 512 с.
4. Бабенко, Сергей Александрович. Человек и вода: монография / С. А. Бабенко, О. К. Семакина; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Юргинский технологический институт (ЮТИ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — 146 с.
5. Справочник инженера пожарной охраны: учебно-практическое пособие / В. С. Лебедев, Д. Б. Самойлов, А. Н. Песикин и др. — Москва: Инфра-Инженерия, 2005. — 765 с.
6. Горбань, Юрий Иванович. Пожарные роботы и ствольная техника в пожарной автоматике и пожарной охране / Ю. И. Горбань. — Москва: Пожнаука, 2013. — 352 с.
7. ГОСТ Р 50588-2012 Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний.