



Ufi  
Approved  
Event



# *RAO/CIS OFFSHORE 2023*

*Санкт-Петербург • 26–29 сентября*  
*September 26–29 • St. Petersburg*



**ТРУДЫ**

**PROCEEDINGS**

## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ ПЕННОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ ДЛЯ МОРСКИХ И СТАЦИОНАРНЫХ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ ПЛАТФОРМ И ДЛЯ СУДОВ

Евгений Дмитриевич ВЕСЕЛОВ, Сергей Александрович ПАНОВ, Юрий Константинович ПОТЕРЯЕВ, Татьяна Викторовна ПОТАПЕНКО (Группа компаний «Пожнефтехим»)

### TOPICAL ISSUES OF USING FOAM FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS FOR OFFSHORE AND STATIONARY OIL AND GAS PRODUCTION PLATFORMS AND FOR SHIPS

Evgeny D. VESELOV, Sergey A. PANOV, Yury K. POTERYAEV, Tatiana V. POTAPENKO (Pozhneftekhim Group of Companies)

The bans on equipment supplies for the shipbuilding and oil and gas industries introduced in 2022 forced all market players to sharply increase the rate of import substitution. Even in such a universal area as foam fire extinguishing, import substitution is not solved by "marinization", i.e. adaptation and modification of "land-based" standard products for marine version. Accelerated development, testing and manufacturing of products does not mean their primitivization, it is important not to reduce the level of reliability and quality set in international standards for safety at sea. The article outlines some of the problems and their solutions.

Введенные в 2022 году запреты поставок оборудования для судостроительной и нефтегазовой отраслей вынудили всех участников рынка резко увеличить темп импортозамещения. Даже в такой универсальной области, как пенное пожаротушение, импортозамещение не решается «маринизацией», т.е. адаптацией и доработкой «сухопутных» типовых изделий под морское исполнение. Ускоренная разработка, тестирование и вывод в производство изделий не означает их примитивизацию, важно не снижать уровень надежности и качества, заданный в международных стандартах по безопасности на море.

Далее изложены некоторые из проблем и их решения.

#### 1. ОТСТАВАНИЕ СЛОЖИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОТ СОВРЕМЕННЫХ РАЗРАБОТОК И ТРЕБОВАНИЙ МЕЖДУНАРОДНЫХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

##### 1.1 Системы централизованного хранения и дозирования пенообразователя с заполненными растворопроводами

Со времен СССР стандартные технологические схемы систем пенного пожаротушения для морских платформ и судов включали в себя единую центральную систему хранения и дозирования пенообразователя. По объекту прокладываются заполненные растворопроводы, на которых в непосредственной близости от объекта защиты размещается дренажный узел управления.

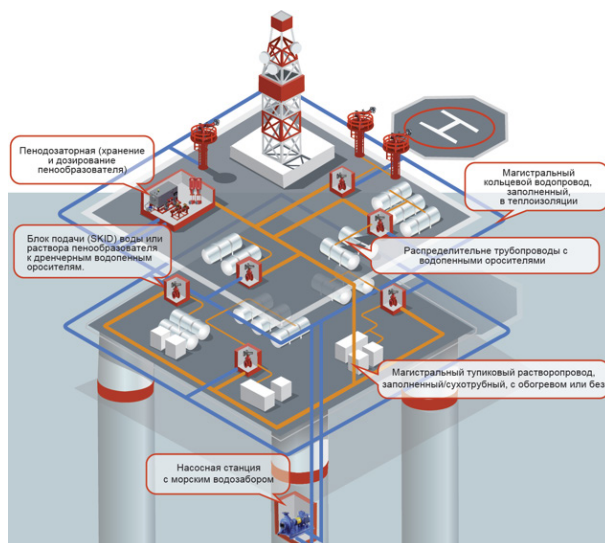


Рисунок 1. Принципиальная схема системы пенного пожаротушения с централизованной системой хранения и дозирования пенообразователя на примере морской платформы

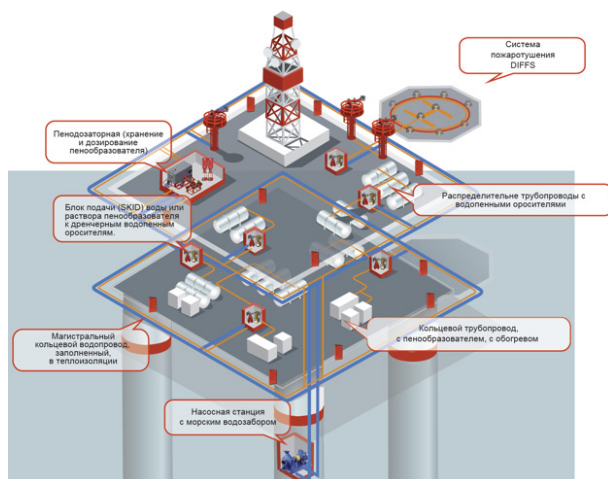
Важно понимать, что в прошлом веке в целом уделялось мало внимания экологии, даже в таких хрупких экосистемах как Арктика. Пенообразователи для тушения пожаров были биологически жесткими, т.е. не подвергающимися разрушению в окружающей среде. Такие пенообразователи могли храниться в растворе десятилетиями, без потери своих огнетушащих свойств.

В 2011 году Россия ратифицировала Стокгольмскую конференцию о стойких органических загрязнителях, по сути, запретившую производить и использовать некоторые ключевые компоненты для прежних пенообразователей (перфтороктансульфонаты и перфтороктанкарбоксилаты).

Новые биоразлагаемые пенообразователи разрушаются от микрофлоры в воде за считанные месяцы. Так, например, анаэробные сульфатвосстанавливающие бактерии используют сульфат, присутствующий в морской воде, в качестве окислителя для метаболизма органических компонентов фторсинтетического плёнообразующего пенообразователя AFFF (по международной классификации и ГОСТ Р 50588-2012), производя сероводород в качестве побочного продукта. Подробнее эти механизмы для пенообразователей AFFF описаны в статьях [1, 2]. Сероводород и уничтожение компонентов пенообразователя снижает огнетушащую эффективность раствора, ускоряет коррозию трубопроводов. В других типах пенообразователя влияние бактерий еще более разрушительное и скоротечное. При пожаре, такой раствор не способен будет потушить очаг и, наоборот, эскалирует аварию. Для поддержания установки в работоспособном состоянии необходимо заменять раствор пенообразователя в трубопроводах каждые 2 месяца (значение усредненное. Точные данные зависят от пенообразователя и морской воды и определяются экспериментально в каждом отдельном случае).

Решение предлагается в переходе на системы централизованного хранения и распределенного дозирования пенообразователя. По объекту прокладываются заполненные водой трубопроводы и независимо от них трубопроводы с пенообразователем. В непосредственной близости от зоны тушения рядом с узлом управления предусматривается напорный балансирующий дозатор. Такие решения реализованы на МЛСП «Приразломная» и блок-кондукторе для обустройства 2-й очереди месторождения им. Ю. Корчагина.

Система обладает преимуществами предшествующей, но снижает затраты на регламентные работы, связанные с периодической заменой раствора пенообразователя.

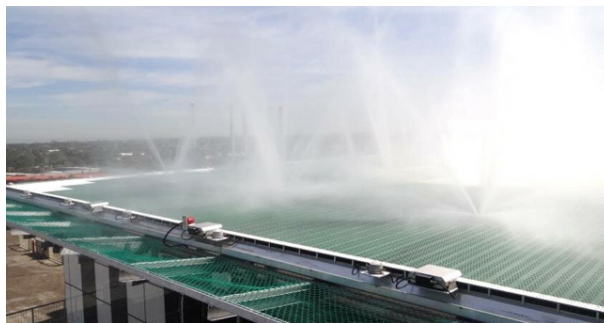


**Рисунок 2** Принципиальная схема системы пенного пожаротушения с системой централизованного хранения и распределенного дозирования пенообразователя на примере морской платформы

### 1.2 Вертодромы: инерционность и всплывающие оросители

Вертолетная площадка – обязательный атрибут морских платформ и крупных судов, предназначенных для вод Северного ледовитого океана. В России для защиты вертодромов часто используются лафетные стволы и генераторы пены низкой кратности. Это оборудование не оптимально из-за влияния ветровых нагрузок на динамику огнетушащего вещества: пена средней кратности сдувается при ветре 1-3 м/с [3]; ветер в 4,5 м/с снижает дальность даже компактной водяной струи на 40% [4].

Такой подход противоречит сложившимся инженерным практикам, применяемым в развитых странах. Так, стандарт NORSOK standard S-001 [5] указывает, что применение лафетных стволов должно быть обосновано только невозможностью применения всплывающих насадков, интегрированных в вертодром. Документ учитывает стремительное развитие пожара и требует инерционность пуска системы пожаротушения не более 20 секунд [5].



**Рисунок 3. Фрагмент испытаний всплывающих насадок для вертолетной площадки**

Легитимный для российских нефтяных платформ ICAO Doc 9261-AN/903 “Руководство по вертодромам” (рев. 2020 года) [6], также рекомендует применение всплывающих насадок, имеющих преимущество перед лафетными стволами за счет распределенного и эффективного нанесения пены при любых ветровых нагрузках.

Такая система тушения должна быть способна сократить тепловой поток от пожара при крушении вертолета на 90% не позднее 1 минуты с момента активации системы при любых погодных условиях, предусмотренных в местности размещения вертодрома. Требуемая инерционность подачи огнетушащего вещества: не более 15 секунд с момента активации системы до подачи пены с требуемой интенсивностью.

Рекомендации на приоритет использования всплывающих насадок также указаны в NFPA 418 “Standard for heliports” и CAP 437 “Standards for offshore heliporter landing areas”.

Основные документы для корабелов [7-8], не содержит сведений об инерционности и рекомендация по выбору средств получения и доставки пены. Вероятная причина заключается в том, что до недавнего времени всплывающие насадки в России не производились.

ГК «Пожнефтехим» разработала, производит и внедряет это и другое важное для пенного пожаротушения оборудование.

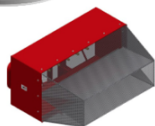
## 2 ПРОБЛЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ГЕНЕРАТОРОВ ПЕНЫ ВЫСОКОЙ КРАТНОСТИ

Многолетняя зависимость от импорта некоторого оборудования привела к тому, что в России отсутствуют полигоны и лабораторные стенды для выполнения испытаний согласно циркуляров.

Так, например, в Circ. 1384 [9] для сертификации генераторов пены высокой кратности (ГВПЭ) перечислено 16 видов испытаний, большинство из которых не используется для сертификации аналогичных генераторов, предназначенных для суши. Для испытаний необходимо создавать уникальное оборудование и макеты, провести большое количество лабораторных тестов на различные виды коррозии.

До недавнего времени, на отечественных судах применяли генераторы зарубежного производства, но в 2023 году срок действия свидетельства о типовом одобрении (СТО) истек и Россия осталась без ГВПЭ.

Специалисты «Пожнефтехим» доработали конструкции ГВПЭ для суши и рецептуры пенообразователей для создания комплекта. В таблице приведено сравнение некоторых технических характеристик ГВПЭ «Фаворит» и предыдущего поколения генераторов, применявшихся для судостроения.



Расход раствора пенообразователя, л/с: 4,17

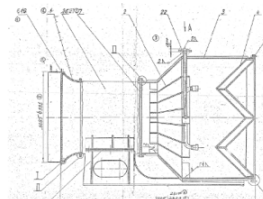
Кратность: около 600

Масса, кг: не более 55

Габаритные размеры, мм: 930x1200x590

Объем, куб.м.: 0,66

Энергопотребление, кВт: не требуется



Расход раствора пенообразователя, л/с: 4,17

Кратность: около 1000

Масса, кг: 480

Габаритные размеры, мм: 2230x1260x1417

Объем, куб.м.: 3,98

Энергопотребление, кВт: 10

**Рисунок 4. Сравнение основных характеристик ГВПЭ и генераторов пены высокой кратности ГВП**  
ГВПЭ в настоящее время проходит испытания для получения СТО.

### 3 ПЕНООБРАЗОВАТЕЛИ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

Вкратце об изменении требований к пенообразователям написано в разделе 1.1. Токсикологические свойства эффективных и широко применяемых пенообразователей типов AFFF и AFFF/AR, несмотря на более экологичные фторПАВ (поверхностно-активные вещества) с числом атомов в перфторированном радикале C4-C6, остаются весьма высокими. Для Арктики экологичность крайне важна из-за короткого лета, в течение которого сохраняют активность биоассимилирующие ПАВ микроорганизмы, а также вследствие пристального внимания экологических организаций.

Решить проблему загрязнения окружающей среды могут современные пенообразователи, не содержащие перфторированных соединений.

ГК «Пожнефтехим» провела научно-исследовательскую работу по созданию пенообразователя типа «Аквафом S/AR» и исследованию его экологических свойств. Испытания на биоразлагаемость и фитотоксичность провели в Испытательном центре поверхностно-активных веществ, моющих средств и лакокрасочных материалов в г. Щебекино [10].

При идентичных нормативных интенсивностях подачи пен низкой и средней кратности для полярных и неполярных жидкостей, пенообразователь «Аквафом S/AR» имеет лучшие экологические характеристики относительно пенообразователя AFFF [11].

При выборе пенообразователя следует учитывать, что фторированные пенообразователи AFFF и AFFF/AR на огневых испытаниях демонстрируют более эффективную защиту от повторного воспламенения.

### 4 СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОРОШЕНИЯ

Согласно п. 3.1.8 [8], зоны размещения технологического оборудования, емкостей для сжатого газа (кислорода, ацетилена) следует защищать установками водяного орошения. Современная энергетика требует использования газозовов и платформ гравитационного типа с расположенными на них производственными мощностями для получения сжиженного природного газа (СПГ). Защита оборудования и резервуаров от теплового воздействия при пожаре – крайне важная задача.

В Правилах [8] не указан способ орошения (сверху или орошение по всей поверхности оборудования) и интенсивности орошения для СПГ, других опасных криогенных жидкостей и газов.

Как показывает исследование [12], способ орошения играет значимую роль для предотвращения взрывов и иных видов эскалации аварий. В экспериментах испытывали горизонтальный цилиндрический резервуар под давлением с сжиженными углеводородными газами (СУГ). СУГ – гораздо менее опасное вещество с точки зрения пожарной опасности нежели СПГ или ацетилен.

Емкость с СУГ подвергали воздействию струйного горения пропана из 20 форсунок. В экспериментах обеспечивали орошение только сверху или равномерное орошение по всей площади. В первом случае стенки разогрелись до критической 400 °С за несколько минут. Во втором случае, температура не превышала 110 °С в течение 90 минут, пока не выгорел весь газ, выпускаемый через предохранительный клапан. Особенно важно, что интенсивность равномерного орошения была в 2,5 раза меньше, чем в орошении только сверху.



**Рисунок 5. Фрагмент огневых испытаний емкости с СУГ**

Для равномерного орошения технологического и емкостного оборудования с сжатыми и сжиженными газами, а также емкостями под давлением, специалисты «Пожнефтехим» разработали насадки равномерного орошения НРО с уникальными для российского рынка характеристиками.




Таблица 1. Сравнение технических характеристик насадков равномерного орошения с аналогами

Наименование параметра	Значения параметров		
	Насадок равномерного орошения НРО	Ороситель центробежный ОЦ	Ороситель эвольвентный ОЭ
Наименование оросителя			
Производитель	ООО «Пожнефтехим»		
Внешний вид			
Диапазон рабочих давлений, МПа	0,1 + 1,0	0,1 + 1,6	0,15 + 1,0
Коэффициент производительности, К	Любое значение из диапазона по заказу: 0,1 + 0,5	0,13 для ОЦ-9 0,16 для ОЦ-12	0,28 для ОЭ-16 0,85 для ОЭ-25
Угол распыла, α	Любое значение из ряда по заказу: 60°, 75°, 90°, 105°, 120°	80** для ОЦ-9 70** для ОЦ-12	80**

\*-согласно данным эюр орошения

Для защиты путей эвакуации и организации водяных завес разработаны плоскоструйные оросители ОРК.

Таблица 2. Сравнение технических характеристик плоскоструйных оросителей ОРК с аналогами

Наименование параметра	Значения параметров		
	Ороситель для резервуаров и колонн ОРК	Ороситель для водяных завес ЗВН-8, ЗВН-15	Ороситель для водяных завес ЗВН-12
Наименование оросителя			
Производитель	ООО «Пожнефтехим»		
Внешний вид			
Диапазон рабочих давлений	0,1 + 1,0	0,05 + 1,0	0,1 + 1,0
Коэффициент производительности, К	Любое значение из диапазона по заказу: 0,05 + 0,9	0,19 для ЗВН-8 0,40 для ЗВН-15	0,26
Угол распыла, α	Любое значение из диапазона по заказу: 60°+150°	100°+120° в зависимости от давления	53±2 при 0,1 + 0,2 МПа 63±2 при 0,3 + 0,4 МПа
Угол наклона относительно горизонта при вертикальном расположении оросителя, β	Любое значение из диапазона по заказу: 0°+ 50°	0°	90°

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Импортозамещение в области пожарной безопасности в судостроительной отрасли – важный и сложный процесс, требующий не только разработки нового оборудования для эксплуатации в жестких морских условиях, но и разработки методик испытаний и создания стендов и целых экспериментальных комплексов.

ГК «Пожнефтехим» - одна из немногих организаций, вкладывающей значительные ресурсы в этом направлении в кооперации с МЧС и РМРС.

Мы надеемся, что наши решения вызовут интерес у специалистов пожарной и экологической безопасности и найдут широкое применение на объектах различных отраслей промышленности, в том числе в нефте- и газодобыче в Арктике.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sheinson, R.S., Williams, B.A. Preserving Shipboard AFFF Fire Protection System Performance While Preventing Hydrogen Sulfide Formation. Fire Technology 44, 283–295 (2008). <https://doi.org/10.1007/s10694-007-0032-6>

2. Андреева Д. Д., Фахрутдинов Р. З. Коррозионно-опасная микрофлора нефтяных месторождений // Вестник Казанского технологического университета. 2013. №10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/korroziionno-opasnaya-mikroflora-neftyanyh-mestorozhdeniy> (дата обращения: 07.08.2023)
3. Мироньчев А.В. Инженерные решения противопожарной защиты стационарных нефтегазовых платформ на арктическом шельфе. Труды 13-й Международной конференции и выставки по освоению ресурсов нефти и газа Российской Арктики и континентального шельфа стран СНГ (RAO / CIS Offshore 2017). 12–15 сентября 2017 года, Санкт-Петербург — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. — 448 с. ISBN 978-5-93808-315-9
4. Горбань Ю.И. Пожарные роботы и ствольная техника в пожарной автоматике и пожарной охране. – М.: Пожнаука, 2013. – 352 с. ISBN 978-591444-023-8
5. NORSOK Standard S-001:2020 Technical safety
6. ICAO Doc 9261-AN/903 “Руководство по вертодромам” (рев. 2020 года)
7. НД № 2-020101-174 Правила классификации и постройки морских судов. Часть VI Противопожарная защита. Версия 01.07.2023
8. НД № 2-020201-019 Правила классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок и морских стационарных платформ. Часть VI. Противопожарная защита. Версия 01.02.2023
9. MSC.1/Circ.1384 “Guidelines for the testing and approval of fixed high-expansion foam systems”, 10 December 2010 / International Maritime Organization, London, England
10. Веселов Е.Д., Панов С.А., Авдонин Г.А., Севостьянов П.В., Потапенко Т.В. Решение проблем экологической безопасности при применении пленкообразующих пенообразователей. Труды 12-й Международной конференции и выставки по освоению ресурсов нефти и газа Российской Арктики и континентального шельфа стран СНГ (RAO / CIS Offshore 2015). 15-18 сентября 2015 года, Санкт-Петербург — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2015. — 497-499 страницы. ISBN 978-5-93808-256-4
11. Письмо №10 от 16.02.2018 г. от Испытательного центра поверхностно-активных веществ, моющих средств и лакокрасочных материалов «О возможности сброса раствора пенообразователя Аквафом S/AR после использования в водоемы»
12. В. Droste and W. Schoen. Investigations of water spraying systems for LPG storage tanks by full scale fire tests Journal of hazardous materials, Volume 20, December 1988, Pages 73-82 [https://doi.org/10.1016/0304-3894\(88\)87007-9](https://doi.org/10.1016/0304-3894(88)87007-9)