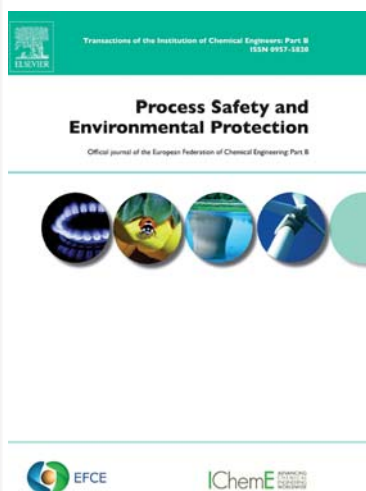


РЕФЕРАТИВНЫЙ ОБЗОР ЗАРУБЕЖНЫХ ИЗДАНИЙ



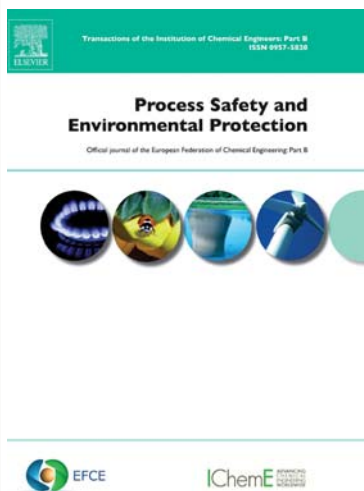
Process Safety and Environmental Protection 147 (2021): 693–702

**БЕЗОПАСНЫЕ РАССТОЯНИЯ ДЛЯ РЕЗЕРВУАРОВ-ХРАНИЛИЩ
С ЦЕЛЬЮ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ УЩЕРБА ОТ ПОЖАРА В ЗОНЕ КОНТАКТА
ДИКОЙ ПРИРОДЫ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Федерика Риччи (Италия), Джордано Эмрис Скарпони (Италия), Эльза Пастор (Испания),
Эулалия Планас (Испания), Валерио Коццани (Италия)

Во всем мире растет частота возникновения лесных пожаров, что вызывает все большую обеспокоенность, особенно в зонах контакта дикой природы с городом (WUI) и дикой природы с промышленностью (WII). Лесные пожары, приближающиеся к зоне WII, могут нанести серьезный ущерб людям и промышленным объектам. При таких сценариях резервуары-хранилища, имеющиеся на промышленных объектах, являются одними из наиболее уязвимых деталей оборудования, поскольку обычно они расположены в непосредственной близости от границы предприятия. Если в резервуарах хранятся опасные вещества, то их повреждение в результате пожара может привести к потере герметичности и спровоцировать технологические аварии. Сохранение целостности подобного типа оборудования в случае лесных пожаров имеет первостепенное значение. В настоящем исследовании представлена поэтапная методология оценки безопасных расстояний между резервуарами-хранилищами и растительностью. В соответствии с имеющимися данными о лесном пожаре, о планировке и о резервуарах, которые могут пострадать, по представленной методологии можно определить безопасные расстояния, которые можно применять для проектирования зон с минимальным количеством топлива вокруг промышленного объекта. Предложенная методология представляет собой инструмент для расчета безопасных расстояний, который может служить руководством для специалистов по промышленному управлению и помочь регулирующим органам в установлении более надежных стандартов. Сравнение данных по безопасным расстояниям, полученным в результате настоящего исследования, с действующими регламентами и нормативами разных стран, вызывает обеспокоенность по поводу возможной недооценки требуемых безопасных расстояний в случае сильных лесных пожаров.

Ключевые слова: *природно-технологический, лесной пожар, опасность крупных аварий, зона контакта дикой природы с городом, зоны с пониженным содержанием топлива, резервуары для хранения топлива*



Process Safety and Environmental Protection 147 (2021): 1101–1109

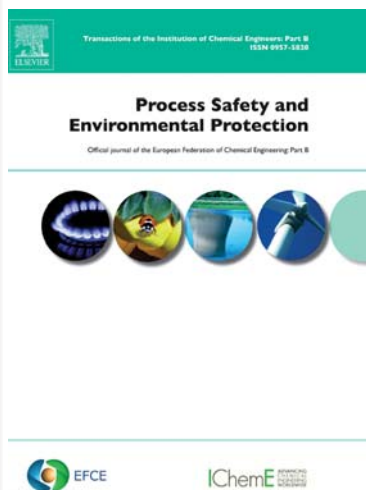
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВОДЯНОГО ТУМАНА НА ДЕФЛАГРАЦИЮ СМЕСИ ПРОПАН-ВОЗДУХ: КРУПНОМАСШТАБНОЕ ИСПЫТАНИЕ

Гуйчунь Ли, Чуань юй Панг, Ян пэн Лю, Сяолун Чжу, Сяоминь Ни, Сянди Чжао, Госин Чен, Сижи Ван (Китай)

Взрывы нефти и газа угрожают промышленной безопасности и личной безопасности людей, поэтому контроль или снижение риска взрыва всегда являлись важными задачами. Водяной туман, являясь чистым и эффективным средством пожаротушения, был оценен в ходе небольших испытаний как потенциально эффективное средство для снижения взрывоопасности. С целью расширения знаний о крупномасштабном снижении взрывоопасности с помощью водяного тумана, который обычно используется для пожаротушения, была проведена серия экспериментальных испытаний с использованием большого взрывоопасного сосуда (с сечением $1,5 \times 1,5$ м и длиной 10 м). Характеристики взрыва – процесс и скорость распространения пламени, избыточное давление взрыва и скорость роста избыточного давления взрыва – были определены и проанализированы на основе данных, полученных с помощью высокоскоростной камеры Phantom, датчиков пламени и датчиков давления соответственно. Были рассмотрены два различных типа сопел водяного тумана, различные ограничения емкости и места установки сопел, а также добавки для водяного тумана. Результаты показали, что как характеристики струи водяного тумана, так и места установки сопел оказывают значительное влияние на смягчение последствий взрыва. Кроме того, было установлено, что добавка K_2CO_3 может удвоить эффект смягчения последствий взрыва с помощью водяного тумана при использовании сопла типа А, однако этот эффект слабее, чем при использовании сопла типа В без добавки K_2CO_3 . Таким образом, влияние добавки K_2CO_3 на смягчение последствий взрыва меньше, чем изменение характеристик водяного тумана. Эти результаты будут иметь значение для дальнейшего понимания процесса смягчения последствий взрыва с использованием водяного тумана в крупномасштабных условиях и для оптимального проектирования систем смягчения последствий взрыва с использованием водяного тумана.

Ключевые слова: характеристика взрыва, крупномасштабная дефлаграция, смягчение последствий взрыва, безопасность, водяной туман, добавка

Process Safety and Environmental Protection 147 (2021): 1009–1017

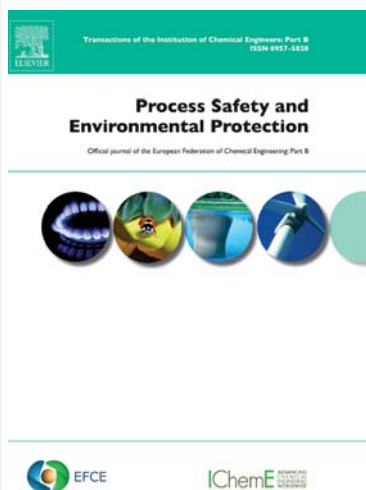


ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ПЛАМЕНИ И МОДЕЛИ РАЗМЕРОВ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СТРУИ ПЛАМЕНИ, УДАРЯЮЩЕЙСЯ О СТЕНКУ

Чэнь Ван, Лонг Дин, Хуасянь Ван, Цзе Цзи, Юнхун Хуан (Китай)

Процессы производства и транспортировки газового топлива могут быть связаны с опасностью горения струи в результате утечки из трубопровода. В реальных авариях иногда на пути распространения горизонтальной струи пламени могут возникать препятствия, приводящие к столкновению. Механизм распространения в таком случае сложен из-за взаимосвязи силы сопротивления препятствия (например, стенки), выталкивающей силы и начального импульса. Были проведены эксперименты по исследованию горизонтальной струи пламени, ударяющейся о стену, в зависимости от начальной скорости распространения топлива и расстояния между соплом и стеной. Результаты показывают переходное состояния пламени и механизм распространения устойчивого пламени. Восходящая выталкивающая сила горизонтальной струи пламени постепенно увеличивается по мере удаления от места выброса топлива, пока пламя не столкнется со стенкой. В боковой проекции наблюдается пламя, ударяющееся о стенку (стадии распространения вверх-вниз и вверх), и пламя, не ударяющееся о стенку (стадия свободного распространения). Вихрь пламени против часовой стрелки возникает из-за борьбы между восходящей выталкивающей силой и нисходящим импульсом ниже точки выпуска сопла. Во фронтальной проекции пламя меняется с U-образного на O-образное. Предложена модель размера горизонтальной струи пламени, ударяющейся о стенку, на основе знаний о струе жидкости, принципе сохранения импульса и втором законе Ньютона.

Ключевые слова: *горизонтальная струя пламени, удар о стенку, состав пламени, модель размеров пламени, процессы производства и транспортировки*



Process Safety and Environmental Protection 148 (2021): 93–103

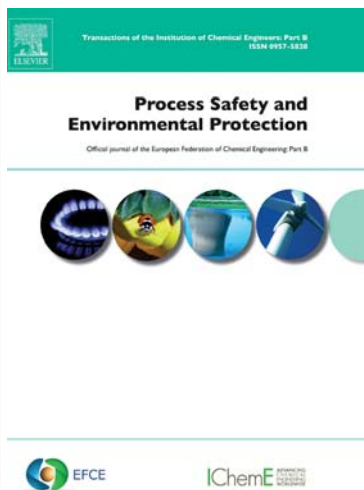
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЖАРА ПРОЛИВА С БЛИЗЛЕЖАЩЕЙ НАКЛОННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПОПЕРЕЧНОГО ПОТОКА

Юйцзе Линь, Лонхуа Ху, Сяолей Чжан, Юхан Чен (Китай)

Было проведено мало исследований характеристик пламени при пожаре пролива как типового пожара в обрабатывающей промышленности при наличии близкорасположенной наклонной поверхности, т. е. в холмистой местности или при наличии препятствия. В данной работе изучалось влияние близлежащей наклонной поверхности на высоту пламени и перемещение воздуха при пожаре пролива в неподвижном воздухе и при поперечном потоке с различными размерами пролива и скоростью регрессии. Углы наклона близлежащей поверхности составляли 0° , 20° , 30° и 40° от горизонтального уровня, а скорость поперечного потока варьировалась в пределах 0–3 м/с. Результаты экспериментов показывают, что высота пламени увеличивается с увеличением угла наклона прилегающей поверхности. Для интерпретации поля потока уноса воздуха был использован симулятор динамики пожара. Близлежащая наклонная поверхность ограничивает унос воздуха, создает зону отрицательного давления в подветренной части и растягивает пламя вдоль близлежащей наклонной поверхности. Поперечный поток подает дополнительный воздух, усиливая отрицательное давление. Предложены формулы, основанные на общей плавучести, вызванной пожаром пролива, импульсе поперечного потока и выведенном характерном глобальном коэффициенте близлежащей наклонной поверхности, которые показали хорошую корреляцию с экспериментальными результатами.

Ключевые слова: *пожар пролива, поперечный поток, близлежащая наклонная поверхность, характеристики пламени*

Process Safety and Environmental Protection 148 (2021): 283–290

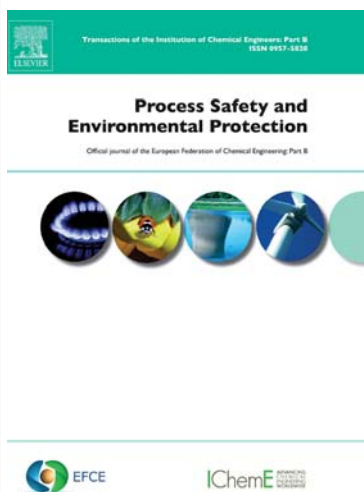


ПРОСТЕЙШИЙ МЕТОД НАДЕЖНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ САМОВОЗГОРАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ГИДРОКСИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Бехзад Назари, Мохаммад Хоссейн Кешаварз, Маджид Хоссейнзадех Мобархан (Иран)

Знание температуры самовозгорания необходимо для производства, переработки, обработки, транспортировки и хранения горючих материалов, но ее измерение очень трудоемко. В данной работе представлена простая модель для оценки температуры самовозгорания различных классов органических гидроксильных соединений, содержащих другие полярные группы, такие как -O-, -S-, -CN, -C(=O)O-, -NH₂ и > NH. Новая корреляция может предсказать температуру самовозгорания любых органических соединений, включающих гидроксильную функциональную группу, посредством их молекулярной структуры. Она основана на количестве атомов водорода и двух корректирующих функций при определенных условиях. Для оценки надежности новой модели были использованы различные виды статистических параметров, включая внутреннюю и внешнюю валидацию. Высокая надежность новой модели сравнивается с результатами двух лучших из имеющихся методов прогнозирования. Показано, что значение средней абсолютной процентной ошибки (MAPE) новой модели в обучающем и тестовом наборах, соответствующих 109 органическим гидроксильным соединениям, составляет 3,90 К, что значительно меньше, чем у двух сравнительных методов, т. е. 7,81 и 13,70 К.

Ключевые слова: *температура самовозгорания, органическое гидроксильное соединение, корреляция, молекулярная структура, безопасность*



Process Safety and Environmental Protection 148 (2021): 724–736

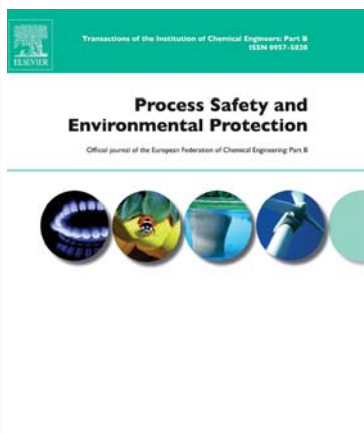
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК РАСПЫЛЕНИЯ ДВУХСТРУЙНОЙ ФОРСУНКИ ДЛЯ ВОДЯНОГО ТУМАНА И ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРА ПРОЛИВА ГЕПТАНА

Чан Сок Чон, Чи Янг Ли (Республика Корея)

Водяной туман, который является альтернативой галоновым средствам пожаротушения, не влияет на чистоту окружающей среды и предотвращать огромные потери от пожаров в различных областях промышленности. В данном экспериментальном исследовании были изучены характеристики распыления двухструйной форсунки для водяного тумана и ее эффективность при тушении пожара пролива гептана. В качестве характеристик распыления были измерены и проанализированы такие параметры, как SMD (средний диаметр по Саутеру) водяного тумана, распределение потока выходящей воды, скорость нисходящего потока воздуха и давление жидкостей на входе. Затем в ходе экспериментов по тушению пожара с использованием трех различных параметров скорости тепловыделения были подробно изучены карта тушения пожара, время тушения, расход воды и влияние водяного тумана на скорость потери массы. Кроме того, было проведено сравнение и обсуждение экспериментальных данных, полученных с помощью двухструйной форсунки, с данными, полученными с помощью одноструйной форсунки, о которых сообщалось в предыдущем исследовании. На основании приведенных экспериментальных данных по тушению пожара, особенно в условиях высокой скорости потока воздуха, двухструйная форсунка показала высокую эффективность тушения пожара. Более того, по сравнению с предыдущим исследованием с использованием одноструйной форсунки, было обнаружено, что двухструйная форсунка может успешно тушить пожар пролива горючей жидкости за более короткое время, меньшим расходом воды и с более низким давлением на входе. На основании полученных результатов было установлено, что воздушный поток двухструйной насадки является важным фактором, влияющим на эффективность тушения пожара. Кроме того, двухструйная форсунка обладает значительным потенциалом для увеличения эффективности систем пожаротушения водяным туманом.

Ключевые слова: *двухструйная форсунка, водяной туман, характеристики распыления, пожар пролива гептана, эффективность пожаротушения, система пожаротушения водяным туманом*

Process Safety and Environmental Protection 148 (2021): 737–750



ОЦЕНКА ДВУМЕРНОЙ ТЕПЛОВОЙ СРЕДЫ, СОЗДАВАЕМОЙ СИЛЬНЫМИ ПОЖАРНЫМИ ШЛЕЙФАМИ В ГОРОДСКОМ ТУННЕЛЕ КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

Кай Йе (Китай, Сингапур), Сяо Танг (Китай), Юань Чжэн (Китай), Сяюй Цзю (Япония), Ян Пэн (Китай), Хун Лю (Китай), Донг Ванг (Китай), Бэй Цао (Китай), Личжун Ян (Китай)

Несмотря на то, что на сегодняшний день инженерные туннели являются инновационным методом устойчивого развития городских коммуникаций и ограниченного подземного пространства, к проблемам возгорания в туннелях такого типа следует относиться внимательно, поскольку сценарии возгорания в них отличаются от сценариев возгорания в транспортных туннелях. Для того чтобы предложить простую в использовании методику оценки двумерной (2D) температуры, которая будет полезна для проектировщиков, операторов и пожарных, были исследованы распределения температуры и толщина потолочной струи (вертикальное расстояние от потолка до места, где температура внутри вызванного пожаром дымового потока падает до половины от максимальной в определенном месте) с помощью полномасштабных огневых испытаний в инженерном туннеле. Вертикальное распределение температуры было представлено в виде нормализованного единичного выпукло-вогнутого профиля. Было подтверждено самоподобие, а также было обнаружено три типа профилей подобия. Для того чтобы соотнести область внутреннего пограничного слоя и внешнюю область профилей потолочных струй, была использована серия математических функций, сочетающих функцию мощности и функцию ошибки Гортлера. Кроме того, было обнаружено, что толщина потолочной струи изменяется как функция мощности в зависимости от продольного расстояния, а не является постоянной величиной, как предполагалось в предыдущих исследованиях. Модель вертикального распределения, модель толщины потолочной струи и модель продольного затухания температуры были объединены в общую структуру для эмпирической оценки двумерной тепловой среды, создаваемой сильными огненными шлейфами при пожарах в инженерных туннелях.

Ключевые слова: *инженерный туннель, пожарная безопасность, потолочная струя, вертикальное распределение, двухмерное прогнозирование температуры*

**Материал (поступил в редакцию 15.02.2023 г.)
подготовили:**

Ю.В. МЕЛЬНИКОВА, мл. науч. сотр.; Н.В. САЙГИНА, ст. науч. сотр.;
Е.О. СМИРНОВА, науч. сотр.; А.И. МИРОНОВА, науч. сотр.
(ФГБУ ВНИИПО МЧС России)