УДК 614.847

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ КАСКАДНОГО РАЗВИТИЯ ПОЖАРОВ В УДАЛЕННЫХ СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЯХ ВЬЕТНАМА ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ И ДОБРОВОЛЬНЫМИ ПОЖАРНЫМИ

Чан Дык Чунг, Фогилев Иван Сергеевич
Академия ГПС МЧС России, г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме возникновения каскадных пожаров в удаленных сельских поселениях Вьетнама из-за массовой застройки зданиями различного назначения с пониженным уровнем огнестойкости. По причине малочисленности и достаточно ограниченных возможностей пожарной охраны и добровольных пожарных справиться с огненной стихией зачастую не удается, что в конечном итоге приводит к частичному, а порой и полному выгоранию населенного пункта. В статье представлены результаты проводимых на протяжении трех лет исследований по изучению обозначенной проблематики. Рассмотрена статистика возгораний, произошедших в сельской местности, проведен анализ пожарной опасности поселений в провинциях Вьетнама, подробно рассмотрена деятельность всех видов пожарной охраны и применяемое пожарно-техническое вооружение. С учетом географических и климатических особенностей, а также указанных проблем подразделений пожарной охраны и добровольных пожарных для тушения возникающего горения предложено использовать разработанные образцы перфорированных трубопроводов с непрерывным расходом воды для создания водяных завес, служащих в качестве преград при каскадном развитии пожаров в удаленных сельских поселениях провинций Вьетнама.

Ключевые слова: каскадное развитие пожара, каскадный пожар, водяная завеса, малочисленное подразделение пожарной охраны, добровольный пожарный, сооружение пониженной огнестойкости

Для цитирования: Чан Дык Чунг, Фогилев И. С. Предотвращение каскадного развития пожаров в удаленных сельских поселениях Вьетнама подразделениями пожарной охраны и добровольными пожарными // Техносферная безопасность. 2025. № 2 (47). С. 24–37.

PREVENTION OF CASCADING DEVELOPMENT OF FIRES IN REMOTE RURAL SETTLEMENTS OF VIETNAM BY FIRE PROTECTION UNITS AND VOLUNTEER FIREFIGHTERS

Tran Duc Trung , Ivan S. Fogilev
Academy of the State Fire Service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russian Federation

Abstract. The article is devoted to the current problem of cascade fires in remote rural settlements of Vietnam due to the mass construction of buildings for various purposes with reduced fire

resistance level. Due to the small number and rather limited capabilities of the fire department and volunteer firefighters, it is often impossible to cope with the fire element, which ultimately leads to partial, and sometimes complete, burnout of the settlement. The article presents the results of three years of research on the study of this problem. The statistics of fires that occurred in rural areas, the analysis of fire danger of settlements in the provinces of Vietnam, the activities of all types of fire protection and fire-technical equipment used are considered in detail. Taking into account geographical and climatic peculiarities, as well as the above-mentioned problems of firefighting units and volunteer firefighters, it is proposed to use the developed samples of perforated pipelines with a continuous flow of water to create water curtains that serve as barriers in the cascading development of fires in remote rural settlements in the provinces of Vietnam.
Keywords: cascading fire development, massive fire, water curtain, small fire protection unit, volunteer firefighter, low-fire resistance structure

For Citation: Chan Duc Chung, Fogilev I. C. Prevention of cascading development of fires in remote rural settlements of Vietnam by fire protection units and volunteer firefighters // Technospheric safety. 2025. № 2 (47). pp. 24–37.

Введение

На основе актуальных сведений о возникновении пожаров за 10 лет (с 2013 по 2023 г.), представленных Главным управлением пожарной охраны Социалистической Республики Вьетнам, был сделан вывод, что порядка 40 % от общего количества пожаров произошло в сельской местности, где проживает 62 млн жителей (62,7 % от общего количества жителей Вьетнама), в результате чего погибло 946 человек, 1 622 получили травмы различной степени тяжести, а материальный ущерб составил 501,54 млн долл. [1].

Основными объектами пожаров в сельской местности являются жилые сооружения пониженной огнестойкости, используемые местными жителями для проживания и ведения хозяйственной деятельности. Следует отметить, что указанные конструкции имеют низкую степень огнестойкости по причине того, что построены из доступных природных строительных материалов. Помимо массовой застройки жилыми сооружениями этого типа, к неблагоприятным факторам, влияющим на пожарную безопасность сельских поселений и распространяющим возгорание, относятся: использование местным населением открытого огня в жилищах для приготовления пищи; повышенная температура окружающей среды; труднодоступность подъезда к населенному пункту по дорогам общего пользования, особенно в распутицу; сильные ветры; ограниченные возможности подразделений пожарной охраны и удаленность пожарных частей от сельских поселений.

С учетом этого повышается риск возникновения не только единичного горения, но и непредсказуемых каскадных пожаров в отдаленных сельских поселениях, последствия которых приводят к серьезным травмам и гибели людей, а также к полному уничтожению имущества. На рис. 1

представлены фрагменты каскадных пожаров, произошедших в сельских поселениях Вьетнама [2]. В настоящее время эта проблема требует проведения исследований, выработки предложений по минимизации последствий пожаров и повышения пожарной безопасности сельских поселений провинций Вьетнама.


Рис. 1. Результаты каскадных пожаров, произошедших в коммуне Ким Тхат, коммуне Мау Лонг уезда Ви Сюен провинции Хазянг

Fig. 1. The results of the massive fires that occurred in Kim That commune, Mau Long commune, Vi Xiuen County, Hazyang Province

Вопросы пожарной безопасности сельских поселений Вьетнама

Для качественного исследования вопросов состояния пожарной безопасности в сельских поселениях Вьетнама была выбрана провинция Тхань Хоа.

Такой выбор был связан с тем, что эта территория подвержена риску возникновения массовых пожаров, поскольку имеет следующие неблагоприятные факторы: труднодоступные районы проживания сельских жителей на огромной территории со сложным рельефом; специфические климатические особенности с повышенной температурой окружающей среды; порывистые ветры, приводящие к каскадным пожарам; особенности строительства жилья и организация быта проживающих жителей.

Среди основных причин возникновения пожаров на территории провинции Тхань Хоа особенно выделяется неосторожное обращение людей с огнем, что свидетельствует о незнании правил пожарной безопасности. К остальным причинам относятся различного рода проблемы природного и технического характера (рис. 2).

Проведенное исследование деятельности подразделений пожарной охраны Вьетнама по защите сельских населенных пунктов от пожаров показало ряд проблемных вопросов, связанных с организацией ликвидации возгорания. Так, при наличии значительной территории провинции действия подразделений пожарной охраны существенно ограничены в связи с малочисленностью персонала и устаревшим или недостаточным пожарно-техническим вооружением. Под охраной 9 небольших подразделений пожарной охраны в настоящее время находится 25 районов и уездов провинции Тхань Хоа [3]. На рис. 3 показано размещение на исследуемой территории пожарных подразделений по охране районов и сельских поселений с указанием расстояний между ними.

Рис. 2. Основные причины пожаров в Тхань Хоа за 2014–2023 гг.

Fig. 2. The main causes of fires in Thanh Hoa in 2014–2023

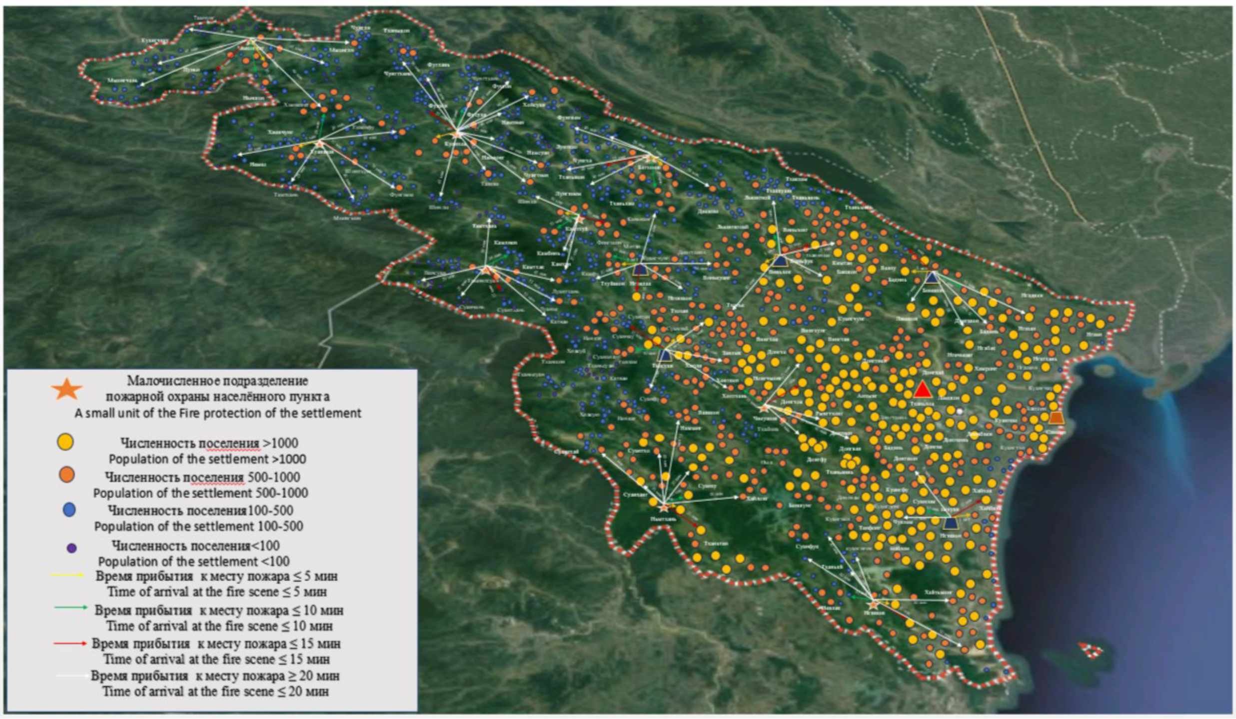

Рис. 3. Размещение подразделений пожарной охраны на территории провинции Тхань Хоа

Fig. 3. Deployment of small fire protection units in Thanh Hoa province

Следует отметить существенные расстояния между подразделениями пожарной охраны, не позволяющие в сжатые сроки отправить на место возникновения масштабных пожаров с каскадным развитием дополнительную помощь. Кроме того, реагирование подразделений на происшествия затрудняется по причине недостаточного количества дорог с твердым покрытием. Проблема транспортной доступности особенно актуальна в сезон дождей, когда дороги становятся непроходимыми и непригодными для проезда любым автотранспортом (рис. 4) [4]. Также важно учитывать, что на вооружении у пожарных отсутствуют СИЗОД, исходя из этого действия сотрудников в условиях воздействия опасных факторов серьезно ограничены.

Рис. 4. Состояние дорог после проливных дождей
Fig. 4. Road conditions after heavy rains

Если рассматривать вопрос застройки сельских поселений Вьетнама, то следует отметить отсутствие противопожарного нормирования расстояния между жилыми сооружениями на законодательном уровне, что, несомненно, ухудшает обеспечение пожарной безопасности поселений. Практически во всех сельских поселениях провинций Вьетнама прослеживается беспорядочное массовое (сплошное) строительство жилых и подсобных сооружений с низкой степенью огнестойкости (рис. 5) [5].

Особенность жилой застройки заключается в том, что в качестве доступных строительных материалов используются в основном дерево, ротанг, бамбук и банановые листья. Построенные из горючих материалов, жилые сооружения являются пожароопасными, связано это в первую очередь с использованием открытых источников огня для приготовления пищи (рис. 6). В качестве опорных конструкций местные жители используют бревна из древесины сосны, произрастающей повсеместно во Вьетнаме. Бревна устанавливаются вертикально к поверхности земли и скрепляются между собой на высоте жилого этажа и кровли. К опорным частям дома относятся несущие и сплошные стены и колонны, раскосы, детали перекрытия (балки, стропила), с помощью которых обеспечивается общая устойчивость сооружения (рис. 7).

Жилые сооружения располагаются на колоннах (сваях), служащих фундаментом

Рис. 5. Сплошная жилая застройка сельских поселений провинций Вьетнама

Fig. 5. Continuous residential development of rural settlements in the provinces of Vietnam

Рис. 6. Использование открытого огня в жилых сооружениях с низкой степенью огнестойкости

Fig. 6. The use of an open fire in residential buildings with a low degree of fire resistance

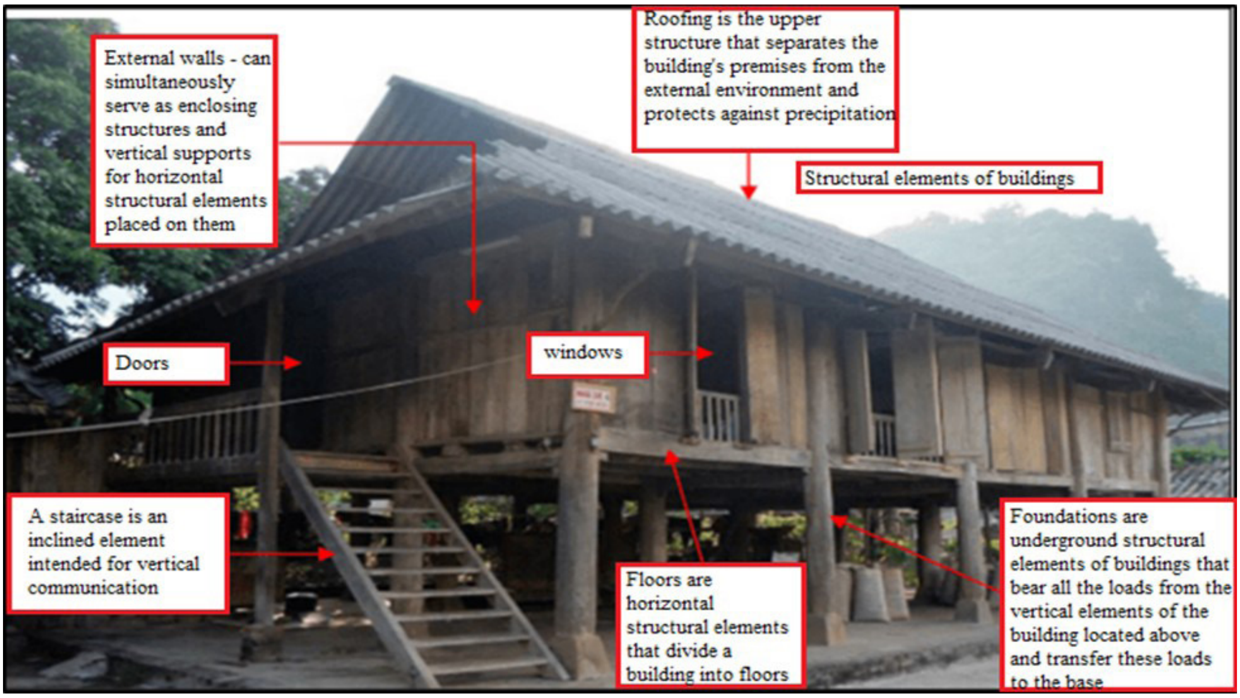

Рис. 7. Основные элементы конструкции жилого сооружения

Fig. 7. The main structural elements of a residential building

жилью. Как правило, выполнены из древесины высотой 2–2,5 м от земли до пола и порядка 3 м до кровли. Диаметр свай составляет 35–40 см. Для строительства пола и стен применяют доски толщиной 32 и 26 мм.

Двери, обычно распашные, состоят из двух полотен общей шириной 120 см, их высота составляет порядка 220 см. Окна выполнены из древесины, не имеют остекления, шириной 100 см и высотой от пола до потолка порядка 2,5 м. Высота жилого этажа до начала кровли (возле стен и примыкания кровли) составляет порядка 3 м. Для разделения площади дома на зоны не применяют капитальные стены, а используют перегородки легкого типа из бамбука и подобных материалов либо тканевые ширмы.

Свободное место до уровня жилого этажа местные жители используют по своему усмотрению для различных целей: хранения от непогоды различных материалов, запасов воды, инструментов для выполнения ремонта подсобной техники, разведения птиц и других дел.

С целью изучения развития пожара в типовом жилом сооружении с низкой степенью огнестойкости, а также расчета минимального расстояния, не позволяющего пожару распространиться путем переноса тепла (по тепловому потоку), проведено моделирование. По условиям, общая площадь жилья составляет порядка 40–50 м^2 с размерами 8 × 6 м (рис. 8).

Для проведения моделирования применялся показатель максимальной температуры воздуха в провинции Тхань Хоа, в июне месяце равный 44,1 °С. Максимальная влажность воздуха составляет 60–65 %.

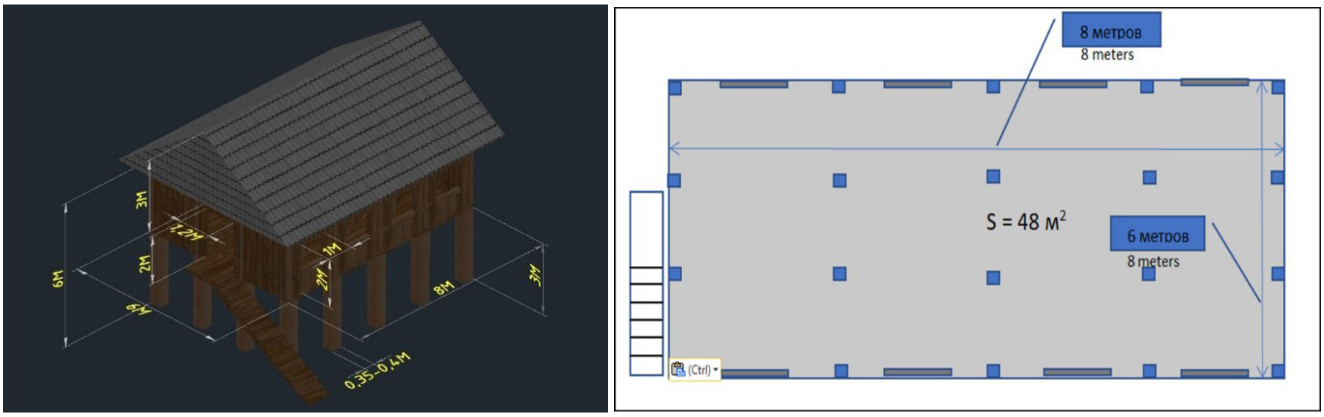

Рис. 8. Типовое жилое сооружение и схема его планировки

Fig. 8. Typical residential building and its layout scheme

Наибольшая скорость ветра в провинции Тхань Хоа зафиксирована в ноябре, средняя скорость ветра составляет 14,3 км/час.

Моделирование развития пожара проведено с использованием специализированной программы Fire Dynamics Simulator (далее — FDS), которая соответствует методикам, действующим в РФ, а уравнения, применяемые в программном комплексе, используются в качестве основополагающих для реализации полевой (дифференцированной модели) [6].

Необходимо отметить, что время воздействия падающего теплового потока напрямую зависит от показателя времени начала ввода сил и средств, направленных на тушение пожара. Полученные во Вьетнаме данные показали, что среднее время прибытия пожарных подразделений к месту происшествия в сельской местности находится в пределах 5–35 мин и более.

Анализ материалов, применяемых в строительстве и быту местных жителей, позволяет сделать вывод о том, что наиболее подходящее значение $q_{кр}$ для жилых строений — 13,9 кВт/м^2 (по применяемой в строительстве древесине — сосне). Моделирование развития пожара в жилом сооружении с низкой степенью огнестойкости проводилось без учета систем противопожарной защиты.

Результаты моделирования в FDS представлены на рис. 9.

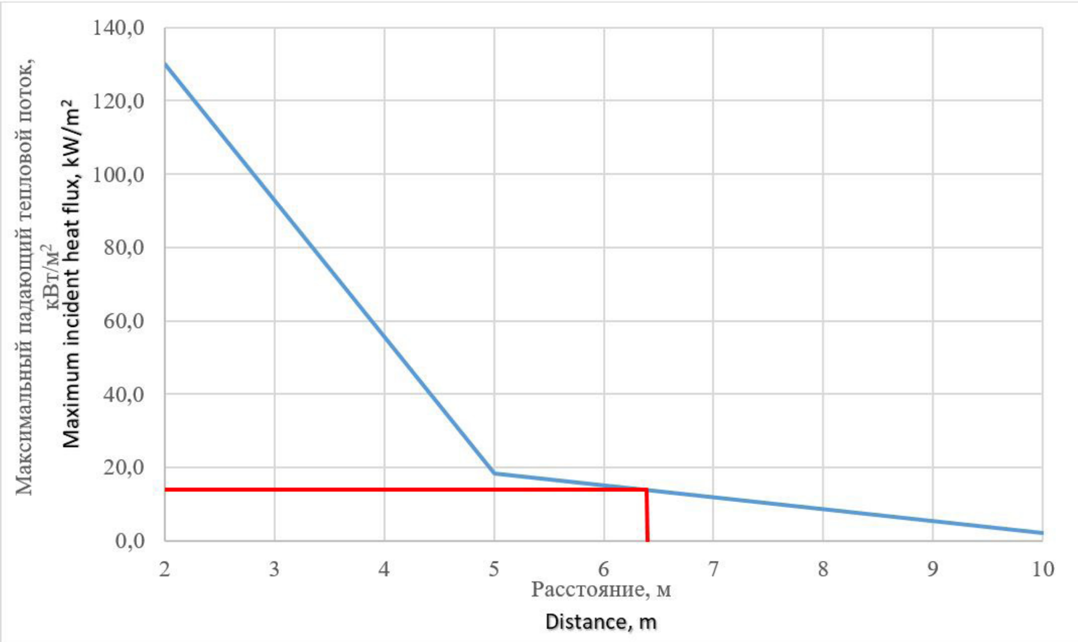

Рис. 9. Зависимость максимального падающего теплового потока от расстояния до жилого строения с низкой степенью огнестойкости

Fig. 9. Dependence of the maximum incident heat flow on the distance to a residential building with a low degree of fire resistance

Отметим, что в результате моделирования получено значение — 6,4 м, что является показателем расстояния до ближайшего объекта, который в результате пожара может воспламениться под воздействием теплового потока. С учетом коэффициента запаса (1,2) противопожарное расстояние должно составлять не менее 7,68 м, чтобы пламя не распространялось на соседние жилые строения.

Полученный показатель требуется учитывать при нормировании противопожарных расстояний между жилыми сооружениями с низкой степенью огнестойкости сельских поселений Вьетнама.

Предотвращение каскадного развития пожаров

Проведенные исследования действий малочисленных подразделений пожарной охраны по тушению возникающих пожаров в провинции Тхань Хоа показали их позднее прибытие к месту вызова, невозможность тушения возгорания в условиях воздействия опасных факторов пожара из-за отсутствия СИЗОД, минимальное количество специальных автомобилей, нехватку личного состава, отсутствие огнетушащих веществ для ликвидации горения в начале его развития.

Все вышеперечисленное требует решения обозначенной проблемы имеющимися силами и пожарно-техническим вооружением в начальной стадии развития горения и предотвращения каскадных пожаров на территории удаленных сельских поселений провинций Вьетнама.

С учетом наличия небольшого количества добровольных пожарных, а также отдельных видов пожарно-технического вооружения (переносные пожарные мотопомпы, пожарные рукава) в настоящей статье предложено использовать водяные завесы в целях ликвидации отдельного небольшого горения и в качестве преград, не позволяющих возникнуть каскадным пожарам, до прибытия основных сил подразделений пожарной охраны [7]. Для оценки возможностей создания водяных завес с помощью оборудования, имеющегося на вооружении подразделений пожарной охраны Вьетнама, проведен ряд натурных экспериментов в условиях плотной застройки сельской местности Республики (рис. 10).

В ходе работы были проанализированы возможности пожарных частей по подаче воды. Выяснилось, что на нужды пожаротушения в основном пожарные используют переносные 2-тактные мотопомпы зарубежного производства мощностью 8,6 кВт и производительностью 525 л/мин при давлении 6 Бар и 250 л/мин при 8 Бар, а также пожарные рукава диаметром 51 мм. На основе полученных данных были разработаны экспериментальные образцы перфорированных трубопроводов с непрерывным расходом

Рис. 10. Водяные завесы, полученные при проведении экспериментальных исследований (гибкий трубопровод — слева, стационарный — справа)

Fig. 10. Water curtains from perforated pipelines obtained during experiments (flexible pipeline — on the left, stationary — on the right)

воды в целях создания водяных завес для тушения возгораний и предотвращения их распространения путем создания увлажненных зон на поверхности земли и уменьшения теплового потока от объектов пожара [8]. С учетом мощности пожарных мотопомп и длины магистральной линии в 100 м были проведены испытания перфорированных рукавов и отрезка перфорированного трубопровода, выполненного для использования в стационарном варианте с форсунками для распыления воды различных конфигураций.

В сельском поселении Вьетнама была проведена серия экспериментов по определению времени для выполнения пожарными боевого развертывания имеющегося оборудования к перфорированным трубопроводам, возможностей забора воды из наружных источников противопожарного водоснабжения и ее подачи для получения максимально высокой водяной завесы. Итогом проводимых экспериментов стало определение возможности применения водяных завес (стационарных и переносных) в сельских районах Вьетнама.

На основе проведенных экспериментальных исследований подготовлен совмещенный график зависимостей получаемой высоты веерообразных струй к длине магистральной линии, расположенной по горизонтальной и наклонной поверхностям земли, и давлению, создаваемому пожарной мотопомпой при заборе воды из водоисточника (рис. 11).

В результате проведенных экспериментальных исследований впервые получены водяные завесы высотой от 5 до 6,5 м при расстоянии 100 м от источника водоснабжения.

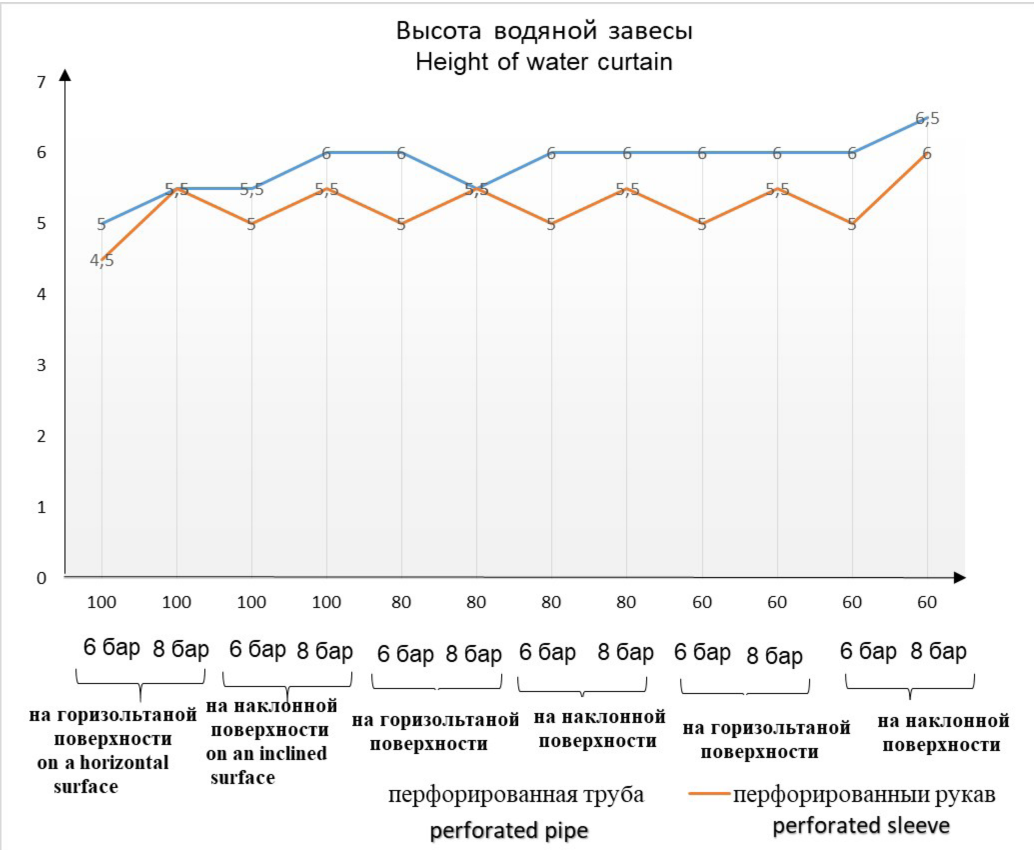

Рис. 11. Совмещенный график полученной высоты водяной завесы

Fig. 11. Combined graph of the obtained height of the water curtain

Для получения водяной завесы на более дальние расстояния потребуется увеличить диаметр магистральной линии и мощность насоса (мотопомпы), а также подобрать форсунки с подходящим диаметром сопла и необходимыми углами распыления.

С учетом возлагаемых задач на отряды добровольных пожарных и деятельности малочисленных подразделений пожарной охраны по охране сельских поселений Вьетнама разработаны рекомендации по использованию и применению водяных завес, получаемых с помощью мобильных и стационарных перфорированных трубопроводов с непрерывным расходом воды [9]. На рис. 12 представлены возможные схемы установки водяных завес с учетом влияния негативных природных явлений.

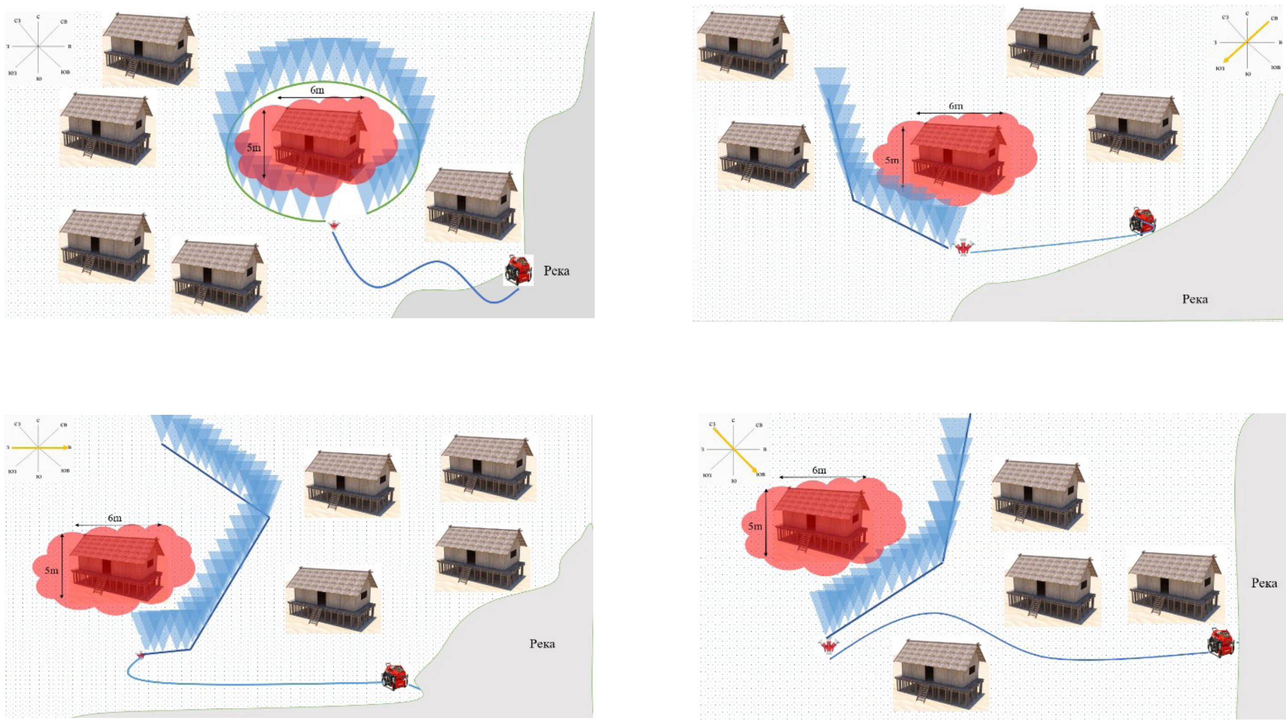

Рис. 12. Возможные схемы установки водяных завес для ограничения распространения пожара
Fig. 12. Possible schemes for installing water curtains to limit the spread of fire

Выводы

Проводимые исследования, направленные на борьбу с каскадным развитием и распространением пожаров в сельских поселениях Вьетнама, актуальны, т. к. практически половина пожаров от общей численности происходит в сельской местности. С целью применения разработок населением сельской местности Вьетнама и различными видами пожарной охраны полагаем целесообразным провести краткосрочную подготовку пожарных с практической отработкой навыков пользования перфорированными трубопроводами для создания водяных завес.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Обобщенный отчет по работе пожарной охраны провинции Тхань Хоа за 10 лет (2014–2023 гг.). Тхань Хоа : МОБ Тхань Хоа, 2020. 17 с.
2. Чан Ч. Д., Фогилев И. С. Массовые пожары жилых строений в сельской местности Вьетнама // Сборник материалов XXVI Междунар. науч.-практ. конф. «Современные проблемы обеспечения безопасности». Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2024. С. 114–119.
3. Чан Ч. Д., Фогилев И. С. Тушение пожаров в труднодоступных районах Вьетнама // Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации : сб. материалов IX Междунар. науч.-практ. конф. М. : Академия ГПС МЧС России, 2024. С. 16–21.
4. Чан Ч. Д., Фогилев И. С. К вопросу состояния дорожно-транспортной инфраструктуры в сельской местности провинции Вьетнама при реагировании пожарно-спасательных подразделений к месту вызова // Гражданская оборона на страже мира и безопасности : сб. материалов VIII Междунар. науч.-практ. конф., посвященной Всемирному дню гражданской обороны. М. : Академия ГПС МЧС России, 2024. С. 39–43.
5. Laboratory experiment of fire spread between two informal settlement dwellings / Yu Wang et al. // International Journal of Thermal Sciences. 2022. № 171. pp. 107–195. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2021.107195.
6. Мироненко Р. В. Ограничение распространения пожара через многосветные помещения по зданиям торгово-развлекательных центров : дис. ... канд. техн. наук. М. : Академия ГПС МЧС России, 2018. 145 с.
7. Усманова, Р. Р. Новая технология на основе водяной завесы для эффективного предотвращения пожаров // Актуальные аспекты развития науки и общества в эпоху цифровой трансформации (шифр — МКАА) : сб. материалов XVI Междунар. науч.-практ. конф. М. : Центр развития образования и науки, 2024. С. 72–78. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=68543896 (дата обращения: 29.04.2025).
8. Булва, И. В., Еремин, А. П., Булва, А. Д Применение дренчерной водяной завесы в качестве противопожарной преграды // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. 2016. № 2 (40). С. 42–47. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29445034 (дата обращения: 29.04.2025).
9. Нгуен Б. Т. Проблемы управления обеспечения деятельности добровольной пожарной охраны во Вьетнаме // Проблемы техносферной безопасности : материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. М. : Академия ГПС МЧС России, 2015. С. 344–347.

REFERENCES

1. Summary report on the work of Thanh Hoa province fire department for 10 years (2014–2023). Thanh Hoa : Thanh Hoa MOB, 2020. 17 p.

2. Tran C. D., Fogilev I. S. Mass fires of residential buildings in rural areas of Vietnam // Proceedings of the XXVI International Scientific and Practical Conference “Modern Problems of Security”. Ekaterinburg : Ural Institute of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2024. pp. 114–119.

3. Chan C. D., Fogilev I. S. Fire extinguishing in hard-to-reach areas of Vietnam // Firefighting: problems, technologies, innovations : proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference Moscow. Academy of State Fire Fighting Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2024. pp. 16–21.

4. Chan C. D., Fogilev I. C. To the question of the state of road and transport infrastructure in rural areas of the province of Vietnam in the response of fire and rescue units to the place of call // Civil Defense at the guardians of peace and security : a collection of materials of the VIII International scientific and practical conference dedicated to the World Day of Civil Defense. M. Academy of Civil Defense Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2024. pp. 39–43.

5. Laboratory experiment of fire spread between two informal settlement dwellings / Yu Wang et al. // International Journal of Thermal Sciences. 2022. № 171. pp. 107–195. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2021.107195.

6. Mironenko R. V. Restriction of fire propagation through multi-light rooms in the buildings of shopping and entertainment centers : a dissertation .... Cand. of Technical Sciences. M. : Academy of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2018. 145 p.

7. Usmanova, R. R. New technology based on water curtain for effective fire prevention // Actual aspects of development of science and society in the era of digital transformation (cipher — MCAA) : proceedings of the XVI International Scientific and Practical Conference. M. : Center for Development of Education and Science, 2024. pp. 72–78. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=68543896 (date of application: 29.04.2025).

8. Bulva, I. V., Eremin, A. P., Bulva, A. D. Application of a drencher water curtain as a fire barrier // Emergencies: prevention and elimination. 2016. № 2 (40). pp. 42–47. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29445034 (date of application: 29.04.2025).

9. Nguyen B. T. Problems of management of providing the activity of voluntary fire protection in Vietnam // Problems of technosphere safety : Proceedings of the International scientific and practical conference of young scientists and specialists. M. : Academy of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2015. pp. 344–347.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Фогилев Иван Сергеевич, канд. техн. наук, профессор кафедры пожарной тактики и службы учебно-научного комплекса пожаротушения Академии ГПС МЧС России (129366, Российская Федерация, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4); ORCID: 0000-0003-2058-5758; SPIN-код: 6792-0626; Author ID: 972535; email: galich_ivan@mail.ru

Чан Дык Чунг, адъюнкт института подготовки иностранных граждан Академии ГПС МЧС России (129366, Российская Федерация, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4); ORCID: 0000-0003-2375-9143; SPIN-код: 9011-9507; Author ID: 1196018; email: tranductrung56@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ivan S. Fogilev, Cand. Sci. (Eng.), Professor, Department of Fire Tactics and Service of the Fire Fighting Training and Research Complex of Fire Safety in Construction SFA of EMERCOM of Russia (4 Borisa Galushkina St., Moscow, 129366, Russian Federation); ORCID: 0000-0003-2058-5758; SPIN-code: 6792-0626; Author ID: 972535; e-mail: galich_ivan@mail.ru

Tran Duc Trung, Adjunct, Institute of Training of Foreign Citizens of Fire Safety in Construction SFA of EMERCOM of Russia (4 Borisa Galushkina St., Moscow, 129366, Russian Federation); ORCID: 0000-0003-2375-9143; SPIN-code: 9011-9507; Author ID: 1196018; e-mail: tranductrung56@gmail.com

Поступила в редакцию 30.01.2025
Одобрено после рецензирования 24.02.2025
Принята к публикации 15.06.2025