**Композиция на основе эпоксидной смолы УП-637 и производного карбоксифосфазена и изофорондиамина**

***Ши Б.1,2,*** ***Константинова А. О.1*, *Лукашов Н.И.1***

*Студентка, 3 курс бакалавра*

*1Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева,*

*Факультет нефтегазохимии и полимерных материалов, Москва, Россия*

*2Нанкинский университет науки и техники,*

*Факультет химии и химической технологии, Нанкин, Китай*

*E-mail: [3175986712@qq.com](mailto:3175986712@qq.com)*

Эпоксидные смолы благодаря их выдающейся термостойкости, химической стойкости, высокой адгезии, механическим свойствам и электроизоляционным характеристикам нашли широкое применение в аэрокосмической технике, автомобилестроении, электронике и других областях. Однако их высокая горючесть (предельный кислородный индекс ≈21%) и выделение токсичных газов (таких как CO, ароматические соединения) при горении существенно ограничивают их использование в отраслях, требующих повышенной пожаробезопасности.[1]

Таким образом, разработка высокоэффективных огнезащитных систем для эпоксидных олигомеров стала ключевой задачей для расширения границ их применения. Традиционные галогенированные антипирены (например, декабромдифениловый эфир), хотя и повышают огнестойкость, выделяют при термическом разложении высокотоксичные диоксины, что стимулировало переход к безгалогенным материалам. Фосфорсодержащие антипирены привлекают внимание благодаря высокой эффективности, низкой токсичности и комбинированным механизмам огнезащиты. Среди них реактивные антипирены, которые ковалентно встраиваются в эпоксидную матрицу и демонстрируют такие преимущества как кооперацию огнезащитных и механических свойств при низком содержании добавок и отсутствие их миграции на поверхность [2]. Фосфазены проявляют превосходный P-N кооперативный эффект – в газовой фазе нейтрализуют свободные радикалы, а в конденсированной фазе способствуют образованию коксового слоя. Этот механизм снижает дымообразование, токсичность и сохраняет механическую прочность материалов на основе эпоксидных смол [3].

В рамках настоящего исследования разработана система на основе карбоксифосфазена и изофорондиамина. Промышленный амин и фосфазен образуют гомогенную смесь с эпоксидной смолой марки УП-637, демонстрируя отличные показатели огнестойкости, высокую температуру стеклования, низкие водопоглощение и водорастворимость полученных отверждённых композиций.

Соответственно, можно рекомендовать разработанный материал в качестве огнезащитных покрытий и огнестойкого связующего для производства композиционных материалов.

*Авторы выражают благодарность научному руководителю группы д.х.н., доценту Чистякову Евгению Михайловичу.*

**Литература**

1. Ma X, et al. Enhancing Flame Retardancy and Smoke Suppression in Epoxy Resin Composites with Sulfur–Phosphorous Reactive Flame Retardant // Molecules. 2023. Vol. 29. P. 227.

2. Zhi M, et al. A comprehensive review of reactive flame - retardant epoxy resin: fundamentals, recent developments, and perspectives // Polym. Degrad. Stab. 2022. Vol. 201. P. 109976.

3. He Y - F, Ning K, Zhang C - Y, Shao Z - B, Zhao B. Intramolecular cooperation and biphasic flame retardant mode of action: Effectiveness of hexa(1,2,4 - triazol - 3 - ylamine) cyclotriphosphazene in epoxy resin // Adv. Ind. Eng. Polym. Res. 2024. Vol. 7. P. 326–337.