

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Российский химико-технологический университет
имени Д. И. Менделеева

**VI МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
ПО ПРОБЛЕМАМ
ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

К 10-летию кафедры ТСБ

Москва, 25–26 апреля 2024 г.

Материалы конференции

Москва

2024

УДК 504.06:66(075)

ББК 65.9(2)248

М43

М43 VI Международная научно-практическая конференция молодых ученых по проблемам техносферной безопасности: материалы конференции. – М.: РХТУ им Д. И. Менделеева, 2024. – 300 с.
ISBN 978-5-7237-2078-7

В сборник вошли статьи по актуальным проблемам техносферной безопасности. **Основными проблемно-тематическими направлениями работы конференции стали:** промышленная безопасность и охрана труда, пожарная безопасность, экологическая безопасность, особенности подготовки студентов и аспирантов в области техносферной безопасности.

Материалы сборника были представлены для широкого обсуждения 25–26 апреля 2024 г. на Международной научно-практической конференции молодых ученых по проблемам техносферной безопасности, посвященной 10-летию кафедры ТСБ. Сборник представляет интерес для научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

УДК 504.06:66(075)

ББК 65.9(2)248

Редакционная коллегия:

Сопредседатель конференции – профессор **Н. И. Акинин**

Ученый секретарь – профессор **А. Я. Васин**

Секретари оргкомитета – доцент **М. Д. Чернецкая**

доцент **А. Н. Шушпанов**

Научное издание

VI МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ПО ПРОБЛЕМАМ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Материалы конференции

Текст репродуцирован с оригиналов авторов

Компьютерная верстка: М. Д. Чернецкая

Подписано в печать 16.05.2024 Формат 60×84 1/16.
Усл. печ. л. 17,4. Уч.-изд. л. 26,7. Тираж 100 экз. Заказ

Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева

Издательский центр

Адрес университета и издательского центра: 125047 Москва, Миусская пл., 9

ISBN 978-5-7237-2078-7

© Российский химико-технологический
университет им. Д. И. Менделеева, 2024

ОЦЕНКА ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНЫХ СВОЙСТВ НОВОЙ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ КОМПОЗИЦИИ Н027-4289 <i>Миловидов П.Д., Тимофеева В.А., Васин А.Я., Шушпанов А.Н.</i>	80
ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНЫЕ СВОЙСТВА ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА РАВИДАСВИР <i>Сахацкая А. В., Васин А. Я., Миловидов П. Д.</i>	85
ВЛИЯНИЕ СОСТАВА БИНАРНЫХ СМЕСЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ДАВЛЕНИЕ НАСЫЩЕННОГО ПАРА И ТЕМПЕРАТУРУ ВСПЫШКИ <i>Лукашова Д. Н., Бредихина К.А., Райкова В. М.</i>	89
АНАЛИЗ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ДИКУМИЛПЕРОКСИДА <i>Крюков Г.Н., Райкова В. М.</i>	93
СРАВНЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ К УДАРУ БИНАРНЫХ СМЕСЕЙ ОКТОГЕН/СuO И ОКФОЛ-3,5/СuO <i>Дмитриев Н.В., Акинин Н.И.</i>	98
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К УДАРУ СМЕСИ ПЕРХЛОРАТА АММОНИЯ С АЛЮМИНИЕМ <i>Еремина А.В., Дмитриев Н.В.</i>	102
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К УДАРУ ДИНИТРОАНИЗОЛА <i>Чаплыгин А.Е., Гаджиев Г.Г.</i>	105
ТЕРМОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДОРОСЛЕЙ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА <i>Солодухин Е.С., Шушпанов А.Н.</i>	109
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ И ВОСПЛАМЕНЕНИЯ РЯДА СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ <i>Шугаева А.Р., Леонтьева И.Н., Шушпанов А.Н.</i>	112
КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ТЕРМОЛИЗА D-СЕРИНА <i>Шарова Е.Н., Шинкарев Н.А., Шушпанов А.Н.</i>	116
ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КРАСИТЕЛЯ ЦЕМАКТИВ БФ-0 <i>Шинкарев Н.А., Терехова М.А., Солодухин Е.С., Шушпанов А.Н.</i>	96
ПОЛУЭМПИРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЭНТАЛЬПИЙ ОБРАЗОВАНИЯ РЯДА АЗО- И АНТРАХИНОНОВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ <i>Звездунова В.А., Шушпанов А.Н.</i>	122
ОГНЕЗАЩИТНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДИАММОНИЙФОСФАТА И СУЛЬФАТА АММОНИЯ И ИХ СМЕСЕЙ <i>Капранова Е.М., Колесова В.Ю., Мельников Н.О.</i>	125
РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БОР-, АЗОТ-, ФОСФОРСОДЕРЖАЩЕГО ОГНЕЗАЩИТНОГО СОСТАВА ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ <i>Давидова А. А., Мирсаяпова А. И., Монахов А.А., Мельников Н. О.</i>	127
ОГНЕЗАЩИТНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРУДНОВЫМЫВАЕМЫХ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ ХРОМА И МЕДИ <i>Бондаревская А.М., Монахов А.А., Мельников Н.О.</i>	130
АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК И ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ ПРИ ИСПЫТАНИИ ДРЕВЕСИНЫ В ЛЕТНИЙ И ЗИМНИЙ ПЕРИОДЫ ВРЕМЕНИ <i>Пищикова А.В., Андруняк И.В.</i>	133
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ИЗУЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЕЙ <i>Сандалов В.М., Аносова Е.Б.</i>	137
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЖАРНОГО РИСКА УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ РХТУ им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ <i>Фрикель М.Д., Пасхина Д.А., Аносова Е.Б.</i>	143
АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ <i>Давитадзе Л.Т., Скуртова И.В.</i>	148
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛАНДШАФТНЫХ ПОЖАРОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ 6, 10 КВ <i>Бажина А.О., Крапивин Д.А.</i>	152

УДК 614.835

**ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КРАСИТЕЛЯ
ЦЕМАКТИВ БФ-0**

Шинкарев Н.А., Терехова М.А., Солодухин Е.С., Шушпанов А.Н.

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Аннотация. Для красителя цемактив красный БФ-0 установлена склонность к экзотермическому превращению, определена температура начала разложения (333 °С), рассчитана энергия активации методом Горовица (174,4 кДж/моль) и Киссинджера (187,7 кДж/моль). Показано, что вещество относительно термостабильно.

Ключевые слова: цемактив красный БФ-0, термический анализ, энергия активации, метод Горовица, метод Киссинджера.

**THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS OF THE TSEMAKTIV BF-0
DYE**

Shinkarev N.A., Terekhova M.A., Solodukhin E.S., Shushpanov A.N.

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia

Abstract. A tendency to exothermic transformation was established for the tsemaactive red BF-0 dye, was determined the temperature of the decomposition beginning (333 °С), the activation energy was calculated by the Horowitz method (174,4 kJ/mol) for each heating rate, as well as by Kissinger method (187.7 kJ/mol). It was demonstrated, that the substance

is relatively thermostable.

Keywords: cemaactive red BF-0, thermal analysis, activation energy, Horowitz method, Kissinger method.

Одной из распространенных групп красителей, использующихся в текстильной промышленности, является группа синтетических активных красителей, которые растворимы в солевых растворах органических кислот или оснований. Активные красители содержат в своей структуре активные функциональные группы (ОН, NH₂) и связи, которые в момент крашения отщепляются или раскрываются, реагируя с функциональными группами макромолекул окрашиваемого волокна и образуя с ним прочные ковалентные связи, тем самым придавая целлюлозному волокну наиболее прочную окраску.

Молекула активного красителя состоит из хромофора, придающего красителю цвет. Хромофорная часть молекулы красителя с группами, сообщающими красителю растворимость (SO₃H, COOH, OSO₃Na), определяет сродство к волокну, способность к диффузии, устойчивость окраски к свету, действию окислителей и восстановителей. В молекулах многих активных красителей имеется мостиковая группа (–NH–, –NCH₃–, –NHCO–, –SO₂NH–), соединяющая хромофорную часть молекулы с активным центром.

Активные красители по механизму реакции с волокнистыми материалами можно разделить на две группы:

1) Красители, реагирующие по механизму нуклеофильного замещения, которые содержат функциональные группы, легко отщепляющиеся при взаимодействии с волокном. Наибольшее практическое значение имеют ди- и монохлортриазиновые, ди- и трихлорпиримидиновые и дихлорхиноксалиновые красители;

2) Красители, реагирующие по механизму нуклеофильного присоединения, которые содержат активные центры в пассивной форме, превращающиеся в активную в определенных условиях (температура, pH). Наибольшее практическое значение из них имеют винилсульфоновые красители. Винилсульфоновые красители содержат р-сульфатоэтил-сульфонильную группу, которая под действием щелочи превращается в активную винилсульфонильную группу.

Стоит отметить, что реакционная способность активных красителей определяется строением активного центра и хромофорной части молекулы, оказывающей влияние на распределение электронной плотности в активном центре, из-за чего красители внутри каждой группы отличаются по реакционной способности [1].

Исследуемое вещество Цемактив красный БФ-0 относится к группе активных красителей, которая по двум группам широко представлена винилсульфоновыми и хлортриазиновыми красителями. В литературе [2] представлен ряд схожих по шифру красителей с исследуемым веществом, например, Цемактив ярко-красный Т-2С или Цемактив золотисто-желтый БФ-23, представляются винилсульфоновыми красителями.

Винилсульфовая и хлортриазиновая группы обладают высокой реакционной способностью. В первой группе это объясняется подвижностью электронов двойной связи, что вызвано влиянием сильно поляризующей связи сульфоновой группы [3], а во второй группе объясняется подвижностью атомов хлора, которые взаимодействуют с оксигруппами целлюлозы или аминогруппами белковых и полиамидных волокон, образуя ковалентные связи.

Методом ИК-спектроскопии были идентифицированы возможные функциональные группы исследуемого вещества в Центре коллективного пользования им. Д.И. Менделеева на ИК-Фурье- спектрометре Nicolet 380 FT-IR. Расшифровка проводилась на основе данных справочников [4,5] ИК-спектры вещества приведены на рис. 3. Результаты расшифровки представлены в таблице

1

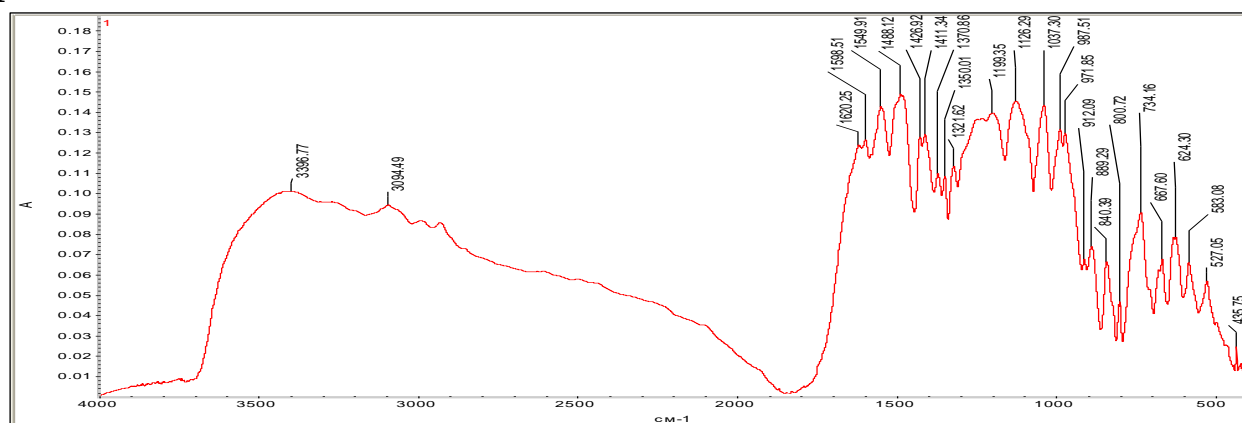


Рис.3. ИК-спектры БФ-0

Таблица 1

Результаты ИК-спектроскопии БФ-0

№	Функциональная часть молекулы	Справочные данные, см ⁻¹	Фактические данные, см ⁻¹
1.	Связанная группа OH	3300-2500	3094
2.	Первичные амины -NH ₂	1650-1580 (d)	1620; 1598
		3500-3300 (v)	3396
3.	C=N в цикле	1660-1480	1488; 1549; 1620
4.	C-Cl монохлорзамещенные	750-700	734
5.	C-Cl полизамещенные	800-700	800
6.	-N=N-	1600-1400	1426

Наличие винилсульфоновой и хлортриазиновой групп было подтверждено в процессе анализа и расшифровки ИК-спектров

Оценка термического воздействия на образец азокрасителя проводилась синхронным термическим анализом (TG-DTA) на дериватографе типа «С» при скоростях нагрева 2,5, 5, 10 и 15 К/мин в окисляющей атмосфере (воздух). Исследовались предварительно не кондиционированные образцы массой 50 мг. Результаты анализа для скорости нагрева 10 К/мин представлены на рис. 4.

Данные, полученные термическим анализом, свидетельствуют об относительно высокой термостойкости исследуемого вещества. Акт первичного разложения проходит в пределах от 279 °С до 371 °С (опираясь на кривую TG при 15 К/мин) или от 318°С до 378°С (опираясь на кривую DTA

при 10 К/мин), потеря массы составила 12,4%. Экзотермический эффект достигает своего максимума при 349°C. Так же, по кривой TG можно сказать, что образец имеет порядка 8% воды кристаллизации.

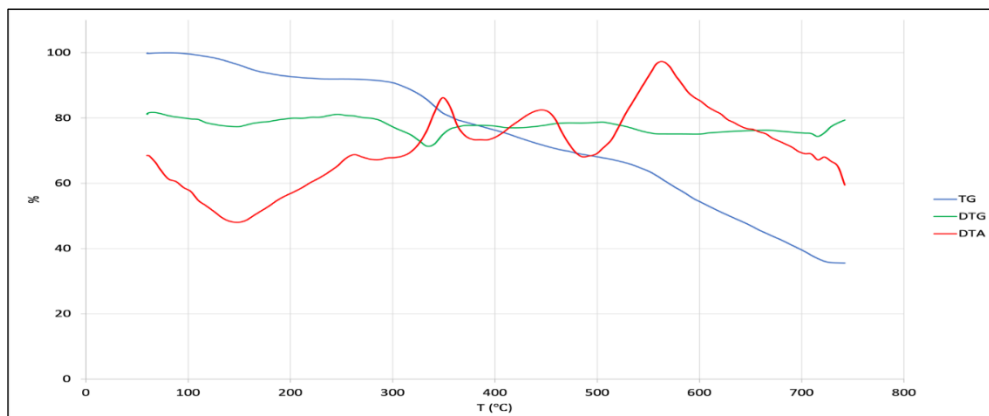


Рис. 4. TG-DTA кривые БФ-0, скорость нагрева 15 К/мин, атмосфера: воздух

Энергия активации термического разложение определялись тремя методиками.

По методу Горовица [6] энергия активации для скорости 15 К/мин составила 174,4 кДж/моль. Соответствующее построение для скорости 15 К/мин в координатах Аррениуса представлено на рис. 3. По методу Киссинджера [7] энергия активации составила 187,7 кДж/моль (44,84 ккал/моль). Соответствующее построение в координатах Аррениуса представлено на рис. 4.

Так же по методу Киссинджера были определены предэкспоненциальный множитель, равный $9,996 \cdot 10^{13}$, константа скорости, равная 0,01717, кинетическое уравнение $y = -22579 \cdot x + 22,211$.

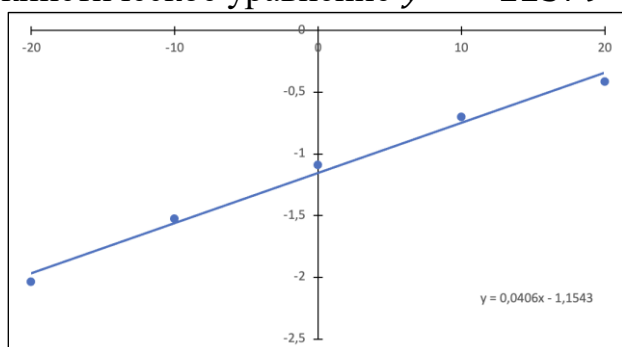


Рис. 5. Построение в координатах Аррениуса для акта термоллиза БФ-0

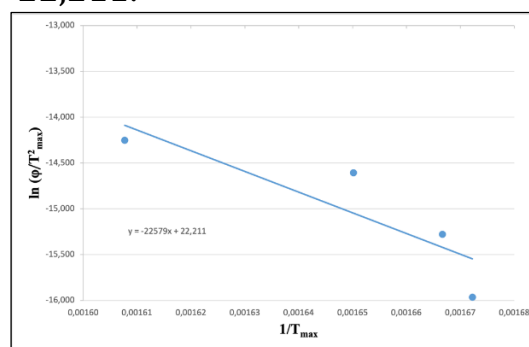


Рис. 4. Построение в координатах Аррениуса для акта термоллиза БФ-0

По полученным данным можно судить о достаточно высокой термической устойчивости исследуемого вещества. Об этом говорит как высокая температура начала первого акта разложения, так и сравнительно высокая энергия активации этого акта.

Список использованной литературы

1. Журнал Белорусского государственного университета. Химия, 2019, Минск, Беларусь.
2. М.В. Коновалова. Разработка состава чернил для цифровой печати по тканям из смеси хлопка и синтетических волокон. – Коновалова М.В., Корнева Т.В. – Технология текстильной промышленности, 2012, Москва, Россия

3. Карпухин, Петр Прохорович. Активные красители [Текст] / П.П. Карпухин, Т.А. Коротенко. - Киев : Гостехиздат УССР, 1963. – 134 с. : граф.; 17 см.
4. Тарасевич Б.Н. ИК спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы – Москва: МГУ им. М.В.Ломоносова, химический факультет, кафедра органической химии, 2012. – 55 с.
5. Зуев В.В. Применение ИК спектроскопии на предприятиях ТЭК: Учебно-методическое пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2020. – 61 с.
6. Horowitz H.H. A New Analysis of Thermogravimetric Traces / Horowitz H.H., Metzger G. // Analytical Chemistry – 1963. – Т. 35 – No 10 – С. 1464 – 1468.
7. Kissinger H.E. Reaction Kinetics in Differential Thermal Analysis / Kissinger H.E. // Analytical Chemistry – 1957. – Т. 29 – No 11 – С. 1702–1706.