

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Забайкальский государственный университет

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

**Международная
научно-практическая конференция**

17–19 сентября 2019 г.
г. Чита

Чита
ЗабГУ
2019

УДК 614.8:502(572.5)(802)

ББК 68.9(253.57)я431

Т384

Рекомендовано к изданию организационным комитетом
научно-практического мероприятия
Забайкальского государственного университета

Редакционная коллегия

В. В. Звягинцев, канд. техн. наук, доцент,
зав. кафедрой техносферной безопасности (отв. редактор)

О. Ю. Токарева, канд. техн. наук,
доцент кафедры техносферной безопасности

Техносферная безопасность Байкальского региона :

Т384 материалы международной научно-практической конференции / Забайкальский государственный университет ; ответственный редактор В. В. Звягинцев. – Чита : ЗабГУ, 2019. – 237 с.

ISBN 978-5-9293-2414-7

Международная научно-практическая конференция посвящена вопросам техносферной безопасности территорий и безопасности природных территорий. В сборник вошли статьи российских и зарубежных исследователей по актуальным проблемам техносферной безопасности.

Материалы издания будут интересны учёным, общественным деятелям, преподавателям и учителям учебных заведений.

УДК 614.8:502(572.5)(802)

ББК 68.9(253.57)я431

ISBN 978-5-9293-2414-7

© Забайкальский государственный
университет, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Вступительное слово	6
---------------------------	---

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

<i>Тимофеева С. С., Гармышев В. В., Смирнов Г. И.</i> Обнаружение и локализация очагов самовозгорания угля на стадии его самонагревания	8
<i>Давыдов Д. В., Звягинцев В. В.</i> Безопасность использования углей (экологический аспект) топливно-энергетическим комплексом Забайкальского края	15
<i>Багов И. В.</i> Специфика обеспечения противопожарной защиты на объектах ТЭК (на примере ТЭЦ-1 г. Читы)	24
<i>Казантинова М. М., Шушпанов А. Н., Васин А. Я., До Тхань Хынг.</i> Пожаровзрывоопасность лекарственного препарата фонтурacetам	29
<i>Киселёв В. С., Фирсов А. И.</i> Безопасность труда при производстве кровельных искусственных материалов	37
<i>Сидоров А. И., Козлова Ю. С.</i> Обеспечение пожарной безопасности территорий, прилегающих к охранной зоне воздушных линий электропередачи	42
<i>Рафальская Т. А.</i> Прогнозирование безопасной работы системы теплоснабжения при аварийном отпуске теплоты	46

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

<i>Пестов В. М.</i> Общие понятия устойчивости экономики и территорий в чрезвычайных условиях	54
<i>Букейханов Н. Р., Гвоздкова С. И., Никишечкин А. П., Бутримова Е. В.</i> Проблемы повышения эффективности подготовки кадров по направлению «Техносферная безопасность»	61
<i>Удалых С. К.</i> Особая роль менеджмента в повышении промышленной и экологической безопасности территории	67
<i>Чжан Чжэньчжун, Анисимова Е. Г.</i> Мониторинг окружающей среды на золотодобывающих предприятиях	76

УДК 544.452 544.454

Марина Михайловна Казантинова,

*бакалавр,
Российский химико-технологический университет
им. Д. И. Менделеева,
г. Москва, Россия*

Александр Николаевич Шушпанов,

*аспирант,
Российский химико-технологический университет
им. Д. И. Менделеева,
г. Москва, Россия*

Алексей Яковлевич Васин,

*д-р техн. наук, профессор,
Российский химико-технологический университет
им. Д. И. Менделеева,
г. Москва, Россия*

До Тхань Хынг,

*аспирант,
Российский химико-технологический университет
им. Д. И. Менделеева,
г. Ханой, Вьетнам*

Пожаровзрывоопасность лекарственного препарата фонтурацетам

Для нового лекарственного препарата фонтурацетам расчётными и экспериментальными методами впервые были получены значения ряда показателей пожаровзрывоопасности, а также проведён термический анализ. Данные были переданы производителю для внедрения мер безопасности на производстве.

Ключевые слова: фонтурацетам, температура воспламенения, термический анализ, энтальпия образования, энтальпия сгорания

Marina M. Kazantinova,

Bachelor,

Russian University Of Chemical Technology D. I. Mendeleev,

Moscow, Russia

Alexander N. Shushpanov,

Postgraduate,

Russian University Of Chemical Technology D. I. Mendeleev,

Moscow, Russia

Alexey Ya. Vasin,

Doctor of Technical Sciences, Professor,

Russian University Of Chemical Technology D. I. Mendeleev,

Moscow, Russia

To Thanh Hyng,

Postgraduate,

Russian University Of Chemical Technology D. I. Mendeleev,

Hanoi, Vietnam

Fire and Explosion Hazard of the Drug Phenylpiracetam

This paper dedicated to first-time obtaining a numerous characteristic of fire and explosion hazard for modern drug Fonturacetam as well as its thermal analysis. The values were obtained by calculation and experimental methods. Data obtained was transferred to the manufacturer for the implementation of factory safety conditions.

Keywords: Fonturacetam, flash point, thermal analysis, enthalpy of formation, enthalpy of combustion

Химическая промышленность постоянно растёт и развивается. Ежегодно внедряются инновации, проектируются и вводятся в эксплуатацию новые машины и аппараты, вместе с этим разрабатываются новые методы синтеза веществ. Однако с ростом числа предприятий и развитием химической отрасли возрастает риск возникновения опасностей. Одним из приоритетных направлений современной химической технологии является фармацевтическая отрасль. Прогнозирование рисков в данной отрасли, проведение анализа, распознавания, оценки и прогнозировании опасностей, следовательно, и повышение уровня безопасности приводит к тенденции увеличения числа исследований свойств новых веществ, новых методов синтеза и эксплуатации этих веществ.

Поддержание безопасности на должном уровне и снижение предполагаемых рисков на всех этапах производственного цикла лекарств и их полупродуктов синтеза являются приоритетными задачами в промышленности.

При производстве, эксплуатации и хранении фармацевтических препаратов зачастую происходит образование взрывоопасных пылевоздушных смесей. С препаратами, предрасположенными к пылеобразованию и взрывчатым превращениям, следует проводить ряд испытаний на определение пожаровзрывоопасных свойств, выявление которых позволит осуществить повышение пожаровзрывобезопасности производства уже на стадии синтеза веществ. Оценка физико-химических и пожаровзрывоопасных характеристик препаратов позволит составить паспорт безопасности веществ и ввести требуемые технологические регламенты, тем самым снизив риск пожаров и взрывов при работе с ними.

Статья является продолжением цикла работ по определению показателей пожаровзрывоопасности фармацевтических препаратов, полученных новыми методами синтеза. Данные, полученные для новых лекарственных препаратов и их полупродуктов синтеза, опубликованы в работах А. Я. Васина, С. А. Платонова, А. Н. Шушпанова [1; 5; 7].

Исследуемое вещество было получено из ФГУП «ГНЦ «НИОПиК» с целью исследования его на пожаровзрывоопасность. Соединение 2-(2-оксо-4-фенилпирролидин-1-ил) ацетамид (фонтурацетам) представляет собой мелкодисперсный (размер частиц – до 100 мкм) сыпучий белый порошок. Содержание основного вещества – 98 % масс. При хранении вещество комкуется (было выдвинуто предположение о гигроскопичности, которое впоследствии подтвердилось – содержание влаги по данным ДТА до 10 % масс). Эмпирическая формула $C_{12}H_{14}N_2O_2$. Молекулярная масса 218 г/моль. Структурная формула вещества приведена на рис. 1.

С помощью метода ИК-спектроскопии была подтверждена структурная формула исследуемого соединения на ИК-Фурье-спектрометре Nicolet 380 FT-IR. Исследование и подтверждение проводилось в ЦКП РХТУ им. Д. И. Менделеева. Резуль-

таты исследования (спектрограмма) фонтурацетама представлены на ИК-спектрограмме (рис. 2), а результаты расшифровки ИК-спектра приведены в табл. 1

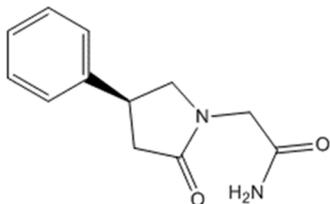


Рис. 1. Структурная формула фонтурацетама

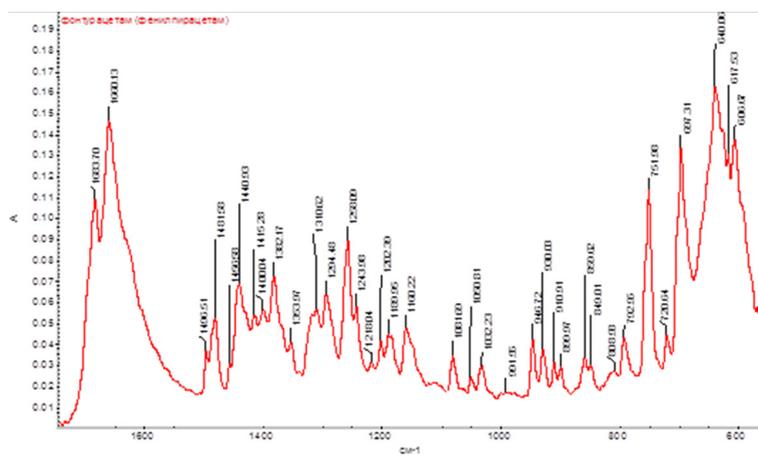


Рис. 2. ИК-спектрограмма фонтурацетама

На дериватографе типа С Паулик-Паулик-Эрдей [8] был осуществлён термогравиметрический анализ образца, который проводился при скорости нагрева 10 °С/мин. Результаты анализа (ТГ-ДТА кривые) фонтурацетама представлены на рис. 3.

Результаты расшифровки ИК-спектров фонтурацетама

Группа/связь	Справочные волновые числа, см^{-1} (ν – валентные, d – деформационные)	Экспериментальные волновые числа, см^{-1}
$-\text{NH}_2$	3400 и 3200 (ν) 1650–1580 (d) 900–650 (d)	присутствуют 1660 присутствуют
C–H в монозамещённых циклах	770–730 (d) 710–690 (d)	750 697
ароматическое кольцо	1525–1475 (d) 1465–1440 (d)	1496–1481 1456

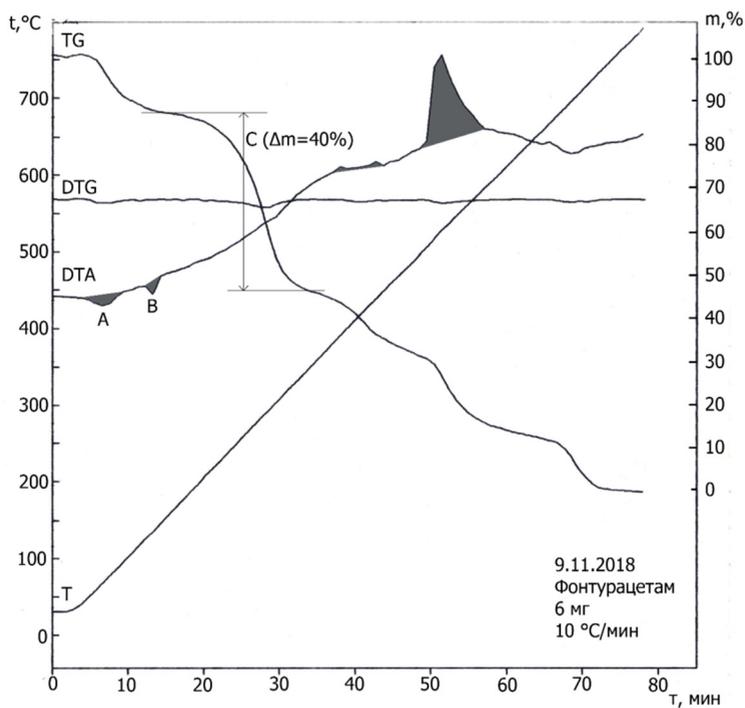


Рис. 3. ТГ-ДТА кривые фонтурацетама, скорость нагрева 10° С /мин

При нагревании вещества до 100 °С происходит потеря массы порядка 10 %, вызванная испарением воды из образца, что подтверждает наличие у исследуемого вещества гигроскопичности (на кривой ДТА присутствует характерный эндотермический эффект, точка А). Следующий эндотермический эффект соответствует экспериментально определённой точке плавления (150–152) °С и не сопровождается потерей массы (точка В). Наибольший участок потери массы на кривой ТГ соответствует 40 % (диапазон С) и указывает на интенсивное испарение с последующим разложением, что подтверждается визуальным наблюдением за образцом при испытании его на установке ОТП: при 250 °С начинается выделение белых паров, которое интенсифицируется с повышением температуры, а при 295 °С расплав образца меняет цвет с прозрачного на жёлто-коричневый.

Для фонтуретама была определена энтальпия сгорания, рассчитанная по закону Гесса, в котором учитывается энтальпия образования вещества в твёрдом состоянии. Прийти к этому значению можно через расчёты энтальпий всех фазовых переходов. Энтальпия сгорания является важным параметром для расчёта ряда пожаровзрывоопасных характеристик (P_{\max} , dP/dt и др.), а также самостоятельной характеристикой, на основании значений которой может быть выполнено категорирование помещений по пожарной опасности.

Энтальпии образования исследуемого соединения в газообразной фазе рассчитывались несколькими методами:

1. Квантовым расчётом энтальпии образования методом минимизации энергии (с помощью программного комплекса *CS ChemBioUltra 14* с пакетом семиэмпирических расчётов *MOPAC 2016* и программы *Spartan 14*).

2. Методом аддитивных связей [2].

3. Методом аддитивных групповых вкладов [4].

4. Методом Бенсона [6].

Результаты расчётов представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Квантовые семиэмпирические расчёты в программах *MOPAC* и *Spartan*

<i>Наименование гамильтониана</i>	<i>Энтальпия образования в MOPAC2016, кДж/моль</i>	<i>Энтальпия образования в Spartan14, кДж/моль</i>	
AM1	-223	-217	
MNDO	-217	-210	
RM1	-301	-295	
PM3	-253	-227	
PM6	-293	-287	
PM6-D3	-338	соответствующий гамильтониан отсутствует	
PM6-DH+	-316		
PM6-DH2	-318		
PM6-DH2X	-318		
PM6-D3H4	-288		
PM6-D3H4X	-288		
PM7	-294		
MNDOD	-222		
Среднее значение	-273 кДж/моль		

Таблица 3

Аддитивные методы

<i>Метод</i>	<i>Энтальпия образования, кДж/моль</i>
Аддитивных связей	-224
Аддитивных групповых вкладов	-281

Метод Бенсона не показал сходимости и в дальнейшем не был учтён.

Среднее значение $\Delta H_{\text{ф. ф.}}^0 = -259$ кДж/моль.

Расчётными методами были получены:

1. Энтальпия плавления $\Delta H_{\text{пл}} = 11$ кДж/моль (по формуле Гамбилла [3]).

2. Энтальпия испарения $\Delta H_{\text{исп}} = 71$ кДж/моль (в программе ACDLab).

3. Энтальпия образования в твёрдом состоянии $\Delta H_{\text{тв}}^{\circ} = -341$ кДж/моль

4. Энтальпия сгорания:

а) по закону Гесса $\Delta H_{\text{ср}}^{\circ} = -29,31$ МДж/кг;

б) методом Коновалова – Хандрика [3] $\Delta H_{\text{ср}}^{\circ} = -29,74$ МДж/кг.

Показатели пожаровзрывоопасности были получены с помощью расчётов и экспериментально. Экспериментальным путём по методике ГОСТ 12.1.044-89 определены НКПР и температура воспламенения. Расчётным путём согласно [2] были найдены нижний концентрационный предел распространения пламени (НКПР), максимальное давление взрыва (P_{max}), максимальная скорость нарастания давления взрыва ($dP/d\tau$) и минимальное взрывоопасное содержание кислорода (МВСК). Все вышеперечисленные данные представлены в табл. 4.

Таблица 4

Показатели пожаровзрывоопасности фонтурцетам

Вещество	Показатели				
	$t_{\text{воспл}}^{\circ}, ^{\circ}\text{C}$	НКПР, г/м ³	$P_{\text{max}}^*,$ кПа	$(dP/d\tau)_{\text{max}}^*,$ МПа/с	МВСК [*] , % об.
Фонтурцетам	345	102,5 (27 [*])	588	41,4	11,61
<i>* – параметры пожаровзрывоопасности веществ, полученные расчётными методами</i>					

По полученным результатам исследования фонтурцетам был отнесён к группе горючих веществ, был сделан вывод о том, что его пылевоздушная смесь пожароопасна. Полученные показатели пожаровзрывоопасности вместе с результатами термогравиметрического анализа были переданы производителю.

Список литературы

1. Васин А. Я. Термический анализ и пожаровзрывоопасность новых лекарственных препаратов // Химическая промышленность сегодня. – 2018. – № 5. – С. 48–55.

2. Корольченко А. Я., Корольченко Д. А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справочник: в 2 ч. Ч. 1. – 2-е изд. – М.: Пожнаука, 2004. – 713 с.

3. Монахов В. Т. Методы исследования пожарной опасности веществ. – М.: Химия, 1979. – 416 с.
4. Пальм В. А. Введение в теоретическую органическую химию. – М.: Высшая школа, 1974. – 447 с.
5. Платонова С. А. Исследование пожаровзрывоопасных свойств гидрохлорида 5-аминолевулиновой кислоты и его полупродукта синтеза // Успехи в химии и химической технологии. – 2017. – № 13. – С. 78–80.
6. Рид Р., Праусниц Д., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей / под ред. Б. И. Соколова. – 3-е изд. – Л.: Химия, 1982. – 592 с.
7. Шушпанов А. Н. Термический анализ и пожаровзрывоопасность полупродуктов синтеза баклофена // Успехи в химии и химической технологии. – 2018. – С. 83–85.
10. 8. Paulik J., Paulik F., Arnold M. The derivatograph-C // Journal of thermal analysis. – 1987. – № 1. – С. 301–309.

УДК 614.8.084

Вячеслав Сергеевич Киселёв,

магистрант,

*Нижегородский государственный
архитектурно-строительный университет,*

г. Нижний Новгород, Россия

Александр Иванович Фирсов,

канд. техн. наук, профессор,

*Нижегородский государственный
архитектурно-строительный университет,*

г. Нижний Новгород, Россия

Безопасность труда при производстве кровельных искусственных материалов

Приводятся результаты исследований условий труда при выработке рулонных искусственных кровельных материалов. На рабочих местах имеются превышения уровней шума, концентрации химических веществ. Разработаны технические мероприятия по их снижению, совершенствованию системы управления охраной труда.

Ключевые слова: условия труда, искусственные кровельные материалы, уровни шума, химические вещества, система управления охраной труда

Научное издание

**ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА**

Редакторы Т. Р. Шевчук, И. Ю. Засухина
Вёрстка Г. А. Зенковой

Подписано в печать 20.09.2019.
Формат бумаги 60×84 1/16.
Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman.
Усл.-печ. л. 13,8. Уч.-изд. л. 10,5.
Тираж 62 экз. Заказ № 19149.

ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет»
672039, Чита, ул. Александро-Заводская, 30