

Научная статья
УДК 614847
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2024.99.27.014

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ВОДЯНЫХ ЗАВЕС ДЛЯ ОГРАНИЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КАСКАДНЫХ ПОЖАРОВ В СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЯХ ВЬЕТНАМА

Чан Дык Чунг

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, Москва, Российская Федерация
Автор ответственный за переписку: Чан Дык Чунг, tranductrung56@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена разработке перфорированных трубопроводов для создания водяных завес с целью предотвращения распространения каскадных пожаров в сельских поселениях С.Р. Вьетнам. Актуальность работы состоит в том, что в сельских поселениях Вьетнама возникают пожары в жилой застройке пониженной огнестойкости и при воздействии природных явлений (таких как повышенная температура окружающей среды, порывистый ветер) огонь быстро распространяется по жилым и хозяйственным постройкам. Пожары переходят в каскадное развитие и носят массовый характер, уничтожая жилье и хозяйственные сооружения местного населения. Для решения этой проблемы предложено использовать перфорированные трубопроводы с непрерывным расходом воды для создания водяных завес, предотвращающих распространение пожаров по территории поселений.

В статье представлены основные результаты экспериментальных исследований по применению водяных завес во Вьетнаме силами пожарной охраны. Были практически определены показатели расходов воды, для создания водяных завес, с использованием перфорированных трубопроводов, осуществлен подбор форсунок для получения водяной завесы определенных параметров, изучены возможности прокладки магистральных линий по наклонной поверхности земли.

Ключевые слова: пожар, сельские поселения, гибкий перфорированный трубопровод, водяная завеса, каскадный пожар

Для цитирования: Чан Д.Ч. Экспериментальные исследования по применению водяных завес для ограничения распространения каскадных пожаров в сельских поселениях Вьетнама// Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2024. № 4 (35). С. 118-134. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.99.27.014>

Original article

EXPERIMENTAL STUDIES ON THE USE OF WATER CURTAINS TO LIMIT THE SPREAD OF CASCADE FIRES IN RURAL SETTLEMENTS IN VIETNAM

Chan D. Chung

Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russian Federation

Corresponding author: Chan D. Chung, tranductrung56@gmail.com

Abstract. The article is devoted to the development of perforated pipelines to create water curtains in order to prevent the spread of cascade fires in rural settlements in Vietnam. The relevance of the work lies in the fact

that in rural settlements of Vietnam fires occur in residential buildings of reduced fire resistance, when exposed to natural phenomena such as elevated ambient temperatures, gusty winds, fires often turn into cascading development and are massive, destroying housing and household structures of the local population. To solve this problem, it is proposed to use perforated pipelines with continuous water flow to create water curtains that prevent the spread of fires across the territory of settlements.

The article presents the main results of experimental studies on the use of water curtains in Vietnam by fire protection forces. Water consumption indicators were practically determined, for the creation of water curtains, using perforated pipelines, the selection of nozzles for obtaining a water curtain of certain parameters was carried out, the possibilities of laying main lines along the inclined surface of the earth were studied.

Keywords: fire, rural settlement, flexible perforated pipeline, water curtain, cascade fire


For citation: Chan D.C. Experimental studies on the use of water curtains to limit the spread of cascade fires in rural settlements in Vietnam// Siberian Fire and Rescue Bulletin.2024. № 4 (35). С. 118-134. (In Russ.) <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.99.27.014>

Введение

Местом проведения экспериментов являлась территория сельского поселения Вьетнама, с расположенными на ней жилыми домами (сооружениями) пониженной огнестойкости типовой застройки, выполненных из природных горючих материалов [1]. Экспериментальные исследования проводились в летний период 2024 года, с максимальной температурой окружающей среды 32⁰ С, в условиях отсутствия осадков. Во время проведения экспериментов сила ветра составляла 3 м/с. В проведении исследований принимали участие жители поселения, добровольные пожарные и представители малочисленных пожарных подразделений по охране сельского района [2]. Для проведения экспериментов по установке водяных завес от переносной помпы пожарной использовались природные источники противопожарного водоснабжения поселения Вьетнама. Эксперименты проводились в характерной для Вьетнама местности, с установкой водяной завесы на ровной и наклонной поверхностях земли [3].

Для проведения экспериментов по применению водяных завес в качестве преград распространению опасных факторов пожара на соседние объекты сельских поселений использовалось следующее оборудование, представленное в Табл.1.

Табл.1.Испытательное оборудование

Наименование оборудования	Назначение	Количество
Мотопомпа пожарная передвижная 	Предназначена для забора воды из природного либо искусственного источника водоснабжения (озеро, река или резервуар для воды) и подачи воды под давлением на нужды пожаротушения. Модель мотопомпы-Seiko HDF 11	1 ед.

<p>Рукава пожарные (для прокладки магистральной линии подачи воды)</p> 	<p>Используются как магистральная линия от пожарного насоса (мотопомпы) к перфорированному трубопроводу - водяной завесе для тушения и ограничения распространения пожара.</p>	<p>5 ед. (20±0,5м).</p>
<p>Гибкий перфорированный трубопровод (перфорированный рукав) для создания водяной завесы</p> 	<p>Служит для создания водяной завесы, для нужд пожаротушения в качестве противопожарной преграды (ограничение распространения пожара на прилегающие объекты и соседние территории).</p>	<p>1 шт. (20м).</p>
<p>Перфорированный трубопровод с непрерывным расходом воды стационарного исполнения с форсунками-распылителями</p> 	<p>Служит для создания водяных завес посредством распыления воды форсунками, различной конфигурации. Направлен на предотвращение распространения огня на прилегающие территории.</p>	<p>1 ед.</p>
<p>Цифровой фотоаппарат</p> 	<p>Фото - видеофиксация экспериментов. Модель - Cannon 7D</p>	<p>1 ед.</p>

<p>Секундомер электронный</p> 	<p>Используется в проведении научных экспериментов для точного измерения отрезка времени, необходимого для проведения определённого вида действий. Служит для определения временных этапов испытаний Марка секундомер - Q&Q</p>	<p>1 ед.</p>
<p>Манометр пружинный</p> 	<p>Служит для измерения (снятия показаний) давления на входе и выходе из перфорированного трубопровода для последующего проведения гидравлических расчетов. Марка манометра пружинного - Pedrollo MR-10</p>	<p>2 ед.</p>
<p>Лазерный строительный уровень</p> 	<p>Использован для снятия показателей высоты распыления струй водяной завесы, получаемой из экспериментальных образцов перфорированных трубопроводов, путем отметки лазером линии на противоположном сооружении, с последующим измерением расстояния с помощью рулетки</p>	<p>1 ед.</p>

Для проведения экспериментальных исследований по созданию водяных завес были подготовлены 2 образца перфорированных трубопроводов с непрерывным расходом:

А) для стационарного применения, с целью постоянного использования в сельских поселениях в качестве сухотрубов, подключенных к источнику водоснабжения и подачи в него воды под давлением, с целью создания водяных завес, в случаях возникновения пожаров. Опытный образец отрезка стационарного трубопровода выполнен из полипропиленовой трубы, диаметром 40 мм и длиной 10 метров, с встроенными тройниками с форсунками, расположенными на равных расстояниях. Для создания водяной завесы применялись промышленные форсунки различной конфигурации (диаметр, угол подачи воды, расход). Для измерения рабочего давления (для расчетов параметров истечения жидкости) в стационарном трубопроводе в его начале и конце были установлены манометры. В процессе экспериментального исследования были проведены испытания по созданию оптимального потока воды (водяной завесы) с учетом расхода воды, необходимой высоты завесы, уровня наклона земной поверхности [4].

На Рис.1 представлены основные этапы подготовки опытного образца перфорированного трубопровода с непрерывным расходом.



Рис.1. Разработка опытного образца перфорированного трубопровода с непрерывным расходом (стационарный вариант использования)

Б) переносные (в мобильном исполнении) на основе пожарного рукава диаметром 51 мм. Перфорированный рукав может применяться повсеместно участниками тушения пожаров в целях создания препятствий распространению каскадных пожаров в сельских поселениях Вьетнама. Для их транспортировки также могут применяться пожарные мотоциклы и любой иной транспорт, приспособленный для нужд пожаротушения. Длина экспериментального образца гибкого перфорированного трубопровода составляет $20 \pm 0,5$ метров. На равных расстояниях в рукав вмонтированы дюзы (форсунки) для создания веерообразных потоков воды - водяных завес. Экспериментальный образец гибкого перфорированного трубопровода был оснащен манометрами для определения показателей давления в водопроводе. На Рис.2 представлены этапы изготовления опытного образца оборудования.



Рис.2. Основные этапы изготовления опытного образца гибкого перфорированного трубопровода с непрерывным расходом воды.

Для выполнения экспериментов по созданию водяных завес использовались образцы форсунок, с различными параметрами расхода воды, наклона распыления, высоты подачи струй диаметром до 4.4. мм. В Табл.2 представлены основные характеристики форсунок, применяемых в ходе проведения экспериментальных исследований [5].

Табл.2. Основные характеристики форсунок, применяемых в ходе проведения экспериментальных исследований

TIPO DI UGELLO TYPE OF NOZZLE TIPOS DE BOQUILLAS		Ø1 mm	PRESSIONE - PRESSURE - PRESIÓN (bar)												
			1	2	3	4	5	6	7	10	15	20	30	35	
		PORTATA - CAPACITY - CAUDAL (l/min)													
1/8 MC3E - 03	1/4 MC3E - 03	1.1	0.68	0.96	1.2	1.35	1.50	1.7	1.8	2.1	2.55	3.1	3.7	4.0	
1/8 MC3E - 04	1/4 MC3E - 04	1.3	0.9	1.3	1.6	1.8	1.96	2.2	2.5	2.9	3.5	4.1	5.0	5.4	
1/8 MC3E - 06	1/4 MC3E - 06	1.6	1.4	1.9	2.3	2.8	3.1	3.3	3.6	4.3	5.3	6.1	7.4	8.0	
1/8 MC3E - 08	1/4 MC3E - 08	1.8	1.8	2.6	3.2	3.6	4.1	4.4	4.8	5.7	7.0	8.1	9.9	10.6	
1/8 MC3E - 10	1/4 MC3E - 10	2.0	2.3	3.2	3.9	4.6	5.0	5.5	6.0	7.1	8.8	10.2	12.5	13.5	
1/8 MC3E - 15	1/4 MC3E - 15	2.4	3.4	4.8	5.9	6.8	7.5	8.3	9.0	10.6	13.0	15.1	18.5	20.0	
1/8 MC3E - 20	1/4 MC3E - 20	2.8	4.5	6.5	7.8	9.0	10.1	11.0	12.0	14.4	17.5	20.0	25.0	27.1	
1/8 MC3E - 30	1/4 MC3E - 30	3.6	6.8	9.5	11.7	13.6	15.0	16.5	17.9	21.0	26.1	30.0	37.1	39.9	
1/8 MC3E - 40	1/4 MC3E - 40	4.0	9.0	12.8	15.7	18.0	20.0	22.0	23.9	29.0	35.0	40.1	50.0	52.9	
1/8 MC3E - 50	1/4 MC3E - 50	4.4	11.3	16.0	19.5	22.6	24.8	28.0	29.8	36.0	44.1	50.9	62.1	67.0	
1/8 MC3E - 60	1/4 MC3E - 60	4.8	13.5	19.0	23.0	27.0	30.1	33.2	36.0	43.1	52.9	61.0	74.2	80.0	
1/8 MC3E - 70	1/4 MC3E - 70	5.2	15.8	22.0	27.0	31.6	34.8	39.0	42.0	50.1	61.0	71.0	86.8	94.0	
1/8 MC3E - 80	1/4 MC3E - 80	5.4	18.1	26.0	31.0	36.2	40.2	44.0	47.7	57.0	70.1	81.0	99.0	107	
3/8 MC3 - 10	*3/8 MC3E - 10	2.0	2.3	3.2	3.9	4.6	5.0	5.5	6.0	7.1	8.8	10.2	12.5	13.5	
3/8 MC3 - 15	*3/8 MC3E - 15	2.4	3.4	4.8	5.9	6.8	7.5	8.3	9.0	10.6	13.0	15.1	18.5	20.0	
3/8 MC3 - 20	*3/8 MC3E - 20	2.8	4.5	6.5	7.8	9.0	10.1	11.0	12.0	14.4	17.5	20.0	25.0	27.1	
3/8 MC3 - 30	*3/8 MC3E - 30	3.6	6.8	9.5	11.7	13.6	15.0	16.5	17.9	21.0	26.1	30.0	37.1	39.9	
3/8 MC3 - 40	*3/8 MC3E - 40	4.0	9.0	12.8	15.7	18.0	20.0	22.0	23.9	29.0	35.0	40.1	50.0	52.9	
3/8 MC3 - 50	*3/8 MC3E - 50	4.4	11.3	16.0	19.5	22.6	24.8	28.0	29.8	36.0	44.1	50.9	62.1	67.0	
3/8 MC3 - 60	*3/8 MC3E - 60	4.8	13.5	19.0	23.0	27.0	30.1	33.2	36.0	43.1	52.9	61.0	74.2	80.0	
3/8 MC3 - 70	*3/8 MC3E - 70	5.2	15.8	22.0	27.0	31.6	34.8	39.0	42.0	50.1	61.0	71.0	86.8	94.0	
3/8 MC3 - 100	*3/8 MC3E - 100	6.4	23.0	32.0	39.0	46.0	50.0	54.0	60.0	71.0	88.0	100	124	134	
3/8 MC3 - 120	*3/8 MC3E - 120	7.0	27.0	38.0	46.0	54.0	60.0	66.0	72.0	85.0	105	121	142	160	
1/2 MC3 - 15		2.4	3.4	4.8	5.9	6.8	7.5	8.3	9.0	10.8	13.0	15.1	18.5	20.0	
1/2 MC3 - 50		4.4	11.3	16.0	19.5	22.6	24.8	28.0	29.8	36.0	44.1	50.9	62.1	67.0	
1/2 MC3 - 60		4.8	13.5	19.0	23.0	27.0	30.1	33.2	36.0	43.1	52.9	61.0	74.2	80.0	
1/2 MC3 - 100		6.4	23.0	32.0	39.0	46.0	50.0	54.0	60.0	71.0	88.0	100	124	134	
1/2 MC3 - 150		7.5	34.0	48.0	59.5	68.0	75.0	83.0	91.0	107	130	152	186	200	
1/2 MC3 - 200		8.7	45.0	64.2	75.5	90.0	100	110	120	143	175	200	245	265	
*3/4 MC3 - 200		8.7	45	64	75	90	100	110	120	143	175	200	245	265	
*3/4 MC3 - 250		9.5	56	80	98	112	125	138	149	180	220	250	311	335	
*3/4 MC3 - 350		11.1	79	112	137	158	176	194	210	250	305	356	435	469	
*3/4 MC3 - 400		11.8	90	127	156	180	200	220	239	285	350	404	495	530	
*1 MC3 - 500		13.1	113	180	195	228	250	276	300	355	436	510	620	670	
*1 MC3 - 580		14.0	131	185	225	262	291	322	345	415	510	590	721	779	

* materiali su richiesta - material on request - bajo pedido

Экспериментальные исследования

Для проведения испытаний привлекались пожарные из подразделения пожарной охраны сельского поселения и добровольные пожарные Вьетнама, с различными антропометрическими данными, указанными в Табл.3.

Табл.3. Антропометрические данные участников экспериментов

№ п/п	Лица, привлекаемые для проведения испытаний	Рост (м)	Вес (кг)	Возраст (лет)
1	Участник № 1	1.72	62	25
2	Участник № 2	1.68	65	19
3	Участник № 3	1.75	66	21
4	Участник № 4	1.76	62	19
5	Участник № 5	1.69	73	38

Эксперимент № 1 Определение времени боевого развертывания подразделения пожарной охраны Вьетнама для создания водяных завес.

В эксперименте, для определения оптимального количества пожарных, способных провести боевое развертывание в кратчайшие временные параметры, с установкой пожарного насоса (мотопомпы) на водоисточник, прокладкой магистральной линии к месту установления водяной завесы были подготовлены 4-е группы участников. Исследование проводилось группами из 2-х, 3-х, 4-х, и 5 - ю участников эксперимента, с фиксированием времени, необходимым для выполнения вышеуказанных работ. Дистанции переноса и установки оборудования была определена в 60 м., 80м., 100 м. (Рис.3).



Рис.3. Сформированные группы участников эксперимента (2-5) человек.

На Рис.4 представлены действия по прокладке магистральной линии группами участников эксперимента от места установки насоса (мотопомпы) до места установки перфорированного трубопровода.



Рис.4. Прокладка магистральной линии от места установка мотопомпы до перфорированного гибкого трубопровода

Результаты проведенных исследований по эксперименту № 1 внесены в Табл.4.

Табл.4. Временные параметры по установке пожарной мотопомпы и прокладке рукавной линии к месту создания водяной завесы

№ п/п	Лица, привлекаемые для проведения испытаний	Время установки и прокладки магистральной линии (100м.), сек.			Усредненное потраченное время (сек.)	Время установки и прокладки магистральной линии (80м.), сек.			Усредненное потраченное время (сек.)	Время установки и прокладки магистральной линии (60м.), сек.			Усредненное потраченное время (сек.)
1.	Участник № 1, № 2	80	52	52	61.3	36	37	36	36.3	29	27	27	27.6
2.	Участник № 1, № 2, № 3	48	41	46	45	33	36	35	34.6	24	26	24	24.6
3.	Участник № 1, № 2, № 3, № 4	40	36	36	37.3	27	28	25	26.6	23	25	25	24.3
4.	Участник № 1, № 2, № 3, № 4, № 5	31	33	30	31.3	26	24	24	24.6	-			

Эксперимент № 2. Определение возможности забора и подачи воды для создания водяных завес из природных источников водоснабжения сельских поселений Вьетнама техникой, имеющейся на вооружении подразделений пожарной охраны.

Необходимо отметить, что в сельской местности Вьетнама природные источники водоснабжения необходимы в первую очередь для сельского хозяйства, а также для хозяйственно-питьевых нужд населения, что и повлияло на расположение сельских поселений [6]. Они размещаются вблизи ручьев, рек, озер и других источников воды природного происхождения. Проведенные ранее исследования применяемой для нужд пожаротушения техники показали, что малочисленные пожарные подразделения повсеместно используют передвижные и переносные мотопомпы, для доставки которых используют приспособленные мотоциклы. Отсутствие дорог с твердым покрытием, а также наличие подъездных путей к источникам водоснабжения также отложили свой отпечаток на использование легких передвижных мотопомп в сравнении с пожарными автомобилями [7].

На Рис.5 представлены варианты транспортировки пожарных мотопомп на мотоциклах и скутерах, применяемых повсеместно в подразделениях пожарной охраны Вьетнама.



Рис.5. Транспортировка мотопомп пожарных с использованием приспособленной мотоциклетной техники

Отмечу, что во Вьетнаме для забора и подачи воды на нужды пожаротушения используются мотопомпы Японского производства, способные создать давление в 6 - 8 бар. (атм.). Для переноски и установки мотопомпы пожарной на водоисточник необходимо 2 человека. Для управления мотопомпой в процессе забора и подачи воды достаточно одного оператора. На Рис.6 представлена информация об установке мотопомпы на водоисточник.



Рис.6. Установка мотопомпы пожарной на водоисточник для забора и подачи воды на нужды пожаротушения

Для установки мотопомпы, с последующим забором и подачей воды на нужды пожаротушения наиболее важным критерием выбора источника водоснабжения является достаточный объем воды и наиболее близкое расстояние для выполнения работ по прокладке рукавной линии к месту подачи воды [8]. Кроме этого место установки пожарной мотопомпы и прокладка рукавной линии должно быть свободно от крупной растительности для более быстрого проведения работ.

Эксперимент № 3 Определение параметров функционирования водяной завесы в зависимости от длины магистральной рукавной линии и мощности насоса (мотопомпы).

Перед проведением эксперимента осуществлялась проверка испытательного оборудования на состояние его целостности, правильности соединений, отсутствия повреждений рукавов пожарных, а также исправности работы мотопомпы. На Рис.7 представлен осмотр рукавной линии перед подачей воды.



Рис.7. Осмотр рукавной линии перед подачей воды

Для проведения исследований по созданию водяных завес были проложены магистральные линии из рукавов диаметром 51 мм на расстояния 60, 80, 100 метров. Подача воды осуществлялась из природного водоемника с помощью мотопомпы пожарной Seiko HDF 11. На Рис.8 представлены полученные водяные завесы из перфорированных трубопроводов с непрерывным расходом (гибким-слева, стационарным – справа).

Полученные в результате экспериментов показатели высоты водяной завесы в зависимости от давления и длины магистральной линии внесены в Табл.5 и 6.



Рис.8. Водяные завесы из перфорированных трубопроводов, полученные при проведении экспериментов (гибкий трубопровод - слева, стационарный-справа)

Табл.5. Результаты экспериментальных исследований по созданию водяных завес при давлении на подаче (мотопомпа) в 6 бар (атм.)

Тип экспериментального устройства	Длина магистральной линии, (м.)	Высота водяной завесы, (м.)*	Давление на подаче (мотопомпа) (бар.)	Давление, создаваемое на входе устройства (бар.)	Давление, создаваемое на выходе устройства (бар.)
Стационарный перфорированный трубопровод с непрерывным расходом (перфорированная труба)	100	5.0	6	4	4
	80	6.0	6	4.2	4.2
	60	6.0	6	4.5	4.5
Гибкий перфорированный трубопровод с непрерывным расходом (перфорированный рукав)	100	4.5	6	3.8	3.8
	80	5	6	4.2	4.1
	60	5	6	4.4	4.3

* Данные получены при расположении рукавной линии и устройств для создания водяных завес на ровной поверхности земли, без перепада высот.

Табл.6. Результаты экспериментальных исследований по созданию водяных завес при давлении на подаче (мотопомпа) в 8 бар

Тип экспериментального устройства	Длина магистральной линии, (м.)	Высота водяной завесы, (м.)*	Давление на подаче (мотопомпа) (бар.)	Давление, создаваемое на входе устройства (бар.)	Давление, создаваемое на выходе устройства (бар.)
Стационарный перфорированный трубопровод с непрерывным расходом (перфорированная труба)	100	5.5	8	5.2	5.2
	80	5.5	8	5.6	5.6
	60	6.0	8	6	6
Гибкий перфорированный трубопровод с непрерывным расходом (перфорированный рукав)	100	5.5	8	5.0	4.9
	80	5.5	8	5.2	5.2
	60	5.5	8	6	6

* Данные получены при расположении рукавной линии и устройств для создания водяных завес на ровной поверхности земли, без перепада высот.

В проведении экспериментов отрабатывались варианты подачи воды на 2 устройства:

- гибкий перфорированный рукав с непрерывным расходом;
- перфорированный трубопровод в стационарном исполнении.

Оба устройства в процессе испытаний были расположены между двух жилых сооружений пониженной огнестойкости и высотой порядка 6 м. (Рис.9).



Рис.9. Размещение перфорированных трубопроводов для проведения экспериментальных исследований между жилыми сооружениями пониженной огнестойкости

Эксперимент № 4

Состоял в оценке работоспособности системы по подаче воды для создания водяной завесы под наклоном к поверхности земли. Длина магистральной линии постепенно увеличивалась (от 60-100 м.) На Рис.10 представлены эксперименты по прокладке магистральной линии для создания водяных завес на гибком и стационарном трубопроводах по наклонной поверхности земли. При проведении экспериментов установлена высота полученных водяных завес, зафиксированы показатели давления на мотопомпе, на входе и выходе из перфорированных трубопроводов с непрерывным расходом воды. Результаты проводимых экспериментов внесены в Табл.7 и 8.

Обобщенные результаты высоты водяных завес, получаемых при различных параметрах длины магистральной линии и напора на насосе представлены на диаграмме на Рис.11.



Рис.10. Эксперименты по прокладке магистральной линии для создания водяных завес на гибком и стационарном трубопроводах по наклонной поверхности.

Табл.7. Результаты экспериментальных исследований по созданию водяных завес на наклонной поверхности (10-15°) при давлении на подаче (мотопомпа) в 6 бар

Тип экспериментального устройства	Длина магистральной линии, (м.)	Высота водяной завесы, (м.)*	Давление на подаче (мотопомпа) (бар.)	Давление, создаваемое на входе устройства (бар.)	Давление, создаваемое на выходе устройства (бар.)
Стационарный перфорированный трубопровод с непрерывным расходом (перфорированная труба)	60	6.0	6	4.5	4.5
	80	6.0	6	4.5	4.5
	100	5.5	6	3.9	3.9
Гибкий перфорированный трубопровод с непрерывным расходом (перфорированный рукав)	60	5	6	4.3	4.2
	80	5	6	4.2	4.2
	100	5	6	3.8	3.8

Табл.8. Результаты экспериментальных исследований по созданию водяных завес на наклонной поверхности (10-15) при давлении на подаче (мотопомпа) в 8 бар

Тип экспериментального устройства	Длина магистральной линии, (м.)	Высота водяной завесы, (м.)*	Давление на подаче (мотопомпа) (бар.)	Давление, создаваемое на входе устройства (бар.)	Давление, создаваемое на выходе устройства (бар.)
Стационарный перфорированный трубопровод с непрерывным расходом (перфорированная труба)	60	6,5	8	6.0	6.0
	80	6.0	8	5.2	5.2
	100	6.0	8	5	5
Гибкий перфорированный трубопровод с непрерывным расходом (перфорированный рукав)	60	6,0	8	6,2	6,0
	80	5,5	8	5,2	5,1
	100	5,5	8	5	4,9

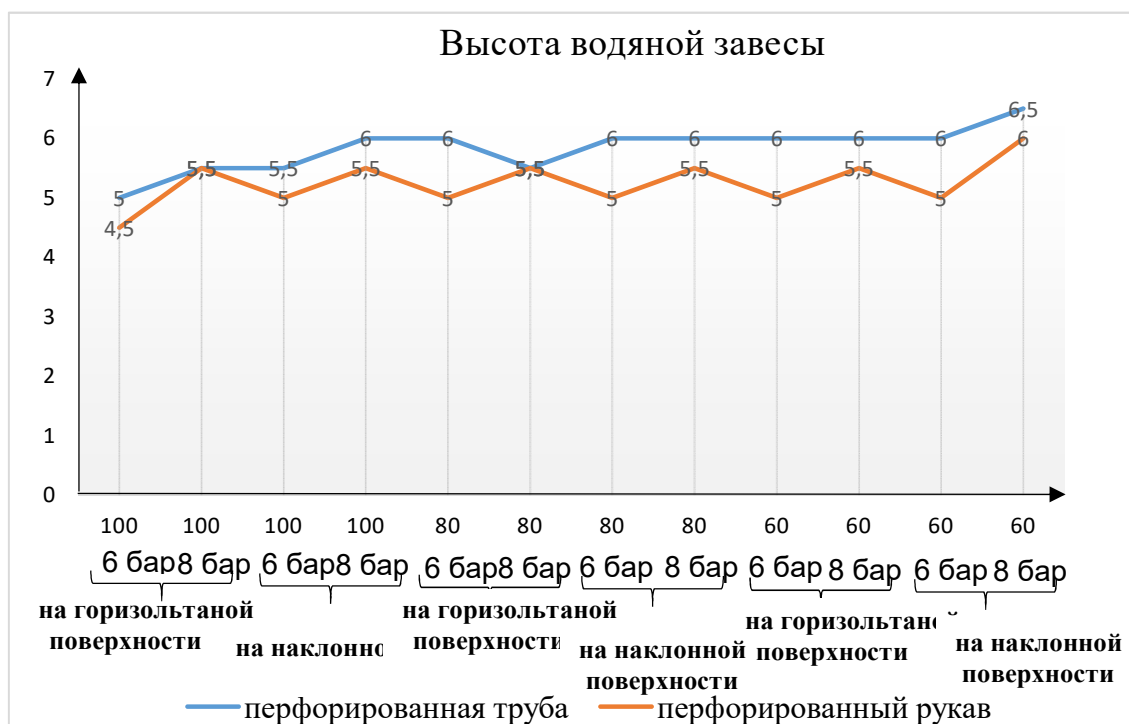


Рис.10. Обобщенные результаты высоты водяных завес, получаемых при различных параметрах длины магистральной линии и напора на насосе

Отмечу, что для снятия показаний высоты распыленных струй водяной завесы из перфорированных трубопроводов применялся лазерный строительный уровень, расположенный на одном из жилых сооружений и дающий отметку (линию) на соседнем объекте, для последующего измерения с помощью строительной рулетки.

Заключение

Подводя итог проведенным экспериментальным исследованиям необходимо отметить следующее:

1. В целях повышения уровня пожарной безопасности в сельской местности Вьетнама полагается рациональным использование водяных завес с целью ограничения распространения массовых пожаров жилых сооружений пониженной огнестойкости. В случаях возникновения пожаров их применение позволит локализовать пожар, предотвратить распространение горючих частиц веществ и материалов высокой температуры нагрева, искр, головней и других пожароопасных остатков продуктов горения, способных создать новые очаги горения [9].

2. В связи с удалением сельских поселений Вьетнама от пожарных частей, недостаточно хорошей транспортной доступностью, наличием жилых сооружений и социальных объектов пониженной огнестойкости с целью повышения уровня пожарной безопасности, полагаю целесообразным рассмотреть вопрос о монтаже перфорированных трубопроводов с непрерывным расходом в густонаселенных районах поселений, с плотной застройкой. Трубопровод может быть выполнен в виде сухотруба, с подключением к насосной станции. В случаях возникновения пожара добровольный пожарный, либо обученный и проживающий в населенном пункте житель осуществляет забор и подачу воды в сухотрубы для создания водяных завес, что позволит ограничить распространение пожара по территории населенных пунктов до прибытия подразделений пожарной охраны [10].

Кроме вышеуказанного стационарного применения трубопроводов предлагается комплектовать подразделения пожарной охраны гибкими перфорированными рукавами с непрерывным расходом воды для создания водяных завес. Это позволит отсекал распространение пожаров в сельской местности на отдельных участках, а также создавать противопожарные преграды для защиты близлежащих объектов [11]. В рекомендациях по применению перфорированных гибких трубопроводов будут разработаны схемы их установки.

В процессе проведения экспериментов получены данные о высоте получаемой водяной завесы, а также длине магистральной линии для осуществления ее работоспособности. Получаемая, с использованием применяемого пожарно-технического вооружения пожарной охраны завеса высотой 5-6,5 метров будет функционировать в качестве противопожарной преграды, и ограничивать распространение пожара на соседние объекты и территории сельских поселений.

Анализ проведенных экспериментов показал, что общее время доставки и установки необходимого противопожарного оборудования от источника водоснабжения до места установки перфорированного рукава для подачи распыленных струй воды значительно сокращается с увеличением количества участников. По результатам эксперимента № 1 можно сделать выводы, что оптимальное количество пожарных для установки мотопомпы, прокладки магистральной линии и установки перфорированного рукава на расстояние до 100 метров в кратчайшие сроки должно быть 5 человек, а минимально - необходимое не менее 3 человека.

При проведении экспериментов впервые получены данные по созданию водяной завесы, исходя из возможностей малочисленного пожарного подразделения по охране сельского поселения Вьетнама. Так, установлено, что применяемая для тушения мотопомпа способна подать воду на расстояние 100 метров и получить водяную завесу, с высотой от 5 до 6 метров по горизонтальной поверхности, при этом наиболее подходящими распылителями явились форсунки, с углом распыления 25 и расходом 11,7 л/мин. Кроме того необходимо отметить большую площадь орошения земной поверхности, что немаловажно при ее применении в условиях распространения пожара. Также необходимо отметить, что эксперименты были проведены при силе ветра в 3 м/сек. Предполагается, что при изменении силы ветра в большую сторону, высота водяной завесы уменьшится, но возрастет орошаемая площадь, что в итоге способствует ограничению распространения пламени, искр и различных тлеющих остатков пожара.

Список источников

1. Чан Д.Ч. Влияние застройки сельских населенных пунктов вьетнама на состояние пожарной безопасности поселений / Фогилев И.С, Чан Д.Ч. // Сборник трудов секции №9 XXXIV Международной научно-практической конференции. Химки Академия Гражданской защиты МЧС России, 2024. С 183-189.
2. Чан Д.Ч. Деятельность добровольных пожарных Вьетнама по охране сельских населённых пунктов (уездов) / Фогилев И.С, Чан Д.Ч. // Сборник материалов III Всероссийского круглого стола «Актуальные вопросы пожаротушения». Иваново 2024. С. 321-327.
3. Фогилев И.С. Об исследовании вопросов пожарной обстановки в городах и сельских населенных пунктов Вьетнама / Фогилев И.С., Чан Д.Ч // Сборник материалов XII Международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов «Проблемы техносферной безопасности – 2023». М.: Академия ГПС МЧС России, 2023. С. 40-44.
4. Абросимов Ю.Г., Жучков В.В., Болдырев Е.Н. и др. Гидравлика: учебник. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. С. 180.
5. Euspray by eurospray spray and filter technology // Catalog Eusparay: сайт. – URL: http://www.c-irimex.ru/files/catrubs/files/83/obsheiy_katalog_forsunok.pdf (дата обращения 20.09.2024).
6. Чан Д.Ч. К вопросу организации противопожарного водоснабжения во Вьетнаме / Фогилев И.С, Андросенко С.Г, Чан Д.Ч. // Сборник Материалы IX международной научно-практической конференции. «Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации» М.: Академия ГПС МЧС России, 2024. С. 181-188.
7. Чан Д.Ч. К вопросу состояния дорожно–транспортной инфраструктуры в сельской местности провинции Вьетнама при реагировании пожарно-спасательных подразделений к месту вызова / Фогилев И.С, Андросенко С.Г, Чан Д.Ч. // Сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции посвященной Всемирному дню гражданской обороны «Гражданская оборона на страже мира и безопасности». М.: Академия ГПС МЧС России, 2024. С 39-43.
8. Фогилев И.С. Тушение пожаров в труднодоступных районах Вьетнама / Фогилев И.С., Андросенко С.Г, Чан Д.Ч. // Сборник материалы IX международной научно-практической конференции. «Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации» М.: Академия ГПС МЧС России, 2024. С. 16-21.
9. Шаршанов А.Я. Определение радиуса разлета пожароопасных искр горючих материалов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2010. Вып. 1 (1). С. 230-232.
10. Фогилев И.С. К вопросу применения средств защиты пожарных Вьетнама при проведении спасательных операций и иных специальных работ на пожарах / Фогилев И.С. Чан Д.Ч. // Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции посвященной Всемирному дню гражданской обороны «Гражданская оборона на страже мира и безопасности». М.: Академия ГПС МЧС России, 2023. С. 87-94.
11. Фогилев И.С. О проведении спасательных работ при пожарах и иных деструктивных событиях пожарно спасательными подразделениями Вьетнама / Фогилев И.С., Чан Д.Ч. // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны в Год 90-летия со дня образования Академии ГПС МЧС России. В 5-ти частях, Москва, 01 марта 2023 года / Сост. Бутко В.С., Алешков М.В., Подкосов С.В., Заворотный А.Г. [и др.]. Том Часть III. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2023. – С. 81-86. – EDN VUJFCS.

References

1. Chan D.C. The influence of the development of rural settlements in Vietnam on the state of fire safety of settlements / Fogilev I.S., Chan D.C. // Proceedings of section №. 9 of the XXXIV International Scientific and Practical Conference. Khimki Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2024. pp. 183-189.

2. Chan D.Ch. Activities of volunteer firefighters of Vietnam for the protection of rural settlements (counties) / Fogilev I.S., Chan D.Ch. // Collection of materials of the III All-Russian round table "Topical issues of firefighting". Ivanovo 2024. pp. 321-327.
3. Fogilev I.S. On the study of fire safety issues in cities and rural areas of Vietnam / Fogilev I.S., Chan D.Ch // Collection of materials of the XII International scientific and practical conference of young scientists and specialists "Problems of technosphere safety - 2023". Moscow: Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2023. pp. 40-44.
4. Abrosimov Yu.G., Zhuchkov V.V., Boldyrev E.N. et al Hydraulics: textbook. - M.: Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2017. PP. 180.
5. Euspray by eurospray spray and filter technology // Catalog Eusparay: сайт. – URL: http://www.c-irimex.ru/files/catrubs/files/83/obshey_katalog_forsunok.pdf (дата обращения 20.09.2024).
6. Fogilev I.S. On the issue of organization of fire-fighting water supply in Vietnam / Fogilev I.S., Androsenko S.G., Chan D.C. // Collection of Materials of the IX international scientific and practical conference. "Firefighting: problems, technologies, innovations" Moscow: Academy of GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2024. pp. 181-188.
7. Chan D.C. On the issue of the state of road transport infrastructure in rural areas of the province of Vietnam when responding fire and rescue units to the place of call / Fogilev I.S., Androsenko S.G., D. C. Chan // Collection of materials of the VIII International scientific and practical conference dedicated to the World Civil Defense Day "Civil defense on guard of peace and M.: Academy of GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2024. pp 39-43.
8. Fogilev.S. Extinguishing fires in remote areas of Vietnam / Fogilev I.S., Androsenko S.G., Chan D.C. // Collection of materials of the IX international scientific and practical conference. "Firefighting: problems, technologies, innovations" Moscow: Academy of GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2024. pp. 16-21.
9. Sharshanov A.Ya. Determination of the radius of spread of flammable sparks of combustible materials // Fire safety: problems and prospects. 2010. Issue 1 (1). pp. 230-232.
10. Fogilev.S. On the issue of the use of protective equipment for firefighters in Vietnam during rescue operations and other special work on fires / Fogilev I.S. Chan D.Ch. // Collection of materials of the VII International Scientific and practical conference dedicated to the World Civil Defense Day "Civil defense on guard of peace and security". Moscow: Academy of GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2023. pp. 87-94.
11. Fogilev I.S. On carrying out rescue operations in case of fires and other destructive events by fire and rescue units of Vietnam / Fogilev I.S., Chan D.C. // Civil defense on guard of peace and security: Materials of the VII International Scientific and practical conference dedicated to the World Civil Defense Day in the Year of the 90th anniversary of the founding of the Academy GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia. In 5 parts, Moscow, March 01, 2023 / Comp. Butko V.S., Aleshkov M.V., Podkosov S.V., Zavorotny A.G. [et al.]. Volume Part III. – Moscow: Academy of the State Fire Service of the Ministry of Civil Defense, Emergencies and Disaster Response of the Russian Federation, 2023. – pp. 81-86. – EDN VUJFCS.

Статья поступила в редакцию 21.10.2024, одобрена после рецензирования 10.11.2024, принята к публикации 25.11.2024.

The article was submitted 21.10.2021, approved after reviewing 10.11.2024, accepted for publication 25.11.2024.