

УДК 614.842.61

С.Н. КОПЫЛОВ, нач. НИЦ АУО и ТП, д-р техн. наук; Д.С. ШЕНТЯПИН, нач. отд.; Е.В. БАРАНОВ, зам. нач. отд., канд. техн. наук; В.В. ГРИШИН, ст. науч. сотр.; Е.Е. АРХИПОВ, ст. науч. сотр. (ФГБУ ВНИИПО МЧС России)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ ПО ГОСТ Р 50588–2012

В статье приведены сравнение результатов экспериментальных исследований по ГОСТ Р 50588 с помощью генераторов пены ГПС-100, изготовленных по чертежам ФГБУ ВНИИПО МЧС России, и генераторов, поступивших в 2013 году в подразделения ФГБУ ФПС ИПЛ в рамках централизованной поставки, которые используются при проведении испытаний пенообразователей по определению одного из главных его показателей – «кратность пены».

Ключевые слова: генератор пены средней кратности, пенообразователь, пена, углеводородный пенообразователь, фторсодержащий пенообразователь

Для оценки качества выпускаемых пенообразователей и снижения материальных затрат при испытании каждой изготовленной на предприятиях страны партии пенообразователей ФГБУ ВНИИПО МЧС России (далее – ВНИИПО) были разработаны соответствующие методики, приведенные в ГОСТ Р 50588 [1].

Одним из основных показателей качества пенообразователя, определяемых по ГОСТ Р 50588, является кратность пены, получаемой на генераторе пены ГПС-100, который моделирует способ ее получения на генераторах пены, используемых пожарной охраной (ГПС-600, ГПС-2000 и т. д.). Генератор пены изготавливался в производственных экспериментальных мастерских ВНИИПО по чертежам, разработанным институтом, и поставлялся заказчиком по заявкам заводов – изготовителей пенообразователей и других заинтересованных организаций.

В 2013 году в ФГБУ ФПС ИПЛ для проведения испытаний были централизованно поставлены генераторы пены ГПС-100, изготовленные по чертежам, принципиальная схема которых приведена в ГОСТ Р 50588. Произведенное по этим чертежам оборудование не противоречит стандарту.

Однако во ВНИИПО стали поступать заявки на повторную проверку показателя «кратность пены» для пенообразователей, прошедших проверку в ФГБУ ФПС ИПЛ и получивших отрицательные результаты. Особенно много перепроверок относилось к фторсодержащим пенообразователям. При этом следует отметить, что в более чем половине перепроверок на генераторах пены ВНИИПО были получены удовлетворительные значения показателя «кратность пены».

Для выяснения причины расхождения в результатах определения кратности пены были проведены сравнительные испытания генераторов пены, используемых при определении кратности пены ИПЛ (далее – ГПС-100*) и ВНИИПО (далее – ГПС-100).

Перед проведением гидравлических испытаний были осуществлены измерения конструктивных параметров элементов генераторов, оказывающих существенное влияние на процесс пенообразования на сетках [2–5]:

- пакета сеток;
- геометрии корпуса;
- конструктивных размеров распылителя;
- расстояния от распылителя до сетки.

В табл. 1 приведены результаты измерения параметров сеток для ГПС-100 и ГПС-100*.

Таблица 1

Параметры сетки	ГПС-100	ГПС-100*
Диаметр проволоки, мм	0,20	0,20
Сторона ячейки, мм	0,77	0,93
Живое сечение, %	63,0	68,0

На рис. 1 приведены чертежи конструкции распылителей для ГПС-100 и ГПС-100*, а в табл. 2 – результаты измерения основных параметров, указанных в ГОСТ Р 50588.

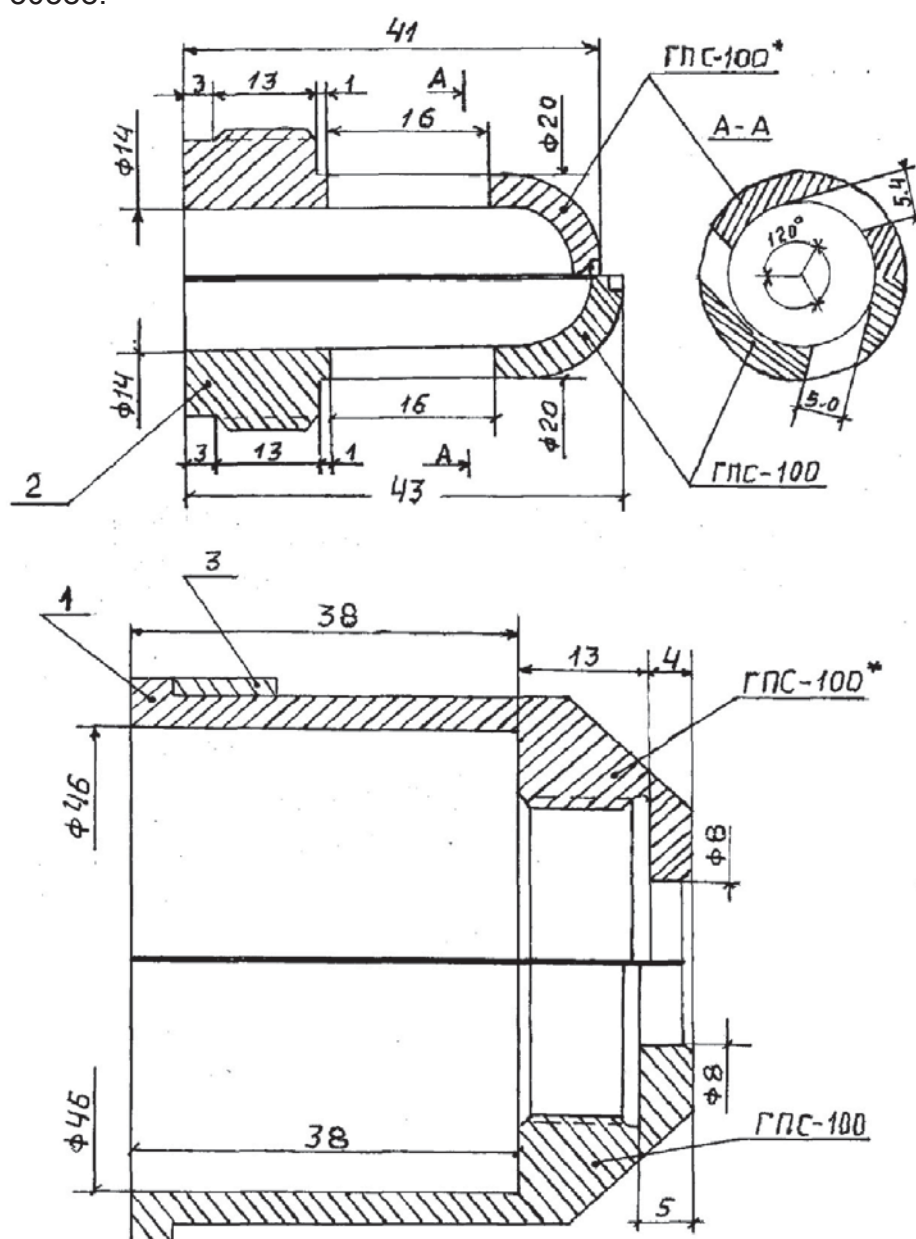


Рис. 1. Конструктивные размеры распылителей для ГПС-100* и ГПС-100:
1 – стакан; 2 – корпус; 3 – вставка*

* На находящихся в эксплуатации ГПС* вставка отсутствует.

Таблица 2

Параметры распылителя	ГОСТ Р 50588	ГПС-100	ГПС-100*
Ширина окна, мм	5,0	5,0	5,4
Высота стакана, мм	42,0	42,0	41,0
Толщина насадки, мм	5,0	5,0	4,0

На рис. 2 показан чертеж корпусов генератора ГПС-100 и ГПС-100*, а в табл. 3 – значения основных параметров и указанных в ГОСТ Р 50588.

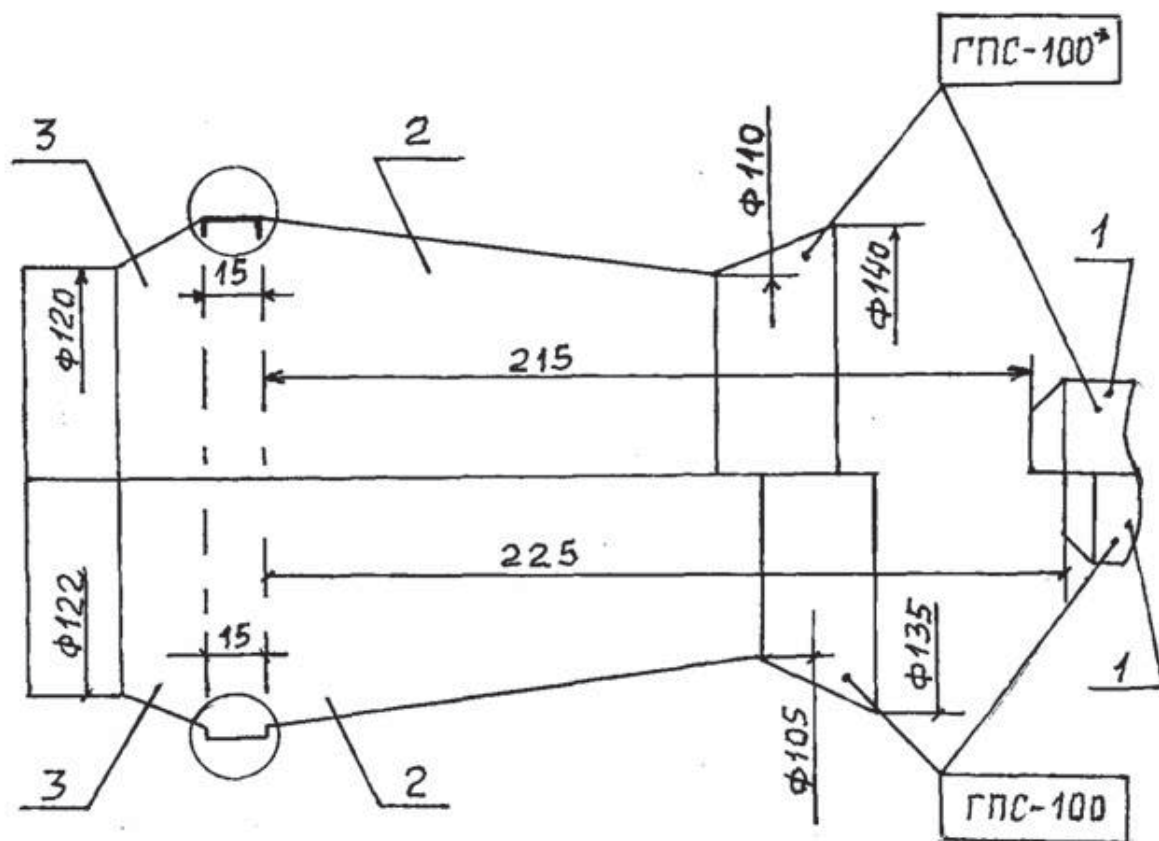


Рис. 2. Конструктивные размеры корпуса генераторов ГПС-100* и ГПС-100:
1 – распылитель; 2 – корпус генератора; 3 – насадка

Таблица 3

Параметры корпуса	ГОСТ Р 50588	ГПС-100	ГПС-100*
Диаметр насадки, мм	120	120,0	120,0
Расстояние между сетками в пакете, мм	15,0	15,0	15,0
Диаметр на выходе конфузора, мм	105,0	105,0	110,0
Диаметр на входе в конфузор, мм	140,0	140,0	140,0
Расстояние от распылителя до сетки, мм	220 ± 4	224,0	215,0

Анализ конструктивных параметров генераторов показал, что генераторы имеют отличия в части размеров сеток (табл. 1), распылителей (табл. 2), ширины прорезей окон и высоты стакана распылителя, корпуса генераторов в части диаметра на выходе (узкой части) и входе (конфузора), в части расстояния от распылителя до сетки, а также в части наличия выступа в области крепления пакета сеток ГПС-100* (на рис. 2 показано кружком).

Для определения влияния обнаруженных конструктивных отличий в генераторах были проведены их гидравлические сравнительные испытания.

Испытания проводились в одинаковых условиях на пенообразователях типа S (рекомендуемая производителем рабочая концентрация – 3 %) и синтетическом фторсодержащем пленкообразующем типа AFFF (рекомендуемая производителем рабочая концентрация – 6 %) по методике, изложенной в подразд. 5.3.1 ГОСТ Р 50588.

Испытания проводились в несколько этапов и определяли:

- расходные характеристики генераторов;
- кратность пены;
- влияние на кратность пены вставки (см. поз. 3 на рис. 1 – кольцо с внутренним диаметром 55 мм и наружным диаметром 56 мм и высотой 9 мм), установленной на корпусе распылителя, т. е. расстояние от распылителя до сетки в генераторах в ходе испытаний были максимально близки;
- влияние концентрации поверхностно-активного вещества (ПАВ) в концентрированном растворе пенообразователя на кратность пены.

Примечание: пенообразователь (пенный концентрат) для тушения пожара – концентрированный водный раствор поверхностно-активного вещества.

Определение расходных характеристик генераторов

Испытания показали, что расход воды при рабочем давлении 0,6 МПа для генераторов ГПС-100 и ГПС-100* составил 1,1 л/с.

Определение кратности пены при различной концентрации пенообразователя в растворе для пенообразователя типа S

На рис. 3 представлены результаты испытаний зависимости кратности пены, получаемой из раствора пенообразователя типа S, от концентрации пенообразователя в растворе на генераторах ГПС-100 и ГПС-100*.

Прямая зеленая линия $C_{\text{пав}}$ на графике показывает количество ПАВ в растворе пенообразователя (в процентном отношении) для различной концентрации от рекомендуемой производителем рабочей концентрации пенообразователя.

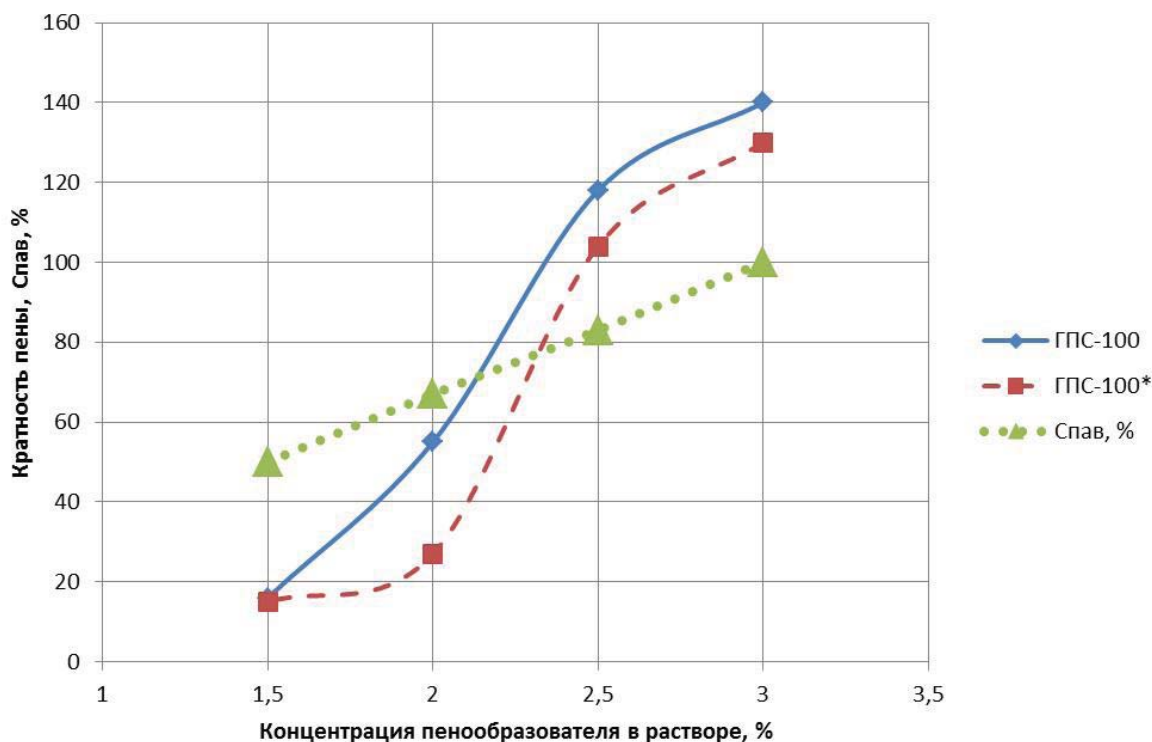


Рис. 3. Зависимость кратности пены от концентрации пенообразователя типа S в растворе при давлении перед распылителем 0,6 МПа

На рис. 3 указана также граница кратности пены (не менее 60) по ГОСТ Р 50588. Допустимая нижняя граница при определении качества пенообразователя в процессе эксплуатации по методике [6] должна быть не менее 48 (минус 20 % от 60).

Результаты испытания

В зоне рекомендуемой производителем рабочей концентрации (3 %) кратность получаемой пены составляла 140 и 130 для ГПС-100 и ГПС-100* соответственно.

При концентрации 2,5 % (при снижении количества ПАВ в растворе на 17 %) – 118 и 104. При концентрации 2,0 % (при снижении количества ПАВ в растворе на 33 %) – 55 и 27.

Определение кратности пены при различной концентрации пенообразователя в растворе для пенообразователя типа AFFF

На рис. 4 представлены результаты испытаний в виде графика кратности пены, получаемой из раствора пенообразователя типа AFFF, от концентрации пенообразователя в растворе на генераторах ГПС-100, ГПС-100*.

Прямая фиолетовая линия $C_{\text{пав}}$ на графике показывает количество ПАВ в растворе пенообразователя (в процентном отношении) для различной концентрации от рекомендуемой производителем рабочей концентрации пенообразователя.

При определении качества пенообразователей типа AFFF в ГОСТ Р 50588 указана нижняя граница кратности пены, равная 40. При этом допустимая нижняя граница при определении качества пенообразователя в процессе эксплуатации по методике [6] должна быть не менее 32 (минус 20 % от 40).

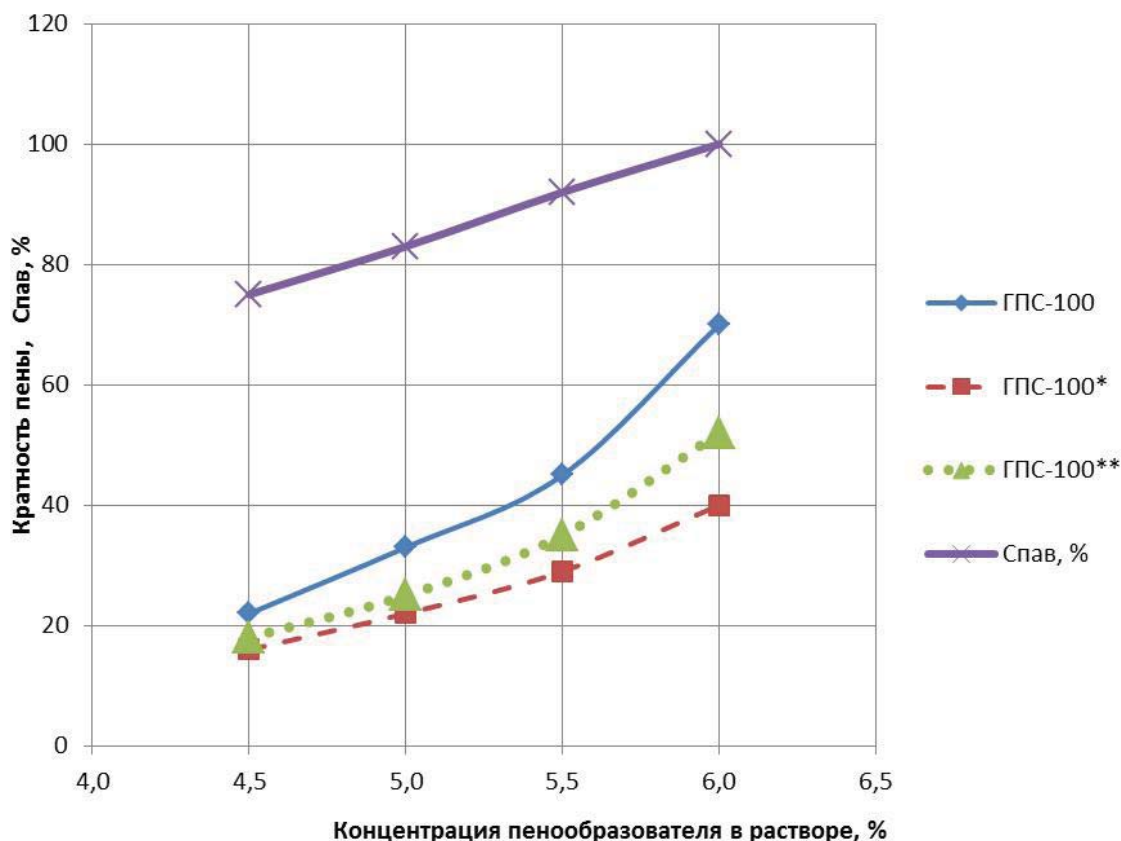


Рис. 4. Зависимость кратности пены от концентрации пенообразователя типа AFFF в растворе при давлении перед распылителем 0,6 МПа

Результаты испытания

В зоне рекомендуемой рабочей концентрации (6 %) кратность получаемой пены составила для ГПС-100 и ГПС-100* 70 и 40 соответственно.

При концентрации 5,5 % (при снижении количества ПАВ в растворе на 8 %) кратность была равной 45 и 29. При концентрации 5,0 % (при снижении количества ПАВ в растворе на 17 %) кратность составила 27 и 22. При концентрации 4,5 % (при снижении количества ПАВ в растворе на 25 %) – 22 и 16.

Определение кратности пены на ГПС-100** со вставкой

На рис. 4 представлены также результаты испытаний в виде графика кратности пены, получаемой из раствора пенообразователя типа AFFF, от концентрации пенообразователя в растворе для генератора пены со вставкой (кривая ГПС-100**).

На генератор ГПС-100* была установлена вставка (см. поз. 3 рис. 1 – кольцо с внутренним и наружным диаметрами 52 мм и 56 мм при высоте 9 мм), которая позволила сократить расстояние от распылителя до сетки с генератором пены ГПС-100.

В зоне рекомендуемой рабочей концентрации (6 %) кратность пены для ГПС-100 и ГПС-100** составила 70 и 52 соответственно. При концентрации 5,5 % (при снижении количества ПАВ в растворе на 8 %) кратность получаемой пены для ГПС-100 и ГПС-100** составила 45 и 35 соответственно. При концентрации 5,0 % (при снижении количества ПАВ в растворе на 17 %) кратность составляет 37 и 29. При концентрации 4,5 % (при снижении количества ПАВ в растворе на 25 %) кратность составила 22 и 18.

Анализ полученных результатов

Влияние конструктивных отличий генераторов пены ГПС-100 и ГПС-100* на кратность пены в меньшей степени сказывается при работе на пенообразователях типа S. Так кратность пены ниже «гостовской» (не менее 60) для обоих типов генераторов отмечается только при концентрации 2,0 % (при снижении количества ПАВ в растворе на 33 %).

Наибольшее влияние конструктивные отличия генераторов в испытаниях оказали при работе на пенообразователе синтетическом фторсодержащем пленкообразующем типа AFFF. Так, в зоне рекомендуемой производителем рабочей концентрации (6 %) кратность получаемой пены составила для ГПС-100 и ГПС-100* 70 и 40 соответственно. При снижении количества ПАВ в растворе на 8 % (при концентрации пенообразователя в растворе воды 5,5 %) кратность пены на генераторе ГПС-100* была равной 29, в то время как на ГПС-100 кратность пены 45 (т. е. соответствовала требованиям ГОСТ).

Испытания генератора пены со вставкой ГОСТ-100** показали, что кратность пены при рекомендуемой производителем пенообразователя концентрации (6 %) составила 52 и 40 на ГПС-100** и ГПС-100* соответственно.

При этом следует отметить, что кратность пены для ГПС-100 составляет 70, ГПС-100** – 52 и ГПС-100* – 40, т. е. показатель кратности пены измеренный с помощью всех генераторов укладывается в требования ГОСТ Р 50588. Однако если генераторы пены ГПС-100 и ГПС-100** имеют некоторый запас по показателю «кратность пены», то ГПС-100* находится уже на границе. Уменьшение количества ПАВ в пенообразователе или изменение условий его эксплуатации повлекут за собой снижение значений показателя «кратность пены». Например, «гостовские» требования выполняются для генератора ГПС-100 при концентрации ПАВ в растворе пенообразователя 5,25 %, ГПС-100** – 5,75 % и ГПС-100* –

6 %, т. е. если существует некоторый запас по кратности в генераторах ГПС-100 и ГПС-100**, то в ГПС-100* он практически отсутствует.

Выводы и предложения

1. Проведенные сравнительные испытания показали, что имеющие конструктивные отличия (расстояние от распылителя до сетки, наличие выступа в области крепления пакета сеток, параметры сеток) в генераторах пены ГПС-100* и ГПС-100 могут быть причиной различия в полученных результатах по кратности пены при проведении испытаний. Особенно эта разница сказывается при снижении поверхностно-активного вещества в концентрированном водном растворе пенообразователя.

2. Для улучшения работы генератора ГПС-100* рекомендуется оборудовать его вставкой (см. поз. 3 рис. 1 – кольцо с внутренним и наружным диаметрами 52 мм и 56 мм при высоте 9 мм).

3. Необходимо повысить контроль со стороны производителя за процентным содержанием поверхностно-активного вещества в концентрированном водном растворе пенообразователя.

4. Следует учесть полученные результаты при разработке межгосударственных стандартов в области систем дозирования.

Список литературы

1. ГОСТ Р 50588–2012. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования. Методы испытаний.

2. Бычков А.И. Условия образования пузырей на соплах // Пожарная техника и тушение пожаров. М.: ВНИИПО, 1981. С. 74–79.

3. Бычков А.И. Расчетный метод определения дисперсности пены, полученной на сетках // Пожарная техника и тушение пожаров. М.: ВНИИПО, 1982. С. 58–65.

4. Бычков А.И. О срыве пенообразования на сетках // Пожарная техника и тушение пожаров. М.: ВНИИПО, 1982. С. 171–175.

5. Провести исследования по созданию модернизированного пеногенератора эжекторного типа и разработать методические указания по расчету пеногенераторов: отчет ВНИИПО МВД СССР, инв. № 03306. М., 1984. 121 с.

6. Временные методические рекомендации по проверке систем и элементов противопожарной защиты зданий и сооружений при проведении мероприятий по контролю (надзору): утв. Главным государственным инспектором Российской Федерации по пожарному надзору ГОЧС и ЛПСБ МЧС России 03.07.2014 г. 53 с.

Материал поступил в редакцию 13.01.2020 г.

Копылов Сергей Николаевич – начальник научно-исследовательского центра АУО и ТП, доктор технических наук, старший научный сотрудник; **Шентяпин Дмитрий Сергеевич** – начальник отдела; **Баранов Евгений Вячеславович** – заместитель начальника отдела – начальник сектора, кандидат технических наук; **Гришин Владимир Васильевич** – старший научный сотрудник; **Архипов Евгений Егорович** – старший научный сотрудник (Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России)), г. Балашиха, Московская область, Россия.

S.N. Kopylov, D.S. Shentyapin, E.V. Baranov, V.V. Grishin, E.E. Arkhipov

STUDY OF THE EXPERIMENTAL EQUIPMENT INFLUENCE ON THE RESULTS OF FROTHER TESTS ACCORDING TO GOST R 50588–2012

The article presents results of comparative experimental studies in accordance with GOST R 50588 using foam generators GPS-100, that are manufactured according to the drawings of FGBU VNIPO of EMERCOM of Russia, and generators received in recent years by the units of FGBU FPS IPL within the framework of centralized delivery. They are used at frothers testing to determine one of their main indicators – «foam expansion».

Keywords: *medium expansion foam generator, frother, foam, hydrocarbon frother, fluorine-containing frother*

Sergey N. Kopylov – Doctor of Technical Sciences, Head of Research Center of Automatic Detection and Extinguishing Systems, Senior Researcher; **Dmitry S. Shentyapin** – Head of Department; **Evgeny V. Baranov** – Candidate of Technical Sciences, Deputy Head of Department – Chief of Sector; **Vladimir V. Grishin** – Senior Researcher; **Evgeny E. Arkhipov** – Senior Researcher.

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.