

УДК 614.843.4

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЖАРНОГО СТВОЛА СПРУК 50/0,7 «ВИКИНГ» ПРИ ПОДАЧЕ ВОДЫ

Пармон В.В., Камлюк А.Н., Волчек Я.С., Асилбейли Р.Р., Морозов А.А.

В работе Приведены результаты экспериментальных исследований гидродинамических параметров пожарного ствола СПРУК 50/0,7 «Викинг»: расхода огнетушащего вещества, дальности подачи огнетушащего вещества, эффективной дальности распыленной струи огнетушащего вещества и средней интенсивности орошения.

Ключевые слова: пожарный ствол; гидродинамические параметры; карта орошения; средняя интенсивность орошения.

(Поступила в редакцию 28 марта 2017 г.)

Введение. Согласно статистическим данным около 90 % от общего количества пожаров приходится на жилой фонд, поэтому значительный интерес при тушении пожаров представляет использование пожарных стволов с малым расходом (до 5 л/с). Это обусловлено рядом факторов. Во-первых, меньший расход огнетушащего вещества позволяет более эффективно использовать воду, что крайне важно при тушении пожаров в жилом фонде и при работе в условиях недостатка воды. Кроме того, ущерб от излишне пролитой воды может быть сравним с ущербом от пожара. Во-вторых, малый вес ствола позволяет увеличить скорость выполнения боевого развертывания и при этом сократить усилия личного состава.

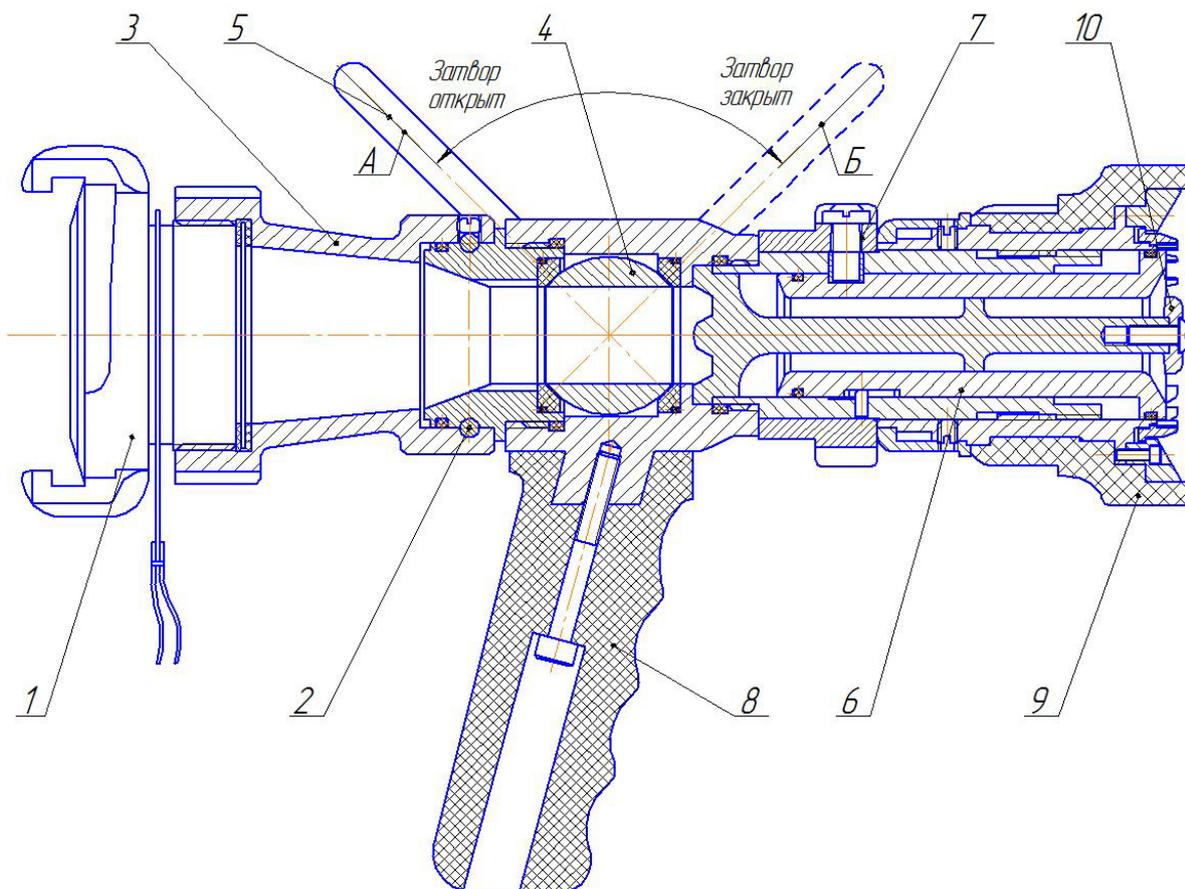
В настоящее время для тушения данных пожаров на вооружении в Республике Беларусь стоят пожарные стволы РСК-50 (Украина), пожарные стволы Protek 360 и Protek 366, разработанные и произведенные корпорацией «Protek» (Тайвань), а также аналог пожарного ствола Protek 366 – СПРУ-50/0,7, разработанный в Командно-инженерном институте МЧС Республики Беларусь и произведенный на заводе «Оптрон» [1 – 3].

С целью импортозамещения в 2015 году в Республике Беларусь был разработан ствол пожарный ручной универсальный комбинированный СПРУК 50/0,7 «Викинг» [4]. Согласно паспортным данным, полученный ствол обладает следующими гидродинамическими параметрами: дальность сплошной струи – 38 м; дальность распыленной струи – 20 м; возможность создания защитного экрана диаметром 4 м; регулируемый расход до 5,7 л/с; рабочее давление 0,7 МПа [5]. Следует отметить, что стоимость отечественного ствола более чем в два с половиной раза дешевле зарубежного аналога Protek 360. Однако данный ствол пока не поступил на вооружение наших спасателей, вследствие того, что не были в достаточной степени изучены его гидродинамические параметры: расход огнетушащего вещества, дальность подачи огнетушащего вещества, эффективная дальность распыленной струи огнетушащего вещества и средняя интенсивность орошения. Изучению тактико-технических характеристик СПРУК 50/0,7 «Викинг» при подаче воды и посвящена эта работа.

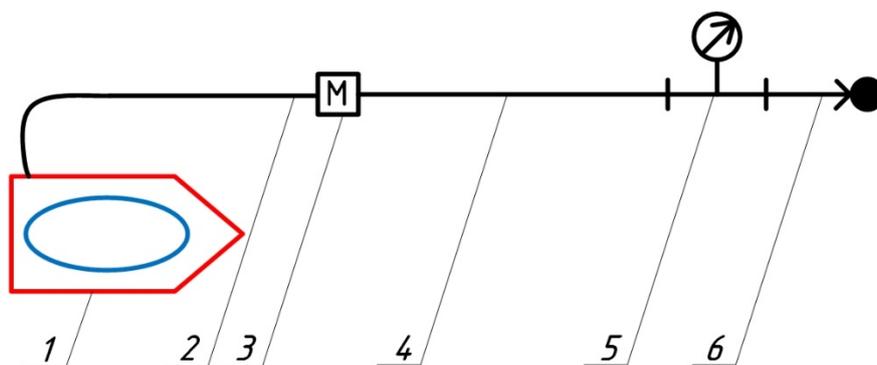
Методика проведения экспериментальных исследований. Экспериментальные исследования были проведены на базе Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. Схема пожарного ствола приведена на рисунке 1.

Методика экспериментальных исследований разработана в соответствии с требованиями [6].

Для проведения исследований ручной пожарный ствол СПРУК 50/0,7 «Викинг» присоединяли к рукавной линии и пожарной автоцистерне АЦ 5,0-40/4 (533702) по схеме (рисунок 2). Исследования проводились на открытой площадке при скорости ветра не более 5 м/с. Давление перед пожарным стволом составляло от 400 до 700 кПа. В качестве огнетушащего вещества использовали водопроводную воду температурой (10–30)°С.



1 – головка соединительная ГЦ 50; 2 – крепежный элемент; 3 – вращающийся переходник; 4 – перекрывное устройство; 5 – рукоятка управления; 6 – механизм регулирования расхода огнетушащего вещества; 7 – дозатор; 8 – удерживающая рукоятка; 9 – насадок; 10 – дефлектор
Рисунок 1. – Схема пожарного ствола СПРУК 50/0,7 «Викинг»



1 – пожарная автоцистерна; 2 – напорный пожарный рукав ($d = 51$ мм, $l = 4$ м);
 3 – расходомер электромагнитный РЭМ-02; 4 – напорный пожарный рукав ($d = 51$ мм, $l = 20$ м);
 5 – вставка с манометром МП 160 МЧ-1.0 Мпа; 6 - СПРУК 50/0,7 «Викинг»
Рисунок 2. – Схема подключения ствола к пожарной автоцистерне

Методика определения расхода огнетушащего вещества. Определение расхода огнетушащего вещества выполняли при рабочем давлении от 0,4 до 0,7 МПа. Измерение расхода воды проводили электромагнитным счетчиком воды с переходным расходом воды $3,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ и порогом чувствительности $0,2 \text{ м}^3/\text{ч}$. За результат принимали среднее арифметическое результатов 5-ти измерений.

Методика определения дальности струи. Для определения дальности струи пожарной ствол устанавливали под углом $30 \pm 1^\circ$ к горизонтали на высоте $1,00 \pm 0,01$ м от вы-

ходного отверстия насадка до площадки (рисунок 3). На площадке предварительно делали отметки на расстоянии 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 м от места установки ствола. После фиксации установившихся показаний манометра на месте падения крайних капель помещали метку. Измерения проводили рулеткой РЗУЗД. Выполняли серию из 5-ти измерений.



Рисунок 3. – Определение дальности подачи огнетушащего вещества

Методика определения эффективной дальности струи и средней интенсивности орошения. Определение эффективной дальности струи и средней интенсивности орошения проводили одновременно (рисунок 4). Для этого ствол размещали под углом $30 \pm 1^\circ$ к горизонтали на высоте $1,00 \pm 0,01$ м от выходного отверстия до площадки. На площадке устанавливали емкости, имеющие форму прямоугольного параллелепипеда с основанием $(100 \pm 5) \times (100 \pm 5)$ мм и высотой 200 ± 5 мм согласно схеме, приведенной на рисунке 5. Количество емкостей зависело от орошаемой площади, но не превышало 150 штук.



Рисунок 4. – Определение средней интенсивности орошения и эффективной дальности струи

До фиксации установившихся показаний манометра и по окончании сбора осадков ствол направлялся в сторону от испытательной площадки. Время сбора осадков 5 минут фиксировали по секундомеру. Для определения эффективной дальности струи и средней интенсивности орошения использовали только емкости, уровень воды в которых достиг отметки 10 мм. Для указанных емкостей определяли локальную интенсивность орошения по формуле

$$i = \frac{V}{S \cdot t}, \quad (1)$$

где V – объем воды в емкости, л;
 S – площадь основания емкости, м²;
 t – время сбора капель, с.

Среднюю интенсивность орошения определяли по формуле

$$i_{\text{ср}} = \frac{\sum i}{n}, \quad (2)$$

где n – количество мерных емкостей с уровнем воды не менее 10 мм.

Эффективную дальность струи определяли как расстояние от sprыска ствола до места с наибольшей локальной интенсивностью орошения.

По методике определения эффективной дальности струи и средней интенсивности орошения проводили серию из 3 измерений.

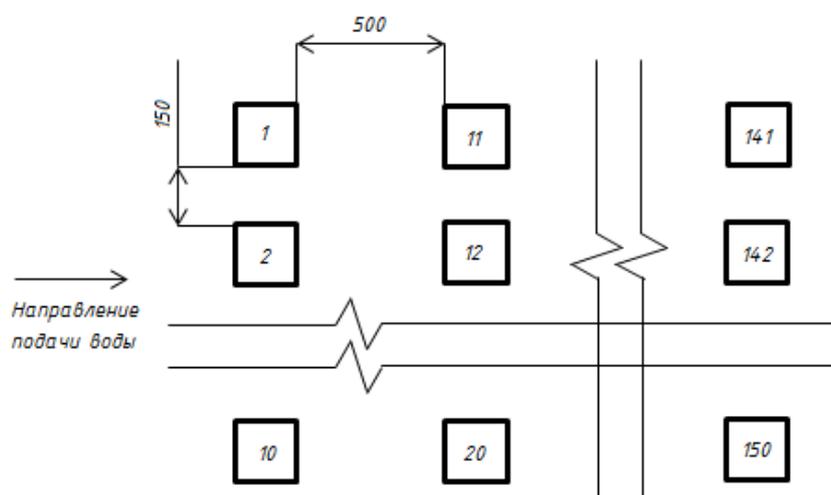


Рисунок 5. – Схема расстановки емкостей

Результаты экспериментальных исследований СПРУК 50/0,7 «Викинг». При обработке экспериментальных данных применяли методики, приведенные в [7]. При этом полагали, что распределений случайных ошибок измерений подчиняется нормальному закону распределения Гаусса. Оценка точности измерений при определении средней интенсивности орошения проводилась по методике оценки погрешности косвенных измерений. При оценке точности измерений расхода, дальности, эффективной дальности струи применялась методика обработки прямых измерений.

Относительная погрешность измерений при определении расхода не превысила 4 %, дальности, эффективной дальности струи – 10 %. При измерении средней интенсивности орошения относительная погрешность не превысила 20 %. Достаточно высокая погрешность объясняется воздействием порывов ветра на капли струи.

Результаты определения расхода огнетушащего вещества приведены в таблице 1.

Согласно паспортным данным [5] благодаря наличию устройства для регулирования расхода ствол пожарный СПРУК 50/0,7 «Викинг» может обеспечить подачу огнетушащего вещества в диапазоне расходов 0,53–5 л/с. По результатам определения расхода огнетушащего вещества можно сделать вывод, что испытываемый ствол по значению расхода огнетушащего вещества соответствуют заявленным показателям.

Таблица 1. – Результаты определения расхода огнетушащего вещества

Позиция регулятора расхода	Вид струи	Давление, МПа							
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
		Значение расхода, л/с							
1	компактная	0,31	0,39	0,47	0,53	0,58	0,67	0,69	0,81
	распыленная								
	завеса								
2	компактная	0,44	0,69	0,83	0,97	1,06	1,17	1,28	1,33
	распыленная								
	завеса								
3	компактная	1,11	1,33	1,61	1,83	2,06	2,28	2,42	2,53
	распыленная								
	завеса								
4	компактная	1,36	1,92	2,22	2,61	2,97	3,25	3,61	3,91
	распыленная								
	завеса								
5	компактная	2,11	2,41	2,75	3,15	3,45	3,73	4,17	4,58
	распыленная								
	завеса								
6	компактная	3,08	3,11	3,31	3,67	4,03	4,36	5,00	5,42
	распыленная								
	завеса								

Примечание. Выделенные в таблице значения давления являются рабочими согласно паспорту.

Результаты определения дальности подачи огнетушащего вещества приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Результаты определения дальности подачи огнетушащего вещества

Позиция регулятора расхода	Вид струи	Давление, МПа							
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
		Значение дальности подачи огнетушащего вещества, м							
1	компактная	10	14	16	18	18,5	19	21	21,5
	распыленная	6	6,5	7	8,5	10	11	11,5	12
2	компактная	13	15	20	22	23	24,5	26	27
	распыленная	6	7	9	10	11	12	13	14,5
3	компактная	15	20	22	23	26	30	33	36
	распыленная	8	10	12	13	14	15	15,5	16,5
4	компактная	17	23	26,5	30	32,5	34	36	36,5
	распыленная	9	11	13	14,5	15,2	16	17,5	19
5	компактная	18	27	28	31,5	33,2	35,1	36,9	37,5
	распыленная	10,5	12	14	15,2	16	17	18	20,2
6	компактная	22	26	30	32,5	34,5	36,5	38	38,7
	распыленная	11	13,3	15,1	16,3	18	19,4	20,5	21,5

Примечание. Выделенные в таблице значения давления являются рабочими согласно паспорту.

Результаты определения эффективной дальности распыленной струи и средней интенсивности орошения приведены в таблице 3.

Таблица 3. – Результаты определения эффективной дальности распыленной струи и средней интенсивности орошения.

Положение регулятора расхода	Показатели	
	эффективная дальность распыленной струи, м	средняя интенсивность орошения, л/с·м ²
1	3,75	0,019
2	4,35	0,038
3	6,75	0,057
4	7,95	0,069
5	9,15	0,078
6	10,35	0,091

На рисунке 6 представлено сравнение карт орошения при различных положениях регулятора расхода испытываемого ствола.

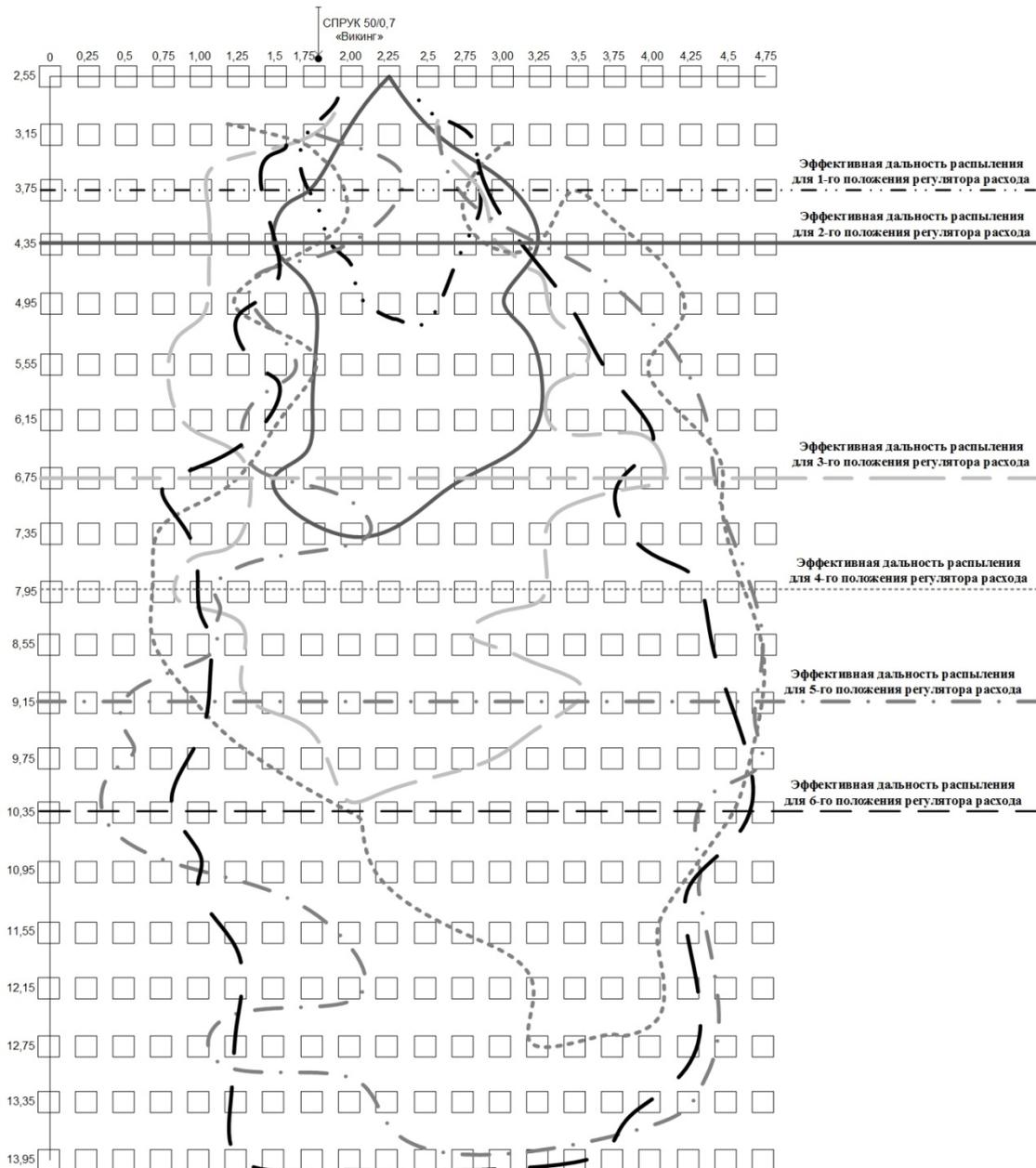


Рисунок 6. – Карты орошения при различных положениях регулятора расхода распыленной струи ствола СПРУК 50/0,7 «Викинг»

Наибольшая эффективная дальность орошения наблюдалась для 5-го и 6-го положения регулятора расхода, наименьшая – для 1-го и 2-го. На основании проведенных экспериментальных исследований можно сделать вывод о том, что с увеличением расхода огнетушащего вещества увеличиваются все показатели пожарного ствола.

Заключение. В работе представлены экспериментальные исследования пожарного ствола СПРУК 50/0,7 «Викинг» при подаче воды. Кроме того, были изучены эффективная дальность распыленной струи огнетушащего вещества и средняя интенсивность орошения. По итогам испытаний была составлена карта орошения для различных положений регулятора расхода, а также установлено, что фактические показатели превышают требуемые.

Тактико-технические характеристики СПРУК 50/0,7 «Викинг» ($P = 400 \pm 50$ кПа, четвертое положение регулятора расхода), ствола Protek 360 ($P = 400 \pm 50$ кПа, четвертое (крайнее) положение регулятора расхода) и ствола РСК-50 ($P = 400 \pm 50$ кПа) [8] приведены в таблице 4.

Таблица 4. – Сравнительные характеристики современных ручных пожарных стволов

Наименование показателя	Пожарные стволы		
	СПРУК 50/0,7 «Викинг»	Protex 360	РСК-50
Расход огнетушащего вещества, л/с	0,7-1,3-2,4- 3,6 -4,1-5,0	0,3-0,6-1,5- 2,5	2,8
Дальность струи воды, м			
- компактной	30	30	30
- распыленной	14,5	нет данных	12
Эффективная дальность струи, м	10,35	9,4	9,00
Средняя интенсивность орошения, л/с·м ²	0,091	нет данных	0,076

Из приведенной таблицы следует, что у пожарного ствола СПРУК 50/0,7 «Викинг» по сравнению со стволом РСК-50 средняя интенсивность орошения возрастает на 16 %. Следует отметить увеличение дальности распыленной струи на 9 % по сравнению со стволом РСК-50, а также эффективной дальности струи на 14 %. Важным преимуществом разработанного отечественно ствола является возможность подачи огнетушащего вещества в широком диапазоне расходов (от 0,7 до 5,0 л/с).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ствол пожарный ручной универсальный СПРУ 50/0,7. Паспорт. Руководство по эксплуатации. ЭФЮП 306142.001 РЭ. – М.: РУП «Приборостроительный завод «ОПТРОН». – 9 с.
2. Шафранский, Д.А. О результатах испытания экспериментального образца ствола ручного пожарного универсального СПРУ 50/0,7 / Д.А. Шафранский // Вестник Командно-инженерного института. – 2013. – № 1 (17). – С. 68-74.
3. Карпенчук, И.В. Разработка и оптимизация гидродинамических параметров отечественной модификации экспериментального образца ствола ручного пожарного универсального / И.В. Карпенчук, Д.А. Шафранский, Н.Г. Янкевич // Вестник Командно-инженерного института. – 2013. – № 2 (18). – С. 270-279.
4. Камлюк, А.Н. Расчет и оптимизация геометрии проточного канала пожарного ствола с расходом до 5 л/с / А.Н. Камлюк, В.В. Пармон, А.А. Морозов // Вестник Командно-инженерного института. – 2016. – № 1 (23). – С. 51-59.
5. Ствол пожарный ручной универсальный СПРУК 50/0,7 «Викинг». Паспорт. Руководство по эксплуатации. ЭФЮП 306142.001 РЭ. – М.: РУП «Приборостроительный завод «ОПТРОН». – 9 с.
6. Система стандартов пожарной безопасности. Стволы пожарные ручные. Общие технические условия: СТБ 11.13.14-2009. – Введ. 21.08.09. – М.: Госстандарт Республики Беларусь: Учреждение «Минское областное управление МЧС Республики Беларусь», 2009. – 12 с.
7. Учебно-методическое пособие по обработке экспериментальных данных / Н.И. Бохан [и др.] – Светлая Роща: ИППК МЧС Республики Беларусь, 2008. – 34 с.
8. Стволы пожарные ручные РСП-50, РСК-50 ДСТУ 2112-92 (ГОСТ 9923-93) паспорт – Харцыз, Украина: ООО «Харцызский машиностроительный завод». – 6 с.

EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF THE FIRE BARELL SPRUK 50/0,7 «VIKING» WHEN SUPPLYING WATER

Parmon Valerij Candidate of Technics, Associate Professor

Kamluk Andrei Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor

Volchek Jaroslau

Asilbejli Ramiz

Marozau Artsiom

The state educational establishment «University of civil protection» of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Belarus, Minsk

Purpose. Study of the hydrodynamic parameters of the SPRUK 50/0,7 «Viking» fire barrel: the extinguishing agent consumption, the fire extinguishing agent delivery distance, the effective range of the sprayed spray of the extinguishing agent and the average irrigation intensity.

Methods. Experimental studies were carried out on the basis of the University of civil protection of the Ministry of Emergency Situations of Belarus in accordance with the requirements of STB 11.13.14-2009 Manual fire trunks. General specifications.

Findings. It has been established that the average fire intensity in the SPRUK 50/0,7 «Viking» fire barrel increases by 16% in comparison with the RSK-50 trunk, while the water consumption decreases by 14%. It should be noted that the range of the compact and sprayed jet is increased by 10 and 22 % in comparison with the Protek 360 and RSK-50 barrels, respectively, and the effective range of the jet by 14 %.

Application field of research. Extinguishing fires in a residential building using fire barrels with low consumption (up to 5 l/s).

Conclusions. As a result of the experiments, the effective range of the sprayed jet of the extinguishing agent and the average irrigation intensity were studied. As a result of the tests, an irrigation map was compiled for different positions of the flow controller, and it was also found that the actual values exceed the required values.

Keywords: fire barrel; hydrodynamic parameters; irrigation card; the average intensity of irrigation.

(The date of submitting: March 15, 2016)

REFERENCES

1. *Fire barrel, manual, universal SPRU 50/0,7. Passport. Manual.* EFUIP 306142.001 RE. - M: RUE «Instrument-Making Plant» OPTRON». 9 p. (rus)
2. Shafranskiy D.A. On the results of testing the experimental sample of the barrel of a manual fire-fighting universal SPRU 50/0,7. *Vestnik Komandno-inzhenerenogo instituta MChS Respubliki Belarus'*. 2013. № 1 (17). Pp. 68-74.(rus)
3. Karpenchuk I.V., Shafranskiy D.A., Yankevich N.G Development and optimization of hydrodynamic parameters of the domestic modification of the experimental model of the manual fireman's trunk. *Vestnik Komandno-inzhenerenogo instituta MChS Respubliki Belarus'*. 2013. № 2 (18). Pp. 270-279. (rus)
4. Kamlyuk A.N., Parmon V.V., Morozov A.A. Calculation and optimization of the geometry of the flow channel of the fire barrel at a flow rate of up to 5 l/s. *Vestnik Komandno-inzhenerenogo instituta MChS Respubliki Belarus'*. 2016. № 1 (23). Pp. 51-59. (rus)
5. *Fire barrel manual universal SPRUK 50/0,7 «Viking». Passport. Manual.* EFUIP 306142.001 RE. M: RUE «Instrument-Making Plant» OPTRON». 9 p. (rus)
6. Fire safety standards system. *Fire fighting trunks manual. General specifications: STB 11.13.14-2009.* Enter. 21.08.09. M: Gosstandart of the Republic of Belarus Belarus: Establishment «Minsk regional department of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarussia», 2009. 12 p. (rus)
7. Bokhan N.I. and others. *Teaching-methodological manual on the processing of experimental data.* Light Grove: IPPK MChS Respubliki Belarus', 2008. 34 p. (rus)
8. *Stvolý pozharnye ruchnye RSP-50, RSK-50 DSTU 2112-92 (GOST 9923-93) passport.* Khartsyz, Ukraina: OOO «Khartsyzskiy mashinostroitel'nyy zavod». 6 p.