

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/CuO И ОКФОЛ-3,5/CuO <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
<b>ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КРАСИТЕЛЯ ЦЕМАКТИВ БФ-0</b> <i>Шинкарев Н.А., Терехова М.А., Солодухин Е.С., Шушпанов А.Н.</i>	<b>96</b>
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, NH<sub>2</sub>) 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 (SO<sub>3</sub>H, COOH, OSO<sub>3</sub>Na), определяет сродство к волокну, способность к диффузии, устойчивость окраски к свету, действию окислителей и восстановителей. В молекулах многих активных красителей имеется мостиковая группа (–NH–, –NCH<sub>3</sub>–, –NHCO–, –SO<sub>2</sub>NH–), 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

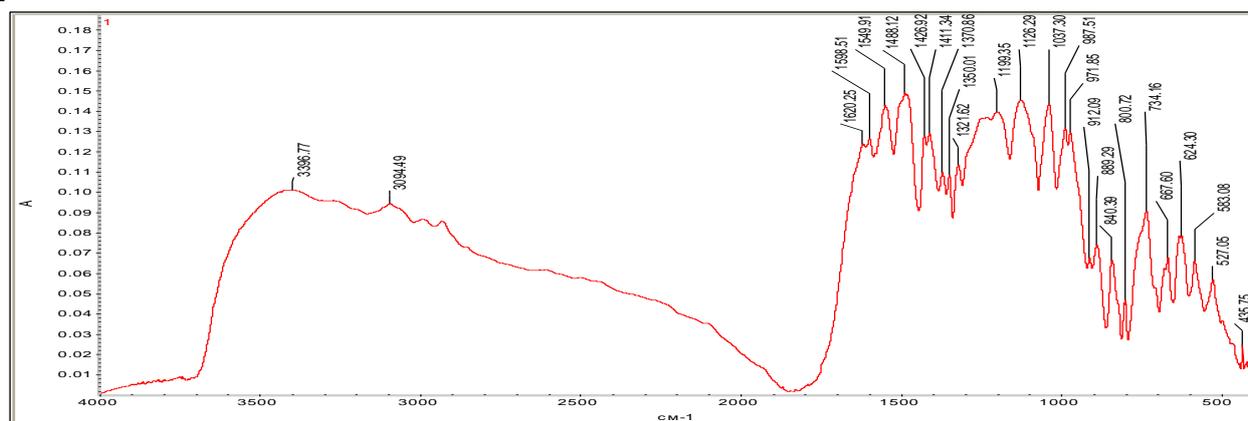


Рис.3. ИК-спектры БФ-0

Таблица 1

### Результаты ИК-спектроскопии БФ-0

№	Функциональная часть молекулы	Справочные данные, см <sup>-1</sup>	Фактические данные, см <sup>-1</sup>
1.	Связанная группа OH	3300-2500	3094
2.	Первичные амины -NH <sub>2</sub>	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.

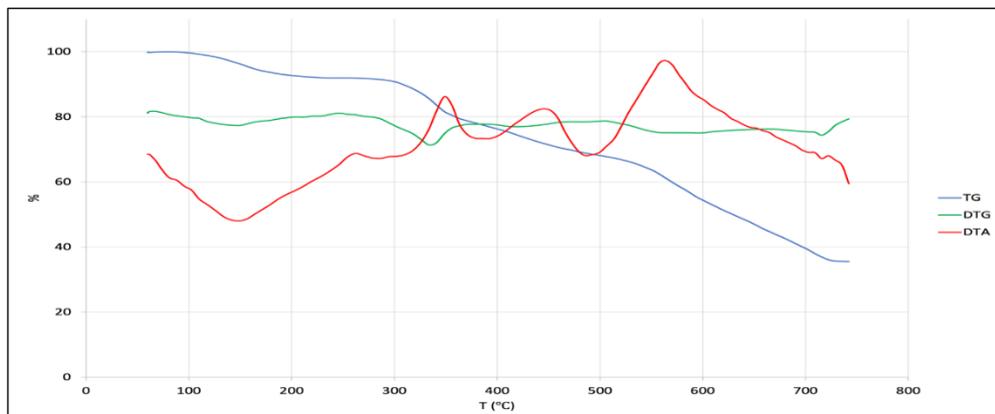


Рис. 4. TG-DTA кривые БФ-0, скорость нагрева 15 К/мин, атмосфера: воздух

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  $y = -22579 \cdot x + 22,211$ .

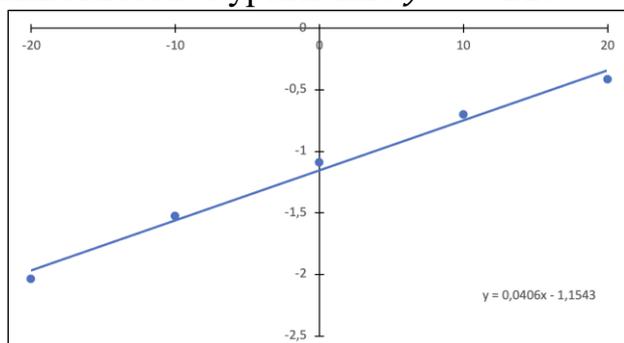


Рис. 5. Построение в координатах Арениуса для акта термоллиза БФ-0

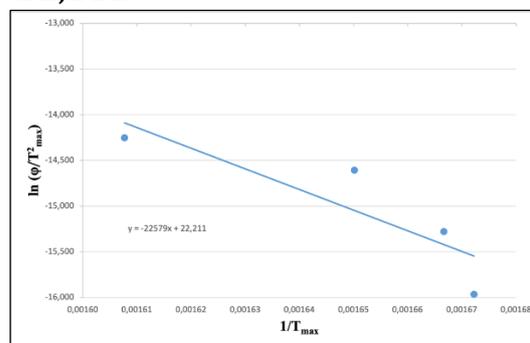


Рис. 4. Построение в координатах Аррениуса для акта термоллиза БФ-0

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.