

Научная статья

УДК 614.841

doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2022.74.62.010

Разработка конвективной противопожарной преграды для снижения пожарной опасности технологических процессов и производств

Дмитрий Валентинович Каргашилов¹

Ирина Александровна Иванова²

Анастасия Петровна Паршина³

^{1,2,3}*Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия*

¹*Воронежский институт повышения квалификации сотрудников ГПС МЧС России, Воронеж, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-1638-3547>*

²*<https://orcid.org/0000-0002-2589-3787>*

³*<https://orcid.org/0000-0003-4842-2168>*

Автор ответственный за переписку: Дмитрий Валентинович Каргашилов, kargashil@mail.ru

Аннотация. В статье описан один из способов снижения пожарной опасности технологических процессов и производств путем применения конвективной противопожарной преграды, которая способна не только предотвращать распространение опасных факторов пожара за пределы его очага, но и использоваться в качестве ограждения обеспечивающего проветривание пространств с наличием технологического оборудования, в котором обращаются горючие газы или жидкости. Авторами были рассмотрены существующие конструкции противопожарных преград и предложена конвективная противопожарная преграда, описана ее конструкция, принцип работы, а также представлены варианты преграды из железобетонных материалов и просечно-вытяжного листа. Приведен пример практического применения преграды.

Ключевые слова: технологический, процесс, пожар, опасность, конструкция, температура, преграда, огнестойкость, установка, резервуар, просечно-вытяжной, лист, обвалование, углеводородный, газ.

Для цитирования: Каргашилов Д.В., Иванова И.А., Паршина А.П. Разработка конвективной противопожарной преграды для снижения пожарной опасности технологических процессов и производств// Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2022. № 2 (25). С. 84-89.

Original article

DEVELOPMENT OF A CONVECTIVE FIRE BARRIER TO REDUCE THE FIRE HAZARD OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND INDUSTRIES

Dmitry V. Kargashilov^{1,2}

*Irina A. Ivanova*²

*Anastasia P. Parshina*³

^{1,2,3}*Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia*

¹*Voronezh Institute for Advanced Training of Employees of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Voronezh, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-1638-3547>*

²*<https://orcid.org/0000-0002-2589-3787>*

³*<https://orcid.org/0000-0003-4842-2168>*

Corresponding author: *Dmitry Valentinovich Kargashilov, kargashil@mail.ru*

Abstract. The article describes one of the ways to reduce the fire hazard of technological processes and industries by using a convective fire barrier, which can not only prevent the spread of dangerous fire factors beyond its source, but also be used as a fence providing ventilation of spaces with the presence of technological equipment, in which circulate flammable gases or liquids. The authors considered the existing designs of fire barriers and proposed a convective fire barrier, described its design, operating principle, and also presented options for a barrier made of reinforced concrete materials and expanded metal. An example of the practical application of the barrier is given.

Keywords: technological, process, fire, danger, design, temperature, barrier, fire resistance, installation, reservoir, expanded metal, sheet, bunding, hydrocarbon, gas

For citation: Kargashilov D.V., Ivanova I.A., Parshina A.P. Development of a convective fire barrier to reduce the fire hazard of technological processes and industries // Siberian Fire and Rescue Bulletin 2022. № 2 (25). С. 84-89.

Снижение пожарной опасности технологических процессов направлено на обеспечение предотвращения воздействия на людей и материальные ценности опасных факторов пожара, а также снижение его последствий. Одним из способов защиты людей и имущества от воздействия пожара, является применение средств обеспечивающих ограничение распространение пожара за пределы очага [1].

Распространение пожара за пределы очага обеспечивается, в том числе устройством противопожарных преград, к которым относятся противопожарные перегородки, перекрытия, стены, водяные завесы, занавесы, экраны. Наиболее эффективными являются противопожарные преграды капитального характера (стены, перегородки, перекрытия) имеющие наиболее высокий коэффициент срабатывания, относительно водяных завес, занавесей, экранов, штор. В основном это конструкции из кирпича (стены, перегородки), железобетона (стены, перегородки и перекрытия), гипсокартона (перегородки). Также известна противопожарная стена (патент РФ № 2260658 класс E 04 B 1/94 от 20.04.2004) выполненная в виде конструкции, включающей в себя железобетонные колонны, трехслойные панели с сердечником из негорючей минеральной ваты, прикрепленные к колоннам внахлест при помощи крепежных элементов [2]. Все эти конструкции имеют сплошные поверхности изолирующие распространение через них ОФП.

Недостатком сплошных конструкций является отсутствие возможности отводить от очага пожара его высокие температуры и токсичные продукты горения, а также обладают малой мобильностью в силу своей конструктивной особенности. Конструкция, например противопожарной стены не соответствует требованиям пожарной безопасности, предъявляемым к автозаправочным станциям и объектам хранения углеводородного топлива, в частности не обеспечивает проветривание территории, что приводит к накоплению горючих газов или паров ЛВЖ или ГЖ обращающихся в их технологических процессах.

В качестве конструкции, которая может отводить тепло от очага пожара, а в нормальном режиме обеспечивать проветривание территорий соответствующих объектов, является

устройство для защиты от ударной волны и опасных факторов пожара (Патент РФ № 2713685 С1, 06.02.2020), она состоит из защитного экрана, имеющего цилиндрическую кривизну [3]. Экран выполнен из набора металлических просечно-вытяжных листов, положенных друг на друга со смещением в шахматном порядке, обеспечивающим образование хаотичных щелей в экране эквивалентным диаметром сечения 2...8 мм, при этом перфорация листов имеет чешуйчатую структуру, прорези которых обращены навстречу движению ударной волны или теплового потока.

Однако к недостаткам данной конструкции следует отнести ее конфигурацию, которая обеспечивает эффективную защиту от возможного распространения пожара только с одной стороны, для эффективной защиты с двух сторон, необходимо предусматривать 2 конструкции, развернутые вогнутыми частями к возможным источникам пожара (рисунок 1), что в 2 раза увеличивает материалоемкость и соответственно стоимость защиты, а также занимаемую площадь, что, в общем, снижает ее экономическую эффективность.

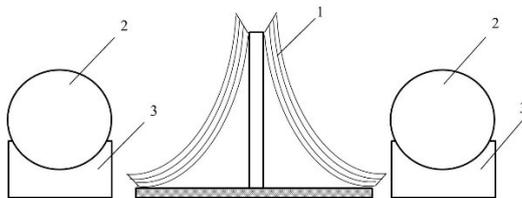


Рис. 1. Схема применения устройства в качестве противопожарной преграды между резервуарами: 1 - конструкция; 2 - резервуар; 3 - фундамент резервуара.

Также в известном устройстве набор металлических просечно-вытяжных листов, положенных друг на друга со смещением в шахматном порядке, обеспечивающим образование хаотичных щелей в экране эквивалентным диаметром сечения 2...8 мм, после воздействия высоких температур пожара потеряет первоначальные параметры щелей в сторону их уменьшения, что не обеспечит интенсивный отвод высоких температур пожара и дымовых газов, из закрытых или частично закрытых объемов, например, площадок или этажерок с размещенным технологическим оборудованием, если данную преграду использовать для предотвращения распространения пожара между технологическими установками.

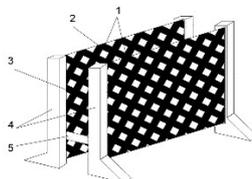
В качестве преграды, в том числе обладающей мобильностью, способной не только предотвратить распространение пожара между объектами, но и обеспечить отвод опасных факторов пожара от его очага, тем самым снизить воздействие высоких температур пожара на конструкции сооружения и оборудование, увеличить показатели их сохранности после пожара, снизить воздействие на людей опасных факторов пожара, а также обеспечить соответствия требованиям пожарной безопасности, предъявляемым к автозаправочным станциям, объектам использования углеводородного сырья, в части конструкции ограждения, а также предотвращение распространения пожара между наружными установками, и резервуарами в резервуарных парках хранения нефти и нефтепродуктов или горючих газов, является конвективная противопожарная преграда.

Конвективная противопожарная преграда, включающая опоры, фундамент или другие несущие элементы, в том числе монолитный каркас здания; железобетонные, каменные или металлические конструкции, имеющие отверстия и способные сохранять какое-то время свои геометрические параметры при воздействии высоких температур пожара, состоит из не менее 2-х вертикально размещенных и расположенных друг от друга на расстоянии обеспечивающем движение конвективного потока между ними железобетонных, каменных или металлических конструкций имеющих отверстия с размерами обеспечивающими движение газовых (воздушных) потоков через них.

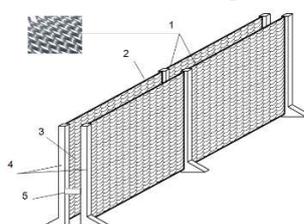
Технический результат заключается в отведении части теплового потока и дымовых газов пожара конвективной противопожарной преградой, обеспечивающей предотвращение распространения пожара на соседние объекты, снижение температуры пожара со стороны очага,

а также предотвращение воздействия на людей его опасных факторов. Конвективная противопожарная преграда, состоит из конструкций, имеющих отверстия, что соответствует требованиям пожарной безопасности, предъявляемым к автозаправочным станциям и объектам хранения углеводородного топлива.

Схематичное изображение конвективной противопожарной преграды приведено на рис. 2



а) железобетонная конструкция конвективной противопожарной преграды



б) конвективная противопожарная преграды из просечно-вытяжного листа [4]

Рис. 2. Виды конвективных противопожарных преград

Конвективная противопожарная преграда (далее преграда) состоит из не менее 2-х вертикально расположенных железобетонных, каменных или металлических конструкций 1, имеющих отверстия 2. Преграда образует внутренний объем 3, в котором по средствам конвекции, создаётся движение газового потока. Преграда имеет несущие элементы 4 имеющие опоры или фундамент, связанные между собой с противоположных сторон стабилизирующими перемычками 5. Конструкция преграды какое-то время должна выдерживать воздействие высоких температур пожара.

Преграда работает следующим образом.

При возникновении пожара, часть теплового потока и дымовых газов, через отверстия 2 в конструкциях 1 отводится в объем 3, образованный между этими конструкциями. По мере прогревания конструкции преграды со стороны очага пожара во внутреннем объеме 3 образуется конвективный поток, движущийся вверх между конструкциями (рисунок 3).

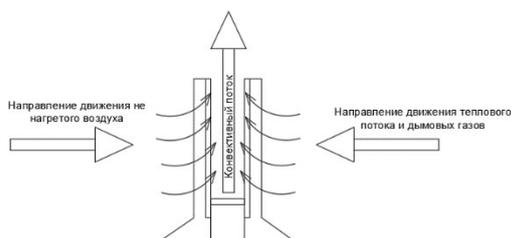


Рис. 3. Принцип работы преграды

При этом через отверстия 2 конструкции 1 расположенной с ее необогреваемой стороны за счет движения конвективного потока внутри объема 3, затягивается (инжектируется) не нагретый газовый (воздушный) поток, который охлаждает внутренний объем 3, а также частично конструкцию 1 со стороны пожара и тем самым предотвращает распространение высокой температуры пожара, а также его других опасных факторов через преграду на соседние объекты.

Предел огнестойкости конструкции 1 и ее несущих элементов 4, принимается с учетом, имеющимся методик по определению пределов огнестойкости железобетонных, металлических и каменных конструкций. Предел огнестойкости конвективной противопожарной преграды в целом, определяется экспериментальным путем.

Таким образом, предлагаемая преграда обеспечит предотвращение распространения пожара между объектами, снизит температуру пожара со стороны его очага, предотвратит воздействия на людей его опасных факторов и обеспечит соответствует требованиям пожарной безопасности, предъявляемым к ограждениям АЗС [5] и объектам хранения углеводородного топлива в частности хранения СУГ [6], обеспечивая продуваемость их территорий за счет наличия отверстий в ее конструкциях.

В качестве примера практического применения преграды можно рассмотреть ее устройство между группами резервуаров для хранения СУГ, при этом конструкция монтируется в месте установки обвалования или стены, рисунки 4 и 5, таким же образом можно снижать пожарную опасность любой наружной установки.



Рис. 4. Места установки преград между группами резервуаров на обвалованиях

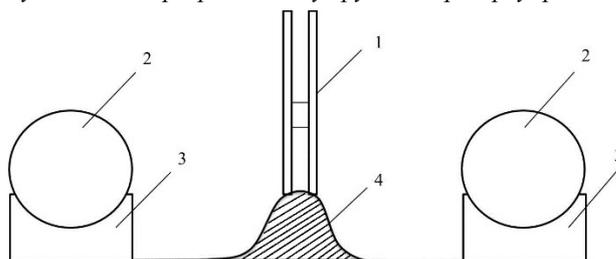


Рис. 5. Вариант установки преград между группами резервуаров: 1 - конструкция; 2 - резервуар; 3 - фундамент резервуара; 4 - обвалование

Нужно отметить, что с применением конвективной противопожарной преграды увеличивается интенсивность охлаждения соседних резервуаров, например, относительно применения противопожарных преград со сплошными поверхностями (стены, перегородки), за счет конвективных потоков, создаваемых конструкцией, что позволяет снизить расходы воды на охлаждение оборудования.

Список источников

1. Федеральный закон от 22.07.2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Противопожарная стена. Патент РФ № 2260658 класс E 04 B 1/94 от 20.04.2004.
3. Пламевзрывозащитная конструкция ограждения от воздействия опасных факторов пожара. Патент РФ № 2713685 C1, 06.02.2020
4. Мобильные противопожарные преграды или противопожарные заборы. В сборнике: Комплексные проблемы техносферной безопасности. Научный и практический подходы к развитию и реализации технологий безопасности. Сборник статей по материалам XVII Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 536-539.
5. СП 156.13130.2014 Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности. - docs.cntd.ru

6. СП 62.13330.2011* Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002. - docs.cntd.ru.

7. Применение инновационных противопожарных преград при проектировании АГЗС. Каргашилов Д.В., Шевцов С.А., Романюк Е.В. В книге: Ройтмановские чтения. Сборник материалов VIII научно-практической конференции. Под редакцией Б.Б. Серкова. 2020. С. 41-43.

List of sources

1. Federal Law of July 22, 2008 No. 123-FZ "Technical Regulations on Fire Safety Requirements".

2. Fire wall. RF patent No. 2260658 class E 04 B 1/94 dated 04/20/2004.

3. Flame and explosion protection design of the fence against the impact of dangerous fire factors. RF patent No. 2713685 C1, 02/06/2020

4. Mobile fire barriers or fire fences. In the collection: Complex problems of technosphere safety. Scientific and practical approaches to the development and implementation of security technologies. Collection of articles based on materials of the XVII International Scientific and Practical Conference. Voronezh, 2021. S. 536-539.

5. SP 156.13130.2014 Car filling stations. Fire safety requirements. - docs.cntd.ru

6. SP 62.13330.2011* Gas distribution systems. Updated edition of SNiP 42-01-2002. - docs.cntd.ru.

7. The use of innovative fire barriers in the design of gas filling stations. Kargashilov D.V., Shevtsov S.A., Romanyuk E.V. In the book: Roytman Readings. Collection of materials of the VIII scientific-practical conference. Edited by B.B. Serkov. 2020. S. 41-43.

Информация об авторах

Д.В. Каргашилов - кандидат технических наук, доцент

И.А. Иванова - кандидат технических наук, доцент

Information about the author

D. V. Kargashilov - Ph.D. of Engineering Sciences, docent

I.A. Ivanova - Ph.D. of Engineering Sciences, docent

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакция 07.06.2022; одобрена после рецензирования 27.06.2022; принята к публикации 30.06.2022.

The article was submitted 07.06.2022, approved after reviewing 27.06.2022, accepted for publication 30.06.2022.