



УДК:547.49/543.632.542/691.175

УРЕТАН-ЭПОКСИДНЫЕ ТЕРМОРЕАКТИВНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ СИСТЕМЫ В КАЧЕСТВЕ АНТИФРИКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА



URETHAN-EPOXY THERMORACTIVE POLYMER SYSTEMS AS ANTI-FRICTION MATERIAL

Джалилов Абдулахат Турапович

доктор химических наук, профессор,
академик академии наук Республики Узбекистан,
директор ташкентского научно-исследовательского института
химической технологии,
Ташкентский научно-исследовательский институт
химической технологии

Киёмов Шарифжон Нозимович

доктор философических наук,
старший научный исследователь,
Ташкентский научно-исследовательский институт
химической технологии
qiyomovsh@mail.ru

Аннотация. Данная статья посвящена терморезактивным полимерным материалам на основе новых уретан-эпоксидных полиблендовых многокомпонентных систем. Изучена триботехническая характеристика образцов эпоксиретановых полимеров. Определены коэффициенты трения при разных постоянных нагрузках.

Ключевые слова: эпоксиретановый полимер, реактопласт, коэффициент трения, полибленд, бикомпонентная полимерная система.

Jalilov Abdulakhat Turapovich

Doctor of Chemical Sciences, Professor,
Academician of the Academy of Sciences of
the Republic of Uzbekistan,
Director of the Tashkent Research Institute of
Chemical Technology,
Tashkent Scientific Research Institute of
Chemical Technology

Kiyomov Sharifjon Nozimovich

Doctor of Philosophy (technical)
Senior Researcher
qiyomovsh@mail.ru

Annotation. This article is devoted to thermosetting polymer materials based on new urethane-epoxy polyblend multicomponent systems. The tribotechnical characteristics of epoxyurethane polymer samples were studied. The friction coefficients at different constant loads are determined.

Keywords: epoxyurethane polymer, thermoset, friction coefficient, polyblend, bicomponent polymer system.

Терморезактивные полимеры получают из низкомолекулярных смол, которые полимеризуются путем конденсации или добавления, с использованием сшивающих агентов. Полученный полимер сильно сшит благодаря образованию трехмерной сети. По этой причине необходимо знать ходы и условия реакции отверждения, чтобы получить новый полимер с физико-механическими свойствами в каждом случае [1]. В некоторых литературных источниках объясняется необходимость контролирования стехиометрию реакционноспособной смеси и природу катализатора и инициатора, используемого в процессе получения бикомпонентных систем. Это важно для того, чтобы оптимизировать свойства полимерных композиционных материалов в период их службы. Изучение оптимальных стехиометрических соотношений гарантирует хорошее качество конечного продукта с точки зрения его физико-химических и механических свойств [2, 3].

В последние десятилетия рост промышленной деятельности создал постоянный спрос на новые материалы для удовлетворения их потребностей. В этом смысле традиционные материалы, металлы, дерево, стекло и так другие, они все чаще заменяются керамическими и полимерными материалами. Пластические массы – это легкие, гибкие, долговечные, коммерчески дешевые и технологически очень универсальные материалы, которые во многих случаях могут заменить более традиционные материалы и даже могут значительно улучшить их свойства. Преимущества, которые становятся все более очевидными при применении новых пластмассовых материалов во всех типах промышленности, либо из-за их специфических характеристик поведения, либо из-за производительности их обработки или методов обработки, обязывают инженеров, связанных с проектированием. Расчет и изготовление изделий и изделий из этих материалов позволяет глубоко обновлять свои научные и технические знания в этой области [4].

Органические полимеры с сильно сшитой структурой, которые поэтому не размягчаются и не плавятся из-за температуры или не растворяются в каком-либо химическом веществе, называются терморезактивными. Его механическое поведение заметно отличается от термопластов из-за его большей устойчивости к вязкой ползучести при высоких температурах и большей размерной стабильности. Они более компактны, тверды, устойчивы к истиранию и непроницаемы для газов и паров,



поэтому они очень удобны при применении для защиты всех типов поверхностей. Напротив, гибкость и ударопрочность находятся в невыгодном положении по сравнению с большинством термопластов [5]. Однако возможность комбинировать реактопластичные олигомеры с другими олигомерами и фибриллярными материалами всех видов, как органическими, так и неорганическими, расширила их использование в конструкции, поддерживающей стойкость элементов с великолепными механическими и физико-химическими свойствами [6].

На базе ташкентского научно-исследовательского института химической технологии разработан способ получения уретансодержащего олигомера на основе местного сырья. Метод получения олигомера, содержащего уретановых групп полностью исключает применения ди или полиизоцианатов и является безвредным для окружающей среды. На основе полученного олигоуретана и эпоксидной смолы создана многокомпонентная термореактивная полимерная система.

Целью данного эксперимента является исследование триботехнических свойств эпоксидных и эпоксиуретановых полимерных материалов, а также изучение влияния олигоуретанов на коэффициенты трения получаемых эпоксиуретанов.

Для исследования триботехнических характеристик полимерных материалов пары трения металл – пластмасса считаются целесообразными. Такую пару трения можно рассматривать как набор жестких микровыступов металла, внедряющегося в ровную поверхность полимерного тела, на том основании, что модуль упругости пластических масс в сотни раз меньше, чем у металла [7]. В таблице 1 приведены величины коэффициентов трения эпоксидного полимера и эпоксиуретановых полимеров при различных постоянных нагрузках.

Таблица 1 – Коэффициенты трения эпоксидного и эпоксиуретанового полимера

Номер образцов	Название	Постоянная нагрузка, Н				
		20	30	50	70	100
		Коэффициент трения				
1	Эпоксидный полимер	0,194	0,230	0,313	0,350	0,367
	Эпоксиуретаны типа ЭУГ					
2	ЭУГ-25	0,188	0,209	0,284	0,338	0,347
3	ЭУГ-40	0,181	0,194	0,266	0,317	0,324
4	ЭУГ-50	0,176	0,188	0,239	0,301	0,311
5	ЭУГ-60	0,168	0,176	0,226	0,271	0,286
6	ЭУГ-70	0,165	0,170	0,228	0,244	0,278
7	ЭУГ-75	0,162	0,164	0,239	0,256	0,286

Обозначения: ЭУГ-25 – эпоксиуретановый полимер. Массовая доля олигоуретана составляет 25 % от общей массы полимера; ЭУГ-40 – эпоксиуретановый полимер. Массовая доля олигоуретана составляет 40 % от общей массы полимера; ЭУГ-50 – эпоксиуретановый полимер. Массовая доля олигоуретана составляет 50 % от общей массы полимера; ЭУГ-60 – эпоксиуретановый полимер. Массовая доля олигоуретана составляет 60 % от общей массы полимера. ЭУГ-70 – эпоксиуретановый полимер. Массовая доля олигоуретана составляет 70 % от общей массы полимера; ЭУГ-75 – эпоксиуретановый полимер. Массовая доля олигоуретана составляет 75 % от общей массы полимера;

В таблице 1 показана зависимость коэффициентов трения образцов полимерного материала, полученного на основе чистой эпоксидной смолы (образец 1) и образцов эпоксиуретановых полимерных материалов, полученных на основе синтезированного олигоуретана (образцы 2–7) от различных постоянных нагрузок. Из таблицы можно видеть, что коэффициент трения эпоксиуретанового полимера снижается с увеличением массовой доли олигоуретана. Полимерный материал на основе эпоксидной смолы, отвержденной полиэтиленполиамином, показывает самые высокие коэффициенты трения во всех подобранных величинах постоянной нагрузки. Тенденция снижения коэффициента трения образцов по порядку увеличения номеров марок ЭУГ наблюдается только при постоянных нагрузках до 50 Н, а также у образцов эпоксиуретанов марок ЭУГ-25 (образец 2), ЭУГ-40 (образец 3) и ЭУГ-50 (образец 4). При высоких постоянных нагрузках изменение кривых образцов принимает немного другое направление. Самый низкий коэффициент трения при нагрузке 70 Н наблюдается у образца ЭУГ-70 (образец 6). Эпоксиуретановый полимер марки ЭУГ-75 (образец 7) при такой же нагрузке показывает коэффициент трения примерно на 17 % больше, чем у образца ЭУГ-70 и на 7 % больше, чем у образца ЭУГ-60 (образец 5).

Таким образом из вышеуказанных триботехнических параметров образцов эпоксиуретановых полимеров типа ЭУГ можно сделать вывод, что при большом количестве олигоуретана в составе



эпоксиретана происходит быстрый износ полимерного материала и образуется неровная, то есть абразивная поверхность в полимере. Абразивная поверхность убирает остатки износа, которые заполняли глубину поверхности металла, и происходит очередное изнашивание пластмассы. По этой причине, образец показывает высокие коэффициенты трения и подвергается износу.

Литература:

1. Szycher M. Szycher's Handbook of Polyurethanes, 2nd Ed. – CRC Press, Boca Raton, FL, 2017. – P. 269.
2. Prisacariu C. Polyurethane Elastomers: From Morphology to Mechanical Aspects. – New York : Springer Verlag, 2011. – P. 251.
3. Rudin A. and Choi P. The Elements of Polymer Science and Engineering, 3rd Ed. // Elsevier Publisher, Waltham, MA, 2013. – P. 584.
4. Jin J., Dong Q., Shu Z., Wang W. and He K. Procedia Eng. – 2014. – Vol. 71. – P. 304–309.
5. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология : учеб. пособие / 4-е изд., испр. и доп.; под общей редакцией А.А. Берлина. – СПб. : ЦОП «Профессия», 2014. – 592 с.
6. Пластмассы со специальными свойствами. Сборник научных трудов / Под общей редакцией Н.А. Лаврова. – СПб. : ЦОП «Профессия», 2011. – 344 с.
7. Lavrov N.A., Kiyomov Sh.N., Krizhanovskii V.K. Tribotechnical properties of composite materials based on epoxy polymers // Polimer Science, Seried D. – 2019. – Vol. 12. – № 2. – P. 182–185.

References:

1. Szycher M. Szycher's Handbook of Polyurethanes, 2nd Ed. – CRC Press, Boca Raton, FL, 2017. – P. 269.
2. Prisacariu C. Polyurethane Elastomers: From Morphology to Mechanical Aspects. – New York : Springer Verlag, 2011. – P. 251.
3. Rudin A. and Choi P. The Elements of Polymer Science and Engineering, 3rd Ed. // Elsevier Publisher, Waltham, MA, 2013. – P. 584.
4. Jin J., Dong Q., Shu Z., Wang W. and He K. Procedia Eng. – 2014. – Vol. 71. – P. 304–309.
5. Polymeric composite materials: structure, properties, technology: tutorial / 4th ed.; under general editorship of A.A. Berlin. – St. Petersburg : CPE «Profession», 2014. – 592 p.
6. Plastics with special properties. Collection of scientific papers / Under the general editorship of N.A. Lavrov. – St.-Petersburg : CPE «Profession», 2011. – 344 p.
7. Lavrov N.A., Kiyomov Sh.N., Krizhanovskii V.K. Tribotechnical properties of composite materials based on epoxy polymers // Polimer Science, Seried D. – 2019. – Vol. 12. – № 2. – P. 182–185.