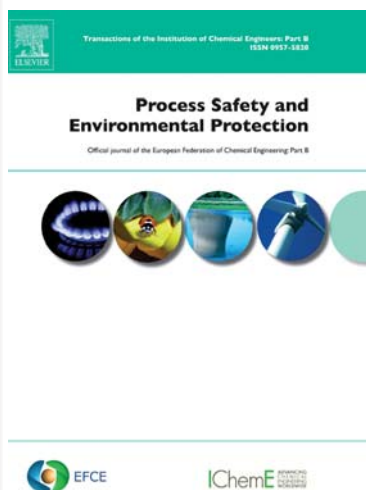


РЕФЕРАТИВНЫЙ ОБЗОР ЖУРНАЛА PROCESS SAFETY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION, № 154, 155 (2021)



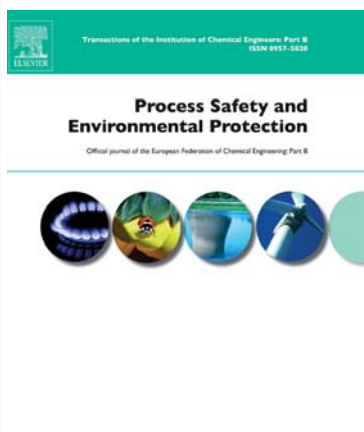
**Vol. 154 (2021):
189-201**

БАЙЕСОВСКИЕ РАССУЖДЕНИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ РАЗЛОМА ПРИ ПОЖАРАХ, ВЫЗВАННЫХ ВЗРЫВАМИ СОСУДОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Эгидиус Ритас Вайдокас (Литва)

В статье исследуется проблема оценки повреждений при взрывах цилиндрических сосудов высокого давления. Основное внимание сосредоточено на прогнозировании расположения трещин в стенке сосуда, предшествующего взрыву. Такое расположение трещин называется структурой разлома. Структура разлома содержит важную информацию для прогнозирования характера выброса и траектории выброса осколков, образующихся при взрыве. Были изучены термоиндуцированные взрывы, известные как взрывы кипящей жидкости с расширяющимся паром. Задача прогнозирования структуры разлома была сформулирована как задача оценки вероятностей появления этих форм. Недостаток данных о возникновении структуры разлома в прошлых взрывах послужил стимулом для оценки вероятностей структуры разлома с помощью байесовской статистики. Основным выводом исследования заключается в том, что вероятности появления структуры разлома могут быть обработаны с помощью многочленного распределения Дирихле, а эпистемическая неопределенность в этих вероятностях выражена априорным и апостериорным распределениями Дирихле. Байесовский расчет вероятности появления структуры разлома рассматривается как способ, позволяющий ввести прогнозирование раскола сосуда в формальный вероятностный анализ риска. Для оценки вероятности предлагается использовать так называемое минимально информативное априорное распределение Дирихле в качестве априорного, подходящего для байесовского обновления при недостатке данных. Утверждается, что в настоящее время вероятностное прогнозирование структуры разлома на основе данных о прошлых авариях является единственным практически осуществимым способом оценки потенциального типа раскола сосуда. Обычный (детерминированный) механический и/или металлургический анализ не дает надежных моделей для прогнозирования структуры разлома в случае исследуемых взрывов.

Ключевые слова: сосуд под давлением, взрыв, BLEVE (взрыв расширяющихся паров вскипающей жидкости), фрагмент, байесовский расчет структуры разлома



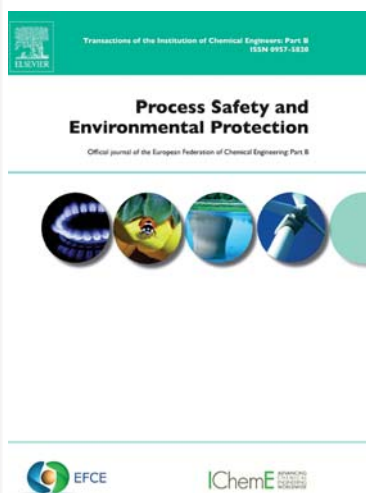
**Vol. 154 (2021):
306-314**

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ ПРОБИТ-МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОТКАЗОВ ОБОРУДОВАНИЯ, ВЫЗВАННЫХ ЭФФЕКТОМ ДОМИНО, С УЧЕТОМ ДИНАМИЧЕСКОГО И СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕСКОЛЬКИХ ПОЖАРОВ

Цзяньфэн Чжоу (Китай), Генсерик Реньерс (Нидерланды, Бельгия),
Валерио Коццани (Италия)

Аварии, приводящие к промышленным пожарам на химических и технологических установках и в промышленных парках, где хранятся или перерабатываются соответствующие объемы опасных веществ, могут вызвать эффект домино. Пробит-модели, разработанные и применяемые во многих исследованиях, могут предоставить данные о вероятности отказа оборудования, но в них не учитывается влияние нескольких источников излучения и, таким образом, не отражаются последствия серьезных сценариев, например, когда несколько пожаров начинаются в разное время на разных установках. В настоящем исследовании определено критическое значение тепловой дозы, влекущее за собой отказ оборудования. Затем вводится прямая процедура расчета параметра t_{tf} (время до отказа) на основе критического значения тепловой дозы, которая принимает во внимание время возникновения или тушения различных вторичных пожаров. Она позволяет учитывать влияние первичного и нескольких вторичных сценариев пожара на возникновение эффекта домино, обновляя значение параметра «время до отказа» на основе динамической эволюции нескольких сценариев пожара. Предлагаемый подход демонстрируется с помощью эффекта домино, проиллюстрированного пожаром на нефтехранилище.

Ключевые слова: химические пожары, эффект домино, пробит-модели, время до отказа



**Vol. 154 (2021):
384-392**

ВЛИЯНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТОВ НА ПИРОЛИЗ И ВЗРЫВ ПЫЛИ БИОМАССЫ

Айхуа Лю, Цзююнь Чэнь, Синер Лу, Диди Ли, Вэньбин Сю (Китай)

Понимание влияния взаимодействия компонентов лигноцеллюлозной биомассы на пиролиз и взрыв может помочь в предотвращении и регулировании взрывов пыли. Целью данного исследования было изучение характеристик пиролиза и параметров взрыва целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина, входящих в состав пыли биомассы, а также их смесей для выявления влияния их взаимодействия путем сравнительного анализа экспериментальных результатов и прогнозируемых значений с использованием термогравиметрического анализатора и сферического сосуда для взрыва объемом 20 л. Результаты показывают, что увеличение

доли целлюлозы повышает как интенсивность пика потери веса смеси, так и давление взрыва. Увеличение содержания гемицеллюлозы повышает интенсивность «пика плеча» и скорость нарастания давления взрыва. Увеличение содержания лигнина приводит к увеличению твердого остатка и снижению давления взрыва. Взаимодействие между компонентами приводит к тому, что экспериментальная термогравиметрическая кривая отстает от прогнозируемой кривой, полученной средневзвешенным значением отдельных компонентов. Давление взрыва смеси в основном определяется стимулирующим действием целлюлозы и ингибирующим действием лигнина, а на скорость роста давления преимущественно влияет содержание гемицеллюлозы.

Ключевые слова: лигноцеллюлозная биомасса, компоненты биомассы, пылевые взрывы, сила взрыва, развитие и ингибирование



Transactions of the Institution of Chemical Engineers Part B
ISSN 0957-5538

**Process Safety and
Environmental Protection**

Official journal of the European Federation of Chemical Engineering Part B



**Vol. 154 (2021):
447-457**

Стремительное развитие города связано с увеличивающимся количеством проблем в борьбе с пожарами. Для повышения эффективности борьбы с пожарами в городах необходимо точно установить распределение риска возникновения в них пожаров. В связи с этим в данном исследовании предлагается новый метод оценки пожарного риска в городах. Метод основан на данных о точках интереса (POIs). Исходные точки интереса необходимо отсортировать и подвергнуть реклассификации, поскольку они часто повторяются и неправильно классифицируются. После реклассификации значимость каждой категории точек интереса в разрезе пожарного риска определяется на основе исторических данных о происшествиях с пожарами и суждений экспертов. Затем осуществляется оценка плотности ядра (KDA) для всех категорий POIs с помощью программного обеспечения ArcGIS. После этого можно получить и визуализировать распределение пожарного риска на основе значимости и результатов KDA для всех категорий POIs. Кроме того, для проверки эффективности предложенного метода в качестве примера взят район Чжунъюань города Чжэнчжоу. Результаты показывают, что зоны повышенного пожарного риска в основном расположены на юго-западе целевого района. Соответственно, предлагаются конкретные меры по снижению пожарного риска в указанном районе.

Ключевые слова: пожарный риск в городах, точки интереса, исторические данные по происшествиям с пожарами, оценка плотности ядра (KDA)

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РИСКА ПОЖАРОВ В ГОРОДАХ НА ОСНОВЕ ТОЧЕК ИНТЕРЕСА (POIs)

Кай Ванг, Инфенг Юань, Менгменг Чен, Деженг Ванг (Китай)

Стремительное развитие города связано с увеличивающимся количеством проблем в борьбе с пожарами. Для повышения эффективности борьбы с пожарами в городах необходимо точно установить распределение риска возникновения в них пожаров. В связи с этим в данном исследовании предлагается новый метод оценки пожарного риска в городах. Метод основан на данных о точках интереса (POIs). Исходные точки интереса необходимо отсортировать и подвергнуть реклассификации, поскольку они часто повторяются и неправильно классифицируются. После реклассификации значимость каждой категории точек интереса в разрезе пожарного риска определяется на основе исторических данных о происшествиях с пожарами и суждений экспертов. Затем осуществляется оценка плотности ядра (KDA) для всех категорий POIs с помощью программного обеспечения ArcGIS. После этого можно получить и визуализировать распределение пожарного риска на основе значимости и результатов KDA для всех категорий POIs. Кроме того, для проверки эффективности предложенного метода в качестве примера взят район Чжунъюань города Чжэнчжоу. Результаты показывают, что зоны повышенного пожарного риска в основном расположены на юго-западе целевого района. Соответственно, предлагаются конкретные меры по снижению пожарного риска в указанном районе.



ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОГРАНИЧЕННОГО КРУПНОМАСШТАБНОГО ВЗРЫВА МЕТАНА С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ МАСШТАБА И ПРЕПЯТСТВИЙ

Йонгао Чжоу, Янчао Ли, Хайпэн Цзян, Кай Чжан, Сяньфэн Чэнь,
Лэй Хуан, Вэй Гао (Китай)

Сильная ударная волна при взрыве газа может привести к большим жертвам и материальному ущербу, что стало главной угрозой безопасности химических процессов и дальнейшей популяризации чистой энергии. В данном исследовании были проведены эксперименты по взрыву в неограниченном пространстве при различных концентрациях метана в объеме 27 м³ с внутренними и внешними препятствиями. Результаты показали, что эффект плавучести пламени был более очевиден для пламени с высоким содержанием метана из-за избыточного накопления метана. Отражение

ударной волны могло вызвать повышение избыточного давления вблизи земли, а внешнее препятствие усиливало избыточное давление в прилегающем пространстве. При взрыве объемом 27 м³ критический радиус пламени, необходимый для его ускорения, был больше, чем при взрыве объемом 1 м³, из-за большего расстояния, необходимого для прохождения волны отражения от дна. Кроме того, экспонента ускорения выросла до 1,5 из-за полного развития гидродинамической неустойчивости. Было установлено, что радиус пламени для пика избыточного давления, R_M , находится на определенном расстоянии от центра внешней полосы препятствий, которое составило 1,8 для $N_b = 6$, 1,35 для $N_b = 4$ и 0,9 для $N_b = 2$. Прогнозируемые результаты пикового избыточного давления хорошо согласуются с экспериментальными результатами, что позволило распространить модель прогнозирования на более крупные масштабы.

Ключевые слова: неограниченный взрыв метана, возмущение препятствиями, эффект масштаба, прогнозирование избыточного давления



Process Safety and
Environmental Protection

Official journal of the European Federation of Chemical Engineering Part B



**Vol. 155 (2021):
145-154**

струйного пламени были измерены с помощью системы визуализации Schlieren и тепловизионной камеры. Результаты имитационного анализа HyRAM оказались более консервативными, чем экспериментальные результаты. Они показали, что давление и диаметр утечки значительно влияют на безопасность водородных установок. Индивидуальные и общественные риски были проанализированы с помощью программы RISKCURVES, и было обнаружено, что риски наиболее высоки на тротуаре рядом с заправочной станцией и в распределительной колонке заправочной станции. Была построена кривая F-N (Частота смертельных случаев – Число смертельных случаев) для проверки риска установки водородной заправочной станции в городских районах, а также предложено безопасное расстояние от мест проживания жителей.

Ключевые слова: водородные заправочные станции, имитационный анализ HyRAM, система визуализации Schlieren, программа RISKCURVES, кривая F-N

ЧИСЛЕННЫЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЫБРОСА СТРУИ И ДЛИНЫ ПЛАМЕНИ СТРУИ ДЛЯ КАЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА РИСКА НА ВОДОРОДНОЙ ЗАПРАВОЧНОЙ СТАНЦИИ

Бёнджик Парк, Янгкюн Ким, Шинвон Пэк, Чанкю Канг (Республика Корея)

Появление экологически чистых водородных автомобилей привело к попыткам увеличить количество водородных заправочных станций в городских районах; однако для них еще не разработаны достаточные меры безопасности. Такие явления, как рассеивание газового факела, струйное пламя и тепловой поток были исследованы с помощью программного обеспечения HyRAM на примере аварий на водородных заправочных станциях, в отчетах, опубликованных Сандийскими национальными лабораториями. Выброс водорода и длина



**Vol. 155 (2021):
177-183**

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НИЖНЕГО И ВЕРХНЕГО ПРЕДЕЛОВ ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТИ ТОПЛИВНЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ МОЛЕКУЛЯРНЫХ СТРУКТУР С ОДИНАКОВЫМИ ДЕСКРИПТОРАМИ

Юцин Ни (Китай), Юн Пан (Китай), Цзюньчэн Цзян (Китай),
Инглеи Лю, Чи-Мин Шу (Тайвань)

Знание предельных значений воспламеняемости, включая нижний предел воспламеняемости (НПВ) и верхний предел воспламеняемости (ВПВ), необходимо для обеспечения максимальной безопасности при разработке технологических процессов и операционных процедур. Целью данного исследования является разработка теоретических моделей для прогнозирования как нижнего, так и верхнего пределов воспламеняемости топливных смесей на основе молекулярных структур с одинаковыми молекулярными дескрипторами.

Все образцы были взяты из одного эталона, и для разделения обучающего и тестового множества использовалась стратегия «исключения соединений». Дескрипторы для чистых соединений были рассчитаны с помощью программных пакетов Gaussian 16 и Multiwfn. Разработанные модели НПВ и ВПВ были проверены с помощью строгих внутренних и внешних валидаций. Результаты показали устойчивость, валидность и удовлетворительную предсказательную способность созданных моделей. Также была определена область применимости (AD) модели. Установленные модели НПВ и ВПВ показали, что чем выше дипольный момент и объем Ван-дер-Ваальса, тем выше значения НПВ и ниже значения ВПВ. Можно ожидать, что предложенные модели позволят предсказывать значения НПВ и ВПВ для других топливных смесей, для которых экспериментальные значения неизвестны, только на основе молекулярных структур.

Ключевые слова: предел воспламеняемости, дескрипторы квантовой химии, топливные смеси, молекулярная структура

**Материал (поступил в редакцию 12.02.2024 г.)
подготовили:**

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