

УДК 66.013.8:504

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ АЛКОКСИСИЛАНАМИ МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Чухланова Н.В.

*Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, Владимир,
e-mail: natalyferre@yandex.ru*

На экологию окружающей среды большое влияние оказывает техногенная и бытовая деятельность человека. Широкое использование композиционных материалов приводит к их попаданию в почвенную и водную среду, что сказывается на экологии окружающей среды. В работе проведены исследования по оценке токсичности эпоксидной смолы, модифицированной алкоксисиланами. Методом биотестирования определены образцы данной полимерной композиции, обладающие наименьшим токсическим эффектом. В качестве тест-объекта были использованы *Daphnia magna* Straus. Данный метод оценки токсичности эпоксидных смол, модифицированных алкоксисиланами, показал на наибольшую смертность *Daphnia magna* Straus в водных вытяжках образцов с повышенным содержанием модификатора тетраэтоксисилана и тетрапропоксисилана. В связи с этим их применение в бытовом и техногенном производстве композиционных материалов следует сократить до минимума с целью уменьшения ущерба экологии окружающей среды.

Ключевые слова: эпоксидная смола, токсичность, алкоксисилан, тетраэтоксисилан, тетрапропоксисилан, метод биотестирования, композиционные материалы

INVESTIGATION OF PROPERTIES OF THE EPOXY RESIN MODIFIED BY ALKOXYSILANES BY THE METHOD OF BIOTESTING

Chukhlanova N.V.

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov, Vladimir, e-mail: natalyferre@yandex.ru

On environmental ecology great influence to exert the anthropogenic and domestic human agency. Wide use composite materials lead to ingress this materials to soil medium and water medium and that is why environmental ecology is more contaminated. There are was undertake a study by estimate of the epoxy resin modified by alkoxyisilanes in this article. By dint of the methods of biotesting were defines the samples of the study polymer compound which has least toxicity. As test object ware using *Daphnia magna* Straus. This method by estimate of the epoxy resin modified by alkoxyisilanes to showed on a biggest mortality *Daphnia magna* Straus on the water extracts with high concentration modifier tetraethoxysilane and tetrapropoxysilane. That is why to application this materials on the domestic and anthropogenic production of the composite materials should be to skeletonize in view to decrease damage of environmental ecology.

Keywords: epoxy resin, toxicity, alkoxyisilane, tetraethoxysilane, tetrapropoxysilane, the methods of biotesting, composite materials

В наши дни полимерные композиции на основе модифицированных эпоксидных смол находят применение во многих областях народного хозяйства страны. Ежегодно идет наращивание их производства. Исходя из этого вероятность попадания эпоксидной смолы, модифицированной алкоксисиланами, в окружающую среду крайне велика. В связи с этим, **целью данного исследования** является выяснение вопроса о влиянии этих материалов на экологию окружающей среды.

Интерес представляет изучение влияния на окружающую среду эпоксидной смолы – продукта на основе эпихлоргидрина и бисфенола А. Это связано с огромным ростом производства композиционных материалов, в которых эпоксидные смолы, модифицированные алкоксисиланами, являются одним из основных компонентов [4].

В данной работе были изучены образцы с добавлением алкоксисиланов – те-

траэтоксисилана и тетрапропоксисилана. Тетраэтоксисилан является основным сырьем в производстве ценных кремний-органических продуктов, например, жаростойких и электроизоляционных лаков, олигоэтилсилоксановых жидкостей и др. Тетрапропоксисилан представляет из себя такое же вещество и с теми же свойствами, что и тетраэтоксисилан, но вместо этилового спирта применяют пропиловый спирт при приготовлении тетрапропоксисилана [3].

Основное применение модифицированных алкоксисиланами эпоксидных смол – это машиностроение, транспорт, авиация, аэрокосмическая отрасль и другие высокотехнологичные отрасли.

Информация по физико-химическим показателям рассматриваемых элементов не позволяет сделать вывод о совокупном воздействии загрязняющих веществ на окружающую среду и степени их опасности [5].

Дать оценку комплексному воздействию токсикантов можно с помощью методов биотестирования. Особенность информации, получаемой с помощью данного метода, состоит в отражении всей совокупности свойств испытываемой среды с позиции восприятия ее живыми объектами. Большим преимуществом такого метода является тот факт, что ещё на уровне разработки образцов можно внести корректировки в их составы с целью снижения уровня токсичности.

Материалы и методы исследования

Для исследования токсичности эпоксидных смол были изготовлены водные вытяжки (образцы) в соответствии с планом Бокса – Вильсона с различным количественным содержанием компонента – тетраэтоксисилана и тетрапропоксисилана, а также отдельные образцы эпоксидной смолы и модификатора тетраэтоксисилана и тетрапропоксисилана без примесей (табл. 1). В каждый из образцов был добавлен отвердитель – триэтанолламин [6].

В качестве тест-объекта в данном исследовании используется *Daphnia magna* Straus. Относится к низшим ракообразным, отряду ветвистоусых. Дафнии обитают в планктоне стоячих и слабoproточных пресноводных водоемов, широко распространены на территории России [1].

Выращивание культуры производится согласно «Методике определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний», ФР.1.39.2007.03222 [2].

Определение токсичности каждой пробы без разбавления и каждого разбавления проводится в трех параллельных сериях. В качестве контроля используются три параллельные серии с чистой почвенной вытяжкой. Биотестирование проводится с соблюдением требований к температуре, продолжительности фотопериода и качеству культивационной воды.

Биотестирование проводится в пробирках объемом 100 см, которые заполняются 50 см почвенной вытяжки и по 10 см каждого образца соответственно. В пробирки помещают по десять дафний в возрасте 6–24 ч. Чувствительность дафний к токсикантам зависит от возраста рачков, поэтому в протоколе отмечают возраст используемой молодежи. Возраст определяется по размеру рачков.

Посадку рачков начинают с контрольной серии. В исследуемые растворы дафний помещают, начиная с больших разбавлений (меньших концентраций загрязняющих веществ) к меньшим разбавлениям. После каждой посадки в исследуемые растворы сачок тщательно промывается в сосуде объемом 2 дм³ с культивационной водой. Для работы с серией контроля должен быть отдельный сачок.

Для каждой серии исследуемой воды используется 3 пробирки. Общее количество пробирок, используемых в опытах, равно утроенной сумме всех разбавлений плюс 3 для контроля.

В экспериментах по определению острой токсичности дафний кормят только перед началом эксперимента до отсадки рачков в пробирки с тестируемой водой. Во время опыта корм в пробирки с тестируемой водой не добавляют.

Результаты исследования и их обсуждение

Учет смертности дафний в опыте и контроле проводят каждые 24 часа. Опыт прекращается, если в течение 24 часов во всех вариантах (разбавлениях тестируемой воды) наблюдается гибель более 50% рачков.

Неподвижные особи считаются погибшими, если не начинают двигаться в течение 15 секунд после легкого покачивания пробирки.

В экспериментах по определению острой токсичности растворы не меняют. Токсичными считаются те образцы, в которых выживаемость менее 80%. Если наблюдается гибель дафний в контроле, результаты опыта не учитывают, и он должен быть повторен.

Среднее значение выживаемости *Daphnia magna* Straus в течение 96 часов представлено в табл. 2.

По полученным данным можно прийти к выводу, что наиболее токсичными оказались образец, содержащий чистый тетрапропоксисилан (образец № 4 – выживаемость 60% после 96 часов исследования) и образец, содержащий чистый тетраэтоксисилан (образец № 7 – выживаемость 70% после 96 часов исследования).

Таблица 1

Образцы для исследования

Обр.	Состав			
	Эпоксидная смола	Модификаторы		Отвердитель триэтанолламин
		Тетрапропоксисилан	Тетраэтоксисилан	
№ 1	20 г	–	–	2 г
№ 2	18 г	2 г	–	2 г
№ 3	16 г	4 г	–	2 г
№ 4	–	20 г	–	–
№ 5	18 г	–	2 г	2 г
№ 6	16 г	–	4 г	2 г
№ 7	–	–	20 г	–

Таблица 2
Среднее значение выживаемости *Daphnia magna* Straus в течение 96 часов (%)

	24 ч	48 ч	72 ч	96 ч
Контроль	100	100	100	100
Образец № 1	100	100	90	90
Образец № 2	100	90	80	80
Образец № 3	100	80	80	80
Образец № 4	100	80	70	60
Образец № 5	100	100	100	90
Образец № 6	100	90	90	80
Образец № 7	100	80	70	70

Выводы

• Дана оценка токсичности эпоксидной смолы, имеющей различное содержание модификаторов тетраэтоксисилана и тетрапропоксисилана.

• Определение острой токсичности вытяжки из почв показало, что наиболее токсичными являются образцы с большим объемом добавленных модификаторов тетрапропоксисилана и тетраэтоксисилана, в том числе и образцы с их 100% содержанием.

• Использование наименьшей концентрации модификатора тетраэтоксисилана способствует решению проблем ресурсосбережения и охраны окружающей среды.

Работа выполнена при поддержке администрации Владимирской области.

Список литературы

1. Методы почвенной микробиологии и биохимии: метод. указания / Д.Г. Звягинцев [и др.]; под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: МГУ, 2001. – 224 с.
2. Талисманов В.С. Методика определения острой токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадкой сточных вод и отходов по смертности дафний: метод. указания: метод. Указания / В.С. Талисманов. – М.: МГУ, 2011. – 48 с.
3. Чухланов В.Ю., Дуденкова Л.А., Алексеенко А.Н. Композиционная кремнийорганическая эмаль // Строительные материалы. – 2001. – № 7. – С. 5–6.
4. Чухланов В.Ю., Ионова М.А. Однокомпонентная полиуретановая композиция, модифицированная тетраэтоксисилоном / Пластические массы. – 2012. – № 7. – С. 10–13.
5. Чухланов В.Ю., Селиванов О.Г. Модификация полиорганосилоксаном связующего на основе полиуретана // Пластические массы. – 2013. – № 9. – С. 8–10.
6. Chukhlanov V.Yu., Kriushenko S.S. and Chukhlanova N.V. Elastic Polyurethane Foams Modified by Tetraethoxysilane // Theoretical Foundations of Chemical Engineering, 2015. – Vol. 49 – № 4. – P. 518–522.