

UO'K: 67.08:347.218.1

doi 10.70769/3030-3214.SRT.4.3.2026.39

© 2026 Authors. Licensed under CC BY 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

4,4'-METILENDIFENILDIIZOSIYANAT ASOSIDAGI POLIURETANLARNING QOVUSHQOQLIK XOSSALARI VA MAKROMOLEKULYAR TAVSIFLARINI VISKOZIMETRIK USULDA TADQIQ ETISH



**Shodiev Asliddin
Faxriddin o'g'li**

T.f.f.d. (PhD), Navoiy davlat
konchilik va texnologiyalar
universiteti Agromuhandislik va
kommunikatsion texnologiyalar
fakulteti dekan o'rinbosari, Navoiy,
O'zbekiston
E-mail:
shodiyevasliddin22@gmail.com
ORCID ID: 0009-0006-7776-1950
Science ID: FNV-0525-0014



**Muhiddinov Bahodir
Fahriddinovich**

K.f.d., professor, Navoiy davlat
konchilik va texnologiyalar
universiteti Kimyoviy texnologiya
kafedrasini, Navoiy, O'zbekiston
E-mail: muhiddinov.b@mail.ru
ORCID ID: 0009-0006-2411-2914
Science ID: DBX-0525-0007



**Jo'rayev Shoxruh
To'liqinovich**

T.f.d., professor, Navoiy davlat
konchilik va texnologiyalar
universiteti Agromuhandislik va
kommunikatsion texnologiyalar
fakulteti dekani, Navoiy,
O'zbekiston
E-mail: shoxa299090@gmail.com
ORCID ID: 0009-0002-0839-5994
Science ID: FBX-0325-0004



**Shokirov Ravshan
Qahramonovich**

Tayanch doktorant, Navoiy davlat
konchilik va texnologiyalar
universiteti Agronomiya kafedrasini,
Navoiy, O'zbekiston
E-mail:
shokirovravshan178@gmail.com
ORCID ID: 0009-0008-8218-7599
Science ID: MBX-1125-0014

Annotatsiya. Ushbu maqolada 4,4'-metilendifenildiizosianat asosidagi poliuretanlarning qovushqoqlik xossalari va makromolekulyar tavsiflari viskozimetrik usul yordamida tadqiq etilgan. 4,4'-metilendifenildiizosianatning 1,2-dixloretrandagi 0,125; 0,25; 0,50 va 1,0% konsentratsiyali eritmaları tayyorlanib, ularning nisbiy, solishtirma, keltirilgan, logarifmik va xarakteristik qovushqoqligi aniqlangan. Olingan ma'lumotlar Mark–Kun–Xauvink–Sakurada tenglamasi asosida qayta ishlanib, qovushqoqlik bo'yicha o'rtacha molekulyar massa hisoblangan. Tadqiqot natijalari eritma konsentratsiyasining ortishi bilan keltirilgan qovushqoqlik qiymatlari oshishini ko'rsatdi. Shuningdek, erituvchi tabiati va konsentratsiyaning makromolekulalarning gidrodinamik hajmi, konformatsion holati va molekulalararo o'zaro ta'sirlariga ta'siri baholandi. Olingan natijalar poliuretan sintezi texnologik sharoitlarini optimallashtirish va yuqori ekspluatatsion xususiyatlarga ega polimer materiallarni olish uchun ilmiy asos yaratadi.

Kalit so'zlar: 4,4'-metilendifenildiizosianat, poliuretan, poliefirpoliol, viskozimetriya, qovushqoqlik, xarakteristik qovushqoqlik, molekulyar massa, Mark–Kun–Xauvink–Sakurada tenglamasi, 1,2-dixlorethan, polikondensatsiya, makromolekula, gidrodinamik hajm.

Received: 19.08.2026

Accepted: 19.09.2026

Issue publication: 28.09.2026

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТНЫХ СВОЙСТВ И МАКРОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИУРЕТАНОВ НА ОСНОВЕ 4,4'-МЕТИЛЕНДИФЕНИЛДИИЗОЦИАНАТА ВИСКОЗИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

**Шодиев Аслиддин
Фахриддин угли**

PhD по техническим наукам,
заместитель декана факультета
агроинженерии и
коммуникационных технологий
Навоийского государственного
горно-технологического
университета, Навои,
Узбекистан

**Мухиддинов Баходир
Фахриддинович**

Кандидат химических наук,
профессор кафедры химической
технологии Навоийского
государственного горно-
технологического университета,
Навои, Узбекистан

**Жураев Шохрух
Тулкинович**

Доктор технических наук,
профессор, декан факультета
агроинженерии и
коммуникационных технологий
Навоийского государственного
горно-технологического
университета, Навои,
Узбекистан

**Шокиров Равшан
Кахрамонович**

Базовый докторант кафедры
агрономии Навоийского
государственного горно-
технологического университета,
Навои, Узбекистан

Аннотация. В статье исследованы вязкостные свойства и макромолекулярные характеристики полиуретанов на основе 4,4'-метиленидифенилдиизоцианата с использованием вискозиметрического метода. Были приготовлены растворы 4,4'-метиленидифенилдиизоцианата в 1,2-дихлорэтане с концентрациями 0,125; 0,25; 0,50 и 1,0%, для которых определены относительная, удельная, приведённая, логарифмическая и характеристическая вязкости. Полученные вискозиметрические данные обработаны с использованием уравнения Марка–Куна–Хаувинка–Сакурады, на основании которого рассчитана средневязкостная молекулярная масса. Установлено, что с увеличением концентрации раствора значения приведённой вязкости возрастают. Кроме того, оценено влияние природы растворителя и концентрации на гидродинамический объём, конформационное состояние макромолекул и межмолекулярные взаимодействия. Полученные результаты создают научную основу для оптимизации технологических условий синтеза полиуретанов и получения полимерных материалов с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

Ключевые слова: 4,4'-метиленидифенилдиизоцианат, полиуретан, полиэфирполиол, вискозиметрия, вязкость, характеристическая вязкость, молекулярная масса, уравнение Марка–Куна–Хаувинка–Сакурады, 1,2-дихлорэтан, поликонденсация, макромолекула, гидродинамический объём.

VISCOSITY PROPERTIES AND MACROMOLECULAR CHARACTERISTICS OF POLYURETHANES BASED ON 4,4'-METHYLENEDIPHENYL DIISOCYANATE STUDIED BY THE VISCOMETRIC METHOD

**Shodiev Asliddin
Fakhriddin ugli**

PhD in Technical Sciences, Deputy
Dean of the Faculty of
Agroengineering and
Communication Technologies,
Navoi State University of Mining
and Technologies, Navoi,
Uzbekistan

**Muhiddinov Bahodir
Fakhriddinovich**

Candidate of Chemical Sciences,
Professor, Department of Chemical
Technology, Navoi State University
of Mining and Technologies, Navoi,
Uzbekistan

**Jurayev Shokhruh
Tulkinovich**

Doctor of Technical Sciences,
Professor, Dean of the Faculty of
Agroengineering and
Communication Technologies,
Navoi State University of Mining
and Technologies, Navoi,
Uzbekistan

**Shokirov Ravshan
Kahramonovich**

Basic Doctoral Student,
Department of Agronomy, Navoi
State University of Mining and
Technologies, Navoi, Uzbekistan

Abstract. This article investigates the viscosity properties and macromolecular characteristics of polyurethanes based on 4,4'-methylenediphenyl diisocyanate using a viscometric method. Solutions of 4,4'-methylenediphenyl diisocyanate in 1,2-dichloroethane at concentrations of 0.125, 0.25, 0.50, and 1.0% were prepared, and their relative, specific, reduced, logarithmic, and intrinsic viscosities were determined. The obtained viscometric data were processed using the Mark–Kuhn–Houwink–Sakurada equation to calculate the viscosity-average molecular weight. The results demonstrated that the reduced viscosity increases with increasing solution concentration. In addition, the effects of solvent nature and concentration on the hydrodynamic volume, conformational state of macromolecules, and intermolecular interactions were evaluated. The obtained results provide a scientific basis for optimizing polyurethane synthesis conditions and developing polymer materials with improved performance characteristics.

Keywords: 4,4'-methylenediphenyl diisocyanate, polyurethane, polyether polyol, viscometry, viscosity, intrinsic viscosity, molecular weight, Mark–Kuhn–Houwink–Sakurada equation, 1,2-dichloroethane, polycondensation, macromolecule, hydrodynamic volume.

Kirish. Bugungi kunda ishlab chiqarish tarmoqlarini polimer materiallar va ularning kompozitsiyalarisiz tasavvur etib bo'lmaydi. Aynan ushbu sinfga kiruvchi termoreaktiv poliuretanlarni olishda katta ahamiyatga ega bo'lgan 4,4'-metilendifenildiizosianatning qovushqoqlik xossalari o'rganish ushbu polimerdan tayyorlangan ehtiyot qismlarning ishlash muddatini oshirishga xizmat qiladi. Termoreaktiv poliuretanlar, asosan, tog'-kon, kimyo va metallurgiya sanoatida qo'llanilishi bilan bir qatorda, metallarda korroziyaning oldini olishda ham ishlatiladi [1, 2]. Sanoat korxonalarida keng ko'lamda foydalaniladigan polimerlardan biri bo'lgan poliuretan materiallarini olishda qo'llaniladigan 4,4'-metilendifenildiizosianatning qovushqoqligi va molekulyar massasini tadqiq qilish ushbu polimerning qo'llanilish sohalarini yanada kengaytirish imkonini beradi. Termoreaktiv poliuretanlarning ekspluatatsion xususiyatlari polikondensatsiya jarayonida hosil bo'ladigan makromolekulyar tuzilish, ko'ndalang bog'lanish zichligi, qattiq va yumshoq segmentlar nisbati hamda dastlabki reagentlarning fizik-kimyoviy xossalari bevosita bog'liqdir [3]. Shu nuqtai nazardan, poliuretan sintezida asosiy komponentlardan biri hisoblangan 4,4'-metilendifenildiizosianatning eritmadagi xossalari, qovushqoqligi va molekulyar xarakteristikalarini tadqiq qilish polikondensatsiya kinetikasini boshqarish hamda yuqori sifatli poliuretan materiallarini olishda muhim ahamiyat kasb etadi. Polimer eritmalarining viskozimetrik tahlili makromolekulalarning gidrodinamik hajmi, zanjir konfiguratsiyasi, solvatatsiya darajasi va molekulyar massasini baholashning eng samarali eksperimental usullaridan biri hisoblanadi. Nisbiy (η_{sp}), solishtirma (η_{sp}/c), keltirilgan (η_{rel}), logarifmik ($\log \eta$) va xarakteristik qovushqoqlik ($[\eta]$) ko'rsatkichlari erituvchi–polimer o'zaro ta'sirini, makromolekulyar zanjirning konformatsiyasini hamda eritmadagi molekulalar harakatchanligini tavsiflaydi. Shu munosabat bilan mazkur tadqiqotning maqsadi poliuretanlar

polikondensatsiyasida qo'llaniladigan 4,4'-metilendifenildiizosianat eritmalarining turli organik erituvchilardagi viskozimetrik parametrlarini aniqlash, erituvchi tabiatining fizik-mexanik xususiyatlarga ta'sirini o'rganish hamda Mark–Xauvink–Sakurada tenglamasi asosida ularning qovushqoqlik bo'yicha o'rtacha molekulyar massasini hisoblashdan iborat. Olingan natijalar poliuretan sintezi kinetikasini optimallashtirish, makromolekulyar tuzilishini tadqiq qilish va yuqori ekspluatatsion xususiyatlarga ega poliuretan kompozitsiyalarini ishlab chiqarish imkonini beradi [4].

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Termoreaktiv poliuretanlarni sintez qilishda qo'llaniladigan 4,4'-metilendifenildiizosianatning molekulyar massasi va qovushqoqlik xususiyatlari polimerlanish kinetikasi, makromolekulyar zanjir uzunligi hamda hosil bo'ladigan poliuretan tarmog'ining fizik-mexanik xossalari belgilovchi asosiy parametrlardan hisoblanadi. Xalqaro tadqiqotlarda poliuretanlarning reologik va gidrodinamik xususiyatlarini aniqlashda kapillyar viskozimetriya eng ishonchli va keng qo'llaniladigan usullardan biri sifatida e'tirof etilgan. Ushbu usul yordamida ichki (xarakteristik) qovushqoqlik ($[\eta]$) qiymatini aniqlash imkoniyati mavjud. Olib borilgan tadqiqotlar asosida Mark–Xauvink–Sakurada tenglamasi yordamida xarakteristik qovushqoqlik va o'rtacha molekulyar massa (M_v) o'rtasidagi bog'liqlik tadqiq qilindi. Elsevier, Springer va Wiley nashrlarida chop etilgan bir qator ilmiy ishlarga ko'ra, 1,4-dioksan, aseton va 1,2-dixloreten kabi organik erituvchilarning qutbliligi hamda solvatlanish qobiliyati polimer makromolekulalarining gidrodinamik hajmi va konformatsion harakatchanligiga turlicha ta'sir ko'rsatadi. Natijada nisbiy (η_{sp}), solishtirma (η_{sp}/c), keltirilgan (η_{rel}) va logarifmik ($\log \eta$) qovushqoqlik qiymatlarining konsentratsiya hamda erituvchi tabiatiga bog'liq ravishda o'zgarishi tahlil qilindi [5, 6].

Termoreaktiv poliuretanlar sintezi 4,4'-metilendifenil diizosianat hamda poliefir

poliollarning polikondensatsiya reaksiyasi asosida amalga oshiriladi. Reaksiya jarayonida izosianat (–NCO) va gidroksil (–OH) funksional guruhlari o‘zaro ta’sirlashib, yuqori energiyali uretan bog‘lari (–NHCOO–) hosil qiladi. Polimerlanish jarayoni 75–85°C haroratda, mexanik aralashtirish tezligi 300–500 ayl/min bo‘lgan sharoitda amalga oshirildi. Zanjir o‘stiruvchi sifatida 1,4-butandiol qo‘llanilib, uning miqdori 3–8%, 4,4'-metilendifenildiizosianat ulushi esa 60–75% doirasida o‘zgartirildi [7].

Reaksiya muhitida namlik ta’sirini bartaraf etish maqsadida xomashyolar 60–80°C haroratda vakuum sharoitida quritildi va degazatsiya qilindi. Sintez qilingan namunalarning reologik va molekulyar xususiyatlari kapillyar viskozimetr yordamida, 0,125; 0,25; 0,5 va 1,0% konsentratsiyalarda tayyorlangan eritmalar asosida, 25±0,1°C haroratda, erituvchi sifatida 1,2-dixloretan qo‘llanilgan holda aniqlandi [8].

Natijalar. Poliuretan hosil qilishda qo‘llaniladigan 4,4'-metilendifenil diizosianatning nisbiy, solishtirma, keltirilgan va logarifmik qovushqoqliklari hamda molekulyar massasi viskozimetrik usulda aniqlandi [8].

4,4'-Metilendifenil diizosianatning 1,2-dixloretandagi suyultirilgan eritmaları VPJ-1 tipidagi viskozimetr yordamida tekshirildi. VPJ-1 tipidagi viskozimetr shaffof suyuqliklarning turli haroratlardagi kinematik hamda dinamik qovushqoqligini o‘lchashga asoslangan [9].

Viskozimetr yordamida qovushqoqlikni o‘lchash suyuqlik hajmining o‘lchov rezervuaridan kapillyar orqali oqib o‘tishi uchun zarur bo‘lgan vaqtni aniqlashga asoslanadi. Bunda kapillyar diametri ($d = 0.54$) mm, doimiy konstantasi ($K=0,008683$) mm²/s² va o‘lchov diapazoni $g = 2-10$ mm²/s bo‘lgan viskozimetr yordamida xona haroratida eritmalarining nisbiy η_{nis} , solishtirma η_{sol} , keltirilgan η_{kel} va logarifmik η_{log} qovushqoqliklari aniqlandi. Bundan tashqari, viskozimetr yordamida suyuqliklarning kinematik hamda dinamik qovushqoqliklarini ham hisoblash mumkin bo‘lib, ular quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi [10].

Nisbiy qovushqoqlikni hisoblash formulasi

$$\eta_{nis} = \frac{t_1}{t_0} \quad (1)$$

Solishtirma qovushqoqlikni hisoblash

formulasi

$$\eta_{st} = \eta_{nis} - 1 \quad (2)$$

Keltirilgan qovushqoqlikni hisoblash formulasi

$$\eta_{kel} = \frac{\eta_{st}}{C} \quad (3)$$

Logarifmik qovushqoqlikni hisoblash formulasi

$$\eta_{log} = \frac{\ln \eta_{nis}}{C} \quad (4)$$

Quyidagi jadvalda yuqoridagi formulalar asosida hisoblangan qovushqoqliklar qiymatlari keltirilgan [11].

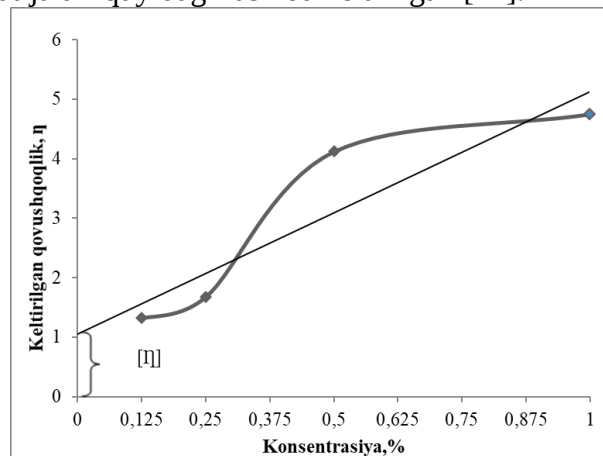
1-jadval

Poliefirpoliol eritmasining viskozimetrdan o‘tish vaqti va qovushqoqliklari

№	Eritma konsentratsiyasi, %	Eritmaning o‘rtacha o‘tish vaqti, to‘rt sek	$\eta_{nis} = \frac{t_1}{t_0}$	$\eta_{st} = \eta_{nis} - 1$	$\eta_{kel} = \frac{\eta_{st}}{C}$	$\eta_{log} = \frac{\ln(\eta_{nis})}{C}$	[η]
1	1,2-dixloretan	172,66	–	–	–	–	–
2	0,125	285,26	1,34	0,34	2,72	2,34	1,03
3	0,25	368,54	1,73	0,73	2,92	2,20	
4	0,5	587,20	2,75	1,75	3,50	2,02	
5	1,0	1001,28	4,70	3,70	3,70	1,55	

Bu yerda: τ — eritmaning kapillyardan o‘rtacha o‘tish vaqti, η_{nis} — nisbiy qovushqoqlik, η_{sol} — solishtirma qovushqoqlik, η_{kel} — keltirilgan qovushqoqlik, η — logarifmik qovushqoqlik, $[\eta]$ — xarakteristik qovushqoqlik.

Yuqoridagi jadvalda keltirilgan natijalar asosida eritmaning xarakteristik qovushqoqligi bilan eritma konsentratsiyasi orasidagi bog‘liqlik natijalari quyidagi rasmda keltirilgan [12].



1-rasm. Keltirilgan qovushqoqlikning eritmaning konsentratsiyasiga bog‘liqligi.

Olingan natijalar tahlilidan (rasm) ko‘rinib turibdiki, eritmalar konsentratsiyasining ortishi bilan ularning keltirilgan qovushqoqlik qiymatlari ham oshib boradi. Buning asosiy sababi eritma molekulalarining ichki harakatchanligi natijasida yuzaga keladigan ishqalanishning o‘zgarishidir

[12].

Muhokama. Hozirgi vaqtda yuqori molekulyar birikmalarning molekulyar massasini aniqlash uchun xarakteristik qovushqoqlikning molekulyar massaga bog'liqligini ifodalovchi Mark–Kun–Xauvink tenglamasidan foydalaniladi.

$$[\eta] = KMa \quad (5)$$

Bu yerda K va α — ma'lum bir haroratda polimer–erituvchi sistemasi uchun doimiy kattaliklar hisoblanadi. Odatda, ular erituvchi va polimerning tabiatiga bog'liq bo'lib, α ning qiymati 0,5–2,0 oralig'ida bo'ladi.

Qo'llanmalardagi ma'lumotlarga asosan, 4,4'-metilendifenil diizosianatning 1,2-dixloretandagi suyultirilgan eritmasi uchun K va α qiymatlari $K = 1,62 \cdot 10^{-4}$ va $\alpha = 0,8$ ga teng [14, 15].

Yuqoridagi Mark–Kun–Xauvink tenglamasi [5] asosida poliefirpoliolning o'rtacha molekulyar massasi aniqlandi.

$$1,02 = 1,62 \cdot 10^{-4} \cdot M_{0,8}; M_{0,8} = 6296$$

$$M = 1094$$

Demak, 4,4'-metilendifenildiizosianatni 1,2-dixloretandagi eritmasi uchun o'rtacha molekulyar massa 1094 g/mol ga teng bo'lgan poliefirpoliol namunasidan foydalanildi.

Xulosa. Kapillyar viskozimetriya usuli orqali termoreaktiv poliuretanlar sintezida qo'llaniladigan 4,4'-metilendifenildiizosianatning reologik va molekulyar xususiyatlari hamda 1,2-dixloretan muhitida tayyorlangan 0,125; 0,25; 0,5 va 1,0% konsentratsiyali eritmalar asosida nisbiy (η_{nis}), solishtirma (η_{st}), keltirilgan (η_{kel}), logarifmik (η_{log}) va xarakteristik qovushqoqlik ($[\eta]$) qiymatlari aniqlandi. Viskozimetrik tahlillar natijasida poliefirpoliolning xarakteristik qovushqoqligi $[\eta] = 1,03 \text{ mm}^2/\text{s}$, qovushqoqlik bo'yicha o'rtacha molekulyar massasi esa (M_v) = $1094 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ekanligi hisoblab topildi. Olingan natijalar 4,4'-metilendifenildiizosianat makromolekulalarining erituvchi muhitida yuqori darajada solvatlanishini, optimal gidrodinamik hajm hosil qilishini va polimer zanjirlarining konformatsion harakatchanligi saqlanishini ko'rsatdi. Shuningdek, viskozimetrik parametrlar asosida aniqlangan molekulyar massa poliuretan sintezi jarayonida uretan bog'lari ($-\text{NHCOO}-$)ning samarali shakllanishini hamda materialning keyingi fizik-mexanik va termomexanik xususiyatlari yaxshilanishini ko'rsatdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1] Сафаров, А. М. У., et al. (2024). Исследование физико-механических свойств полиуретана, полученных на основе карбамида и глицерина. *Universum: технические науки*, 6(5(122)), 62–65.
- [2] Cruz, J. A., et al. (2024). Predicting viscosity in polyurethane polymerization for liquid composite molding using neural networks and surface methodology. *Polymer Bulletin*, 81(9), 8341–8358.
- [3] Шокиров, Л. Б., & Рахимов, Х. К. (2023). Модификация крахмаллинга елимланишига турли электролитларнинг таъсирини ўрганиш. *Golden Brain*, 1(7), 48–52.
- [4] Hasanov, B. (2026). Polimer va uglerod nanotolali modifikatorlar asosida bitum kompozitsiyalarining reologik, mikrotuzilmaviy va adgezion xossalarini takomillashtirishning qiyosiy tahlili. *Muhandislik va iqtisodiyot*, 4.
- [5] Xo'jaqulov, K. R., et al. (2023). Ikkilamchi polimer chiqindilarini granulalash va ularni qayta ishlash. *Science and Education*, 4(6), 418–423.
- [6] Fayzullayevna, G. A. A., Boboxonog'li, M. S., & Babaxan, M. (2025). Asfaltobeton qoplamalari uchun rezina kukuni va elastomerlarni modifikatsiyalash asosida polimer-bitum kompozitsiyalarini olish. *Sanoatda raqamli texnologiyalar / Цифровые технологии в промышленности*, 3(3), 152–155.
- [7] Khalafvandi, S. A., Pazokian, M. A., & Fathollahi, E. (2022). The investigation of viscometric properties of the most reputable types of viscosity index improvers in different lubricant base oils: API groups I, II, and III. *Lubricants*, 10(1), 6.
- [8] Шодиев, А. Ф. (2023). Изучение влияния количества 4,4-метилдифенилдиизоцианата при переработке термореактивных полиуретановых отходов. *International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences*, 4(4), 47–51.

- [9] Захарова, Д. В., et al. (2024). Древесные пластики на основе метилendifенилдиизоцианата и касторового масла. Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века, 134–140.
- [10] Захарян, Е. М., & Максимов, А. Л. (2022). Пиролиз полиуретанов. Особенности процесса и состав продуктов реакции (обзор). Журнал прикладной химии, 95(2), 164–230.
- [11] Афанасьева, М. А., Шуршина, А. С., & Кулиш, Е. И. (2024). Вискозиметрическое исследования разбавленных растворов пектина в присутствии ионов поливалентных металлов. Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом института фармации, химии и биологии НИУ «БелГУ», 173.
- [12] Пономаренко, С. А., & Лонский, С. Л. (2026). Исследование стойкости термопластичного полиуретана при термоокислительной и термохимической обработке в среде диэтиленгликоля методами гель-проникающей хроматографии и микроструктурного анализа. Труды ВИАМ, 1(155), 67–84.

Maqolaga iqtibos keltirish | Как цитировать статью | How to cite this article

Shodiyev, A. F., Mukhiddinov, B. F., Jo'rayev, S. T., & Shokirov, R. Q. (2026). 4,4'-Metilendifenildiizosiyanat asosidagi poliuretanlarning qovushqoqlik xossalari va makromolekulyar tavsiflarini viskozimetrik usulda tadqiq etish. Sanoatda raqamli texnologiyalar, 4(3). <https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.4.3.2026.39>
