

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата физико-математических наук, Прокопенко В.М. на диссертационную работу Копылова Павла Сергеевича «Газовые огнетушащие составы с коротким временем жизни в атмосфере для пожаро – и взрывозащиты объектов нефтегазового комплекса», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки)

Актуальность темы диссертации:

определяется тем, что технологическое оборудование подготовки и переработки нефти, серверные, объекты электрохозяйства и аппаратуры контроля, относящиеся к нефтегазовому комплексу, защищаются установками автоматического газового пожаротушения. В значительной степени в качестве агента в газовом пожаротушении используются галогензамещенные углеводороды (хладоны). Несмотря на успех Монреальского Протокола по выводу из обращения озоноразрушающих пожаротушащих бромхладонов 1301, 1211 и 2402, сложившаяся международная правовая конструкция привела к тому, что на смену бромхладонам в газовом пожаротушении пришли предельные фторированные углеводороды, которые, как выяснилось, обладают парниковым эффектом. Производство этих веществ в соответствии с Кигалийской поправкой к Монреальскому Протоколу к 2036 году должно быть сокращено на 85 %. Несмотря на широкомасштабный поиск, проводимый в последние десятилетия, было разработано всего лишь четыре газовых огнетушащих вещества (далее ГОТВ), обладающих коротким временем жизни в атмосфере (не более 181 дня). Они не попадают под действие Кигалийской поправки, но обладают рядом серьезных недостатков (токсичность, высокая стоимость, в ряде случаев низкая огнетушащая эффективность). Ввиду отсутствия отечественных технологий производства короткоживущих газовых огнетушащих веществ вероятно снижение уровня защиты пожаро- взрывозащиты нефтегазового комплекса.

Поэтому актуальным является продолжение работ по созданию новых ГОТВ с коротким временем жизни в атмосфере, не обладающих указанными

Вх № 6/42 от 26.08.2024

недостатками.

Оценка содержания диссертации, научной новизны и практической значимости:

Диссертационная работа Копылова П. С. состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, включающего 162 наименований и 2-х приложений. Содержание работы изложено на 136 страницах машинописного текста, включает в себя 36 таблиц и 43 рисунка.

Первая глава диссертационной работы посвящена анализу литературы по проблеме поиска заменителей озоноразрушающих веществ и пути их решения. Достаточно убедительно показано, что в настоящее время отсутствуют общепризнанные взгляды на механизм превращения фторсодержащих ГОТВ в пламени. Для продолжения исследований в направлении создания смесевых газовых огнетушащих композиций на основе фторированных алканов необходимо разработать схему деструкции этих веществ в пламени, которая будет удовлетворительно описывать экспериментально наблюдаемую картину их воздействия на процессы газофазного горения. Выявление особенностей механизма превращения фторированных алканов в пламени сделает возможным целенаправленный подбор средств управления этим процессом и откроет путь к созданию высокоэффективных газовых огнетушащих смесей с минимальным содержанием парниковых газов.

Во второй главе представлен расчет времени жизни новых газовых огнетушащих веществ и механизмов деструкции хладонов 23 и 227 ea в пламени смеси метан – кислород. Проведен расчет времени жизни в атмосфере перспективных газовых огнетушащих веществ. Полученные схемы полностью качественно описывают всю известную экспериментальную картину, наблюдаемую при горении смесей метан – кислород – трифторметан и метан – кислород–гептафторпропан при атмосферном начальном давлении.

Третья глава посвящена изучению огнетушащей эффективности

новых индивидуальных газовых огнетушащих веществ и смесей на их основе.

Серия опытов была проведена на экспериментальной установке «Вариант». Установка позволяет определять концентрационные пределы распространения пламени по горючей газовой смеси, максимальное развиваемое при взрыве давление, скорость нарастания давления взрыва, давление в реакционном сосуде после проведения опыта. Проведено сравнение экспериментальных данных по определению огнетушащей эффективности ФК 5-1-12, полученных на установке «цилиндр» и в огневой камере большого объема, показавшее удовлетворительную сходимость двух экспериментальных методов и правомерность применения метода «цилиндра» для определения МОК новых газовых огнетушащих веществ и смесевых композиций.

Теоретически показано, что при воздействии на углеводородное пламя перфторизогексенов реализуются конкурирующие с основной стадией разветвления реакционных цепей циклы ингибирования с присоединением атомарного водорода и молекулы кислорода к молекуле ингибирующего агента с последующим отщеплением радикала HO_2 и регенерацией ингибитора. Процессы термодеструкции перфторизогексена в пламени не играют существенной роли: исходное вещество расходуется в реакциях с промежуточными активными центрами H , O и OH .

Определены минимальные огнетушащие концентрации перфтор-2-метилпентена-2, перфтор-4-метилпентена-2 и перфтор-1,2-диметилциклобутана по отношению к горению *n*-гептана, которые составили $3,3 \pm 0,1$ % об., $3,5 \pm 0,1$ % об. и $3,7 \pm 0,1$ % об. соответственно. Предложенные в данной работе огнетушащие вещества оказались эффективнее ближайшего известного аналога – фторированного кетона ФК 5-1-12 – на 20,9 - 29,5 % в пересчете на массовые величины.

Четвертая глава посвящена исследованию огнетушащей эффективности смесевых газовых огнетушащих веществ с уменьшенной долей парниковых газов в них. На основании результатов, полученных в ходе

настоящей работы сформулированы предложения по внесению изменений в Приложение Г СП 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования».

Основная научная новизна работы состоит в том, что сформулирована новая концепция поиска перспективных ГОТВ с коротким временем жизни в атмосфере среди химических соединений, не содержащих атомов брома или йода, но обладающих слабыми химическими связями, на основании которой предложены принципиально новые классы газовых огнетушащих веществ.

Практическая значимость работы состоит в том, что экспериментально показано, что путем создания эффективных смесевых огнетушащих композиций можно сократить объем применения фторированных углеводородов на объектах нефтегазового комплекса в 1,5 – 2,5 раза. Сформулированы предложения по внесению изменений в свод правил СП 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования».

Достоверность и обоснованность диссертационной работы подтверждается использованием современных аттестованных методов и методик при исследовании используемого научного оборудования и современных методик проведения исследований, а также подтверждается физически обоснованными экспериментальными результатами, которые выполнены в достаточно большом объеме.

Результаты, представленные в работе, показывают, что фторйодуглеводороды являются эффективным средством снижения объема применения ГОТВ на основе фторированных алканов, являющихся парниковыми газами. При создании огнетушащей смеси трифторметана и трифторйодметана, содержащей 10 % масс. CF_3I , на тушение n-гептана потребуется в 2,46 раза меньше трифторметана, чем в случае его использования в качестве индивидуального ГОТВ. Еще больший эффект достигается при создании огнетушащей смеси гептафторпропана и гептафторйодпропана, для которой при содержании всего 5 % масс. $\text{C}_3\text{F}_7\text{I}$ при

тушении n-гептана потребуется в 2,86 раза меньше гептафторпропана, чем в случае его использования в качестве индивидуального ГОТВ. Создание смесей с большим содержанием йодированной компоненты нецелесообразно, так как в этом случае йодсодержащее вещество в условиях применения превысит порог токсического воздействия NOAEL.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, опубликованы в 34 печатных работах, в том числе в 5 – в изданиях, индексируемых в наукометрической базе Scopus и 4 – в изданиях, входящих в перечень ВАК., 24 в тезисах сборников трудов международных и Российских конференций, получен патент РФ. Представлены акты внедрения, полученные при выполнении диссертационной работы П.С. Копылова.

Замечания по диссертационной работе:

1) В работе предложены новые ингибиторы: 1,2-диметилциклобутан, перфтор-2-метилпентен-2 и перфтор-4-метилпентен-2, имеющих общую формулу C_6F_{12} . Как замечает сам автор, предлагаемые к исследованию новые ГОТВ обладают большой молекулярной массой $M=300$. Возможной негативной характеристикой этих составов будет эффект быстрого оседания ингибиторов на горизонтальную поверхность обрабатываемого участка и возникнут затруднения при тушении пожаров на вертикальных поверхностях. С другой стороны, если горение происходит на достаточно горизонтальной поверхности, это позволяет быстрее покрыть ингибитором горящий участок.

2) Практически все рисунки выполнены в хорошем качестве, но есть рисунок в диссертации который плохо пропечатан, блеклый: рис. 3.3 (73стр). Иногда в тексте реферата встречаются пропущенные слова: слово «жизни», стр.4,6 строка сверху, «значит» стр.14, 15 строка сверху.

Заключение:

Диссертационная работа, несмотря на замечания, является актуальной и новаторской. Результаты, полученные в ходе исследования, имеют

значительную научную и практическую ценность, а сделанные замечания никоим образом ее не снимают. Учитывая актуальность и новизну полученных результатов, считаю, что диссертационная работа Копылова Павла Сергеевича «Газовые огнетушащие составы с коротким временем жизни в атмосфере для пожаро – и взрывозащиты объектов нефтегазового комплекса», выполнена на высоком научно-техническом уровне и является законченной. Результаты работы полностью отражены в автореферате и опубликованных статьях.

Диссертационная работа П.С. Копылова полностью удовлетворяет Положению о присуждении ученых степеней, утвержденному постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (п. 9), а ее автор, Павел Сергеевич Копылов заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки)

Я, Прокопенко Вячеслав Михайлович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Павла Сергеевича Копылова и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент:

кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией цепных гетерофазных процессов Института структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова



Прокопенко Вячеслав Михайлович

142432, г. Черноголовка, Московская обл., ул. Академика Осипьяна, д.8
e-mail: isman@ism.ac.ru, тел.+7(926)1264160

Дата составления отзыва «19» августа 2024 года

Подпись В.М. Прокопенко заверяю
Ученый секретарь ИСМАН
к.т.н.



←

Петров Е.В.