

ISSN 2091-5527
№ 1/2025

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

составе уретановые группы, и исследованы физико-механические показатели этого полимера. Эксперименты показали, что с увеличением длительности отверждения у образцов фталевого ангидрида и полиуретанового полимера увеличивается.

Образец ПУ-1 показывает высокие антифрикционные свойства. Полиуретановый полимер марки ПУ-1, обладающий антифрикционными характеристиками, рекомендуется использовать при низких постоянных давлениях.

Литература

1. A. Ostin, M. Sundgren, R. Lindahl, J. Ekman, and J. Levin, "Analysis of Isocyanates with LC-MS/MS," in *Isocyanates: Sampling, Analysis, and Health Effects*, ed. J. Lesage, I. DeGraff, and R. Danchik (West Conshohocken, PA: ASTM International, 2001), P. 12-20.
2. D. Dempsey, H. Benhardt, and E. Cosgriff-Hernandez, "Resorbable Polyurethanes," in *Szycher's Handbook of Polyurethanes*, 2nd Ed., M Szycher, Ed., CRC Press, Boca Raton, FL, 2013. P. 671-710.
3. U. Lochner, H. Chinn, and Y. Yamaguchi, *Polyurethane Foams*, Chemical Economics Marketing Report, HIS Group, Engelwood, CO, 2012, P. 22-100.
4. Строганов И. В., Строганов В. Ф. Особенности структурообразования и свойства изоцианатных эпоксиуретановых полимеров // *Клеи. Герметики. Технологии*, 2005, № 7. С. 12-17.
5. Любартович С.А., Морозов Ю.Л., Третьяков О.Б. Реакционное формирование полиуретанов. М.: Химия, 1990. 288 с.
6. Михайлин, Ю. А. Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы. – СПб.: Профессия, 2006. – 623 с.
7. Хозин В.Г. Усиление эпоксидных полимеров. – Казань: ПИК «Дом печати», 2004. – 446 с
8. Li-ying Zhao. Mechanical properties and curing kinetics of epoxy resins cures by various amino-terminated polyethers // *Chinese Journal of Polymer Science*. – 2010. – Vol. 28. № 6. – P. 961-969.
9. Сафаров А.М., Тураев Х.Х., Аликулов Р.В., Киёмов Ш.Н. Синтез уретанового олигомера на основе глицерина и карбамида // *Journal of universal sciensa research* – 2023. Vol. 1., Issue 5. P 793-796.
10. Сафаров А.М., Тураев Х.Х., Аликулов Р.В., Киёмов Ш.Н. Исследование физико-механических свойств полиуретана, полученных на основе карбамида и глицерина – 2024 г, май. № 5 (122) 62-65 ст.

Сафаров Азамат Маматали ўғли - докторант Термезского государственного университета
 Тураев Хайит Худойназарович - Доктор хим. наук, профессор. Термезский государственный университет
 Аликулов Рустам Валиевич - Доктор хим. наук, профессор. Термезский государственный университет
 Киёмов Шарифжон Нозимович - Док.тех.наук Ташкентский хим.-тех. научно-исс-кий институт
 Хужамуродов Шухрат Эшпўлатович - Преподаватель академического лицея Термезского гос-ного универ-та

ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СВОЙСТВ

Гафуров Д.Н., Каримова Г.Ш., Бозорова Н.Х.

Аннотация. На сегодняшний день спрос на нанокompозиты в химической промышленности составляет большую часть их производства. Несмотря на небольшую долю наноразмерных частиц в химической промышленности, спрос на модификаторы растет с каждым днем. В статье исследована модификация полипропилена ацетатом металла. Состав полипропилена не изменился, но его свойства изменились.

Ключевые слова. компаунд материалы, полиолефины, волокна, деформация, термические свойства, полипропилен, полиэтилен, полиамид.

Введение: В нашей Республике достигнуты научно-практические результаты модернизации химической промышленности, перевод на местное сырьевые базы производственных предприятий и разработке технологий получения импортозамещающих новых полимерных композитных материалов. В третьем направлении Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан важные задачи направлены «дальнейшая модернизация и диверсификация промышленности путем перевода ее на качественно новый уровень, направленные на

опережающее развитие высокотехнологичных обрабатывающих отраслей, прежде всего по производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов». В связи с этим важно развивать разработку технологий получения компаундов, синтез ПАВ модификаторов и новых микро и нано композитных материалов на их основе, внедрение полученных результатов в производства.

Полиолефины, обладая ценным комплексом потребительских свойств и относительной

дешевизной производства и потребления, стоят в ряду наиболее крупнотоннажных синтетических полимеров. Одной из наиболее привлекательных и объемных областей их применения является бытовая техника и автомобилестроение, где они успешно конкурируют с металлом, заменяя его в отдельных деталях конструкции автомобиля в неуклонно возрастающих с каждым годом количествах. Для удовлетворения возрастающих требований к полимерным материалам, в ряде случаев удается достичь успеха модификацией широко используемых полимеров. Одним из эффективных методов воздействия на свойства полимеров является направленное регулирование их надмолекулярной структуры путем введения в полимер различных добавок.

Основные материалы, их свойства, а также классификация полимерных композиционных материалов на основе различных наполнителей широко известны и успешно применяются в промышленности.

Можно ожидать, что полипропиленовые композиции будут продолжать играть основную роль в качестве композитного материала для автомобильных деталей, из-за их высокой рентабельности, хорошей формуемости и экологической приемлемости. Области применения полипропиленовых компаундов увеличились до настоящего времени благодаря усовершенствованиям базового полипропилена, а также передовой технологии компаундирования и технологии формования готовых деталей. Эти технологические разработки были обоснованы различными теориями и принципами, которые были найдены с помощью технологий структурного анализа. Также были более детально описаны влияния различных факторов на свойства бамперного компаунда, в частности, полипропилен, эластомер, наполнитель, размеры наполнителя и конструкция шнека [1].

Полимерные нанокompозиты – это новый тип композиционных материалов, которые представляют собой полимеры, наполненные частицами, которые имеют хотя бы один из размеров в нанометровом диапазоне. В зависимости от того, какой из размеров имеет нанометровый масштаб, различают три типа нанокompозитов. Когда все три размера порядка нанометра, мы имеем дело с изоразмерным и наночастицами, такими, например, как сферические силикатные наночастицы, полученные *in-situ* зольгелевой технологией [2] или полимеризацией, происходящей прямо на поверхности [3], к нульмерным наночастицам можно отнести также полупроводниковые нанокластеры [4], магнитные кластеры и др. [5]. Когда два размера имеют нанометровый

масштаб, а размеры третьего больше, вследствие чего формируется удлиненная структура, мы можем говорить о нанотрубках, например углеродные нанотрубки [6]. Третий тип нанокompозитов характеризуется только одним размером, лежащим в нанометровом диапазоне. В этом случае наполнитель представляет собой нанослои, толщиной от одного до нескольких нанометров и длиной в сотни, а то даже и в тысячи нанометров. Семейство этих нанокompозитов может быть объединено под названием полимер слоистые нанокompозиты [7]. Основные материалы, их свойства, а также классификация полимерных композиционных материалов на основе различных наполнителей широко известны и успешно применяются в промышленности.

Можно ожидать, что полипропиленовые композиции будут продолжать играть основную роль в качестве композитного материала для автомобильных деталей, из-за их высокой рентабельности, хорошей формуемости и экологической приемлемости. Области применения полипропиленовых компаундов увеличились до настоящего времени благодаря усовершенствованиям базового полипропилена, а также передовой технологии компаундирования и технологии формования готовых деталей. Эти технологические разработки были обоснованы различными теориями и принципами, которые были найдены с помощью технологий структурного анализа. Также были более детально описаны влияния различных факторов на свойства бамперного компаунда, в частности, полипропилен, эластомер, наполнитель, размеры наполнителя и конструкция шнека [8].

Результаты и обсуждение: На сегодняшний день во всем мире растет спрос на полимерные материалы с улучшенными свойствами. В частности, к таким требованиям относятся ударопрочность, термостойкость, устойчивость к ультрафиолетовому излучению в связи с низкой стоимостью, масштабы производства и возможностью их модификации

В качестве полимерных материалов использовали ПЭ, ПП и ПА, а в качестве модификатора ацетаты цинка, свинца, никеля и кадмия. Количество модификаторов варьировали от 1% до 5% от общей массы полимера и исследовали реологические и физико-механические свойства полученных композитов.

Известно, что увеличение концентрации модификаторов в полимерной композиции часто приводит к снижению предела текучести жидкости (ПТР) и затрудняет плавление термопластов в конечном продукте [9].

Известно также, что если процесс проводить путем добавления к гидроксиду металла большого количества уксусной кислоты, текучесть полученного композита увеличивается из-за растворения образующихся солей ацетатов металлов добавленных к полимеру. Это закономерность наблюдалась и в нашем случае, поскольку процесс проводили в присутствии большого количества уксусной кислоты. Учитывая, что влияние солей ацетатов металлов в полимерную композицию осуществляется при 190-230⁰ С и высоким давлением между шнеками экструдера происходит расщепление солей металлов с образованием ацетатов и продуктов деструкции полагали, что остатки низкомолекулярных ацетатов остаются среди макромолекул полимера и приводят к снижению вязкости композитов и повышению текучести композитов.

На рисунке 1 приведены данные влияния концентрации ацетата никеля на текучесть композиционного материала на основе полиэтилена. С увеличением количества ацетата никеля в составе ПЭ предел текучести повышается с 8 г/10 мин для чистого ПЭ до 13,2 г/10 мин при содержании 5% ацетата никеля.

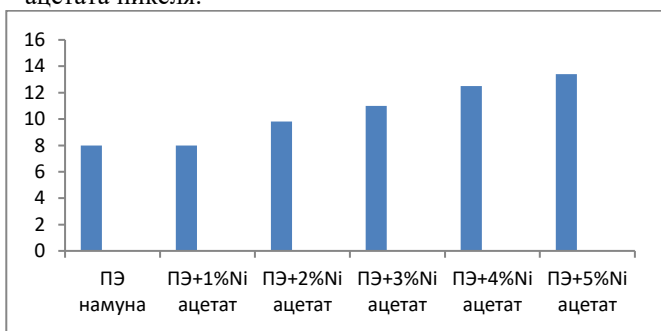


Рис. 1. Влияние содержания ацетата никеля на текучесть полиэтилена

Аналогичная картина наблюдается при добавлении ацетатов кадмия, свинца и цинка. В этих полимерных композиционных материалах (ПКМ) текучесть композиции также увеличивается с увеличением количества ацетатов металлов. Как видно из графика, текучесть полимерных композиционных материалов увеличивалась с увеличением концентрации ацетата никеля.

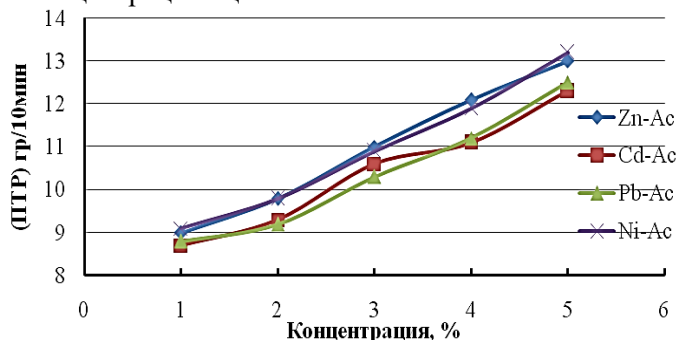


Рис. 2 Влияние концентрации модификаторов на текучесть ПЭ

На рисунке 2 и в таблице 1 приведены результаты влияния ацетатов цинка, свинца, кадмия и никеля на текучесть композитов на основе ПЭ. Из полученных данных видно, что предел текучести ПЭ, модифицированного ацетатами металлов в количестве 1-5% имеет предел текучести на 3-5% выше, чем у не модифицированного ПЭ, что указывает на то, что указанный выше механизм присущ и для всех ацетатов металлов.

Таблица 1

Влияние концентрации ацетатов металлов на текучесть ПЭ

Композитный состав	ацетат цинка	ацетат кадмия	Ацетат свинца	ацетат никеля
	Индикатор расхода (ПТР) г/10 мин			
ПЭ+1%	9	8,7	8,8	9.1
ПЭ+1,5%	9.3	8,9	8,95	9.4
ПЭ+2%	9,8	9.3	9.2	9,8
ПЭ+2,5%	10.4	9,8	9,7	10,4
ПЭ+3%	11	10,6	10.3	10,9
ПЭ+3,5%	11,5	10,9	10,9	11,4
ПЭ+4%	12.1	11.1	11.2	11,9
ПЭ+4,5%	12,7	11,6	11,7	12,5
ПЭ+5%	13	12.3	12,5	13.2

Полученные результаты указывают на то, что с увеличением концентрации остатков ацетатов среди макромолекул полимера текучесть полученных композитов повышается. Однако существовало предположение, что атомарные частицы металла должны располагаться между макромолекулами полимера и по мере увеличения их количества текучесть композита должна снижаться, так как при температуре обработки полиэтилена

атомарными частицами металла, то есть (190-220⁰С), макромолекулы не подвергаются какому-либо физическому и химическому воздействию и должны служить механическим барьером. Однако по полученным результатам было доказано, что влияние ацетатных остатков на макромолекулы полимера больше.

Ниже изучено влияние солей ацетатов металлов на текучесть полипропилена, полиамид (табл. 2 и 3).

Таблица 2

Реологические свойства полипропилена, модифицированного солями ацетатов металлов

Композитный состав	ацетат цинка	ацетат кадмия	Ацетат свинца	ацетат никеля
	Индикатор расхода (ПТР) г/10 мин.			
ПП+1%	10	9,3	10,2	10,4
ПП+1,5%	10,3	9,6	10,6	10,8
ПП+2%	10,7	10,4	11,2	11,2
ПП+2,5%	11,3	10,9	11,8	11,8
ПП+3%	11,8	11,4	12,4	12,3
ПП+3,5%	12,2	11,8	12,9	12,7
ПП+4%	12,7	12,3	13,4	13,2
ПП+4,5%	13,1	12,8	13,8	13,7
ПП+5%	13,5	13,8	14,2	14,2

Подводя итог исследованиям влияния модификаторов на реологические свойства полимеров, можно сказать, что полученные результаты показывают, что влияние различных солей ацетатов металлов на текучесть полимеров разной природы оценивали следующим образом. Физико-механически близкие друг к другу неполярные группы ПЭ и ПП повышали текучесть в среднем на 3-5% и в среднем на 3-3,5%, а из-за низкой начальной текучести этих полимеров также в большей степени на скорость течения влияли амид и (-CONH-) ПА 66, из-за его более высокой начальной текучести видно, что влияние

ацетатов увеличилось в среднем на 1-4%. Мы полагаем, что степень текучести полимеров и взаимодействие цепей макромолекул полимера определяет их реологическую вязкость. ПЭ и ПП с высокой предвязкостью больше подвержены влиянию остатков ацетата, снижение взаимодействия ацетат-ионов с цепями макромолекул полимера может быть связано с разрывом цепей полимера. Что касается макромолекул ПА 66, то можно оценить, что влияние ацетат-ионов было еще меньше, так как взаимодействие макромолекул ПА друг с другом было меньше.

Таблица 3

Реологические свойства ПА 66, модифицированного солями ацетатов металлов

Композитный состав	ацетат цинка	ацетат кадмия	Ацетат свинца	ацетат никеля
	Индикатор расхода (ПТР) г/10 мин.			
ПА66 +1%	115	114	116	115
ПА66+1,5%	115,2	114,2	116,3	115,3
ПА66+2%	115,6	114,8	116,6	115,9
ПА66+2,5%	115,9	115,2	116,9	116,2
ПА66+3%	116,3	115,8	117,4	116,6
ПА66+3,5%	116,9	116,3	117,9	117,3
ПА66+4%	117,3	116,7	118,4	117,8
ПА66+4,5%	118,2	117,5	118,9	118,4
ПА66+5%	119,3	118,2	119,5	119,2

Заключение: Полученные данные указывают на то, что ацетатные остатки оказывают большое влияние на макромолекулы полимера. В таблицах 2 и 3 приведены результаты исследований влияния концентрации ацетатов металлов на предел текучести модифицированных ПП и ПА.

Здесь также наблюдается повышение пределов текучести по сравнению с не модифицированными полимерами. Так, если текучесть ПП составляет 2/10 мин, то после введения 1-5% ацетата цинка он составляет 10-13,5 г/10 мин, ацетата кадмия 9,3-13,8 г/10 мин, ацетата свинца 10,2-14,2 г/10 мин, ацетата никеля 10,4-14,2 г/10 мин. Аналогично текучесть ПА, модифицированного ацетатами металлов повышается с 110-116 г/10 мин до 115-119,3 г/10 мин при введении 1-5% ацетата цинка, до 114-118,2 г/10 мин при введении ацетата

кадмия, до 116-119,5 г/10 мин при введении ацетата свинца, до 115-119,2 г/10 мин, при введении ацетата никеля.

Из полученных результатов следует, что пределы текучести близких друг другу ПП и ПА повышают текучесть на 3-3,5 г/10 мин. Из-за более высокой начальной текучести влияние ацетатов на показатели модифицированных композиционных материалов на основе ПА менее существенно и составляет 30 %. ПП и ПЭ больше подвержены влиянию остатков ацетатов, а снижение взаимодействия ацетат-ионов с цепями макромолекул полимеров связано с разрывом цепей полимеров. Что касается макромолекул ПА-66, то они меньше подвержены влиянию остатков ацетатов, так как взаимодействие макромолекул друг с другом меньше.

Сафаров А.М., Тураев Х.Х., Аликулов Р.В., Хужамуродов Ш.Э., Киёмов Ш.Н. Влияние режима отверждения на степень полимеризации полиуретанов	90
Гафуров Д.Н., Каримова Г.Ш., Бозорова Н.Х. Получение полимерных композиционных материалов на основе различных полимеров и изучение их свойств	93
Bo'rixonov B.X., Panjiyev A.X., Murodova J.Q., Xidirov Sh.B. Xitozan asosida to'rtlamchi ammoniy tuzlari sintez va ularning biologik faolligi	97
Ismatov J.F., Djalilov J.X., Qodirov S.M., Asqarov J.A. Muqobil kompozit yonilg'idan vodorod ishlab chiqarish uchun vodorod elektrolezyori (generatori) qurilmasi	100
4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов	
Yuldoshev B.A., Abdumalikova X.B., Pulatov X.L., Mengliyev Sh.Sh., Igamkulova N.A. Neft va gazni qayta ishlash sanoat korxonalarini oqava suvlarini tozalashda biosorbtsiya usulini qo'llashning ahamiyati	103
Saynazarov J.Kh., Mirzakulov Kh.Ch., Matchanov Sh.K., Jumaniyazova Kh.K. Prospects of obtaining new products by forced carbonization of production wastes	105
Мирзаахмедова М.А., Эргашов Ж.Р., Омонов Ш.А., Тошматов Д.А., Исмаилов Б.М. Устойчивость и экологическая пригодность композиций моторных топлив: аспекты синтеза, технология и эксплуатация	108
Madaminov D.K., Yunusov M.Yu., Ruzmetova A.Sh. Study of properties of barhanna sands of Kushkuyur deposit for production of heat-resistant composite based on them	111
Eminov A.M., Xokimov A.E. Keramik massalar tarkibida neft shlamidan foydalanish	113
Matkarimov S.T., Mukhametdjanova Sh.A., Nosirxojaev S.Q., Ochildiev Q.T., Akramov U.A. Thermodynamics of the process of reducing iron-containing components in copper slag using carbon oxide	116
Соатов Б.Ш., Хасанов А.С., Хакимов К.Ж. Научно-теоретический анализ исследований по обогащению полиметаллических руд Хандизы	118
Вапаев М.Д., Тешабаева Э.У., Эргашева Х.Т., Боборажабов Б.Н., Исмаилова Л.А. Модификация минеральных наполнителей методом закрепления металлокомплексных соединений	122
Ismatov J.F., Djalilov J.X., Qodirov S.M., Asqarov J.A. Yengil avtomobil dvigatellarining ekspluatatsion ko'rsatkichlarini muqobil kompozitsion yonilg'ilar qo'llash orqali yaxshilash	125
5. Методы исследования, приборов и оборудования композиционных материалов	
Рахмонова У.Т., Эргашев М.А., Махситалиева Л.О. Олтин таркибли эритмани кўшимча унсурлардан тозалаш усуллари	129
Rosilov M.S., Beknazarov H.S., Saparov S.X. Modifikatsiyalangan oltingugurtni fizik-kimyoviy xossalari tadqiqi	131
Fayziyev J.B., Djalilov A.T., Yodgorov N. Modifikatsiyalangan mis ftalosiyani pigmentining ¹ H YaMR va ¹³ C YaMR spektri tahlili	135
Эминов А.М., Кадирова З.Р., Жуманов Ю.К., Эминов Аф.А. Рентгенофазовый анализ Алтынтауских каолинов	137
Xujamberdiyev Sh.M., Arifdjanova K.S., Mirzaqulov X.Ch. Kalsiy-ammoniy polifosfat olish jarayonining fizik-kimyoviy tahlili	143
Абдувохидов И.Қ., Холбоев Ю., Губайдуллин Р.Ш. Иккиламчи полиэтилентерефталатдан бисгидроксиэтилентерефталат синтези ва унинг ўртача молекуляр массасини аниқлаш	146
Жуманиязов А.Б., Тураходжаев Н.Д., Тухтамуродов Б.Т., Сабиров М.З. Получение качественной шероховатости поверхности литейных изделий благодаря модификации оси Z на 3D принтере	151
Rosilov M.S., Beknazarov H.S. AG-1S markali modifikatorning olish va uning tuzilishini o'rganish	152
Нуркулов Э.Н. Акрил-стирол сополимер эмульсияси асосида олинган композитнинг каварикланиш коэффициентини ўрганиш	158
Turaxodjayev N.D., To'rayev A.N., Axmedova M.E., Nosirxo'jayev I.S.A., Murodqosimov R.X., Xudayarov A.Sh. ADC 12 markali alyuminiy qotishmalarini suyuqlantirish uchun gaz pechlariga qoplangan o'tga chidamli materiallarni yeyilish bardoshlilikini sinash	159
Машаев Э.Э., Абсалямова Г.М., Хакимова Г.Р., Жумаев Д.К. Применение метода ЯМР для изучения структуры бис-карбамата	163
Ergashev A.Sh., Yettibayeva L.A., Abduraxmanova U.K., Matchanov A.D. Mentolning ba'zi aminokislotalar bilan yangi hosilalari sintezi va ularning tuzilishini tadqiq qilish	166
Мелиев В.М. Лабораторный стенд для определения объемного износа лап культиватора почвообрабатывающих машин	170
Bosimova M.B., Umirov N.S., Tashbayeva F.K., Ermatova A.A. (4-((4-(3-(2-arsano-4-nitrofenil)tria-2-enil)fenil)diazenil)benzosulfo natriy reagenti miqdorini immobillanishga ta'siri	172
6. Проблемные обзоры	
Yoqubov O.M. Qiyin boyitiluvchi ma'danlar va texnogen chiqindilarni qayta ishlashning innovatsion yo'nalishi. 174	174