

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Институт химической кинетики и горения
им. В.В. Воеводского
Сибирского отделения Российской
академии наук, доктор химических наук

 Онищук А.А.

« 27 » августа 2024г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Копылова Павла Сергеевича
«Газовые огнетушащие составы с коротким временем жизни в атмосфере для
пожаро- и взрывозащиты объектов нефтегазового комплекса»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.10.1 Пожарная безопасность (технические науки)

Представленная диссертационная работа посвящена решению
актуальной задачи – разработке новых газовых огнетушащих составов для
обеспечения пожаро- и взрывозащиты объектов нефтегазового комплекса.

На сегодняшний день установками автоматического газового
пожаротушения защищается технологическое оборудование подготовки и
переработки нефти, серверные, объекты электрохозяйства и аппаратуры
контроля, относящиеся к нефтегазовому комплексу. В значительной степени
в качестве агента в газовом пожаротушении используются 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 %, что безусловно повлечет за собой снижение уровня противопожарной безопасности объектов защиты. Несмотря на широкомасштабный поиск, проведенный в последние годы, было разработано всего лишь четыре газовых огнетушащих вещества (ГОТВ), обладающих коротким временем жизни в атмосфере (не более 181 дня). Они не попадают под действие Кигалийской поправки, но обладают рядом серьёзных недостатков (токсичность, высокая стоимость, в ряде случаев низкая огнетушащая эффективность).

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что проводимые соискателем исследования являются актуальным, поскольку направлены на создание газовых огнетушащих веществ, не уступающим по характеристикам предельным фторированным углеводородам, но обладающим коротким временем жизни в атмосфере.

Цель исследования, которую поставил и достиг в результате проделанной работы Копылов П.С. состоит в разработке и определении характеристик огнетушащей эффективности новых газовых огнетушащих составов для пожаро- и взрывозащиты объектов нефтегазового комплекса.

Для достижения поставленной цели соискателем был решен ряд **задач**:

- созданы принципиально новые газовые огнетушащие вещества, обладающие коротким временем жизни в атмосфере;
- проведена оценка времени жизни в атмосфере, озоноразрушающего потенциала и потенциала глобального потепления для рассматриваемых в работе перспективных газовых огнетушащих веществ;
- проведены теоретические работы по разработке механизма превращения фторзамещенных алканов в пламени;
- найдены способы повышения эффективности существующих фторзамещенных газовых огнетушащих веществ.

Научная новизна заключается в следующем:

– сформулирована новая концепция поиска перспективных газовых огнетушащих веществ с коротким временем жизни в атмосфере среди химических соединений, не содержащих атомов брома или йода, но обладающих слабыми химическими связями;

– проведен расчет времени жизни в атмосфере ряда перспективных газовых огнетушащих веществ для определения соединений, удовлетворяющих современным экологическим требованиям;

– исследована горючесть в воздухе следующих химических соединений: перфторизогексена (двух изомеров: перфтор-2-метилпентен-2 и перфтор-4-метилпентен-2 и его циклической производной перфтор-1,2-деметилциклобутан), установлено, что все три вещества являются не горючими;

– определены значения минимальной огнетушащей концентрации для двух изомеров перфторизогексена и его циклической производной;

– разработана схема деструкции в углеводородном пламени фторированных углеводородов – хладона 23 и хладона 227ea, позволяющая полностью описать экспериментально наблюдаемую картину их превращения в пламени.

Практическая значимость работы определяется тем, что:

– определены принципиально новые классы газовых огнетушащих веществ;

– созданы принципиально новые ГОТВ, превосходящие по огнетушащей эффективности ближайший аналог – фторированный кетон 5-1-12, на 18 – 25% применительно к горючим веществам, обращающихся на объектах нефтегазового комплекса;

– созданы высокоэффективные смесевые композиции, позволяющие сократить применение хладонов, обладающих парниковым эффектом, в 1,5 – 2,5 раза;

– на основании результатов работы разработаны рекомендации по внесению изменений в действующую нормативную базу.

Практическая значимость работы подтверждается тем, что полученные результаты реализованы:

– при разработке рабочего проекта автоматической установки газового пожаротушения на производственном объекте для обеспечения автоматической противопожарной защиты группы из 20 вентилируемых шкафов КиП и А ST-SV 120.80.30 объемом 288 л каждый в компании ООО «ТермоЭлектрика»;

– при создании рабочего проекта автоматической установки газового пожаротушения на производственном объекте для обеспечения противопожарной защиты помещений для размещения АСУ ТП, работающего в системах управления сложными технологическими процессами в компании ООО «ТПК Пожнефтехим»;

– при разработке рабочего проекта автоматической установки газового пожаротушения на объекте: «Строительство ГГРП в г. Стерлитамаке по филиалу ОАО «Газпром газораспределение УФА» в г. Стерлитамаке»;

– при разработке рабочего проекта автоматической установки газового пожаротушения на объекте: «Многофункциональный технологический и научнообразовательный комплекс «Квантум парк», г. Москва»;

– в учебном центре ФГБУ ВНИИПО МЧС России при осуществлении образовательной деятельности в рамках учебных программ повышения квалификации специалистов;

– при разработке проекта новой редакции СП 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» ФГБУ ВНИИПО МЧС России.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка используемой литературы и двух приложений.

Содержание работы изложено на 136 страницах машинописного текста, включает в себя 36 таблиц, 43 рисунка, список литературы из 162 наименований. Автореферат диссертации отражает основное содержание диссертации и изложен на 24 страницах.

Рекомендации по использованию результатов диссертации:

Диссертация Копылова П.С. является законченным научным трудом и содержит ценные практические результаты для развития новых методов и средств пожаротушения, ее результаты могут быть рекомендованы к использованию в организациях, работающих в области обеспечения пожарной и взрывобезопасности в различных отраслях промышленности.

Степень обоснованности и достоверности положений, выводов и рекомендаций подтверждается использованием математических методов обработки экспериментальных данных и применением апробированных и стандартизованных методов экспериментальных исследований; правильность выполненных расчетов доказывается удовлетворительной сходимостью полученных результатов расчета с известными экспериментальными данными.

Апробация результатов работы: по результатам исследования опубликовано 5 работ в изданиях, индексируемых в наукометрической базе Scopus, 4 – в изданиях, входящих в перечень ВАК, получен патент на изобретение, основные результаты работы доложены на 24 научных конференциях.

В качестве **замечаний и дополнений** по существу диссертационной работы необходимо отметить следующее:

1. При анализе путей химических превращений фторированных углеводородов в главе 2 диссертации рассмотрена модельная система, представляющая собой гомогенную смесь метана с кислородом и добавками различных ингибиторов. В дальнейшем полученные результаты сопоставляются с экспериментами по тушению

диффузионных пламен n-гептана с помощью исследуемых ингибиторов. Было бы уместно привести обоснования возможности сопоставления результатов теоретических оценок с данными экспериментов, в которых большое влияние могут оказывать процессы масс- и теплопереноса.

2. На стр. 48 указано, что « ... при превращении трифторметана в пламени имеет место не его распад вследствие высокой температуры, а превращение вещества при его взаимодействии с Н, О и ОН. Этот вывод опровергает классические представления о том, что превращение исходных реагентов в пламени протекает по молекулярному пути [100–102], распространенные до настоящего времени». Однако указанные ссылки относятся к работам более чем 50-летней давности и в области кинетики процессов горения специалисты давно уже отказались от этих представлений. Кроме того, автор использует в своей работе многочисленные результаты, в которых использованы детальные химико-кинетические механизмы, включающие реакции исходных компонентов с атомами и радикалами. В этой связи приведенная выше фраза о распространении до настоящего времени представлений о мономолекулярном превращении исходных компонентов в пламени выглядит неуместной, а вывод о определяющем вкладе радикальных реакций трифторметана с Н, О и ОН не является новым.
3. Представленные на рисунке 3.5 результаты определения огнетушащей концентрации $C_6F_{12}O$ являются ошибочными, так как из них следует, что с ростом концентрации этого пламегасителя в воздухе от 4.2 до 4.5% об. время тушения очага n-гептана увеличивается от ~1 до 3.5 сек и растет далее. Из этого рисунка следует, что с ростом концентрации $C_6F_{12}O$ в воздухе он способствует горению, а не тушению очага пламени. Очевидно, что это противоречит существующим в настоящее время данным, согласно которым для тушения или инертизации

рекомендованный диапазон концентраций $C_6F_{12}O$ в воздухе составляет от 4.5 до 10% об.

4. В тексте диссертации отсутствует информация об оценках погрешности измерений огнетушащих концентраций исследованных огнетушащих веществ и их смесей, на рисунках с полученными в работе экспериментальными данными ошибки также не показаны.
5. В тексте имеется ряд опечаток, например, на стр. 28 вместо « CF_3I » указано « C_3FI », на стр. 57 вместо ссылки «[94]» указана «[93]», на стр. 97 вместо реакции «(3.5)» указана реакция «(3.6)», и ряд других.

Заключение:

Высказанные замечания не снижают общую положительную оценку работы, ее научную и практическую значимость и личный вклад соискателя. Данные замечания и пожелания носят в большей степени рекомендательный характер для дальнейшей работы Копылова П.С. в выбранной им области исследований.

Работа выполнена на достаточном уровне, на актуальную тему, обладает научной новизной, научной и практической значимостью, содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Представленная на отзыв диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.10.1 Пожарная безопасность (технические науки).

На основании представленных материалов считаю, что диссертационная работа Копылова Павла Сергеевича, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1 Пожарная безопасность (технические науки) соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Отзыв ведущей организации на диссертационную работу Копылова Павла Сергеевича рассмотрен и утвержден на заседании профильных специалистов Лаборатории кинетики процессов горения ФГБУН ИХКГ СО РАН (прокол заседания № 77 от «21» августа 2024 г.)

Заведующий лабораторией
Кинетики процессов горения
доктор химических наук

«21» августа 2024 г.

 А.Г. Шмаков

Подпись Андрея Геннадьевича Шмакова заверяю,
Зам. директора по научной работе ИХКГ СО РАН
кандидат химических наук



С.В. Валиулин

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского Сибирского отделения Российской академии наук (ИХКГ СО РАН)
630090, г. Новосибирск, Институтская ул., 3
(383) 330-91-50; referent@kinetics.nsc.ru
www.kinetics.nsc.ru