



Мир технологий
пожарной безопасности

Разработано « 25 » мая 2021 г.

Москва, Санкт-Петербург

Проект «Пожнефтехим-Эксперт». Выпуск 19.

КОМПРЕССИОННАЯ ПЕНА. МИФЫ И РЕАЛЬНОСТЬ

Нормативно-технический анализ пожаротушения компрессионной пеной.

Заместитель руководителя

Заместитель руководителя по развитию

Руководитель отдела пенообразователей

Руководитель нормативного отдела

к.т.н. Панов С.А.

к.т.н. Потеряев Ю.К.

к.х.н. Потапенко Т.В.

Титенков С.В.

ООО «Пожнефтехим». Основано в 2004 году

Оборудование и пенообразователи для пожаротушения. Проектирование систем пожаротушения

ИНН 7810315876 КПП 781001001 ОГРН 1047815006524 ОКВЭД 71.12.12, 29.24.2, 45.31, 45.33, 45.34, 51.14.2, 51.17, 74.30.9, 80.42

В минувшие несколько лет в России активизировались усилия по продвижению установок пожаротушения газонаполненной пеной, полученной компрессионным способом (компрессионной пеной). Указанный вид огнетушащего вещества был разработан в Германской империи до начала Первой мировой войны, но практическое применение обрел лишь на стыке XX и XXI веков, в конце 90-х годов. В России его декларируют как инновационный.

К любой «инновации» нужно подходить с осторожностью, особенно в сфере обеспечения пожарной безопасности людей и объектов. Недостаточное понимание сути нововведений может привести к серьезным последствиям.

В настоящее время часто можно услышать мнение о преимуществах компрессионной пены на основе AFFF по сравнению с воздушно-механической пленкообразующей пеной низкой кратности также на основе AFFF, что говорит о низком уровне осведомленности о данном виде огнетушащего вещества. Действительно, информации на русском языке об этом недостаточно, а в открытых источниках приводятся неполные, зачастую с ошибочной трактовкой сведения.

Специалисты ГК «Пожнефтехим» провели детальную нормативно-техническую оценку по вопросам реализации установок пожаротушения компрессионной пеной в России, изучили мировой опыт их проектирования и применения. В связи с этим, считаем необходимым довести до заинтересованных лиц следующую информацию.

Основные тезисы о «преимуществах» пожаротушения компрессионной пеной	Нормативно-техническая оценка
1. Компрессионная пена имеет преимущества по сравнению с полидисперсной пленкообразующей пеной низкой кратности на основе пенообразователей типа AFFF.	В соответствии с положениями международного стандарта NFPA® 11:2010 «Стандарт для пены низкой, средней и высокой кратности» компрессионная пена и пленкообразующая пена на основе пенообразователей типа AFFF не являются конкурирующими огнетушащими веществами, так как имеют разные характеристики, назначение и область применения.
2. Преимущества компрессионной пены определяются ее гомогенностью или монодисперсностью (пузырьки имеют одинаковый размер), что обеспечивает: - повышенную устойчивость; - повышенную адгезию (способность удерживаться на не горизонтальных поверхностях).	Данные свойства действительно характерны для компрессионной пены, но они не являются преимуществами, особенно при тушении ЛВЖ и ГЖ. Необходимо учитывать, что: <ul style="list-style-type: none">• устойчивость компрессионной пены препятствует быстрому образованию изолирующей тонкой пленки на поверхности горючего;• повышенная адгезия значительно снижает растекаемость пены по поверхности горючего. Поэтому, если рассматривать применение компрессионной пены для тушения объектов с обращением и хранением горючих жидкостей, данные свойства являются серьезными недостатками. У специалистов возникает логичный вопрос: «Для чего в этом случае пена генерируется монодисперсной?» Ответа на этот вопрос в открытых источниках найти практически невозможно.

Ответ – монодисперсность необходима для обеспечения сохранности пены при ее движении по протяженным трубопроводам или пожарным рукавным линиям без разделения на среды газ/жидкость. Соответственно, получаемые при этом недостатки компрессионной пены являются «вынужденными».

Обоснование данных положений несложно найти в нормативных документах.

Анализ п.5.4 ГОСТ Р 50588 «Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний (с Поправкой)» и приложения С ISO 7076-5 «Пожарная безопасность. Системы пенного пожаротушения. Часть 5. Стационарное оборудование генерирования компрессионной пены» показывает, что скорость выделения изолирующей тонкой пленки из компрессионной монодисперсной пены более чем в 8 раз ниже, чем из полидисперсной.

Подтверждением низкой степени растекаемости компрессионной пены являются результаты анализа п.5.4 ГОСТ Р 50588, ISO 7076-5 «Пожарная безопасность. Системы пенного пожаротушения. Часть 5. Стационарное оборудование генерирования компрессионной пены», п.6.2, а также NFPA® 11:2010 «Стандарт для пены низкой, средней и высокой кратности», п. 7.16.1.

Например, при определении огнетушащей способности пен применяются принципиально разные методики:

- в ГОСТ Р 50588 применяется способ тушения с растеканием полидисперсной пленкообразующей пены по поверхности горючего;
- в ISO 7076-5 применяется способ тушения с подачей компрессионной пены через дренчерные оросители на всю поверхность горючего.

Согласно п. 7.16.1 NFPA® 11:2010, установки пожаротушения компрессионной пеной должны проектироваться с подачей пены одновременно на всю защищаемую площадь.

В свою очередь, полидисперсность (разные размеры пузырьков) пены низкой кратности на основе пенообразователей AFFF способствует быстрому ее растеканию по всей поверхности горючего (в т.ч. в «затененные» зоны), а также быстрому выделению из пены тонкой изолирующей пленки.

Это является основой эффективности технологий с использованием полидисперсной пены низкой кратности на основе пенообразователей типа AFFF.

Данные отличительные свойства определяют разные области применения рассматриваемых технологий пожаротушения.

Согласно главе 5 NFPA® 11:2010, полидисперсная пленкообразующая пена на основе пенообразователей типа AFFF применяется для защиты:

- резервуаров;
- сливноналивных эстакад;
- помещений, связанных с обращением горючих жидкостей;

	<ul style="list-style-type: none">• обвалованных и не обвалованных областей разлива горючего. <p>В соответствии главой 7 NFPA® 11:2010, область применения пожаротушения компрессионной пеной не определена. При этом, мировая практика подтвердила реальную эффективность и обоснованность применения компрессионной пены в следующих случаях:</p> <ul style="list-style-type: none">• при тушении пожаров в многоэтажных зданиях от передвижной пожарной техники с целью свести к минимуму ущерб от пролива помещений по вертикали вниз;• при тушении пожаров в высотных зданиях с целью обеспечить подачу огнетушащих веществ на большую высоту без использования насосных агрегатов большой мощности;• при тушении пожаров в помещениях, где в начальной стадии пожара происходит быстрое заполнение объема продуктами горения с определенными свойствами, при наличии которых получение воздушно-механической пены невозможно;• для подачи огнетушащей пены на большие расстояния по рукавным системам при использовании мобильной пожарной техники и т.п.
<p>3. Для обоснования технических решений при проектировании установок пожаротушения компрессионной пеной возможно применение главы 7 NFPA® 11:2010, включенной в Перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».</p>	<p>Необходимо отметить, что согласно международным стандартам NFPA® 11:2010 и ISO 7076-5 обоснование и применение установок пожаротушения компрессионной пеной в проектах производится в несколько этапов:</p> <ul style="list-style-type: none">• изучение характеристик защищаемого объекта и обрабатываемых горючих веществ;• предварительный подбор производителем соответствующих характеристик пенообразователя (по сравнению с ГОСТ Р 50588 за рубежом сертифицируются пенообразователи по разным типам и с разными качественными характеристиками. Допустим, для пенообразователей типа AFFF существует порядка 5-ти сортов по качеству), выбор кратности (от 3-х до 10-ти и выше) и соответствующей интенсивности подачи пены;• сертификация установки пожаротушения компрессионной пеной (пеногенерирующее оборудование, конкретный тип пенообразователя, оросители и т.д.) производится в целом на соответствие ISO 7076-5 согласно заявленным характеристикам по интенсивности, кратности, устойчивости и т.д.);• разработка проектных решений с учетом подтвержденных характеристик по ISO 7076-5 и с учетом требований главы 7 NFPA® 11:2010. <p>В свою очередь, в российских проектах в большинстве случаев принимается минимально возможная интенсивность, указанная в главе 7 NFPA® 11:2010, применяется пенообразователь с минимальными качественными характеристиками согласно ГОСТ Р 50588 и оборудование для получения и подачи компрессионной пены, прошедшее добровольную сертификацию согласно требованиям технических условий, разработанных самими производителями.</p> <p>С учетом данной ситуации приводим следующие пояснения:</p>

- согласно п. 7.15 главы 7 NFPA® 11:2010 интенсивность пожаротушения, принимаемая при проектировании, должна соответствовать нормам для конкретных объектов и указаниям производителя оборудования, но должна быть не менее 0,027 л/(с·м²) при тушении углеводородов и 0,038 л/(с·м²) для спиртов и кетонов. При этом, в п. 7.3.1.2.1 NFPA® 11:2010 также указано, что производительность установки и свойства пенного концентрата должны выбираться в зависимости от характера горючего вещества и параметров защищаемого объекта. При этом следует обеспечить соответствие нормам, применяемым при защите соответствующих объектов;
- дополнительно нужно учитывать, что в соответствии с ISO 7076-5 стационарная система пожаротушения компрессионной пеной должна быть разработана в соответствии с требованиями не только главы 7 NFPA 11-2010, но и в соответствии с п. 5.2.1 ISO 7076-5;
- в п. 5.2.1 ISO 7076-5 указано, что стационарная система пожаротушения компрессионной пеной должна пройти огневые испытания в соответствии с разделом 6 указанного стандарта.
- согласно п. 7.16.1 NFPA® 11:2010, установки пожаротушения компрессионной пеной должны проектироваться с подачей пены одновременно на всю защищаемую площадь (т.к. растекаемость практически отсутствует).

С учетом вышеизложенного, принятие указанных в главе 7 NFPA® 11:2010 интенсивностей без осуществления учета действующих норм на конкретные объекты и без проверки огнетушащей способности компрессионной пены под конкретные условия защищаемого объекта и характеристики горючих жидкостей в соответствии с разделом 6 ISO 7076-5, не допустимо.

Кроме этого, для обоснования технических решений при проектировании установок пожаротушения компрессионной пеной на основе главы 7 NFPA® 11:2010 необходимо обеспечить выполнение требований:

- п. 7.1.2. Все оборудование должно быть включено в Перечни в соответствии с их назначением (по сути, это требование по наличию сертификатов на соответствие международным стандартам ISO и т.п.);
- п. 7.2.5. Система водоснабжения должна быть спроектирована и смонтирована в соответствии с требованиями NFPA 24 (т.е. в проекте необходимо выполнить обоснование соответствия системы водоснабжения данному стандарту);
- п. 7.3.1.1. Пенный концентрат должен быть включен в Перечень (по сути, это требование по наличию сертификата на соответствие международным стандартам ISO);
- п. 7.4.2.2. Сосуды, работающие под давлением, должны быть сконструированы таким образом, чтобы отвечать требованиям Министерства транспорта США или Канадской транспортной комиссии;
- п. 7.4.2.2.1. Сосуды должны быть сконструированы, изготовлены, проверены, сертифицированы и

	<p>промаркированы в соответствии с разделом VIII стандарта ASME «Коды по котлам и сосудам высокого давления»;</p> <ul style="list-style-type: none">• п. 7.4.6. Воздушный компрессор. Компрессоры, используемые в качестве источника воздуха, должны быть включены в Перечень оборудования, используемого для противопожарных систем (по сути, это требование по наличию сертификата на соответствие международным стандартам ISO и т.п.);• п. 7.5. Способ генерирования пены компрессионным методом должен быть включен в Перечень (по сути, это требование по наличию сертификата на соответствие международному стандарту ISO 7076-5);• п. 7.7.1. Выпускные устройства для пены, генерируемой компрессионным методом, должны быть включены в Перечень в соответствии с назначением (по сути, это требование по наличию сертификата на соответствие международному стандарту ISO 7076-5) и т.п. <p>Таким образом, отдельная глава 7 NFPA® 11:2010, включенная в Перечень документов в области стандартизации, для обеспечения соответствия требованиям Федерального закона от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», практически не применима.</p>
<p>4. Применение установок пожаротушения компрессионной пеной решает проблему с сеточными генераторами пены, не устойчивыми к тепловым воздействиям</p>	<p>В технологиях пожаротушения полидисперсной пленкообразующей пеной на основе пенообразователей типа AFFF применяются камеры пены низкой кратности (КНП) резервуарные, а также дренчерные оросители специального назначения (типа УВПН), не имеющие в своем составе пеногенерирующие пакеты сеток. Материалы, из которых они изготавливаются, выдерживают воздействие температуры более 1000 градусов Цельсия.</p>
<p>5. Если подача пены при пожаре должна осуществляться в течение максимум 1 мин (до образования кипящего слоя горючего), необходимо применять компрессионную пену, которая имеет более высокую скорость движения по пенопроводам и обеспечивает выполнение данного условия.</p>	<p>Скорость движения пены по трубопроводам действительно выше, чем скорость раствора пенообразователя. Но данный вопрос неактуален при проектировании систем пожаротушения, т.к. при заполнении сухотрубных участков скорость движения раствора будет в пределах 6-8 м/с, а длина данных участков обычно не превышает 250 метров (т.е. время движения составляет менее 1 мин).</p> <p>Основные проблемы с задержкой подачи огнетушащих веществ автоматическими и автоматизированными установками пожаротушения возникают по причинам выхода из строя систем обнаружения пожаров в период возникновения пожаров, их некорректной работы, а также из-за различных субъективных факторов. Это характерно для любых установок пожаротушения.</p> <p>Согласно таблице 3 ГОСТ Р 50588, проверка огнетушащей способности полидисперсной пены низкой кратности проводится после времени свободного горения (не менее 120 с), обеспечивающего разогрев горючего до состояния кипения, при интенсивности в 1,5 раза меньшей, чем принимается при проектировании. Нормативное время тушения при этом составляет не более 90 с (в 6 раз меньше, чем принимается при проектировании). Время до повторного воспламенения</p>

	<p>обеспечивается не менее 450 с при размещении в центре противня раскаленного тигля с горячей жидкостью.</p> <p>Справочная информация. Согласно ISO 7076-5 (приложение С) для компрессионной пены время свободного горения принимается не более 15 с (для оросителей) и не более 1 мин для других подтвержденных устройств. Время тушения с применением AFFF не более 180 с, т.е. в два раза больше, чем по ГОСТ Р 50588. Повторное воспламенение проверяется со значительно более «мягкими условиями», а именно проходом факела над поверхностью пены. Потом дается время на выделение изолирующей пленки еще 6 мин и осуществляется повторный проход факела. Только еще через 2 мин зажигается «условный тигель» в центре противня, после чего оценивается возможность тушения путем растекания компрессионной пены без нормирования времени.</p> <p>Очевидно, что данные методики подтверждают информацию, изложенную в п. 2 настоящей таблицы.</p>
<p>6. Струи компрессионной пены при подаче на очаг пожара устойчивы к конвективным потокам, возникающим при горении ЛВЖ и ГЖ</p>	<p>Способность сопротивления конвективным потокам, возникающим при горении ЛВЖ и ГЖ, – это важнейший вопрос при определении и размещении технических средств подачи пены при проектировании.</p> <p>Предлагаем визуально сравнить динамику подачи струй полидисперсной пены при их подаче:</p> <ul style="list-style-type: none">• на возможные зоны разлива горючих жидкостей https://www.youtube.com/watch?v=zoc1ODn3B80&t=1s;• в резервуары с помощью камер пены низкой кратности https://www.youtube.com/watch?v=PtDv4DKcQJc&t=2s;• на железнодорожные цистерны с помощью дренчерных оросителей специального назначения https://www.youtube.com/watch?v=4OMsRjO2nWQ ;• в помещения с использованием пены высокой кратности https://www.youtube.com/watch?v=nzql6z6psR8&t=38s ; <p>с видео материалами, представленными для демонстрации компрессионной пены</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=X0_dKxjIW7E.</p> <p>При сопоставлении этих данных с видео пожаров на объектах с хранением и обращением ЛВЖ и ГЖ, иллюстрирующих динамику горения, выводы, по нашему мнению, очевидны. Полидисперсная пена низкой кратности и даже пена высокой кратности более устойчива к конвективным потокам, чем компрессионная.</p>

<p>7. Установки пожаротушения компрессионной пеной более экономичны по сравнению с системами пожаротушения полидисперсной пеной низкой кратности</p>	<p>Системы пожаротушения компрессионной пеной имеют дополнительное оборудование для подачи воздуха (баллоны или компрессоры), что неизбежно приводит к дополнительным затратам:</p> <ul style="list-style-type: none">• на указанное оборудование;• на автоматизацию;• техническое обслуживание. <p>Пониженная интенсивность пожаротушения действительно позволяет снизить расходы и запасы огнетушащих веществ, но это, как правило, не приводит к компенсации вышеуказанных дополнительных расходов.</p> <p>Также следует учитывать вопрос обеспечения экономических показателей систем пожаротушения компрессионной пеной за счет применения в проектах пониженных интенсивностей пожаротушения со ссылкой на п.7.15 NFPA® 11:2010, который подробно рассмотрен в начале п. 3 настоящей таблицы.</p>
<p>8. Установка пожаротушения компрессионной пеной может применяться для тушения резервуаров, ж/д эстакад и подобных объектов</p>	<p>Это противоречит положениям главы 5 NFPA® 11:2010.</p> <p>Практическая реализация технологии пожаротушения компрессионной пеной на данных объектах с учетом оценки данных по растекаемости и образованию изолирующей тонкой пленки приведет, по нашему мнению, к созданию неэффективных и неработоспособных систем пожаротушения.</p> <p>Выявление фактов применения компрессионной пены без учета положений NFPA® 11:2010 и ISO 7076-5 при сотрудничестве с зарубежными компаниями, в т.ч. страховыми, может привести к серьезным проблемам при реализации совместных проектов.</p>
<p>9. Эффективность применения установки пожаротушения компрессионной пеной для тушения резервуара подтверждена полигонными испытаниями</p>	<p>Приводим анализ эксперимента по тушению резервуара РВС 2000 компрессионной пеной, видео которого размещено в открытом доступе</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=m9z1BAG4zRE</p> <p>При проведении таких исследований создается водяная подушка, сверху которой наливается топливо (как правило, дизельное топливо) в количестве, эквивалентном методике испытаний согласно ГОСТ Р 50588. Для данного резервуара оно составит около 10 м³ для создания слоя горючего высотой 5,3 см. Для оптимизации расходов топлива время свободного горения обычно принимают 1 мин. Этого достаточно для образования верхнего кипящего слоя. Скорость выгорания горючего составляет 0,25 м/ч (0,4 см/мин). При ветре 8-10 м/с скорость выгорания может увеличиваться на 30-50% («Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках», таблица 1.1).</p> <p>В данном случае время свободного горения принято 3 мин, что нерационально, имеет неопределенную цель, но, по всей видимости, принято на основании п. А.4 СП 155.13130.2014.</p> <p>Сопоставить время свободного горения, количество горючего и высоту выгоревшего слоя с временем тушения не представляется возможным, т.к. данные не указаны.</p>

Также не указаны данные по интенсивности тушения.

При тушении таких пожаров наиболее сложные зоны для тушения – это места соприкосновения раскаленного металла и изолирующего слоя пены. Согласно методике испытаний по ГОСТ Р 50588, проверяется возможность тушения горючего полидисперсной пеной низкой кратности при соприкосновении с раскаленными бортами, а при проверке повторного воспламенения – с раскаленным тиглем, устанавливаемым в центр противня. Водяное охлаждение металлических конструкций при этих испытаниях не допускается.

В данном случае примерно уже на 10-й секунде горения была запущена стационарная система водяного охлаждения. Это окончание времени свободного горения. Далее, одновременно с началом подачи пены, на охлаждение дополнительно поданы три лафетных ствола, т.е. дальнейшее тушение осуществлялось при интенсивности охлаждения примерно в 3-4 раза выше нормативного значения, принимаемого для стационарных систем водяного охлаждения.

Таким образом, результаты данного эксперимента, по нашему мнению, не могут использоваться для каких-либо обоснований и выводов.

10. Основные выводы.

10.1. ГК «Пожнефтехим» поддерживает направление по развитию в России пожаротушения компрессионной пеной. Свойства и эффективность данной пены для конкретных условий научно обоснованы и не случайно находят поддержку ведущих специалистов ВНИИПО МЧС РФ.

10.2. ГК «Пожнефтехим» уважает коллег, которые занимаются установками пожаротушения компрессионной пеной, и высоко оценивает работу по развитию данного направления в России.

10.3. Вместе с тем, по ряду вопросов прослеживается недостаточная степень изучения международных стандартов и мировой практики применения установок пожаротушения компрессионной пеной.

10.4. Вынуждены отметить, что существующее нормативное обеспечение, принятое в России, техническая реализация и подходы к внедрению установок пожаротушения компрессионной пеной на различных объектах, создают условия для их применения не по назначению, с нарушениями способов и параметров пожаротушения, что, в целом, может дискредитировать данное направление.

10.5. В настоящее время этому способствует:

- применение в качестве нормативного обоснования проектирования систем пожаротушения компрессионной пеной главы 7 NFPA® 11:2010, по сути, вырванной из контекста всего документа, так и из взаимосвязи со стандартом ISO 7076-5;
- неприменение методики оценки огнетушащей способности генерируемой компрессионной пены согласно ISO 7076-5 для выпускаемого в России оборудования;
- разработанный проект ГОСТ «Установки пенного пожаротушения. Устройства генерирования компрессионной пены. Общие технические требования. Методы испытаний», декларируемый как аналог ISO 7076-5, принципиально не имеет с ним ничего общего. В нем отсутствует методика определения огнетушащей способности компрессионной пены, интенсивности пожаротушения, проверки на повторное воспламенение и т.д.;

- недостаточная осведомленность специалистов по внедрению и разработке установок пожаротушения в вопросах применения компрессионной пены, т.к. для России это достаточно новое направление.

11. С учетом вышеизложенного, специалисты ГК «Пожнефтехим» планируют провести ряд консультаций по причинам сложившейся ситуации. Мы рассматриваем возможность подготовки соответствующих предложений по вопросам развития данного направления с целью его гармонизации с международными стандартами и мировой практикой применения.