

ISSN 2224-5286

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ХИМИЯ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ
ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ**



**SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**

1 (409)

**ҚАҢТАР – АҚПАН 2015 ж.
ЯНВАРЬ – ФЕВРАЛЬ 2015 г.
JANUARY – FEBRUARY 2015**

1947 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1947 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі
М. Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы :

хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әдекенов С.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғазалиев А.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ерғожин Е.Е.** (бас редактордың орынбасары); хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Пірәлиев К.Д.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баешов А.Б.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Бүркітбаев М.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жүсіпбеков У.Ж.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Итжанова Х.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Молдахметов М.З.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рахымов К.Д.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сатаев М.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Тәшімов Л.Т.**; хим. ғ. докторы, проф. **Мансұров З.А.**; техн. ғ. докторы, проф. **Наурызбаев М.К.**

Р е д а к ц и я к е ң е с і :

Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **Агабеков В.Е.** (Беларусь); Украинаның ҰҒА академигі **Волков С.В.** (Украина); Қырғыз Республикасының ҰҒА академигі **Жоробекова Ш.Ж.** (Қырғызстан); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Манташян А.А.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Туртэ К.** (Молдова); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Фарзалиев В.** (Әзірбайжан); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Халиков Д.Х.** (Тәжікстан); хим. ғ. докторы, проф. **Нараев В.Н.** (Ресей Федерациясы); философия ғ. докторы, профессор **Полина Прокопович** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Марек Сикорски** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

М. Ж. Журинов

Редакционная коллегия:

доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Адекенов**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **Е.Е. Ергожин** (заместитель главного редактора); доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **К.Д. Пралиев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Б. Баешов**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.М. Буркитбаев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.Ж. Джусипбеков**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.И. Итжанова**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.З. Мулдахметов**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **К.Д. Рахимов**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.И. Сатаев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Л.Т. Ташимов**; доктор хим. наук, проф. **З.А. Мансуров**; доктор техн. наук, проф. **М.К. Наурызбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Республики Беларусь **В.Е. Агабеков** (Беларусь); академик НАН Украины **С.В. Волков** (Украина); академик НАН Кыргызской Республики **Ш.Ж. Жоробекова** (Кыргызстан); академик НАН Республики Армения **А.А. Манташян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **К. Туртэ** (Молдова); академик НАН Азербайджанской Республики **В. Фарзалиев** (Азербайджан); академик НАН Республики Таджикистан **Д.Х. Халиков** (Таджикистан); доктор хим. наук, проф. **В.Н. Нараев** (Россия); доктор философии, профессор **Полина Прокопович** (Великобритания); доктор хим. наук, профессор **Марек Сикорски** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия химии и технологии». ISSN 2224-5286

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10893-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18,
<http://наука-нанрк.kz / chemistry-technology.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142,
Институт органического катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского,
каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail: orgcat@nursat.kz

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

M. Zh. Zhurinov,
academician of NAS RK

Editorial board:

S.M. Adekenov, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Ye.Ye. Yergozhin**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK (deputy editor); **K.D. Praliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **A.B. Bayeshov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.M. Burkibayev**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.Zh. Zhusipbekov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Kh.I. Itzhanova**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Z. Muldakhmetov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **K.D. Rakhimov**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.I. Satayev**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **L.T. Tashimov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.A. Mansurov**, dr. chem. sc., prof.; **M.K. Nauryzbayev**, dr. eng. sc., prof.

Editorial staff:

V.Ye. Agabekov, NAS Belarus academician (Belarus); **S.V. Volkov**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **Sh.Zh. Zhorobekov**, NAS Kyrgyzstan academician (Kyrgyzstan); **A.A. Mantashyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **K. Turte**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Farzaliyev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **D.Kh. Khalikov**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **V.N. Narayev**, dr. chem. sc., prof. (Russia); **Pauline Prokopovich**, dr. phylos., prof. (UK); **Marek Sikorski**, dr. chem. sc., prof. (Poland)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.
ISSN 2224-526X

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 10893-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Editorial address: Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry named after D. V. Sokolsky
142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22,
e-mail: orgcat@nursat.kz

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 1, Number 409 (2015), 29 – 32

NEW FILM MATERIALS BASED ON ALICYCLIC POLYIMIDE, POLYETHYLENE TEREPHTHALATE AND POLYACRYLAMIDE

**B. A. Zhubanov, M. B. Umerzakova, V. D. Kravtsova,
R. M. Iskakov, R. B. Sarieva, Zh. N. Kainarbaeva**

JSC "Institute of Chemical Sciences A.B. Bekturova ", Almaty, Kazakhstan

Abstract. In this article the preparation and some properties of films based on alicyclic polyimide, polyethylene terephthalate and polyacrylamide are discussed, namely some methodology of obtaining ternary compositions based on studied systems. By method X-ray diffraction is show that by using different molecular weight polyacrylamide the compatibility in composition is more pronounced for PAA lower molecular weight (210 000).

НОВЫЕ ПЛЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ АЛИЦИКЛИЧЕСКОГО ПОЛИИМИДА, ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА И ПОЛИАКРИЛАМИДА

**Б. А. Жубанов, М. Б. Умерзакова, В. Д. Кравцова,
Р. М. Искаков, Р. Б. Сариева, Ж. Н. Кайнарбаева**

АО «Институт химических наук им. А. Б. Бектурова», Алматы, Казахстан

Аннотация. В данном материале обсуждаются некоторые свойства и получение пленок на основе алициклического полиимида, полиэтилентерефталата и полиакриламида, а именно некоторая методология получения тройных композиций на основе исследуемых систем. Методом рентгенофазового анализа показано, что при использовании полиакриламида различной молекулярной массы совместимость в композиции проявляется в большей степени для ПАА меньшей молекулярной массы (210 000).

В настоящее время интенсивно проводятся исследования в области создания полиимидных композитов в качестве термостойких материалов, в том числе и для гиперзвуковых авиационных конструкций, разрабатываемых в США (NASA). В данном случае используют частично кристаллические полиимиды [1]. Кристаллическая структура этих полиимидов позволяют сочетать высокий уровень теплостойкости и механической прочности композиционных материалов.

Разрабатываемые исследования по созданию термостойких материалов на основе алициклического полиимида (ПИ), получаемого одностадийной поликонденсацией трициклодецентетракарбоной кислоты (аддукт бензола и малеинового ангидрида) и 4,4'-диаминодифенилоксида, нуждается в улучшении прочностных свойств полиимидных пленок, ввиду того, что поскольку наряду с хорошими термическими показателями он является по своей структуре аморфным полимером [2].

Ранее проводились исследования по улучшению качества пленки на основе алициклического полиимида, введением различных добавок, а именно получены композиционные пленки на основе двойных систем из ПИ с различными полиэфирами [3-5].

Было установлено, что в зависимости от природы модифицирующего компонента улучшаются прочностные свойства композиционной пленки в следующей последовательности (по значения

прочности на разрыв $\sigma_{рз}$, МПа): ПИ < ПИ+ПК < ПИ+ПЭТФ < ПИ+ПУ < ПИ+ПЭГ, соответственно $71 < 100 < 106 < 133 < 150$ при том, что эластичность материала в целом не ухудшается.

А также было показано, что алициклический ПИ образует с ПЭТФ нанокомпозит с размером единой фазы до 100 нм [6]. Это обстоятельство открывает возможности и перспективы для получения комбинированных полифункциональных материалов из тройных систем на основе матрицы алициклического полиимида с улучшенными физико-механическими характеристиками.

Настоящая работа посвящена получению тройной композиции из алициклического полиимида, полиэтилентерефталата и полиакриламида с улучшенными физико-механическими свойствами.

В работе изучено влияние различных факторов на формирование термодинамически совместимых композиционных пленок и оптимизированы условия их получения.

Экспериментальная часть

Композиционные пленки на основе полимерной смеси ПИ, ПЭТФ и ПАА отливали из раствора полимеров, полученного как реакционным, так и механическим смешением при различных исходных соотношениях полимеров.

Алициклический полиимид (ПИ) получали одностадийной поликонденсацией из диангирида трицикло-(4,2,2,0^{2,5}) дец 7 ен- 3,4,9,10 – тетракарбоновой кислоты (аддукт бензола и малеинового ангирида АБ) и 4,4'-диаминодифениловым эфиром в среде метилпирролидона (40%), при постепенном подъеме температуры от 80-90° до 140°C в течение 5 ч. В качестве катализатора использовали пиридин.

ПЭТФ (ММ=30 000) и ПАА (ММ=1 000 000 и 210000) фирмы «Aldrich и Bayer Material» (США) марки «хч» использовали без дополнительной очистки.

Вязкость растворов смесей полимеров определяли на вибрационном вискозиметре «SV-10».

Рентгенограммы композиционных пленок исследовали на дифрактометре «ДРОН 3» на отфильтрованном медном излучении.

Результаты и их обсуждения

В работе проводились исследования по поиску оптимальной концентрации полиакриламида (ММ=1000000 и 210000) для образования композиционных термодинамически совместимых пленок на основе полиимида, полиэтилентерефталата и третьего компонента – полиакриламида. Было установлено, что ПАА растворяется в метилпирролидоне высокой молекулярной массы до 0,1%, тогда как его более низкая молекулярная масса до 1 %. Этих концентраций ПАА бывает достаточно вследствие того, что он может вступать при смешении с ПИ и дальнейшей термообработки пленки в макромолекулярные реакции по амидным и амидокислотным группам в полимерах соответственно с образованием сшивки [7].

В работе также были подобраны оптимальные концентрации для получения пленок на основе исследуемых систем (таблица). Исходную матрицу на основе ПИ и ПЭТФ получали реакционным смешением полимеров при их исходном соотношении 98,5:1,5 мас.% соответственно, так как ранее [6] было показано, что при термообработке композиционной пленки ПИ+ПЭТФ происходит образование нанокомпозита с единой фазой полимеров порядка 100 нм.

Как видно из таблицы при большем содержании ПАА различных молекулярных масс проявляются гидрофильные свойства ПАА. В ходе эксперимента было установлено, что при введении ПАА механическим смешением предварительно необходимо из смеси ПИ+ПЭТФ удалять остатки воды образовавшейся в процессе поликонденсации ПИ, т.к. она способствует растворению ПАА и вызывает хрупкость материала. Было также определено, что при нагревании до 64°C полимерной смеси ПИ+ПЭТФ+ПАА и удалении конденсата со стенок реактора (до прокатки пленки) хрупкость и растворимость при больших концентрациях ПАА различной молекулярной массы исчезает. Таким образом, удаление воды способствует совместимости компонентов в материале.

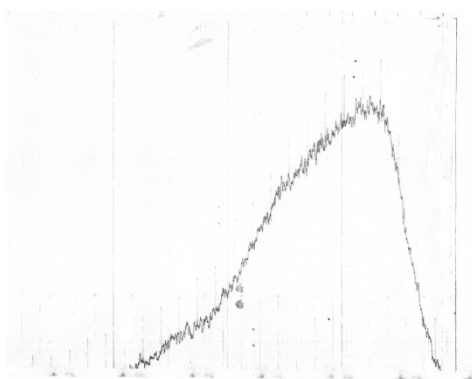
Концентрационные параметры смешения полимерной матрицы на основе ПИ+ПЭТФ1 мас.% с ПАА

№	Характеристики пленки	ПИ+ПЭТФ+		ПИ+ПЭТФ+		ПИ+ПЭТФ+		ПИ+ПЭТФ+	
		*0,06 мас. %	**0,6 мас. %	*0,04 мас. %	**0,4 мас. %	*0,02 мас. %	**0,2 мас. %	*0,01 мас. %	**0,1 мас. %
1	Прозрачная	+	-	-	+	+	+	+	+
2	Непрозрач.	-	+	+	-	-	-	-	-
3	Хрупкая	+	+	-	-	-	-	-	-
4	Водораств.	+	+	-	-	-	-	-	-
5	Неводорас.	-	-	+	+	+	+	+	+
6	$[\eta]$, Па · с (10 % р-р в МП), 20°C	33,1	34,4	35,2	36,2	37,1	37,6	38,2	38,6

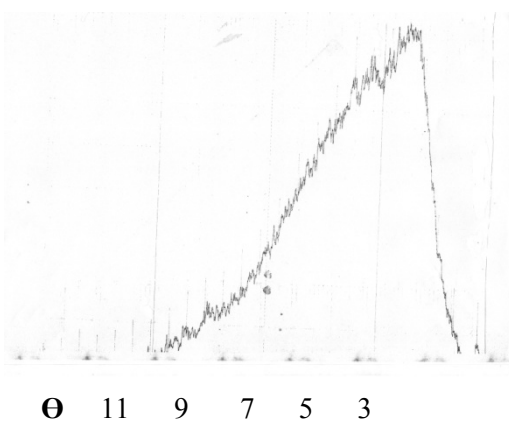
*ПАА ММ = 1 000000.
**ПАА ММ = 210000.

Рентгенофазовый анализ пленок на основе тройной композиции из ПИ, ПЭТФ и ПАА (рис.) показал, что рассеяние рентгеновских лучей в тройной композиции для системы с ПАА ММ=210000 в основном протекает когерентно. Выделение кристаллической фазы соответствующей фрагментам ПЭТФ не наблюдается, и в основном в рентгенограмме структура композиции проявляется единой фазой. Это свидетельствует о термодинамической совместимости компонентов в композиционной пленке.

а



б



Рентгенограммы композиционных пленок из ПИ, ПЭТФ и ПАА: А – интенсивность (усл. ед.), Θ – угол рассеяния (град.), а – ПИ+1,5мас.%ПЭТФ+0,4мас.%ПАА, ММ = 210000, б – ПИ+1,5мас.%ПЭТФ+ 0,04 мас.%ПАА, ММ = 1 000 000

Для системы ПИ+ПЭТФ+ПАА с ММ=1000000 ПАА наблюдается небольшое разделение в рентгенограмме и соответствует кристаллическим образованиям ПЭТФ. Межплоскостное расстояние для ПЭТФ в композите составляет 4,76 Å.

Таким образом, на основании рентгенофазового анализа можно сказать, что лучшая совместимость в композиционных пленках наблюдается для тройной композиции на основе алициклического полиимида, полиэтилентерефталата и полиакриламида молекулярной массы последнего 210000.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Патент РК № 27479 от 04.01.13 г. Астана. Тройная полимерная композиция для получения пленки на основе алициклического полиимида, полиэтилентерефталата и полиэтиленгликоля / Жубанов Б.А., Умерзакова М.Б., Кравцова В.Д., Исаков Р.М., Сариева Р.Б., Артыкова Ф.Б.
- [2] Жубанов Б.А., Умерзакова М.Б., Кравцова В.Д., Исаков Р.М., Сариева Р.Б., Артыкова Ф.Б. Некоторые свойства новых композиционных пленок на основе алициклического полиимида и полиэтиленгликоля // Известия «Кахак». – 2013. – № 1. – С. 47-52.
- [3] Zhubanov B.A., Umersakova M.B., Kravzova B.D., Isakov R.M., Sarieva R.B. New polymeric compositions on the basis of alicyclic polyimides and polyethylene glycol // 2 International Academic Conference on Applied and Fundamental Studies. February 22-24. 2013. St. Louis. Missouri. USA. – С. 42-48.
- [4] Zhubanov B.A., Umersakova M.B., Kravzova B.D., Isakov R.M., Sarieva R.B. New Film Composites Based on Alicyclic Polyimide and Poly(ethyleneglycol) // STEPI 9.9th Europ. Techn. Sympos. On Polyimides & High Performance Functional Polymers. Mohtpellier, France. June 3-5. 2013. – Conferences. II. – P.11.
- [5] Жубанов Б.А., Умерзакова М.Б., Кравцова В.Д., Исаков Р.М., Сариева Р.Б., Артыкова Ф.Б. Пленочный материал на основе тройной композиции из алициклического полиимида, полиэтилентерефталата и полиэтиленгликоля // Известия НАН РК. – 2013. – № 2. – С. 3-6.
- [6] Жубанов Б.А., Умерзакова М.Б., Кравцова В.Д., Исаков Р.М., Сариева Р.Б., Кайнарбаева Ж.Н. Некоторые свойства пленок на основе тройной композиции из алициклического полиимида, полиэтилентерефталата и полиэтиленгликоля // Химический журнал Казахстана. – 2013. – С. 158-165.
- [7] Стрехеев А.А., Деревицкая В.А. Основы химии высокомолекулярных соединений. – М.: Химия, 1976. – С. 219.

REFERENCES

- [1] Patent RK № 27479, 04.01.2013, Zhubanov B.A., Umerzakova M.B., Kravcova V.D., Isakov R.M., Sarieva R.B., Artykova F.B. (in Russ.).
- [2] Zhubanov B.A., Umerzakova M.B., Kravcova V.D., Isakov R.M., Sarieva R.B., Artykova F.B. *Izvestija «Kahak»*, 2013, 1, 47-52. (in Russ.).
- [3] Zhubanov B.A., Umersakova M.B., Kravzova B.D., Isakov R.M., Sarieva R.B. *2 International Academic Conference on Applied and Fundamental Studies. St. Louis. Missouri. USA*, 2013, 42-48. (in Engl.).
- [4] Zhubanov B.A., Umersakova M.B., Kravzova B.D., Isakov R.M., Sarieva R.B. *STEPI 9.9th Europ. Techn. Sympos. On Polyimides & High Performance Functional Polymers. Conferences. II. Mohtpellier. France*, 2013, 11. (in Engl.).
- [5] Zhubanov B.A., Umerzakova M.B., Kravcova V.D., Isakov R.M., Sarieva R.B., Artykova F.B. *Izvestija NAN RK*, 2013, 2, 3-6. (in Russ.).
- [6] Zhubanov B.A., Umerzakova M.B., Kravcova V.D., Isakov R.M., Sarieva R.B. *Himicheskij zhurnal Kazahstana*, 2013, 158-165. (in Russ.).
- [7] Strepicheev A.A., Derevickaja V.A. *Osnovy himii vysokomolekuljarnyh soedinenij. M:Himija*, 1976, 219. (in Russ.).

АЛИЦИКЛДІ ПОЛИИМИД, ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТ ЖӘНЕ ПОЛИАКРИЛАМИД НЕГІЗІНДЕГІ ЖАҢА ЖАРҒАҚ МАТЕРИАЛДАР

Б. А. Жубанов, М. Б. Умерзакова, В. Д. Кравцова,
Р. М. Исаков, Р. Б. Сариева, Ж. Н. Қайнарбаева

«А. Б. Бектуров атындағы Химия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан

Аннотация. Берілген мақалада алициклді полиимид, полиэтилентерефталат және полиакриламид негізіндегі жарғақтардың кейбір қасиеттері мен алынуы, нақтылай негізінде зерттептің жүйелердің негізінде үштік композицияның алыну әдіснашалары талқыланады. Рентгенофазалық анализ әдісінің көрсеткішінде полиакриамидтің әртүрлі молекулярлық массалы қатынаста молекулы массы томен полиакриламид (210000) үшін жоғары дәрежелі үйлесі мділік көрсетіледі.

Поступила 05.02.2015г.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)
chemistry-technology.kz

Редакторы: *М. С. Ахметова, Ж. М. Нургожина*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 16.02.2015.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
6,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.