

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

д.т.н., профессора Полетаева Николая Львовича на диссертационную работу Миловидова Павла Дмитриевича «Пожаровзрывоопасность новых лекарственных препаратов со сложным химическим строением», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1 Пожарная безопасность

Актуальность темы диссертационной работы. Работа П.Д. Миловидова посвящена исследованию термической стабильности и пожаровзрывоопасности принципиально новых лекарственных соединений, представляющих большой интерес для современной медицины ввиду высокой терапевтической эффективности. Сложная молекулярная структура данных соединений делает невозможной достоверную и точную оценку опасностей соединений на основе сравнения с результатами ранее исследованных веществ. Организация синтеза данных препаратов в производственных масштабах с необходимостью требует знания условий и закономерностей проявления опасности пожара и взрыва упомянутых лекарственных соединений. В связи с этим тему диссертационной работы следует считать актуальной.

Целью диссертационной работы являлось определение физико-химических и пожаровзрывоопасных свойств принципиально новых лекарственных соединений со сложной молекулярной структурой, позволяющее проводить разработку научно обоснованных рекомендаций по обеспечению безопасности технологических процессов производства данных соединений.

Формальные признаки диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы из 114 наименований и 8 приложений. Работа изложена на 169 страницах, содержит 70 рисунков, 58 таблиц. Основное содержание диссертации изложено в 11 публикациях, в том числе в 2 статьях в журналах, индексируемых в международной реферативной базе Chemical Abstracts. Получено 2 акта внедрения результатов исследования.

Новизна исследования и полученных результатов диссертации связана с определением неизвестных ранее показателей пожаровзрывоопасности порошкообразных лекарственных препаратов в состоянии взвеси и геля, а также с термическим анализом этих веществ, оценкой температуры начала интенсивного разложения и определением кинетических параметров начальной стадии термического разложения.

Практическая значимость. Результаты определения показателей пожаровзрывоопасности новых органических веществ переданы в организации, где используются для установления и уточнения категорий промышленных зданий по взрывопожарной и пожарной опасности, категорий взрывоопасности технологических объектов, и для создания безопасных режимов работы оборудования.

Содержание диссертации.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена литературному обзору сведений о исследуемых веществах и материалах. Сделан вывод об ограниченности сведений о пожаро-и взрывоопасных свойствах рассматриваемых в диссертации порошкообразных веществ и необходимости проведения соответствующих исследований. Описываются

использованные в работе расчетные методы определения некоторых характеристик веществ. Формулируется цель и задачи диссертации.

Во второй главе изложены результаты исследования термической устойчивости использованных в диссертации веществ в атмосфере воздуха методами ДТА и ДСК. По результатам термического анализа выделены несколько типов характеристических кривых, в частности, препараты, интенсивно разлагающиеся с выделением тепла.

Интерес к данным исследованиям у специалистов по экспериментальному определению пожаровзрывоопасности веществ вызван возможностью выявления ранней стадии процесса разложения образца с выделением газообразного горючего вещества, представляющего опасность взрыва. Исследование температуры воспламенения при стандартном измерении в соответствии с ГОСТ 12.1.044-2018 является заметно более грубым определением такой опасности и в ряде случаев дает заведомо ошибочный результат, завышая реальную оценку взрывоопасного уровня нагрева материала.

Третья глава посвящена расчету кинетических параметров исследуемых веществ и энергии активации термического распада на начальном этапе. Можно заметить, что в случае умифеновира отмечено два этапа термического распада с характерными начальными температурами 110 °С и 175 °С, для которых проведены соответствующие расчеты. В то же время для других препаратов с явными признаками многоступенчатого изменения массы навески (например, для фотосенса и образца Н027-4289) такие этапы не выделены и результаты расчетов для всех этапов не представлены.

Четвертая глава посвящена определению показателей пожаро- и взрывоопасности исследуемых в диссертации веществ в соответствии с методами, изложенными в ГОСТ 12.1.044-2018. Экспериментальные исследования порошкообразных веществ проводились как в состоянии аэрогеля, так и в состоянии аэровзвеси. В первом случае определялись температура тления, температура воспламенения и температура самовоспламенения дисперсного материала. Во втором случае определялось значение нижнего концентрационного предела распространения пламени в стеклянном цилиндре объемом 4,5 л. Дополнительно использовались расчетные методы определения группы горючести для аэрогеля и некоторых показателей взрыва (давление взрыва, скорость нарастания давления взрыва и минимальное взрывоопасное содержание кислорода) для аэровзвесей. Следует заметить, что показатель «максимальная скорость нарастания давления взрыва» в современной технической литературе принято заменять показателем «индекс взрывоопасности», что позволяет не указывать объем сосуда, для которого данный показатель рассчитан. Для показателя «минимальное взрывоопасное содержание кислорода» следует указывать газ-разбавитель (азот, углекислота или другая добавка к воздуху), от которого зависит значение показателя.

В то же время следует отметить, что важнейшей характеристикой взвешенных частиц, от которой существенно зависит горючесть аэровзвеси, является распределение частиц по размеру. Поэтому отрывать задачу об оценке влияния химического состава пыли от задачи исследования влияния размера частиц на горючесть аэровзвеси нельзя.

Кроме того, следует учитывать существенный прогресс в развитии лабораторной и полигонной базы методов исследования горючести и взрывоопасности аэровзвесей за последние десятилетия. Основную роль теперь играет взрывная камера объемом 1000 л с пиротехническим источником зажигания,

имеющим запас энергии в размере 10 кДж. Даже камера промежуточного объема (20 л), вытеснившая малообъемные установки и имеющая в настоящее время наибольшее распространение в мире, рассматривается как «устройство, предназначенное для имитации результатов исследования в 1000 л камере».

Достоверность результатов, полученных с применением современных инструментальных методов исследования и выводов, сделанных на их основе, не вызывает сомнений.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Результаты и выводы диссертации могут быть использованы АО «НИОПИК», ООО «АФС-технологии» и НИИ Фармакологии РАМН.

Общие замечания по диссертации:

1. Целесообразно уточнить логику исследования пожаровзрывоопасности мелкодисперсных порошкообразных лекарственных соединений (далее - материалов), что сводится к отдельному выделению темы взрывоопасности аэрозвесей и темы пожаровзрывоопасности гелей.

2. Тема взрывоопасности аэрозвесей связана с основной особенностью взвеси – размером частиц. Разумно исследовать влияние химического состава материалов на взрывоопасность взвеси после оценки критического размера частиц r_{cr} , ниже которого частицы аэрозвеси способны распространять пламя, а выше которого – не способны. Очевидно утверждение о том, что аэрозвеси всех исследованных в работе материалов взрывоопасны для фракций частиц с размером ниже некоторого критического значения r_{cr} .

Критический размер частиц r_{cr} не является константой и зависит от ряда факторов, важнейшими из которых для рассматриваемой диссертации являются химический состав материала и температура аэрозвеси. Например, в зависимости от химического состава вещества критический размер частиц меняется от субмикронного размера для ядерного графита до миллиметрового размера для молочной сыворотки.

3. Из темы, касающейся пожаровзрывоопасности аэрогелей, целесообразно выделить раздел, посвященный взрывоопасности отложений дисперсных материалов, вызванной процессами выделения горючих газов при термическом разложении. Это необходимо в связи с неосторожным выводом соискателя: «Температурные характеристики, демонстрируют, что во всех случаях температура воспламенения существенно превышает температуру начала интенсивного разложения. Это свидетельствует о том, что пожароопасные свойства исследуемых соединений проявляются в результате сгорания газообразных продуктов термического разложения» (диссертация, стр. 111-112; автореферат, стр. 12). В чем ошибка вывода?

Значительное превышение температурой воспламенения температуры начала разложения материала не является признаком занижения взрывоопасности материала вторым параметром. Известны случаи медленного выделения взрывоопасного газообразного продукта разложения твердого вещества, например, выделение сероуглерода при низкотемпературном нагреве поликарбамина, которые не выявляются показателем «температура воспламенения».

Технические замечания по диссертации:

4. Исследования взрывоопасности аэрозвесей в соответствии с действующей редакцией ГОСТ 12.1.044-2018 производятся в стальном цилиндре емкостью 4,5 л. Факт распространения пламени фиксируют по избыточному давлению продуктов горения. Использование устаревшего метода исследования с использованием стеклянного цилиндра разумно для подтверждения взрывоопасности аэрозвеси. В

случае, когда образец пыли в стальном цилиндре не взрывается или демонстрирует НКПР $> 100 \text{ г/м}^3$, переходят к исследованию в квазисферической стальной камере объемом 20 л с энергоемким пиротехническим источником зажигания (до 10 кДж).

5. Рассуждения о критическом для взрыва аэровзвеси содержании той или иной химической группы или галогена (например, хлора) в молекуле образца принято основывать на экспериментах в камере объемом порядка 1000 л с пиротехническим источником зажигания, имеющим запас химической энергии равный 10 кДж. Например, в 4,5 л цилиндре аэровзвесь поливинилхлорида не взрывается. Однако, в 1000-литровой камере наблюдают взрыв мелкодисперсного поливинилхлорида с размером частиц менее 30 мкм.

6. В современной технической литературе показатель «скорость нарастания давления взрыва» принято заменять показателем «индекс взрывоопасности», позволяющим не указывать объем сосуда, для которого данный показатель рассчитан.

7. В итоговой таблице показателей пожаровзрывоопасности (табл. 4.1 диссертации; табл.3 автореферата) для показателя «минимальное взрывоопасное содержание кислорода» не указан газ-разбавитель, что принято делать в самой таблице, а не в приложении к тексту диссертации.

Все приведенные замечания носят рекомендательный характер и не снижают высокой оценки диссертации.

Соискатель продемонстрировал умение проводить качественное исследование пожаровзрывоопасных свойств дисперсных веществ на разнообразных экспериментальных установках и измерительных комплексах, а также знание и умение использовать различные расчетные методы.

Основные выводы и рекомендации диссертационного исследования достаточно обоснованы.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Заключение.

Рассмотренная работа на тему: «Пожаровзрывоопасность новых лекарственных препаратов со сложным химическим строением» по актуальности, объему исследований, научной новизне, теоретической и практической значимости удовлетворяет требованиям к кандидатским диссертациям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденным приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103 ОД, а ее автор, Миловидов Павел Дмитриевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1 Пожарная безопасность.

Ведущий научный сотрудник отдела 3.4
НИЦ НТП ПБ ФГБУ ВНИИПО МЧС России,
доктор технических наук

Н.Л. Полетаев

27.01.2026

Подпись Н.Л. Полетаева заверяю.

Ученый секретарь диссертационного совета
ФГБУ ВНИИПО МЧС России,
кандидат технических наук

Е.Ю. Сушкина

27.01.2026

М.П.

Полетаев Николай Львович, +7 (495) 521-21-33; E-mail: vniipo@vniipo.ru; Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Адрес: 143903, микрорайон ВНИИПО, дом 12, г. Балашиха, Московская область.