

**TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI  
HUZURIDAGI ILMY DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01.RAQAMLI ILMY KENGASH**

---

**TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI**

**SAFAROV AZAMAT MAMATALI O'G'LI**

**KARBAMID - FORMALDEGID KONSENTRATI ASOSIDA  
IZOSIYANATSIZ USULDA POLIURETAN OLIH  
TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH**

**02.00.14-Organik moddalar va ular asosidagi materaillar texnologiyasi**

**TEXNIKA FANLARI BO'YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSIYASI AFTOREFERATI**

**Termiz – 2025**

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi**  
**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам**  
**Contents of dissertation abstract of doctor philosophy (PhD) on technical science**

**Safarov Azamat Mamatali o‘g‘li**  
Karbamid-formaldegid konsentrati asosida izosiyanatsiz usulda poliuretan olish texnologiyasini ishlab chiqish.....3

**Сафаров Азамат Маматали ўғли**  
Разработка технологии получения полиуретана безизоцианатным методом на основе карбамидоформальдегидного концентрата.....21

**Safarov Azamat**  
Development of a technology for producing polyurethane using an isocyanate-free method based on urea-formaldehyde concentrate.....35

**E‘lon qiingan ilmiy ishlar ro‘yxati**  
Список опубликованных работ  
List of published works.....39

**TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI  
HUZURIDAGI ILMY DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01.RAQAMLI ILMY KENGASH**

---

**TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI**

**SAFAROV AZAMAT MAMATALI O'G'LI**

**KARBAMID - FORMALDEGID KONSENTRATI ASOSIDA  
IZOSIYANATSIZ USULDA POLIURETAN OLISH  
TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH**

**02.00.14-Organik moddalar va ular asosidagi materaillar texnologiyasi**

**TEXNIKA FANLARI BO'YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSIYASI AFTOREFERATI**

**Termiz – 2025**

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (Phd) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiyasi komissiyasida B2025.3.PhD/T5838 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Termiz davlat universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) ilmiy kengash veb-sahifasida ([www.termizdu@umail.uz](http://www.termizdu@umail.uz)) va «ZiyoNet» axborot ta'lim portalida ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbar:**

**Aliqulov Rustam Valiyevich**  
kimyo fanlari doktori, professor

**Rasmiy opponentlar:**

**Sottiqulov Elyor Sotimboyevich**  
texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim

**Eshmurodov Xurshid Esanberdiyevich**  
texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent

**Yetakchi tashkilot:**

**Buxoro davlat universiteti**

Dissertatsiya himoyasi Termiz davlat universiteti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01 raqamli ilmiy kengashning « 30 » XII 2025-yil soat 10<sup>00</sup> dagi majlisida bo'lib o'tadi. Manzil: 190111, Termiz shahri, Barkamol avlod ko'chasi, 43-uy. Tel.: (+99876) 221-74-55, faks: (+99876) 221-71-17, e-mail: [termizdu@umail.uz](mailto:termizdu@umail.uz)

Dissertatsiya bilan Termiz davlat universitetining Axborot resurs markazida tanishish mumkin (№ \_\_\_ raqami bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 190111, Termiz shahri, Barkamol avlod ko'chasi, 43-uy. Tel.: (+99876) 221-74-55, faks: (+99876) 221-71-17, e-mail: [termizdu@umail.uz](mailto:termizdu@umail.uz)

Dissertatsiya avtoreferati 2025-yil « 16 » XII kuni tarqatildi.  
(2025-yil « 16 » XII dagi 35- raqamli reyestr bayonnomasi).



**I.A.Umbarov**  
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash raisi, t.f.d., prof.

**Sh.A.Kasimov**  
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash ilmiy kotibi, k.f.d., prof.

**L.S.Kamolov**  
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi k.f.d., prof.

## **KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)**

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati.** Bugungi kunda dunyoda polimerlar kimyosi va kompozitsion materiallar texnologiyasida xavfsiz, ekologik barqaror, yuqori ekspluatatsion xossalarga ega bo'lgan, avtomobilsozlik, sanoat texnikalari, qurilish, radioelektrotexnika, maishiy texnika va boshqa qator tarmoqlarda qo'llaniladigan qattiq uretansaqlovchi elastomerlar olishga bo'lgan ehtiyoj tobora ortib bormoqda. An'anaviy poliuretanlar ishlab chiqarish jarayonida keng qo'llaniladigan di- va poliizosiyanatlar toksikligi, ish jarayonida xavfsizlik choralari kuchaytirishni talab qilishi hamda ishlab chiqarish tannarxiga sezilarli ta'siri sababli ularni muqobil reagentlar bilan almashtirish muhim ilmiy-texnik vazifa hisoblanadi. Shuning uchun, izosianatsiz uretan guruhlariga ega oligomerlarni olish texnologiyalarini takomillashtirish muhim ahamiyat kasb etadi.

Jahonda poliuretan polimerlarining funksional xossalarini yanada yaxshilash, ularni ishlab chiqarishning ekologik xavfsiz va samarali texnologiyalarini ishlab chiqishga yo'naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari amalga oshirilmoqda. Bu borada an'anaviy di- va poliizosiyanatlardan foydalanmasdan uretan guruhlarini hosil qiluvchi oligomerlarni sintez qilishning yangi, izosianatsiz kimyoviy transformatsiya usullarini ishlab chiqish, karbamid-formaldegid konsentratini, glitserin, karbamid va formalin asosida izosianatsiz uretanli oligomerlar olish texnologiyasini ishlab chiqishga alohida e'tibor berilmoqda.

Mamlakatimizda kimyo sanoatining yangi turdagi materiallar ishlab chiqarish yo'nalishida muayyan natijalarga erishilmoqda, jumladan mahalliy bozorni import o'rnini bosuvchi kimyoviy reagentlar bilan ta'minlash sohasida keng ko'lamli qator tadbirlar amalga oshirilmoqda. Respublikamizda, innovatsion texnologiyalarni tatbiq etish orqali sanoat obyektlarini yuritishning ilmiy asoslangan tizimi va atrof-muhitni muhofaza qilishning chora-tadbirlarini amalga oshirishga katta e'tibor qaratilmoqda. "Yangi O'zbekistonning 2022–2026-yillardagi taraqqiyot strategiyasida"<sup>1</sup> iqtisodiyotni rivojlantirish ustuvor yo'nalishlari belgilangan hamda mahalliy xomashyo resurslarini chuqur qayta ishlash asosida, yuqori qo'shimcha qiymatli tayyor mahsulot ishlab chiqarishni yanada jadallashtirish, sifat jihatdan yangi mahsulot va texnologiya turlarini o'zgartirish masalalari alohida belgilab qo'yilgan. Bu borada milliy iqtisodiyotning yetakchi tarmoqlarini, jumladan, kimyo sanoatini rivojlantirishda, poliuretan polimer materiallarini ishlab chiqarish bo'yicha yuqori samarali va ekologik toza texnologiyalarni yaratish muhim hisoblanadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son "2022-2026 yillarda mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi farmoni, 2017-yil 7- fevraldagi "2017-2022 yillarda O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida"gi PF-4947-son, 2022 yil 28-son PQ-3236-son qarorlari, "2017-2021 yillarda kimyo sanoatini rivojlantirish dasturi to'g'risida"gi 2021 - yil 23-avgustdagi "O'zbekiston Respublikasining kimyo sanoatini jadal rivojlantirish to'g'risida"gi 2018-yil 25-

---

<sup>1</sup>O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-sonli "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi Farmoni

oktyabrda PQ-3983-son qarori va mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning respublika fan va texnikasi rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi.** Ushbu tadqiqot respublika fan va texnikasini rivojlantirishning VII "Kimyoviy texnologiyalari va nanotexnologiyalar" ustuvor yo'nalishiga muvofiq amalga oshirildi.

**Muammoning o'rganilganlik darajasi.** Uretan guruhlarini o'z ichiga olgan oligomerlar sintezini rivojlantirish va karbamid formaldegid asosida poliuretan polimer materiallarini ishlab chiqarish muhim hisoblanadi. Ilmiy adabiyotlarda ushbu muammoni hal qilish ko'plab xorijiy olimlardan Otto Bayer, Bernhard Tollens, Carl Goldschmidt, Rashedul Hasan, Farhana Momotaz, Fatema Tuz Johura, Jingbiao Song, Yan Han, Xiaoxing Yan kabi bir qator xorijiy olimlar tadqiqotlar olib borganlar.

Zamonaviy o'zbek olimlari ham bu ilmiy yo'nalishda munosib o'rin egallab kelmoqda. Xususan akademik A.T. DJalilov va uning shogirtlari X.X. Turayev, F.N. Nurqulov, Sh.N. Qiyomov, R.V. Alikulov, A.F. Shodiyev, F.A. Magrupov, M.G'. Alimuxamedov, R.I.Adilov, M.S.Xatamova, G'.N.Kudratov va boshqa olimlarning so'nggi yillarda olib brogan ilmiy izlanishlar natijasida yangi poliuretanlar sintezi va ularni amalyotga joriy etish bo'yicha sezilarli yutuqlarga erishildi. Ilmiy izlanishlar natijasida avtomobilsozlik, sanoat texnikalari, qurilish, radioelektrotexnika, maishiy texnika va boshqa qator tarmoqlarda qo'llaniladigan qattiq uretansaqlovchi elastomerlar, poliuretan va epoksiuretanlar uchun poliaminlar, poliollar, poliizosiyanatlar va turli epoksi oligomerlar sintez qildi.

Shu bilan birga, poliuretan polimerlarning mo'rtligi va yorilishga chidamliligini oshirish hamda issiqqa chidamli, kimyoviy va ikki qatlamli ko'pikli poliuretanlar ishlab chiqarish maqsadida uretan polimerlaridan ustun bo'lgan yangi karbamid-formaldegid konsentrati asosida polimer materiallarini yaratish uchun oligouretan sintezining yangi texnologiyalarini ishlab chiqish bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda.

**Tadqiqotlarning dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy tadqiqot rejalari bilan bog'liqligi.** Dissertatsiya tadqiqoti Termiz davlat universiteti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq "Surxondaryo viloyatida neft-gaz sanoati korxonalarini chiqindi oltingugurti asosida modifikatsiyalangan oltingugurtli beton mahsulotlarini ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish" (2021 yil) va MU-FZ-201910142 "Minerallashgan quvur, fitting, panel va pol qoplamalari ishlab chiqarishning innovatsion texnologiyasini yaratish" (2020-2022 y.y.) mavzularidagi tijoratlashtirish va innovatsion loyihalar doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** karbamid-formaldegid konsentrati asosida yangi turdagi poliuretanlar olish texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

**Tadqiqotning vazifalari:**

karbamid – formaldegid konsentrati va gletsirin asosida yangi turdagi oligouretan sintez qilishning maqbul sharoitlarini aniqlash;

sintez qilingan oligouretan asosida yangi turdagi poliuretan polimerlarini olish texnologiyasini ishlab chiqarish;

sintez qilingan oligouretanning tarkibi, tuzilishi, adgezion va xossalarini fizik-kimyoviy usullar yordamida aniqlash;

oligouretan oligomerlari asosida polimer kompozitsion materiallar olish va ularning fizik – mexanik xossalarini tadqiq qilish;

poliuretan polimerlarning korroziyaga qarshi, fizik-kimyoviy, deformatsiyaga chidamlilik xossalarini va tuzilishini aniqlash;

uretan saqlovchi elastomerlar asosida polimer kompozit materiallar yaratish va ularning fizik-mexanik xossalarini aniqlash;

karbamid – formaldegid konsentrati va gletsirin ishtirokida yangi turdagi oligouretan olish texnologiyasini ishlab chiqish va olingan oligouretanni qo'llash.

**Tadqiqotning obyekti** sifatida glitserin, karbamid, formaldegid, karbamid formaldegid konsentrati, ftal angidrid, basalt olingan.

**Tadqiqotning predmeti** karbamid va karbamid formaldegid konsentrati asosida uretan saqlovchi ligouretanlar olishning optimal sharaotini ishlab chiqish, oligouretanlarning ftal angdrid bilan o'zaro ta'siri, hosil bo'lgan poliuretan polimerlari hamda uretan saqlovchi elastomerlar va ular asosidagi polimer kompozit materiallarining fiziko-mexanik va kimyoviy xossalarini aniqlash jarayonlari hisoblanadi.

**Tadqiqotning usullari.** Dissertatsiyada, infraqizil (IQ) va mass-spektroskopiya, termogravimetriya (TG) hamda differensial termik tahlil (DTA) natijalari, deformatsiya va mustahkamlik tahlillari, hamda skanerlovchi elektron mikroskopiya kabi zamonaviy eksperimental tadqiqot usullaridan foydalanilgan.

**Tadqiqotining ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

karbamid-formaldegid konsentrati, glitserin, karbamid va formalin asosida uretan guruhlari saqlovchi yangi turdagi oligomerlar sintez qilish texnologiyasi ishlab chiqilgan;

sintez qilingan oligouretanlar va ftal angidridning o'zaro reaksiyasi asosida yuqori yopishqoqlik, korroziyaga chidamlilik va deformatsion mustahkamlikka ega bo'lgan yangi bog'langan oligouretan-ftalli kompozitsion materiallar olish usuli ishlab chiqilgan;

oligouretanlarning ftal angidrid bilan kimyoviy reaksiyasi jarayonida reaksiya mahsulotlarining tabiati matritsa sifatida poliuretanlarni qo'llash imkoniyatiga ta'sir qilmasligi isbotlangan va poliuretan asosidagi to'ldirilgan yangi kompozitlar olingan;

oligouretan asosidagi poliuretan konstruksiyalarining shakllanish mexanizmi va uretan guruhli oligomerlarning ftalliuretan polimerlarning ishqalanish koeffitsientiga ta'siri hamda yuk ortishi bilan ishqalanish koeffitsientining oshishi aniqlangan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

karbamid - formaldegid konsentrati asosida izosiyanatsiz usulda tarkibida uretan guruhlari bo'lgan oligomerlarni ishlab chiqarish texnologiyasi yaratilgan;

sintez qilingan oligouretanlar va ftal angidrid asosida atmosfera va agressiv muhitga chidamli korroziyaga qarshi qoplamalar olishning ilmiy – amaliy asoslari ishlab chiqilgan;

uretan saqlovchi elastomer polimerlari va ular asosidagi polimer kompozit materiallarning termomexanik xususiyatlari aniqlangan;

bazalt bilan to'ldirilgan poliuretan polimer kompozit materiallari asosida korroziyaga qarshi qoplama ishlab chiqilgan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi.** Xulosalar va tavsiyalarni tasdiqlash hamda olingan birikmalarni aniqlash uchun yuqori informatsion zamonaviy kimyoviy, fizik-mexanik va fizik-kimyoviy tadqiqot usullaridan (IQ spektroskopiya, xromatografiya va mass-spektroskopiya hamda, skanerlovchi elektron mikroskop) foydalanilganligi, uretan oligomerlari, uretan saqlovchi elastomerlar, polimer kompozit materiallari va ular asosida qoplamalar chiqarish texnologiyalari ishlab chiqilganligi, ularni qo'llash tajriba va sanoat sinovlaridan o'tkazilganligi hamda so'ngra ishlab chiqarishga joriy etilganligi bilan asoslarga n.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.**

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati karbamid-formaldegid konsentrati, glitserin, karbamid va formalin asosida, izosianatsiz usulda uretan guruhlari bo'lgan oligomerlarni sintez qilish usullari ishlab chiqilganligi, sintez qilingan oliguretanlar va ftal angidrid asosida yuqori yopishqoqlik, korroziyaga chidamlilik va deformatsion mustahkamlikka ega bo'lgan yangi bog'langan oligourethan-ftalli kompozitsion materiallar olish usuli ishlab chiqilganligi, shuningdek, olingan birikmalarning tarkibi, tuzilishi va fizik-mexanik xossalari aniqlanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati izosianatsiz usulda polimer kompozit materiallarni olish, fizik, mexanik, korroziya va ishqalanishga chidamlilik xususiyatlarga ega ilmiy asoslangan ishlab chiqarish usullarini takomillashtirish, shuningdek, olingan tadqiqot natijalari asosida yaxshilangan ekspluatatsion xususiyatlarga ega kompozitsion materiallar ishlab chiqarish, olingan oligourethanlar asosida polimer materiallari, korroziyaga qarshi qoplamalar va turli sanoat tarmoqlarida foydalanish uchun kompozit materiallar ishlab chiqarishga xizmat qiladi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinganligi:** Karbamid formaldegid konsentrati asosida izosianatsiz usulda poliuretan olish texnologiyasini ishlab chiqish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

karbamid - formaldegid konsentrati asosida izosianatsiz usulda poliuretan olish texnologiyasi "Birinchi rezinotexnika zavodi" MCHJ XK da poliuretan oligomerlar olishda amaliyotga joriy qilingan ("Birinchi rezinotexnika zavodi" MCHJ XK ning 2025 yil 20 martdagi 09/1-179-son ma'lumotnomasi). Natijada, konveyer tasmalari uchun foydalanilayotgan 101-T1, 301-L, 101-L markali rezina qorishmalarni olishda qo'llaniladigan uretan saqlovchi elastomerlar olish imkoni yaratilgan;

olingan uretan saqlovchi elastomerlar "Birinchi rezinotexnika zavodi" MCHJ XK rezina qorishmalarni olishda amaliyotga joriy qilingan ("Birinchi rezinotexnika zavodi" MCHJ XK ning 2025 yil 20 martdagi 09/1-179-son ma'lumotnomasi). Natijada konveyer tasmalarining ishlash samaradorligini oshirish imkonini bergan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi:** Mazkur tadqiqot natijalari bo'yicha 6 ta, jumladan, 2 ta xalqaro va 4 ta Respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida ma'ruza qilingan va muhokamadan o'tkazilgan.

**Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi:** Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 11 ta ilmiy ishlar chop etilgan, jumladan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasi tomonidan falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasining asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 5 ta maqola, shulardan, 3 ta respublika va 2 ta xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiyaning tuzilishi kirish, to'rt bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya hajmi 110 betdan iborat.

## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

**Kirish** qismida o'tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsad va vazifalari tavsiflangan, uning obyekti va predmeti aniqlangan, tadqiqotning Respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatib berilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilinishi, chop etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilmasi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning «Poliuretanlarning olinishi va qo'llanilishi» deb nomlangan birinchi bobida izosiyantli va izosiyantsiz polimerlar, oligouretanlarning kimyoviy tarkiblari va fizik-kimyoviy xossalari, hamda olinishi va qo'llash usullarini o'rganish bo'yicha adabiyot materiallarining tahlili keltirilgan. Uretanli oligomerlar va poliuretan polimerlarning samaradorligi o'rganilgan.

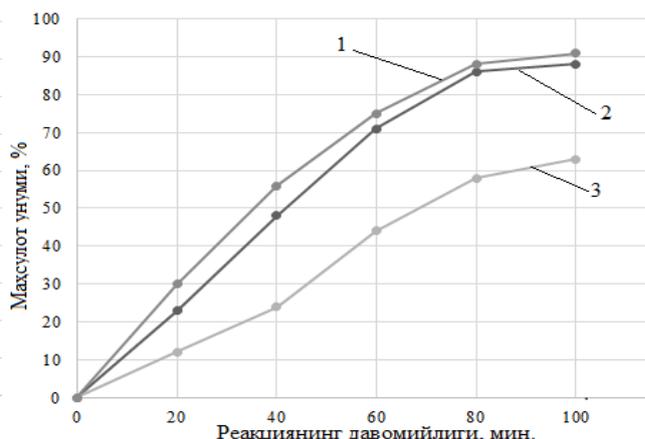
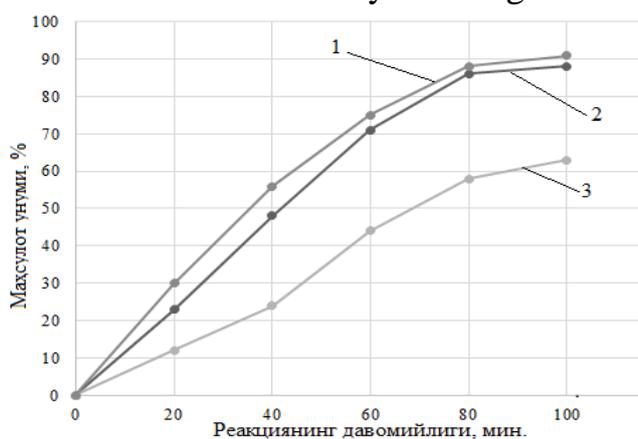
Dissertatsiyaning "OU-350 va OU-450 navli oligouretanlarning sintezi va xossalari" deb nomlangan ikkinchi bobida sintez usullari tadqiq etilgan.

OU-350 oligouretan sintezi reaksiyasini o'tkazish. Kolba ichiga 100 g karbamid-formaldegid konsentratidan solinadi, qizdirgich ulanadi va termorele 85 °C ga rostlanadi hamda ohista aralashtirish mexanizmi yoqiladi va birozdan so'ng o'lchab olingan 18,7 g glitserin sekinlik bilan qo'shiladi reaksiya aralashtirgich tezligi oshiriladi hamda reaksiya 6 soat davom ettiriladi.

Reaksiya natijasida tiniq rangli quyuq holdagi sekin oquvchan oligouretan sintez qilinadi va harorat sekin pasaytirilib aralashtirilib turiladi

OU-450 uretan oligomeri sintezida avval mochevina va gliserin asosida diuretan olinadi. Aralashtirgich, teskari sovutgich va termometr bilan jihozlangan kolbaga 50 gramm mochevina solinadi va 95–100°C gacha qizdiriladi. Aralashtirish davomida reaksion massa harorati 100 °C dan pasaytirmagan holatda 31 gramm gliserin qo'shiladi. Gliserinning barcha belgilangan miqdorini quygach, reaksiya harorati 120 °C gacha ko'tariladi. Bunday haroratda reaksiya 30 daqiqa davom etadi. Keyin 15 daqiqa ichida harorat 120 °C dan 135-140 °C gacha ko'tariladi. Erishilgan haroratda reaksiya 2 soat davom etadi. Reaksiya yakunlangach, harorat 70 °C gacha pasaytiriladi va och jigarrang suyuq massa 30 - 40 daqiqa davomida aralashtirib turiladi.

OU-450 oligouretani sintezi. Formaldegid va qo‘shimcha mochevina bilan olingan diuretan reaksiyasi bo‘yicha uretan guruhlarini o‘z ichiga oluvchi oligomerlar olinadi. Avval eritma tayyorlab olinadi: 35 gramm mochevina formaldegidning kontsentratsiyasi 30 foiz bo‘lgan formalinning 190 gramida eritiladi va 10 ml 0,5 normalli natriy gidroksid eritmasi qo‘shiladi. Aralastirgich, teskari sovutgich, tomchili voronka va termometr bilan jihozlangan kolbaga avval olingan diuretan solinadi va 80 °C gacha qizdiriladi. So‘ngra aralastiruvchi moslama yoqiladi va tomizgich voronka orqali mochevinaning formalindagi avval tayyorlab qo‘yilgan eritmasini tomiziladi. Eritma reaksion massaga to‘liq quyilgach reaksion muhit harorati 40 daqiqa davomida 80 °C dan 130 °C gacha sekin ko‘tariladi. Reaksiya erishilgan haroratda 3 soat davom etadi.



**1-rasm. Reaksiya davomi OU-350 unumiga ta'siri.**  
 Reaksiya harorati: 1 – 60 °C;  
 2 – 80 °C; 3 – 90 °C.

**2-rasm. Reaksiya davomi OU-450 unumiga ta'siri.**  
 Reaksiya harorati: 1 – 110 °C;  
 2 – 130 °C; 3 – 150 °C.

Birinchi va ikkinchi rasmlarda oligouretanlar sintezi unumining harorat va reaksiyaning davomiyligiga bog‘liqligi ko‘rsatilgan. Oligouretanlar sintezining borish vaqti va optimal harorati aniqlangan. 1-rasmdan ko‘rinib turibdiki, OU-350 ning eng yaxshi chiqish unumi 80-90 °C harorat oralig‘ida ro‘y beradi. OU-450 sintezi uchun maq‘bul harorat 130 °C hisoblanadi va reaksiyani 180 daqiqa davomida davom ettirish zarur (1 va 2-rasm).

**1-jadval**

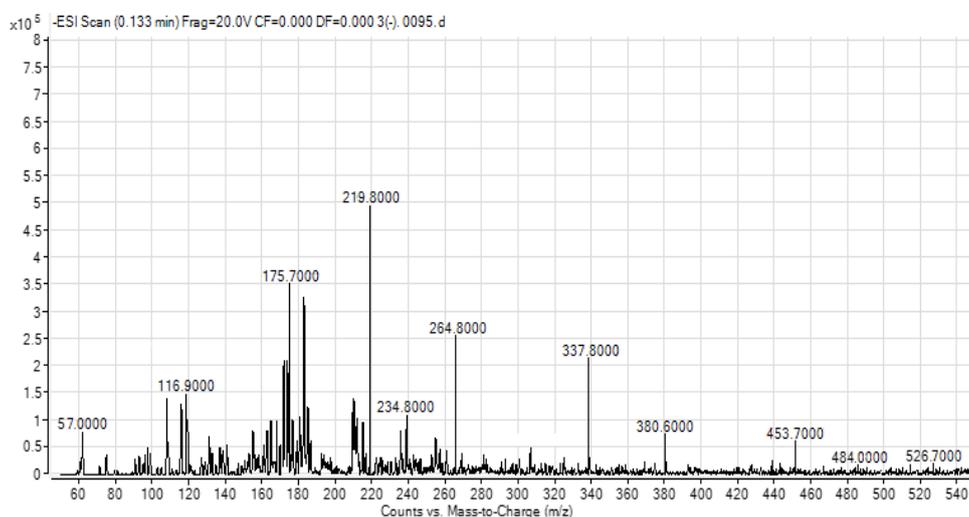
**Olingan uretan oligomerlari eritmalarining qovushqoqlik ko‘rsatkichlari**

Oligouretan nomi	Eritma konsentrat siyasi %	$\eta_{\text{нис}}$	$\eta_{\text{сол}}$	$\eta_{\text{кел}}$	$\eta_{\text{ха}}$
OU-350 markali oligouretan	0,125	1,0147	0,0143	0,1139	0,1041
	0,250	1,0325	0,0327	0,1306	
	0,500	1,0777	0,0777	0,1552	
	1,000	1,1629	0,1628	0,1629	
OU-450 markali oligouretan	0,125	1,0133	0,0133	0,1047	0,1187
	0,250	1,0285	0,0284	0,1133	
	0,500	1,0579	0,0579	0,1155	
	1,000	1,1210	0,1210	0,1210	

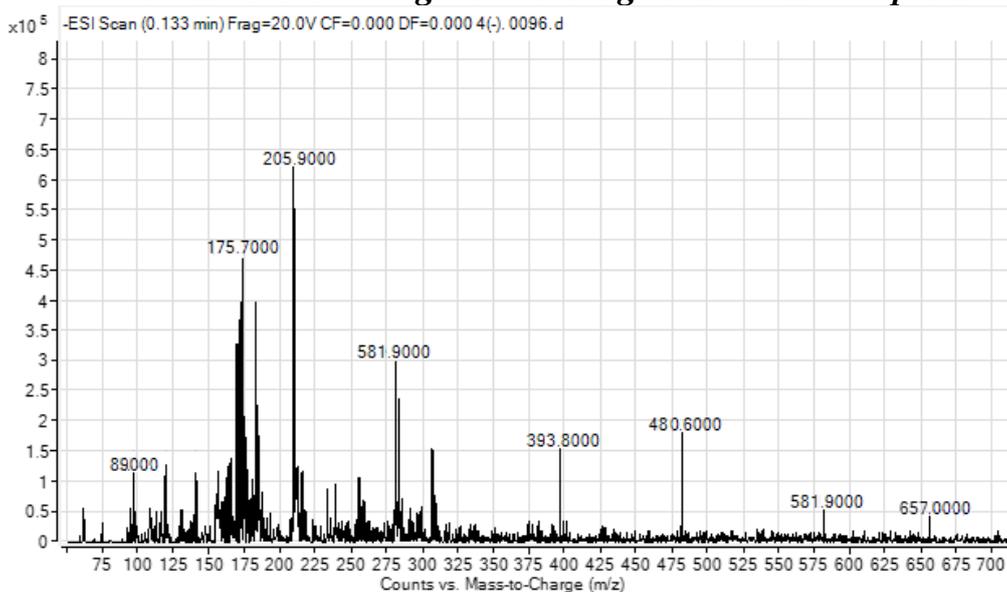
1-jadvalda oligouretanlarning suyultirilgan eritmaları uchun qovushqoqlik ko'rsatkichlarini o'lchash natijalari bayon qilingan. Oligouretan eritmaları qovushqoqligini aniqlash uchun 22°C doimiy haroratda Ubbelod kapillyarli viskozimetrida turli xil eritmalar va toza erituvchining o'tish vaqtini o'lchashga asoslangan uslub qo'llanilgan. Jadvaldan ko'rinib turibdiki, UO-450 oligouretani U-350 oligouretaniga qaraganda ancha qovushqoqroq.

Sintez qilingan oligo-uretanlarning xromato-mass spektroskopiya natijalari tahlil qilindi. Xromato-mass spektri natijasiga ko'ra OU-350 oligouretanining eng katta makromolekulasining molyar og'irligi 560 ni tashkil qiladi (3-rasm). Sintez qilingan OU-450 oligouretanining eng katta makromolekulasining molyar og'irligi 660 ni tashkil qiladi (4-rasm).

Shunday qilib, xromato-mass spektroskopiya tahlillaridan olingan natijalarga asoslangan holda, uretan guruhlarni o'z ichiga oluvchi oligouretanlar sintezining samarali usullari yaratilgan. Reaksiyalarni o'tkazishning maqbul haroratlari, sintez jarayonlarining borish tartibi va ularning davomiyligi o'rnatilgan.



**3-rasm. OU-350 oligouretanining xromato-mass-spektri**



**4 rasm. OU-450 oligouretanining xromato-mass-spektri**

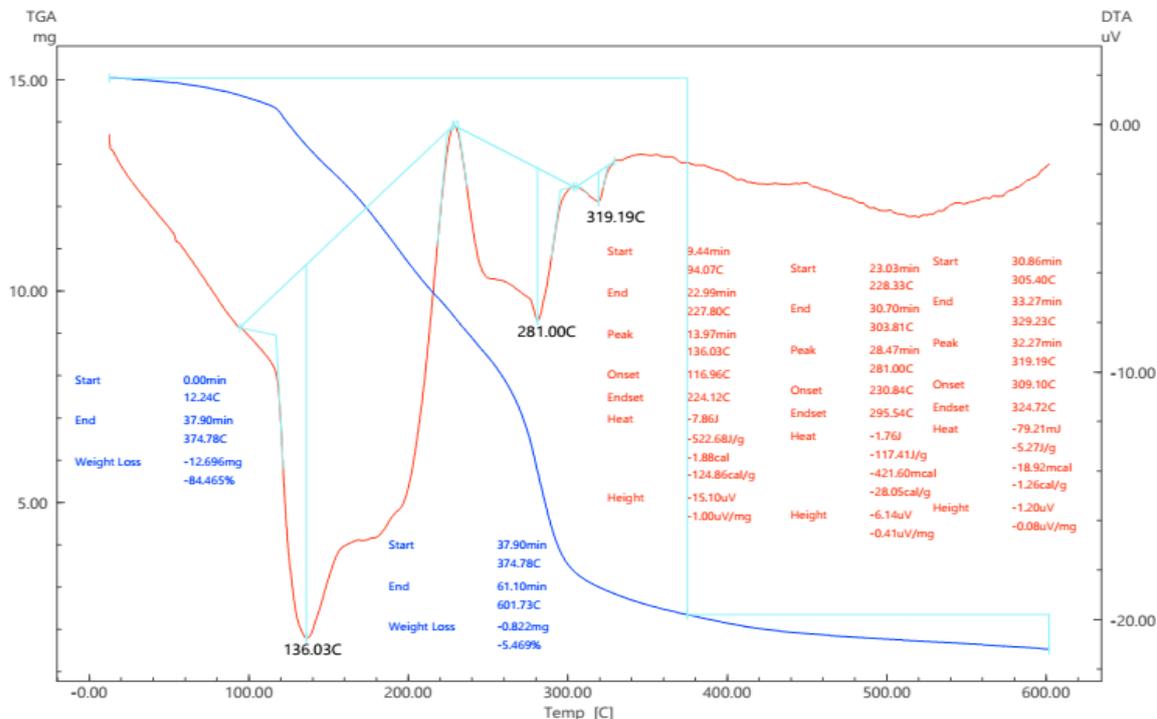
**Differensial termik analiz (DTA) va termik gravimetrik tahlil (TGA).** Differensial termal tahlil (DTA) differensial skanerlash kalorimetriga o'xshash termoanalitik usul bo'lib, DTA da sinov materiali va inert standart bir xil termal davrda parchalanadi va namuna va standart o'rtasidagi har qanday harorat farqi qayd etiladi. DTA termoparasi  $Al_2O_3$  inert materialga, ikkinchisi esa tekshirilayotgan materialning namunasiga joylashtiriladi. Haroratning oshishi bilan, namuna fazali o'tishni boshdan kechirsa, voltmetrning qisqa muddatli og'ishi kuzatiladi, ya'ni issiqlik kiritish inert materialning haroratini oshiradi, lekin materialning o'zgarishi bosqichida yashirin issiqlik sifatida kiritiladi. Jarayon inert gazlar geliy yoki argon inert gaz muhitida olib boriladi.

Karbamid va formaldegid asosidagi oligouretanning termik tahlili 20-500 °C da o'rganildi. KFU ning termogravimetrik tahlili uchun 3,14 mg elastomer olindi va jarayon 20-500 °C harorat oralig'ida o'rganildi. Elastomerning termik tahlilining natijalari 5-rasmda keltirilgan.

Sintez qilingan elastomerning DTA tahlilida uch sohada massa yo'qotish yuz bergan va bitta ekzotermik hamda bitta endotermik jarayon yuz bergan.

Moddalarni parchalanishining birinchi bosqichda 136,03 °C da boshlanib, bunda 1,0 mg yoki 29,32 % massa yo'qotishi kuzatildi. Bu parchalanish ortiqcha formaldegid va suvning chiqib ketishi bilan tushuntiriladi.

Ikkinchi bosqichda 281,00 °C da boshlanib, bunda 0,714 mg, 22,74 % massa yo'qotilishi bilan tugallandi. Bu haroratlar oralig'ida (C=O) va (NH-CH<sub>2</sub>) guruhlarning parchalanishi natijasida uglerod (II) oksidi ajraladi.



5-rasm. KFU ning DTA tasviri

Uchinchi bosqich asosiy parchalanish bosqichi bo'lib, 319,19 °C da 1,242 mg yoki 36,063 % massa yo'qotilishi kuzatildi. Bunda organik birikmalar parchalanishidan uglerod qoladi.

DTA tahlili xulosasiga ko'ra, karbamid, formaldegid va gliserin asosidagi elastomer IQ-spektroskopiya tahlilidagi bog'larga mos parchalangan.

Differensial-termik va termogravimetrik tahlil. Olingan poliuretanning DTA tahlili shuni ko'rsatdi, uchta ekzotermik cho'qqi 187,14 °C, 237,32 °C va 283,76°C larda. Endotermik jarayon kuzatilmagan. 187,14 °C va 237,32 °C dagi ekzotermik cho'qqilar molekula tarkibidagi ammoniy ioni parchalanishi hisobiga paydo bo'lgan. Bu ekzotermik jarayonlar uchun energiya quvvati mos ravishda -226,08 mcal ni (-946,39 mj) tashkil etadi. 283,76 °C da hosil bo'lgan ekzotermik cho'qqi esa uglerod kislorod parchalanishi yoki kovolent bog'larning uzilishi natijasida kuzatilgan. Olingan poliuretanning TGA natijalariga ko'ra modda ikki bosqichda parchalangan.

Dissertasiyaning "Oligouretan asosidagi poliuretanlarning, tuzilishi va polimerlarining xossalari" deb nomlangan uchinchi bobida yuqorida ko'rsatilgan oligouretanlar asosida ftalliuretan polimerlarini olish va ularning adgezion, deformasion-mustahkamlik, va termomexanik xossalari muhokama qilinadi.

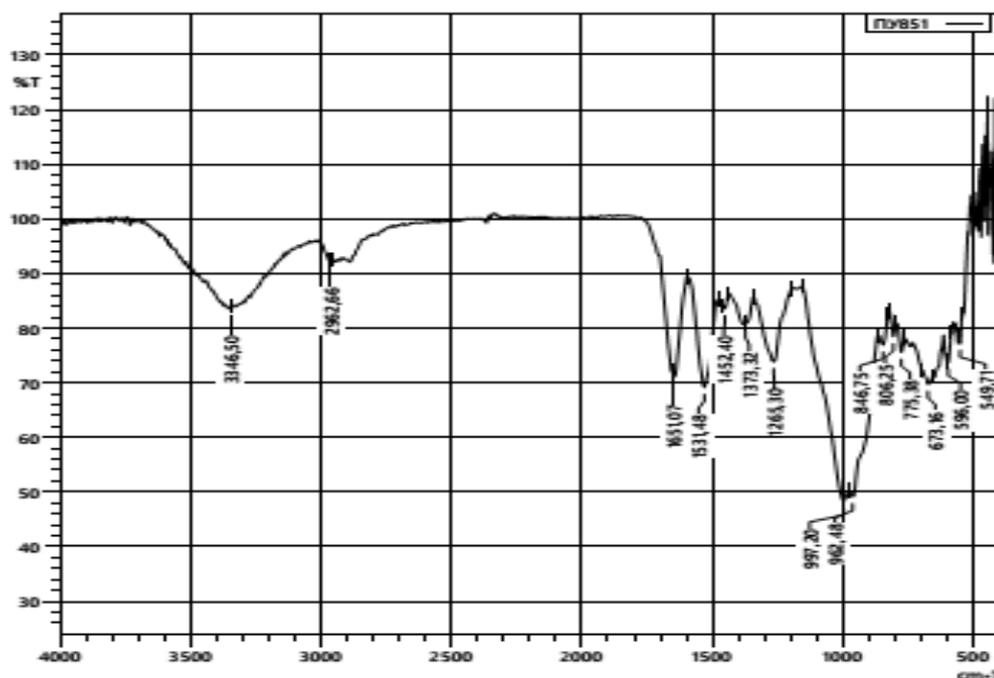
Ftalliuretan polimerlarini olish uchun ftal angidirid va oligouretanlarini jadal ravishda bir jinsli massa hosil bo'lgunga qadar gomogenizatorida aralastiriladi. Aralashma ftal angidirid bilan harorat yordamida o'zaro reaksiya kirishadi.

KFU va FU qisqartmalari poliuretan polimerlarini bildirib, ularni tayyorlashda karbamid konsentrati yoki karbamid asosida olingan oligouretan qo'llanilganligini bildiradi. Markalardagi sonlar tayyor poliuretan polimeridagi oligouretanning massa ulushiga muvofiq keladi.

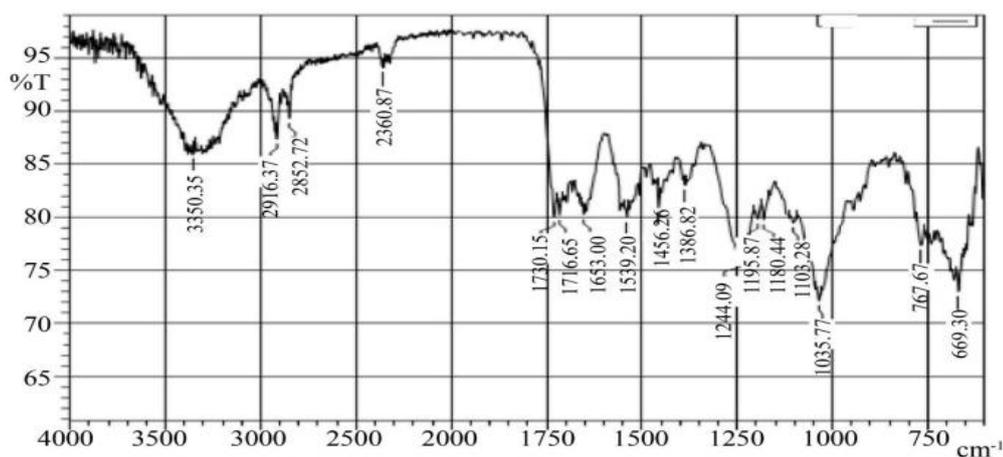
5-rasmdagi OU-350ning IQ spektrida -NH<sub>2</sub> guruhlariga mos keladigan 1531,48 sm<sup>-1</sup> mintaqasida yutilish zonasi mavjud. 846,75 sm<sup>-1</sup> mintaqasidagi yutilish zonasi C-N guruhlarining cho'zilgan tebranishlariga mos keladi. C-O-C guruhi 1265,30 sm<sup>-1</sup> mintaqada assimetrik cho'zish tebranishlarini keltirib chiqaradi. 1373,32 sm<sup>-1</sup> mintaqadagi assimilyatsiya chizig'i almashtirilmagan uretan guruhining mavjudligini ko'rsatadi. IQ spektri 3346,50 sm<sup>-1</sup> mintaqasida keng va kuchli yutilish zonalarini ko'rsatadi. Vodorod bog'lanishi natijasida so'rilish bu mintaqada elastomer holatida sodir bo'ladi.

IQ spektroskopiya natijalari KFU molekulasida (-NH-CH<sub>2</sub>-) guruhleri mavjudligini ko'rsatadi, IQ spektrlarining dekodlanishiga ko'ra, (-C=O-) guruhleri mavjudligini ko'rish mumkin. Bu shuni anglatadiki, elastomer makromolekulasi nafaqat zanjirning chetlarida, balki ichki segmentlarida ham (-C=O-) va (-NH-CH<sub>2</sub>-) guruhlarini o'z ichiga oladi. Karbonat (-O-CO-O-) guruhining mavjudligi ba'zi almashtirilmagan (-C=O-) va (-NH-CH<sub>2</sub>-) guruhleri gliserinning gidroksil guruhleri yoki elastomer makromolekulalarining terminal gidroksil guruhleri bilan reaksiyaga kirishganligini ko'rsatadi. Shunday qilib, IQ spektroskopiya tadqiqotlari asosida, elastomerni sintez qilish maqsadida olib borilgan reaksiyalar asosida chiziqli va ozgina shoxlangan turdagi oligomerik birikmalar olingan degan xulosaga kelish mumkin. Elastomerning chetlarida almashtirilmagan gidroksil guruhleri bo'lishi mumkin.

IQ-spektroskopiya natijalari ftal angidiridi reaksiyaga to'liq kirishib ketganini ko'rsatdi.



6-rasm. U-350 oligouretan asosidagi ftalliuretan polimerining IQ-spektri.

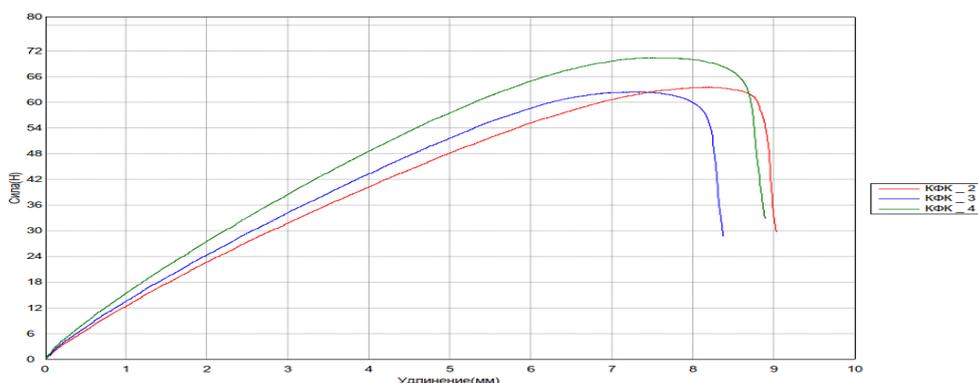


7-rasm. U-450 oligouretan asosidagi ftalliuretan polimerining IQ-spektri.

IQ-spektr tahlillari IQ spektri zaif yutilish zonalarini o‘z ichiga oladi 2920.3 - 2852.72 da -C-H aloqalarining cho‘zilgan tebranishlari  $\text{sm}^{-1}$  mintaqasi va gidroksil guruhlarining egilish tebranishlari  $1037,70 \text{ sm}^{-1}$  hududi.  $1616,35 \text{ sm}^{-1}$  mintaqadagi yutilish zonasi -CO-NH<sub>2</sub> guruhining mavjudligini tushuntiradi. IQ spektri -NH<sub>2</sub> guruhlariga mos keladigan  $1653,00 \text{ sm}^{-1}$  mintaqasida 59-so‘rilish zonasini o‘z ichiga oladi.  $854,47 \text{ sm}^{-1}$  mintaqadagi yutilish zonasi cho‘zilgan tebranishlarga mos keladi. C-N guruhleri. C-O-C guruhi  $1173,68 \text{ sm}^{-1}$  mintaqada assimetrik cho‘zish tebranishlarini keltirib chiqaradi.  $1247,94 \text{ sm}^{-1}$  mintaqasidagi yutilish zonasi -O-CO-O- guruhlarining cho‘zilgan tebranishlariga to‘g‘ri keladi.  $1732,08 \text{ sm}^{-1}$  mintaqasidagi yutilish zonasi almashtirilmagan uretan guruhining mavjudligini ko‘rsatadi.

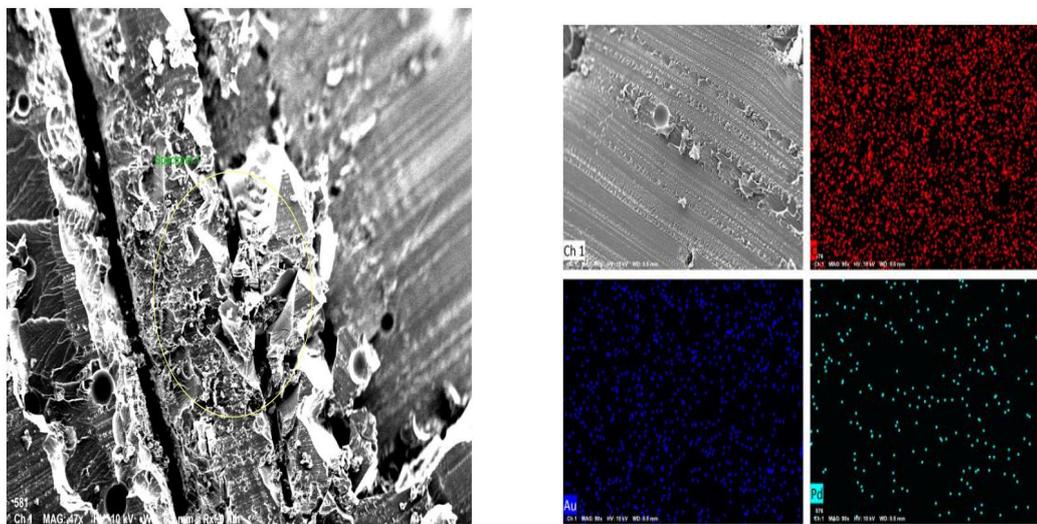
Elastomerlar ko‘pincha polimer kompozit materiallar uchun yopishtiruvchi, qoplama va bog‘lovchi sifatida ishlatiladi. Ushbu tajribada karbamid, formaldegid va glitserin asosida sintezlangan elastomerning adgezion kuchi aniqlandi.

Shu sababli 1-4 markali elastomerdan tayyorlangan kompozit materiallarning deformatsiya va cho‘zilishga bardoshlilikini o‘rgandik (4-5 rasm). Buning uchun o‘lchami 10x15 sm bo‘lgan polimer qoliplar tayyorlanib, unga sintez qilingan elastomerni quyib olinadi. Qotgan namunalarning elastiklik va deformatsion xossalari o‘rganildi.

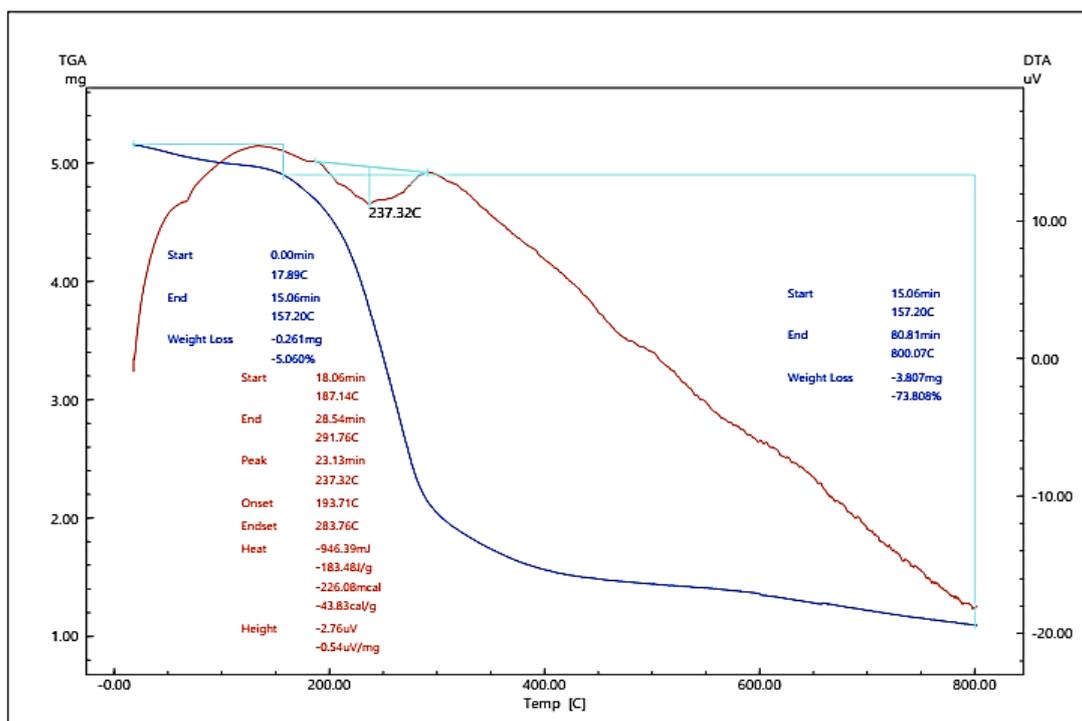


**8-rasm. KFU tarkibli poliuretan namunalarning cho‘zilishga – egilishga bardoshlilik**

Grafikdan ko‘rinib turibdiki, qo‘shimchaning miqdori ortishi materialning yuk ko‘tarish qobiliyatiga sezilarli ta‘sir ko‘rsatadi. KFU-10 namunasi maksimal kuchlanish qiymatiga erishib, eng yuqori mustahkamlikni namoyon etadi, bu esa polimer zanjirlarining yuqori darajada o‘zaro bog‘langanini bildiradi. KFU-5 namunasi o‘rtacha ko‘rsatkichlarga ega bo‘lib, kuchlanish va elastiklik bo‘yicha barqaror xatti-harakatni ko‘rsatadi. KFU-0 tarkibli poliuretan esa minimal kuchlanish qiymatini qayd etib, qo‘shimcha kiritilmagan holdagi polimer matritsasining pastroq mexanik xususiyatlarga ega ekanini ko‘rsatadi. Shu tariqa, qo‘shimcha konsentratsiyasining ortishi materialning strukturaviy mustahkamligini oshirishi tasdiqlangan.

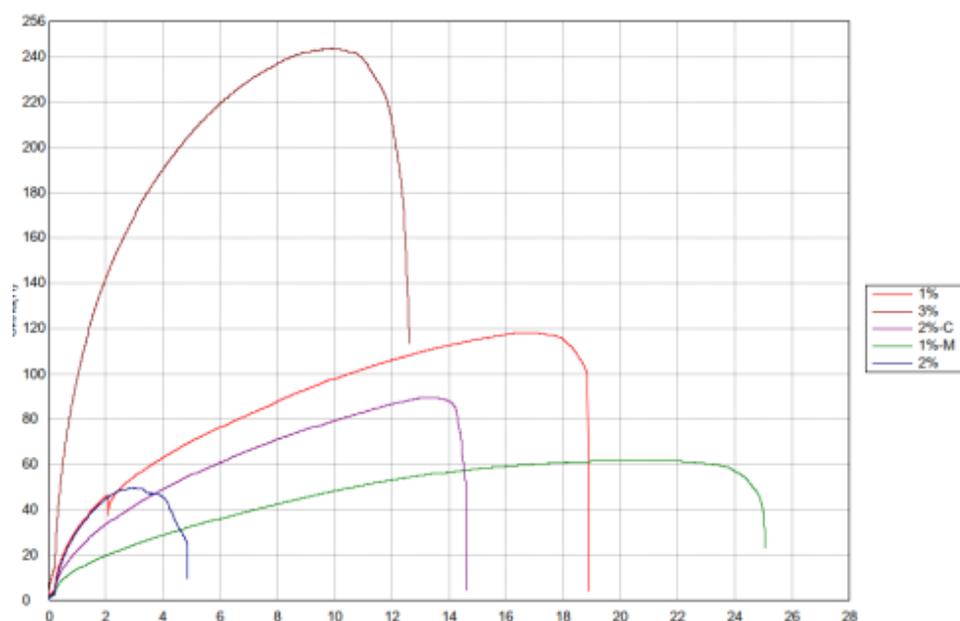


**9-rasm. OU-350 asosida olingan poliuretanning SEM tasviri.**



**10-rasm. OU-450 ning DTA tasviri.**

Differensial-termik va termogravimetrik tahlil. Olingan poliuretanning DTA tahlili shuni ko‘rsatdi, uchta ekzotermik cho‘qqi 187,14 °C, 237,32 °C va 283,76 °C larda. Endotermik jarayon kuzatilmagan. 187,14 °C va 237,32 °C dagi ekzotermik cho‘qqilar molekula tarkibidagi ammoniy ioni parchalanishi hisobiga paydo bo‘lgan. Bu ekzotermik jarayonlar uchun energiya quvvati mos ravishda -226,08 mcal ni (-946,39 mj) tashkil etadi. 283,76 °C da hosil bo‘lgan ekzotermik cho‘qqi esa uglerod kislorod parchalanishi yoki kovalent bog‘larning uzilishi natijasida kuzatilgan. Olingan poliuretanning TGA natijalariga ko‘ra modda ikki bosqichda parchalangan.



**11- rasm FU kompozitining cho‘zilishga- egilishga bardoshlilik**

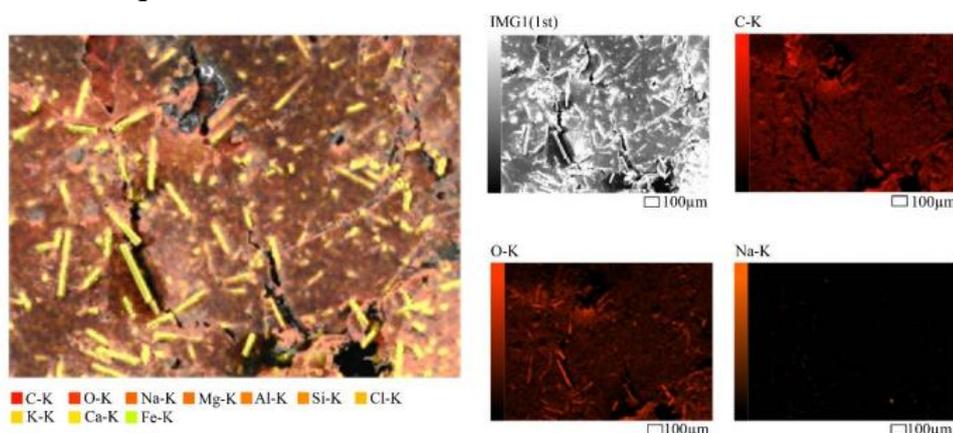
## 2-jadval

### Mustaxkam poliuretan polimerlarining Brinelli usuli bo'yicha qattqlik, qayishqoqlik va plastiklik ko'rsatkichlari

Namunalar raqamlari	Nomi	Qattqlik, MPa	Qayishqoqlik , %	Plastiklik , %
Qattiq poliuretan				
1	FU-1%	16,9115	85,2	14,8
2	FU-2%	14,2246	51,8	48,2
3	FU-3%	46,3297	70,7	29,3
4	FU-1%+M	5,94482	61,3	38,7
5	FU-2% C <sup>0</sup>	12,1271	51,8	48,2

Sintez qilingan OU-450 asosida olingan poliuretanlarning Brinell usuli bo'yicha qattqlik, qayishqoqlik va plastiklik qiymatlari o'rganildi.

2-jadvalga ko'ra, sintez qilingan poliuretan polimerlarining barcha namunalarida qattqlik, tarkibida qo'shilgan bazalt minerali miqdoriga qarab o'zgarganini ko'rishimiz mumkin. Poliuretan tarkibida oligomer miqdori ortishi qayishqoqlik darajasini ortishiga olib keladi va plastiklik xususiyatiga teskari ta'sirini ko'rishimiz mumkin. Sintez qilingan poliuretanni SEM usulida o'rganildi va morfologik tahlil qilindi.



**12-rasm. OU-450 asosida olingan poliuretanning SEM tasviri.**

Yuqoridagi keltirilgan rasmdan ko'rishimiz mumkinki, sintez qilingan poliuretan morfologik tuzilishi va unga bazalt mineralining modifikatsiyalanganligini ya'ni aralashgan darajasini 250 va 650 marta kattalashtirilgan holda ko'rishimiz mumkin. Bunda bazalt minerali poliuretan tarkibida aralashgan holda uning mustahkamlik darajasiga o'zining ijobiy ta'sirining bergani ma'lum bo'ldi.

Shunday qilib, olingan poliuretan polimerlarining tuzilishi kinetik, fizik-mexanik, va termomexanik xossalarni solishtirish bilan izohlandi. Deformasion va boshqa fizik-mexanik xossalarga qotish darajasining ta'siri ko'rsatilgan. Polimerning yuqori qayishqoqligi hattoki uning past mustahkamlik xossalarni ko'rsatganda ham ishqalanish koeffisientining pasayishiga olib keldi.

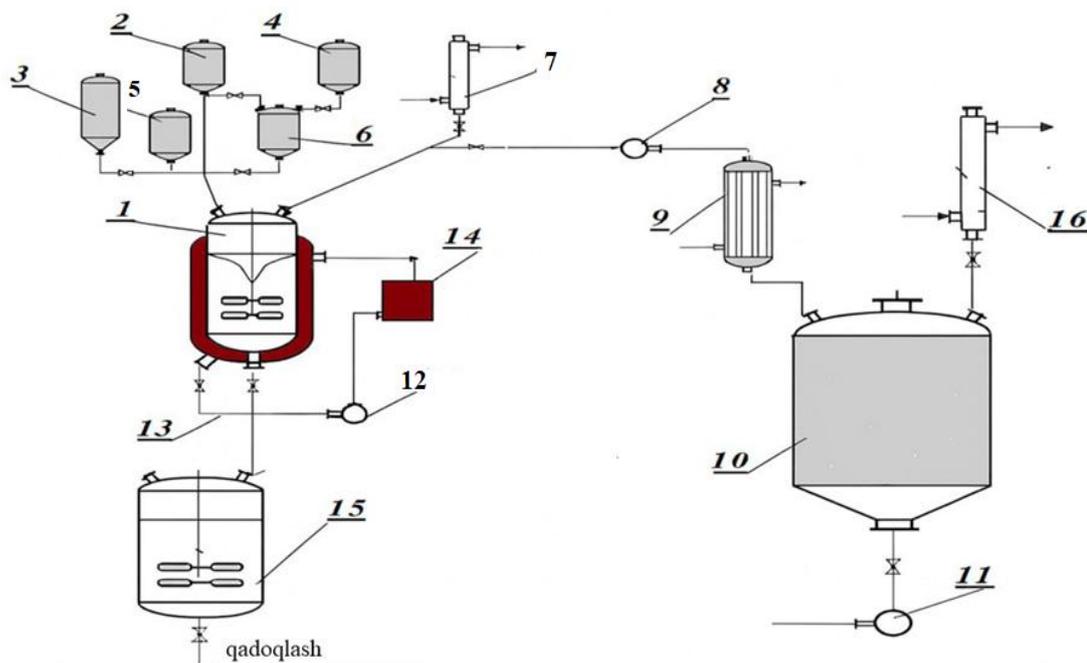
Dissertasiyaning "Oligourethan va poliuretanlar olishning iqtisodiy samaradorligi va texnologik sxemasi" deb nomlangan to'rtinchi bobida poliuretan

qoplama va uretansaqlovchi elastomerlar ishlab chiqarish texnologiyasi muhokama etiladi. Olingan poliuretanlarni tadbiq etishda solishtirma va umumiy iqtisodiy samaradorlik hisoblab chiqilgan.

Termiz davlat universiteti qoshida tashkil etilgan ilmiy tadqiqot markazida mahalliy xomashyolar asosida OU-350 va OU-450 markali oligouretanlarni ishlab chiqarish texnologiyasi ishlab chiqildi. 13-rasmda oligouretanlarni ishlab chiqarishning texnologik sxemasi tasvirlangan.

Ishlab chiqarish di - yoki poliizosianatlarsiz usulda hamda past haroratda va yuqori bosimlardan foydalanmagan holda ancha soddalashtirilgan usul bilan tarkibida uretan guruhi bo'lgan oligomerlarni olish taklif etilayotgan usulning farqlanuvchi alomatlari hisoblanadi.

Ikkala uretan oligomerlarni ishlab chiqarishda ham ammiak ajralib chiqadi. Atmosferaga zararli gazlarning chiqishiga yo'l qo'ymaslik uchun reaktorga qo'shimcha uskunalar ulangan. Teskari sovutgich 16 bilan absorber 10 ammiakni suvga singdirish uchun xizmat qiladi. Ammiakdan tashqari absorber idishiga vakuum nasos 8 yordamida reaktson massadan tarkibida ammiak qoldig'i va reaksiyaga kirishmagan formalin bo'lgan suv haydaladi. Ammiak va reaksiyaga kirishmagan formalin bilan to'yintirilgan suv absorber idishidan rektifikasion sexga nasos 11 bilan yuboriladi.



1-reaktor; 2-glitserin uchun sig'im; 3-karbamid-formaldegid konsentrati uchun sig'im; 4-mochevina uchun bunker; 5-formalin uchun sig'im; 6-natriy gidroksid eritmasi uchun sig'im; 7-qaytarma sovutkich; 8-vakuum nasos; 9 - sovutkich; 10-absorber; 11, 12 - nasoslar; 13 - vintil; 14-bug'qozoni; 15 - smolani sekin sovutish uchun sig'im, 16-absorberning qaytarma sovutkichi.

### **13-rasm. Oligouretanlar ishlab chiqarishning texnologik sxemasi.**

Ishlab chiqilgan oligouretanlar va poliuretanlarning zanglashga qarshi qoplamalar, ishlab chiqarishda qo'llanilishining iqtisodiy samaradorligini baholash poliuretan tannarxining import analoglarining tannarxi bilan solishtirishni ko'zda

tutadi.3-jadvalda poliuretan polimerlari va import qilinuvchi poliuretan polimerning narxlari solishtrildi

3-jadval

**OU-350 asosida olingan poliuretan material narxlari**

Xomashyo	1 kg xom ashyo narxi, so'm	1 tonna oligomer olish uchun xomashyo, kg	Summasi
Karbamid-formaldegid konsentrati	1215	813	987795
Glitserin	32 000,0	152	2432000
Ftal angidirid	19 100	32	611200
Jami			6 462 995,00

4-jadval

**OU-450 asosida olingan poliuretan material narxlari**

№	Xomashyo	1 kg xom ashyo narxi, so'm	1 tonna oligomer olish uchun xomashyo, kg	Summasi
1	Karbamid-	3600	547	1969200
2	Glitserin	32 000,0	92	2944000
3	Formaldegid	3000	722	216 600
4	Ftal angidirid	19 100	27	515700
Jami				5 645 500

5-jadval

**OU-350 asosida olingan poliuretanning narxlari**

Xarajatlar tarkibi	Narxi, so'm
Ish haqi, so'm	1854210
Ijtimoiy soliq, 1 %	18542,1
Materiallar	6 462995,0
Qo'shimcha xarajatlar	337976
Foyda, 10 %	867000
Jami	9540723
QQS, 12 %	1 617191,98
Jami	11 157 914,98

6-jadval

**OU-450 asosida olingan poliuretanning narxlari**

Xarajatlar tarkibi	narxi, so'm
Ish haqi, so'm	1854210
Ijtimoiy soliq, 1 %	18542,1
Materiallar	5 645 500
Qo'shimcha xarajatlar	337 976
Foyda, 10 %	785 000
Jami	8 641 222
QQS, 12 %	1 617191,98
Jami	10 258 419,1

## **XULOSALAR**

1. Di- yoki poliizosiyanatlardan foydalanmagan holda kimyoviy transformatsiyalash karbamid-formaldegid konsentrati, glitserin, karbamid va formalin asosida uretan guruhlari bo'lgan oligomerlarni ishlab chiqarish texnologiyasi taklif etildi.

2. Sintezlangan oliguretanlar va ftal angdiridi asosida yuqori yopishtiruvchi, korroziyaga qarshi va deformatsiyaga chidamlilik xususiyatlariga ega bo'lgan o'zaro bog'langan oligouretan-ftalli va oligouretan elastomerli polimer kompozitsion materiallarni ishlab chiqarish usuli ishlab chiqildi.

3. Poliuretan polimerlarini to'ldirilgan polimer kompozit materiallarni olishda bog'lovchi yoki matritsa sifatida qo'llash imkoniyati, oligouretanlarning ftal angdiridi bilan kimyoviy reaksiyasida moddalarining tabiatining ta'siri yo'qligi aniqlandi.

4. Oligouretan asosidagi poliuretan konstruksiyaning hosil bo'lish sxemasi, shuningdek, oligouretanlarning poliuretan polimerlari va ular asosidagi polimer kompozitsiyalarining deformatsiyaga chidamlilik xossalariga ta'siri ko'rsatilgan.

5. Tarkibida uretan guruhlari bo'lgan oligomerlarning ftalliuretan polimerlarining ishqalanish koeffitsientiga ta'siri ko'rsatilgan. Tajribalar doimiy yuk ortishi bilan va ftalliuretan polimer namunalarning ishqalanish koeffitsienti oshishini ko'rsatdi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/31.01.2023.К/Т.78.01  
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ  
ТЕРМЕЗСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

---

**ТЕРМЕЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**САФАРОВ АЗАМАТ МАМАТАЛИ УГЛИ**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИУРЕТАНА  
БЕЗИЗОЦИАНАТНЫМ СПОСОБОМ НА ОСНОВЕ  
КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОГО КОНЦЕНТРАТА**

**02.00.14–Технология органических веществ и материалы на их  
основе**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)  
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Термез – 2025**

Тема диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером B2025.3.PhD/T5838.

Диссертация выполнена в Термезском государственном университете.

Автореферат диссертации размещен на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) на сайте Ученого совета ([www.tergu.uz](http://www.tergu.uz)) и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)).

<b>Научный руководитель:</b>	<b>Аликулов Рустам Валиевич</b> доктор химических наук, профессор
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Соттикулов Эльёр Сотимбоевич</b> доктор технических наук, старший научный сотрудник  <b>Эшмуродов Хуршид Эсаибердиевич</b> доктор философии по техническим наукам, доцент
<b>Ведущая организация:</b>	<b>Бухарский государственный университет</b>

Защита диссертации состоится на заседании Ученого совета при Термезском государственном университете под номером DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 года в \_\_\_ часов. Адрес: 190111, г. Термез, ул. Баркамол Авлод, дом 43. Тел.: (+99876) 221-74-55, факс: (+99876) 221-71-17, эл. почта: [termizdu@umail.uz](mailto:termizdu@umail.uz)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Термезского государственного университета (регистрационный номер № \_\_\_). Адрес: 190111, г. Термез, ул. Баркамол Авлод, 43. Тел.: (+99876) 221-74-55, факс: (+99876) 221-71-17, эл. почта: [termizdu@umail.uz](mailto:termizdu@umail.uz)

Автореферат диссертации разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

Регистрационный номер протокола \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.



**И.А.Умбаров**  
Председатель Ученого совета по  
присуждению ученых  
степеней, д.т.н., проф.

**Ш.А.Касимов**  
Ученый секретарь Ученого совета по  
присуждению ученых  
степеней, д.х.н., проф.

**Л.С.Камолов**  
Председатель научного семинара  
при Ученом совете по присуждению ученых  
степеней, д.х.н., проф.

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Сегодня в мире полимерной химии и технологии композитных материалов возрастает потребность в безопасных, экологически чистых и высокоэффективных жестких уретановых эластомерах для использования в автомобильной, машиностроительной, строительной, радиоэлектронной, бытовой технике и ряде других отраслей промышленности. В связи с токсичностью ди- и полиизоцианатов, широко используемых в производстве традиционных полиуретанов, необходимостью повышения мер безопасности при эксплуатации и значительным влиянием на производственные затраты, замена их альтернативными реагентами является важной научно-технической задачей. Поэтому совершенствование технологий получения олигомеров с уретановыми группами, не содержащими изоцианатов, имеет большое значение.

В мире ведутся научно-исследовательские работы по дальнейшему улучшению функциональных свойств полиуретановых полимеров и разработке экологически безопасных и эффективных технологий их производства. В этой связи особое внимание уделяется разработке новых, не содержащих изоцианатов методов химической трансформации для синтеза олигомеров, образующих уретановые группы без использования традиционных ди- и полиизоцианатов, а также разработке технологий получения уретановых олигомеров без изоцианатов на основе мочевино-формальдегидного концентрата, глицерина, мочевины и формалина.

В нашей стране достигнуты определенные результаты в направлении производства новых видов материалов в химической промышленности, в том числе реализуется масштабный комплекс мер по обеспечению местного рынка импортозамещающими химическими реагентами. В нашей республике большое внимание уделяется внедрению научно обоснованных систем управления промышленными объектами и мер по охране окружающей среды посредством внедрения инновационных технологий. В Стратегии<sup>1</sup> развития нового Узбекистана на 2022–2026 годы определены приоритетные направления развития экономики и поставлены важные задачи по «дальнейшему ускорению производства готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на основе глубокой переработки местного сырья, освоению качественно новых видов продукции и технологий». В этой связи развитие ведущих отраслей национальной экономики, включая химическую промышленность, имеет важное значение для создания высокоэффективных и экологически чистых технологий производства полиуретановых полимерных материалов.

Настоящая диссертация в определённой степени способствует реализации указанных стратегических задач целому ряду нормативно-правовых актов, направленных на технологическое развитие страны, в

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года No УП-60 "О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы".

частности: Указу Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № PF-60 «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы», Указу Президента от 7 февраля 2017 года № PF-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017–2022 годах», Постановлению Президента № PQ-3236 от 28 июня 2022 года, Постановлению Президента № PQ-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан», а также другим нормативно-правовым документам, регулирующим развитие химической отрасли.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологии республики VII «Химическая технология и нанотехнология».

**Степень изученности проблемы.** Развитие методов синтеза олигомеров, содержащих уретановые группы, а также создание полиуретановых материалов на основе карбамид-формальдегидного концентрата является важной областью современной полимерной химии. В научной литературе проблеме получения полиуретанов и уретансодержащих олигомерных систем посвящены исследования многих зарубежных ученых, среди которых Отто Байер, Бернхард Толленс, Карл Гольдшмидт, Рашедул Хасан, Фархана Момотаз, Фатема Туз Джохура, Цзинбяо Сонг, Ян Хан, Сяосин Янь и др.

Современная узбекская научная школа также внесла значительный вклад в развитие данного направления. Исследования академика А.Т. Джалилова и его учеников — Х.Х. Тураева, Ф.Н. Нуркулова, Ш.Н. Киёмова, Р.В. Аликулова, А.Ф. Шодиева, Ф.А. Магруппова, М.Г. Алимухамедова, Р.И. Адилова, М.С. Хатамовой, Г.Н. Кудратова и др. — позволили разработать новые методы синтеза полиуретанов, эпоксиуретанов, полиаминов, полиолов, различных эпоксидных олигомеров, а также уретансодержащих эластомеров, применяемых в автомобилестроении, строительстве, приборостроении, радиоэлектронике и других областях промышленности.

В то же время актуальным остается создание более термостойких, коррозионностойких, химически и механически устойчивых полиуретановых материалов на основе карбамид-формальдегидных систем, что требует разработки новых технологических подходов к синтезу олигомеров уретанового типа.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Термезского государственного университета в рамках проектов «Организация производства модифицированных серных бетонных изделий на основе отходов серы предприятий нефтегазовой промышленности Сурхандарьинской области» (2021 г.) и MU-FZ-201910142 «Разработка инновационной технологии производства минерализованных труб, фитингов, панелей и напольных покрытий» (2020–2022 гг.),

направленных на подготовку к коммерциализации и реализацию инновационных проектов.

**Цель исследования.** Разработка технологии получения нового типа полиуретанов на основе карбамид-формальдегидного концентрата.

**Задачи исследования:**

Определить оптимальные условия синтеза новых типов олигуретанов на основе карбамид-формальдегидного концентрата и глицерина.

Разработать технологию получения полиуретановых полимеров на основе синтезированных олигуретанов.

Охарактеризовать состав, структуру, адгезионные и физико-химические свойства олигуретанов.

Получить полимерные композиционные материалы на основе олигуретанов и изучить их физико-механические свойства.

Исследовать коррозионную стойкость, физико-химические и деформационные свойства полиуретанов.

Создать полимерные композиционные материалы на основе уретансодержащих эластомеров и изучить их физико-механические характеристики.

Разработать технологию получения новых типов олигуретанов на основе карбамид-формальдегидного концентрата и глицерина и определить направления их применения.

**Объект исследования:** Глицерин, карбамид, формальдегид, карбамидоформальдегидный концентрат, фталевый ангидрид, базальт.

**Предмет исследования:** разработка оптимальных условий получения уретансодержащих олигоуретанов на основе карбамида и карбамидо-формальдегидного концентрата, исследование взаимодействия олигоуретанов с фталевым ангидридом, а также изучение физико-механических и химических свойств полученных полиуретановых полимеров, эластомеров и композитных материалов на их основе.

**Методы исследования.** В диссертационной работе использованы деформационно-прочностные анализы, триботехнические анализы, ИК спектроскопия, хромато-масс спектроскопия, термомеханические анализы.

**Научная новизна исследования заключается в следующем:**

Разработана технология синтеза новых типов олигомеров, содержащих уретановые группы, на основе мочевино-формальдегидного концентрата, глицерина, мочевины и формалина;

разработан способ получения новых сшитых олигоуретан-фталатных композитных материалов с высокой вязкостью, коррозионной стойкостью и прочностью на деформацию на основе взаимной реакции синтезированных олигоуретанов и фталевого ангидрида;

доказано, что природа продуктов реакции в ходе химической реакции олигоуретанов с фталевым ангидридом не влияет на возможность использования полиуретанов в качестве матрицы, и получены новые наполненные композиты на основе полиуретана;

определен механизм образования полиуретановых структур на основе олигоуретанов и влияние олигомеров уретановых групп на коэффициент трения фталоуретановых полимеров и увеличение коэффициента трения с увеличением нагрузки.

#### **Практические результаты исследования:**

Предложена технология производства олигомеров, содержащих уретановые группы, без использования изоцианатов;

На основе синтезированных олигоуретанов и фталевого ангидрида разработаны антикоррозионные покрытия, устойчивые к атмосферным и агрессивным средам;

Определены термомеханические свойства уретансодержащих эластомеров и композитных материалов на их основе;

Создан звукоизоляционный и водонепроницаемый полиуретановый композит, армированный базальтовым наполнителем, обладающий высокой прочностью при сжатии.

#### **Достоверность результатов.**

Достоверность и обоснованность выводов подтверждаются использованием высокоинформативных современных методов химического, физико-химического и физико-механического анализа: ИК-спектроскопии, хроматографии, масс-спектроскопии и сканирующей электронной микроскопии, разработанные технологии синтеза уретановых олигомеров, эластомеров, композитных материалов и покрытий прошли лабораторные и промышленные испытания и рекомендованы к внедрению в производство.

#### **Научно-практическое значение результатов исследований.**

Научная значимость результатов исследований объясняется тем, что разработаны методы синтеза олигомеров с уретановыми группами на основе мочевино-формальдегидного концентрата, глицерина, мочевины и формалина без использования изоцианатов, разработан метод получения новых сшитых олигоуретан-фтالاتных композитных материалов с высокой вязкостью, коррозионной стойкостью и прочностью на деформацию на основе синтезированных олигоуретанов и фталевого ангидрида, а также определены состав, структура и физико-механические свойства полученных соединений.

Практическое значение результатов исследований заключается в получении полимерных композитных материалов без использования изоцианатов, научно обоснованном совершенствовании методов производства с физическими, механическими, коррозионными и фрикционными свойствами, а также в производстве композитных материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами на основе полученных результатов исследований и в производстве полимерных материалов, антикоррозионных покрытий и композитных материалов для применения в различных отраслях промышленности на основе полученных олигоуретанов.

#### **Внедрение результатов исследования.**

На основе результатов исследований по разработке технологии получения уретансодержащих олигоуретановых эластомеров на основе карбамидо - формальдегидного концентрата:

Технология получения полиуретана без использования изоцианатов на основе мочевиноформальдегидного концентрата была внедрена на ООО «Первый резиновый завод» в производство полиуретановых олигомеров (номер заявки ООО «Первый резиновый завод» от 20 марта 2025 г.). В результате стало возможным получение уретансодержащих эластомеров, используемых в производстве резиновых смесей марок 101-Т1, 301-Л, 101-Л, применяемых для конвейерных лент;

полученные уретансодержащие эластомеры были внедрены на ООО «Первый резиновый завод» в производство резиновых смесей (номер заявки ООО «Первый резиновый завод» от 20 марта 2025 г.). В результате удалось повысить эффективность конвейерных лент.

#### **Апробация и публикации.**

Результаты исследования апробированы на 6 научных конференциях, из них 2 международные и 4 республиканские. По теме диссертации опубликовано 11 научных работ, включая 5 статей, рекомендованных ВАК Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации (3 – в республиканских, 2 – в зарубежных журналах).

**Структура и объем диссертации.** Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, приложений. Объем диссертации состоит из 110 страниц.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования, цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

**В первой главе диссертации "Получение и применение полиуретанов"** приведен анализ литературных материалов по изучению изоцианатных и неизоцианатных полимеров, химического состава и физико-химических свойств олигоуретанов, а также методов их получения и применения. Изучена эффективность уретановых олигомеров и полиуретановых полимеров.

**Во второй главе диссертации "Синтез и свойства олигоуретанов сортов ОУ-350 и ОУ-450"** исследованы методы синтеза.

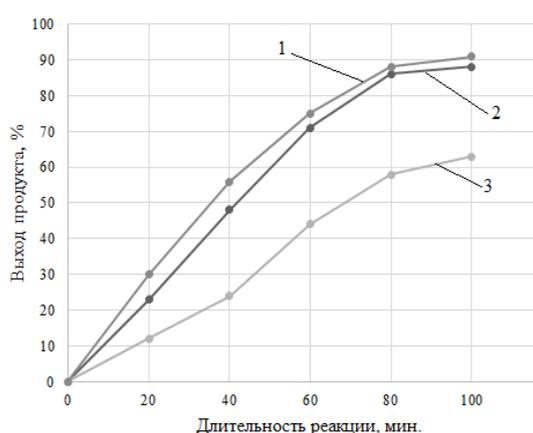
Проведение реакции синтеза олигоуретана ОУ-350. В колбу добавляют 100 г карбамидоформальдегидного концентрата, включают нагреватель и регулируют термореле на 85 °С, включают механизм медленного перемешивания и через некоторое время медленно добавляют 18,7 г

отмеренного глицерина, увеличивают скорость реакционной мешалки и реакцию продолжают в течение 6 часов.

В результате реакции синтезируется медленно текущий олигоуретан в густом состоянии прозрачного цвета, и температура медленно снижается и перемешивается.

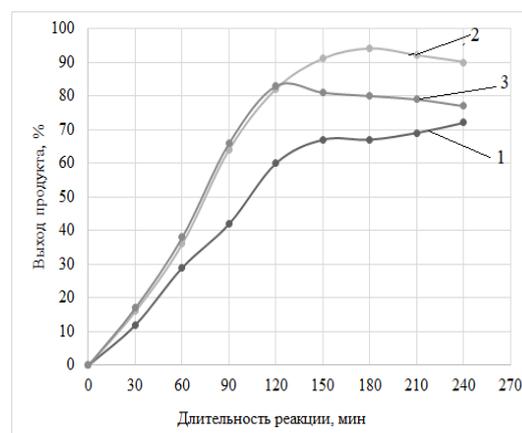
При синтезе уретанового олигомера ОУ-450 сначала получают диуретан на основе мочевины и глицерина. В колбу, снабженную мешалкой, обратным холодильником и термометром, помещают 50 граммов мочевины и нагревают до 95-100°C. Во время перемешивания при температуре реакционной массы не ниже 100 °С добавляют 31 грамм глицерина. После добавления всего заданного количества глицерина температура реакции поднимается до 120 °С. При такой температуре реакция длится 30 минут. Затем в течение 15 минут температура повышается с 120 °С до 135-140 °С. При достигнутой температуре реакция длится 2 часа. После завершения реакции температуру снижают до 70 °С и жидкую светло-коричневую массу перемешивают в течение 30-40 минут.

Синтез олигоуретана ОУ-450. По реакции полученного диуретана с формальдегидом и дополнительной мочевиной получают олигомеры, содержащие уретановые группы. Сначала готовится раствор: 35 граммов мочевины растворяют в 190 граммах формалина с концентрацией 30% формальдегида и добавляют 10 мл 0,5 нормального раствора гидроксида натрия. В колбу, снабженную мешалкой, обратным холодильником, капельной воронкой и термометром, помещается ранее полученный диуретан и нагревается до 80 °С. Затем включается мешалка и через капельную воронку закапывается предварительно приготовленный раствор мочевины в формалине. После того, как раствор полностью залит в реакционную массу, температура реакционной среды медленно повышается от 80 °С до 130 °С в течение 40 минут. Реакция длится 3 часа при достигнутой температуре.



Реакция протекает при: 1 – 60 °С;  
2 – 80 °С; 3 – 90 °С.

**Рисунок 1. Влияние время проведения реакции на выход ОУ-350**



Реакция протекает при: 1 – 110 °С; 2  
- 130 °С; 3 – 150 °С.

**Рисунок 2. Влияние время проведения реакции на выход ОУ-450**

На рисунках 1 и 2 показана зависимость выхода синтеза олигоуретанов от температуры и продолжительности реакции. Определены время и оптимальная температура синтеза олигоуретанов. Как видно из рисунка 1, наилучший выход ОУ-350 происходит в диапазоне температур 80-90 0С. Оптимальной температурой для синтеза ОУ-450 является 130 0С, и реакцию необходимо продолжить в течение 180 минут (рис. 1 и 2).

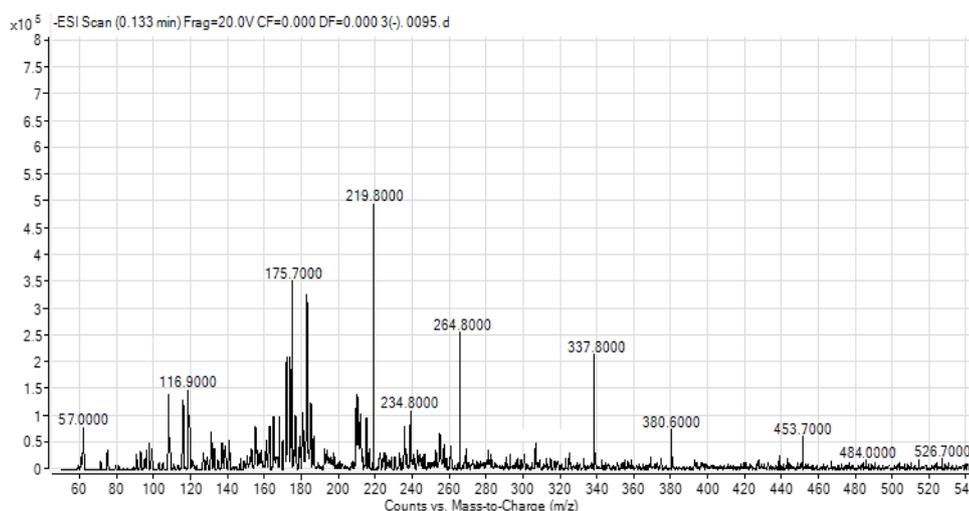
В таблице 1 приведены результаты измерений показателей вязкости для разбавленных растворов олигоуретанов. Для определения вязкости растворов олигоуретана использовали метод, основанный на измерении времени прохождения различных растворов и чистого растворителя в капиллярном вискозиметре Уббелода при постоянной температуре 22<sup>0</sup>С. Как видно из таблицы, олигоуретан УО-450 гораздо более вязкий, чем олигоуретан У-350.

**Таблица 1**

**Показатели вязкости разбавленных растворов уретановых олигомеров**

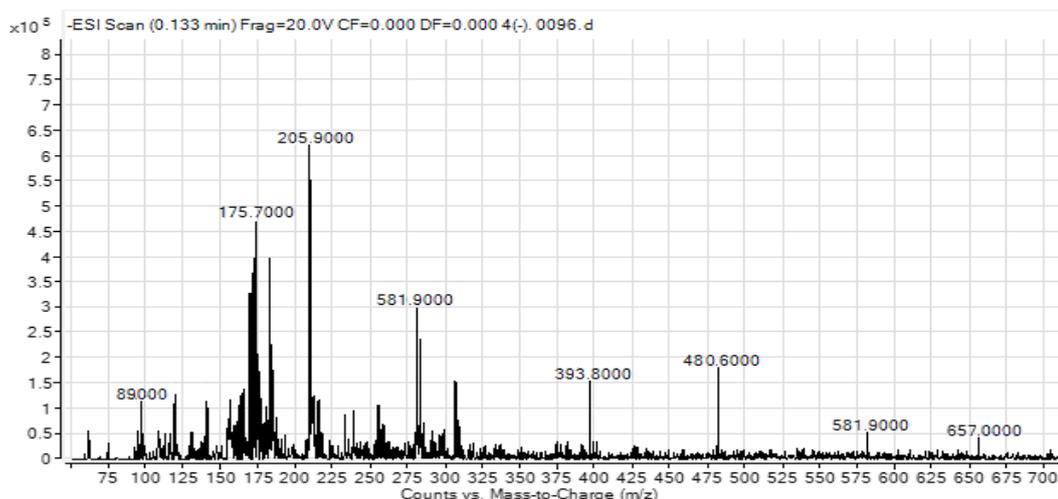
Название олигомера	Концентрация раствора, %	$\eta_{отн}$	$\eta_{уд}$	$\eta_{пр}$	$\eta_{хв}$
Олигомер марки ОУ-350	0,125	1,0147	0,0143	0,1139	0,1041
	0,25	1,0325	0,0327	0,1306	
	0,5	1,0777	0,0777	0,1552	
	1	1,1629	0,1628	0,1629	
Олигомер марки ОУ-450	0,125	1,0133	0,0133	0,1047	0,1187
	0,25	1,0285	0,0284	0,1133	
	0,5	1,0579	0,0579	0,1155	
	1	1,1210	0,1210	0,1210	

Полученные олигоуретаны проанализированы с помощью хромато-масс спектрометра. По результатам хромато-масс спектроскопии макромолекулярный ион олигоуретана ОУ-350 с самым большим молекулярным весом имеет массу 560 (рисунок 3).



**Рисунок 3. Хромато-масс-спектры олигоуретана ОУ-350**

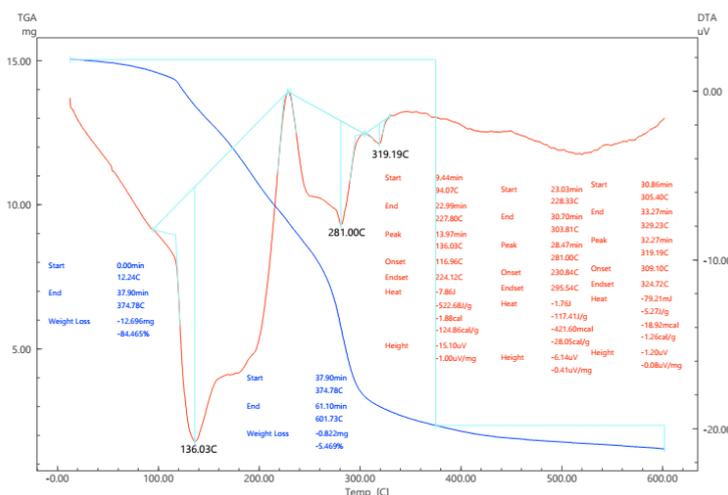
Макромолекулярный ион олигоуретана ОУ-450 с самым большим молекулярным весом имеет массу 660 (рисунок 4).



**Рисунок 4. Хромато-масс-спектры олигоуретана ОУ-450**

Таким образом, обосновываясь на полученные результаты анализов хромато-масс спектроскопии созданы эффективные методы синтеза олигоуретанов, содержащие уретановые группы. Установлены оптимальные температуры проведения реакций, очередность процессов синтеза и их продолжительность.

Дифференциальный термический анализ (DTA) и термогравиметрический анализ (TGA). Дифференциальный термический анализ (DTA) представляет собой термоаналитический метод, аналогичный дифференциальной сканирующей калориметрии. В методе DTA исследуемый материал и инертный стандарт подвергаются одинаковому температурному режиму, и фиксируется любое различие температур между образцом и стандартом. Одна термопара устанавливается в инертный материал  $Al_2O_3$ , другая — в исследуемый образец. При повышении температуры, если образец подвергается фазовому переходу, на вольтметре наблюдается кратковременное отклонение сигнала. Это объясняется тем, что подводимое тепло повышает температуру инертного материала, тогда как в момент фазового превращения образца энергия поглощается в виде скрытой теплоты. Процесс проводится в инертной газовой среде, как правило, под гелием или аргоном.



**Рисунок 5. DTA-кривая КФЕ**

Термическое поведение олигоуретана, синтезированного на основе карбамида и формальдегида, исследовано методом TGA в диапазоне 20–500 °С. Навеска эластомера массой 3,14 мг была помещена в анализатор, и термодеструкция образца изучалась при последовательном повышении температуры. Полученные термогравиметрические кривые представлены на рисунке 5.

В результате ДТА-анализа синтезированного эластомера установлено три области потери массы, а также зафиксированы один экзотермический и один эндотермический процесс. Первый этап термического разложения начинается при 136,03 °С, при этом наблюдается потеря массы 1,0 мг, что составляет 29,32 %. Данная стадия разложения объясняется удалением избыточного формальдегида и воды.

Второй этап разложения начинается при 281,00 °С и завершается потерей массы 0,714 мг, что составляет 22,74 %. В данном температурном диапазоне происходит разложение (C=O) и (NH–CH<sub>2</sub>) фрагментов с выделением оксида углерода (II).

Третий этап является основным этапом термического разложения и начинается при 319,19 °С. На этой стадии наблюдается потеря массы 1,242 мг, что соответствует 36,063 %. В результате разложения органических соединений образуется углеродный остаток.

Согласно результатам ДТА-анализа, эластомер, синтезированный на основе карбамида, формальдегида и глицерина, разлагается в соответствии с функциональными группами, определёнными спектрами ИК-спектроскопии.

Дифференциально-термический и термогравиметрический анализ. Согласно результатам ДТА-анализа полученного полиуретана, наблюдаются три экзотермических пика при 187,14 °С, 237,32 °С и 283,76 °С. Эндотермических процессов не зафиксировано. Экзотермические пики при 187,14 °С и 237,32 °С обусловлены разложением аммонийного иона, входящего в состав макромолекулы. Энергетический эффект этих процессов составляет соответственно –226,08 mcal (–946,39 mJ). Экзотермический пик при 283,76 °С связан с разложением углерод-кислородных фрагментов или разрывом ковалентных связей. Согласно данным TGA, разложение полиуретана происходит в два этапа.

В третьей главе диссертации, озаглавленной «Строение и свойства полимеров полиуретанов на основе олигоуретана», рассматриваются процессы получения фталлурейтановых полимеров на основе вышеуказанных олигоуретанов, а также обсуждаются их адгезионные, деформационно-прочные и термомеханические свойства.

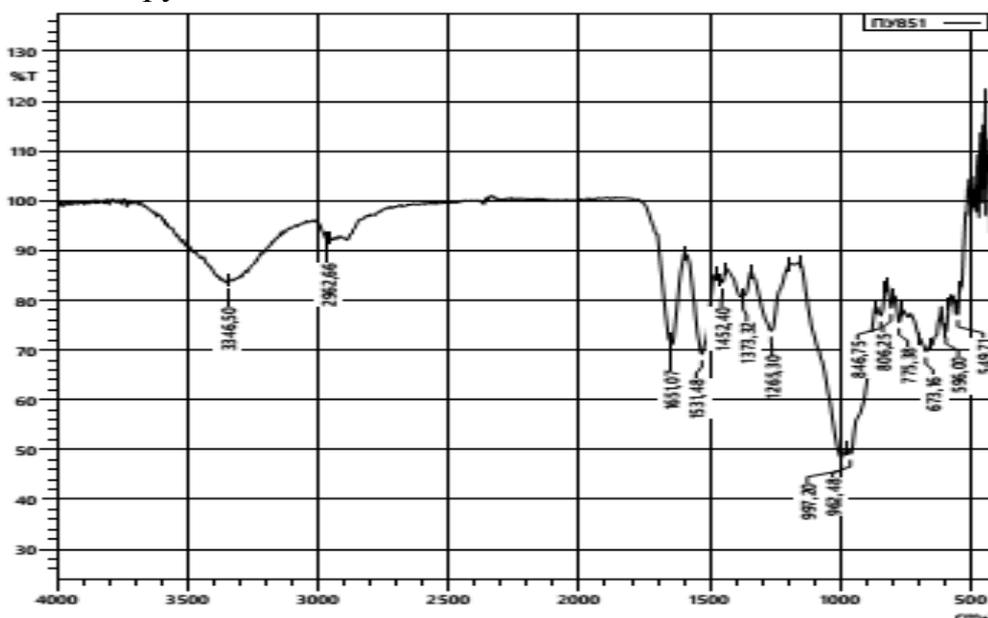
Для получения фталлурейтановых полимеров фталевый ангидрид и олигоуретаны интенсивно смешивали в гомогенизаторе до получения однородной массы. Полученная смесь вступала во взаимодействие с фталевым ангидридом при повышенной температуре.

Сокращения КФУ и ФУ обозначают полиуретановые полимеры, при синтезе которых соответственно использованы карбамидный концентрат или олигоуретан, полученный на основе карбамида. Числовые индексы в

маркировке соответствуют массовой доле олигоуретана в готовом полиуретановом полимере.

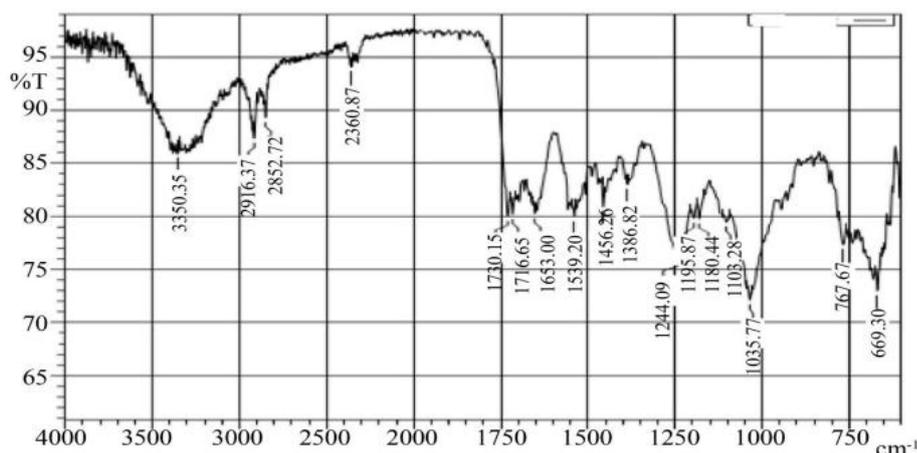
На ИК-спектре ОУ-350 (рисунок 6) наблюдается полоса поглощения в области  $1531,48\text{ см}^{-1}$ , соответствующая колебаниям групп  $-\text{NH}_2$ . Полоса в области  $846,75\text{ см}^{-1}$  относится к валентным колебаниям связей  $\text{C}-\text{N}$ . Ассиметричные валентные колебания группы  $\text{C}-\text{O}-\text{C}$  проявляются в области  $1265,30\text{ см}^{-1}$ . Линия поглощения при  $1373,32\text{ см}^{-1}$  указывает на присутствие несубституированной уретановой группы. В области  $3346,50\text{ см}^{-1}$  ИК-спектр демонстрирует широкую и интенсивную полосу поглощения, что связано с водородным связыванием и свидетельствует о наличии эластомерного состояния материала.

Результаты ИК-спектроскопии подтверждают наличие в молекуле КФУ фрагментов  $(-\text{NH}-\text{CH}_2-)$ , а расшифровка спектров также свидетельствует о присутствии групп  $(-\text{C}=\text{O})$ . Это означает, что макромолекула эластомера содержит  $(-\text{C}=\text{O}-)$  и  $(-\text{NH}-\text{CH}_2-)$  фрагменты не только на концах цепи, но и во внутренних сегментах. Наличие карбонатной группы  $(-\text{O}-\text{CO}-\text{O}-)$  указывает на то, что часть несубституированных  $(-\text{C}=\text{O}-)$  и  $(-\text{NH}-\text{CH}_2-)$  групп вступила в реакцию с гидроксильными группами глицерина либо с терминальными гидроксильными группами макромолекул эластомера. Таким образом, на основании данных ИК-спектроскопии можно сделать вывод, что в результате проведённых реакций синтеза получены олигомерные соединения линейного и слабозветвлённого строения. На концах макромолекулы эластомера могут сохраняться несубституированные гидроксильные группы.



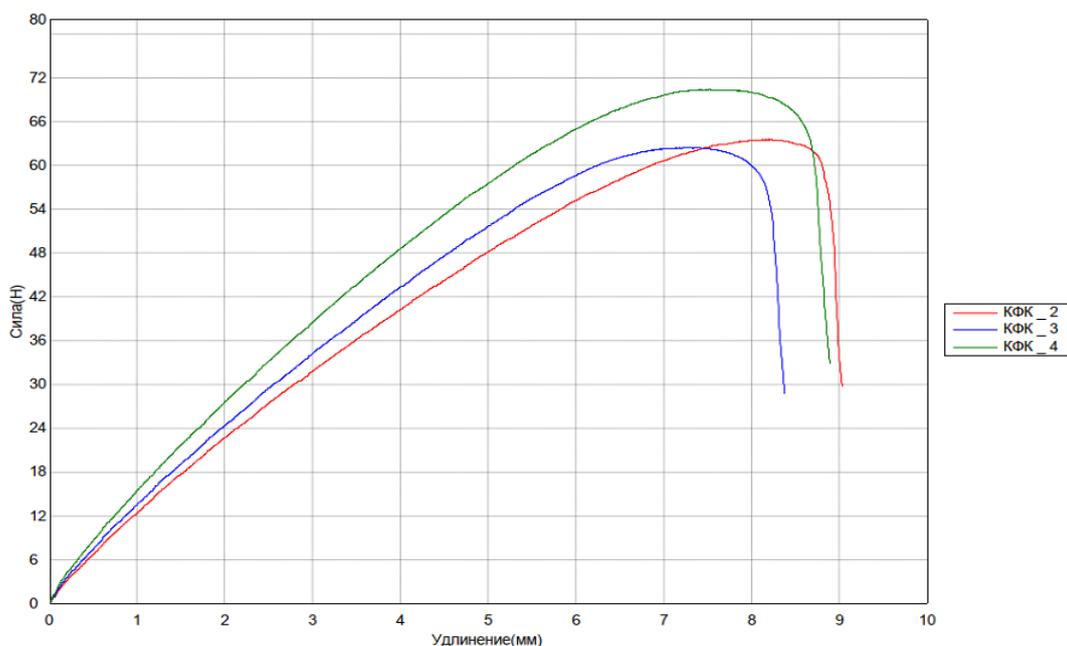
**Рисунок 6. ИК-спектр эластомерного полимера на основе олигоуретана УО-350**

Результаты ИК-спектроскопии показали, что фталевый ангидрид полностью вступил в реакцию.



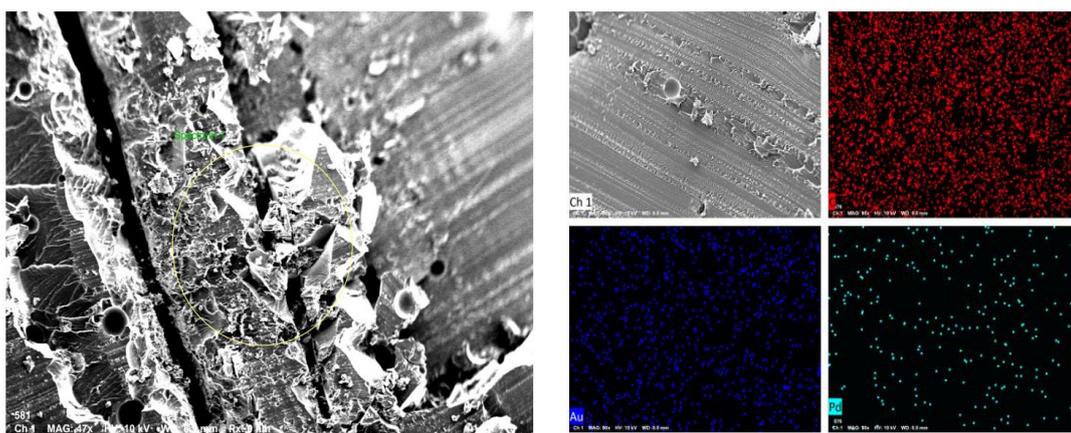
**Рисунок 7. ИК-спектр фталуретанового полимера на основе олигоуретана OU-450**

Результаты ИК-спектроскопии показывают наличие слабых полос поглощения: в области  $2920,30\text{--}2852,72\text{ см}^{-1}$  — валентные колебания связей С–Н, а в области  $1037,70\text{ см}^{-1}$  — деформационные колебания гидроксильных групп. Полоса поглощения при  $1616,35\text{ см}^{-1}$  подтверждает присутствие фрагментов  $\text{--CO--NH}_2$ . ИК-спектр характеризуется полосой поглощения в области  $1653,00\text{ см}^{-1}$ , соответствующей колебаниям групп  $\text{--NH}_2$ . Полоса в области  $854,47\text{ см}^{-1}$  относится к валентным колебаниям связей С–N. Ассиметричные валентные колебания группы С–О–С проявляются при  $1173,68\text{ см}^{-1}$ , а полоса поглощения при  $1247,94\text{ см}^{-1}$  соответствует растяжению карбонатных групп  $\text{--O--CO--O--}$ . Наличие полосы при  $1732,08\text{ см}^{-1}$  указывает на присутствие несубституированной уретановой группы.



**Рисунок 8. Прочность на растяжение композиционных материалов, полученных на основе КФК**

Эластомеры широко применяются в качестве клеевых, покрывных и связующих компонентов при получении полимерных композиционных материалов. В данной работе была определена адгезионная прочность эластомера, синтезированного на основе карбамида, формальдегида и глицерина. В связи с этим были исследованы деформационные и растяжимые свойства композиционных материалов, полученных с использованием эластомеров марок 1–4 (рис. 4–5). Для испытаний были изготовлены полимерные формы размером 10×15 см, в которые заливался синтезированный эластомер. После отверждения образцов были изучены их эластические и деформационные характеристики.



**Рисунок 9. СЭМ-изображение полиуретана, полученного на основе OU-350**

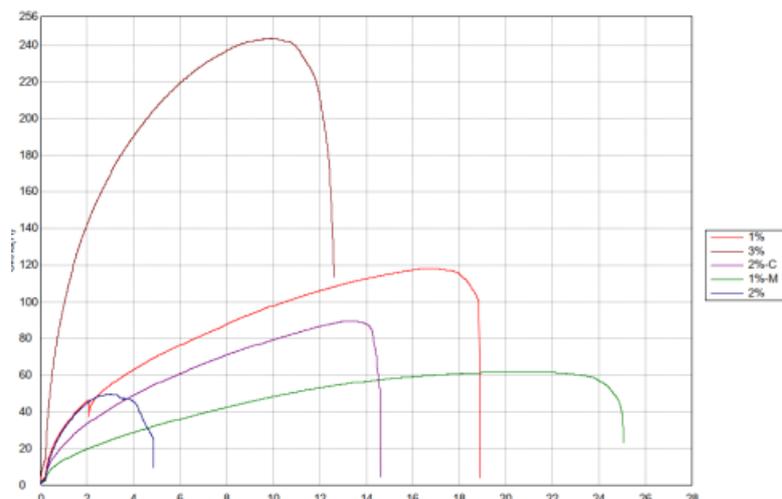
Дифференциально-термический и термогравиметрический анализ. Согласно результатам ДТА-анализа полученного полиуретана, зарегистрированы три экзотермических пика при 187,14 °С, 237,32 °С и 283,76 °С. Эндотермические процессы не наблюдались. Экзотермические пики при 187,14 °С и 237,32 °С обусловлены разложением аммонийного иона в структуре макромолекулы. Энергетический эффект данных процессов составляет соответственно –226,08 mcal (–946,39 mJ). Экзотермический пик при 283,76 °С связан с разложением углерод-кислородных фрагментов или разрывом ковалентных связей. Согласно данным TGA, разложение полиуретана происходит в два этапа.

**Таблица 2.**

**Показатели твердости, эластичности и пластичности прочных полиуретановых полимеров по методу Бринелля**

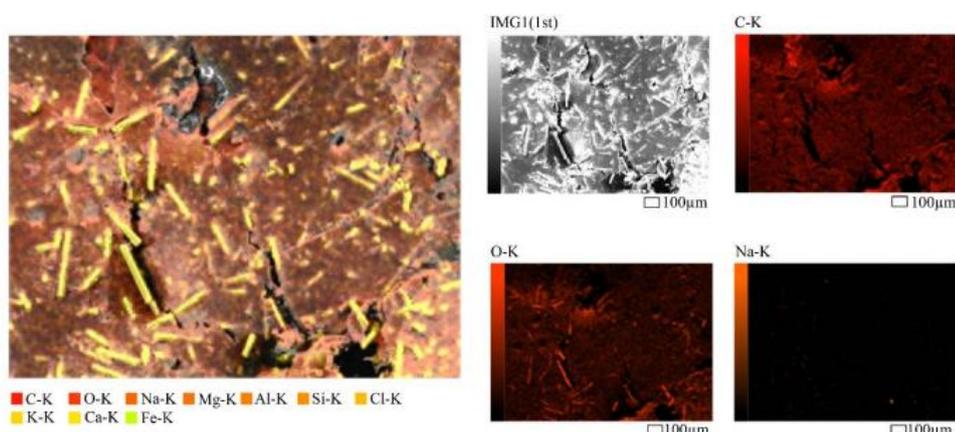
Номера образцов	Наименование	Твёрдость, МПа	Эластичность, %	Пластичность, %
«Твёрдый полиуретан»				
1	FU-1%	16,9115	85,2	14,8
2	FU-2%	14,2246	51,8	48,2
3	FU-3%	46,3297	70,7	29,3
4	FU-1%+M	5,94482	61,3	38,7
5	FU-2% C <sup>0</sup>	12,1271	51,8	48,2

Были исследованы значения твёрдости, эластичности и пластичности полиуретанов, полученных на основе синтезированного ОУ-450, по методу Бринелля.



**Рисунок 10. Прочность на растяжение композиционных материалов, полученных на основе ФУ**

Согласно данным таблицы 2, во всех образцах синтезированных полиуретановых полимеров значение твёрдости изменяется в зависимости от содержания добавленного базальтового минерала. Увеличение доли олигомера в составе полиуретана приводит к росту эластичности, при этом наблюдается обратное влияние на пластичность материала. Синтезированный полиуретан был исследован методом СЭМ, проведён морфологический анализ.



**Рисунок 12. СЭМ-изображение полиуретана, полученного на основе ОУ-450**

Как видно на приведённом изображении, морфологическая структура синтезированного полиуретана, а также степень модифицирования его базальтовым минералом, прослеживаются при увеличении в 250 и 650 раз. Установлено, что базальтовый наполнитель равномерно распределён в структуре полиуретана, что оказывает положительное влияние на его прочностные характеристики.

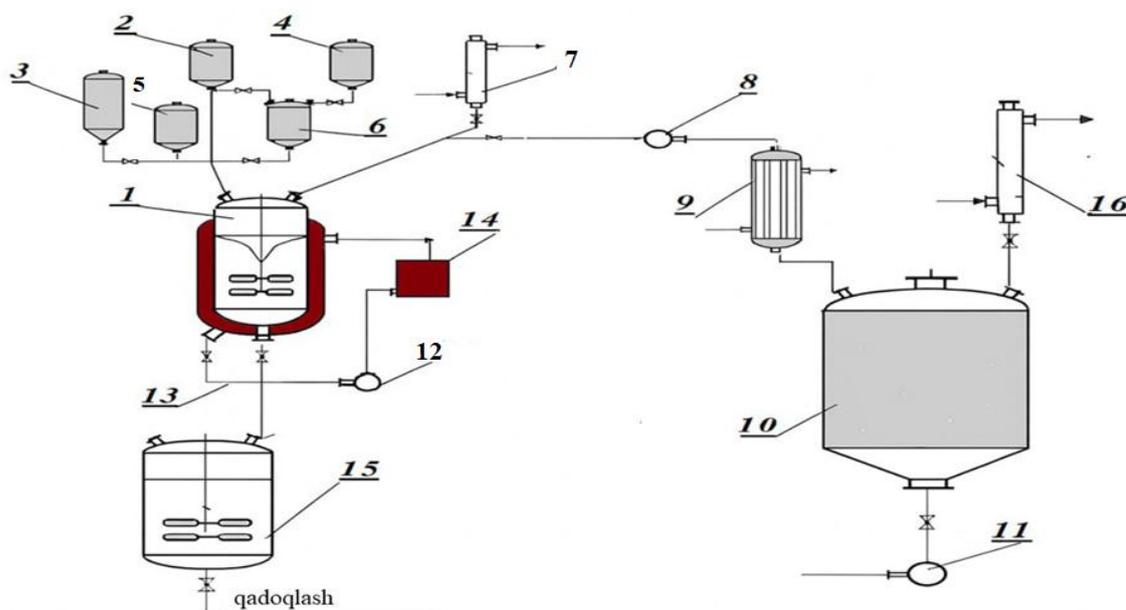
Таким образом, структура полученных полиуретановых полимеров объясняется сравнением кинетических, физико-механических и термомеханических свойств. Показано влияние степени твердения на

деформационные и другие физико-механические свойства. Высокая эластичность полимера привела к снижению коэффициента трения даже при его низких прочностных свойствах.

В четвертой главе диссертации "Экономическая эффективность и технологическая схема получения олигоуретанов и полиуретанов" обсуждается технология производства полиуретанового покрытия и уретаносодержащих эластомеров. Рассчитана сравнительная и общая экономическая эффективность применения полученных полиуретанов.

В научно-исследовательском центре, созданном при Термезском государственном университете, разработана технология производства олигоуретанов марок ОУ-350 и ОУ-450 на основе местного сырья. На рис. 13 представлена технологическая схема производства олигоуретанов.

Отличительными признаками предлагаемого способа является получение олигомеров, содержащих уретановую группу, путем производства без ди- или полиизоцианатов и более упрощенным способом без использования низких температур и высоких давлений.



1-реактор с теплообменной рубашкой; 2-емкость для этиленгликоля; 3- емкость для глицерина; 4-бункер для мочевины; 5- емкость для формалина; 6-емкость для раствора гидроксида натрия; 7-обратный холодильник; 8-вакуум насос; 9- холодильник; 10- абсорбер; 11, 12- насосы; 13- вентиль; 14- нагреватель теплоносителя; 15- емкость для медленного охлаждения смолы, 16 – обратный холодильник абсорбера.

### Рисунок 13. Технологическая схема производства олигоуретанов

При производстве обоих уретановых олигомеров выделяется аммиак. Для предотвращения выброса вредных газов в атмосферу к реактору подключено дополнительное оборудование. Абсорбер 10 с обратным холодильником 16 служит для поглощения аммиака водой. Помимо аммиака, в емкость абсорбера с помощью вакуумного насоса 8 закачивается вода из реакционной массы, содержащая остаток аммиака и непрореагировавший формалин. Вода, насыщенная аммиаком и непрореагировавшим формалином, подается насосом 11 из абсорбера в ректификационный цех.

Оценка экономической эффективности применения разработанных олигоуретанов и полиуретанов в производстве антикоррозионных покрытий предполагает сравнение себестоимости полиуретана с себестоимостью импортных аналогов.

**Таблица 3.**

**Цены на полиуретановый материал на основе ОУ-350**

Сырьё	Цена 1 кг сырья, сум	Расход сырья на 1 тонну олигомера, кг	Сумма
Карбамид-формальдегидный концентрат	1215	813	987795
Глицерин	32 000,0	152	2432000
Фталевый ангидрид	19 100	32	611200
<b>Итого</b>			<b>6 462 995,00</b>

**Таблица 4.**

**Цены на полиуретановый материал на основе ОУ-450**

Сырьё	Цена 1 кг сырья, сум	Расход сырья на 1 тонну олигомера, кг	Сумма
Карбамид	3600	547	1969200
Глицерин	32 000,0	92	2944000
Формальдегид	3000	722	216 600
Фталевый ангидрид	19 100	27	515700
<b>Итого</b>			<b>5 645 500</b>

**Таблица 5.**

**Стоимость полиуретана, полученного на основе ОУ-350**

Заработная плата, сум	Цена, сум
Социальный налог, 1 %	1854210
Материалы	18542,1
Дополнительные расходы	6 462995,0
Прибыль, 10 %	337976
Итого	867000
НДС, 12 %	9540723
Всего	1 617191,98
Заработная плата, сум	11 157 914,98

**Таблица 6.**

**Стоимость полиуретана, полученного на основе ОУ-450**

Заработная плата, сум	Цена, сум
Социальный налог, 1 %	1854210
Материалы	18542,1
Дополнительные расходы	5 645 500
Прибыль, 10 %	337 976
Итого	785 000
НДС, 12 %	8 641 222
Всего	1 617191,98
Заработная плата, сум	10 258 419,1

## **ВЫВОДЫ**

1. Предложена технология получения олигомеров, содержащих уретановые группы, на основе химической трансформации карбамид-формальдегидного концентрата, глицерина, карбамида и формалина без использования ди- или полиизоцианатов.

2. Разработан способ получения шитых олигуретан-фталловых и олигуретан-эластомерных полимерных композиционных материалов, обладающих высокими адгезионными, антикоррозионными и деформационно - прочностными свойствами, на основе синтезированных олигуретанов и фталевого ангидрида.

3. Установлена возможность использования полиуретановых полимеров в качестве связующего или матрицы при получении наполненных полимерных композиционных материалов. Показано, что природа наполнителей не оказывает влияния на химическое взаимодействие олигуретанов с фталевым ангидридом.

4. Показана схема формирования полиуретановой конструкции на основе олигуретанов, а также влияния олигуретанов на деформационно-прочные свойства полиуретановых полимеров и полимерных композиций на их основе.

5. Показано влияние олигомеров, содержащих уретановые группы, на коэффициент трения фталлуретановых полимеров. Установлено, что с увеличением нагрузки коэффициент трения образцов фталлуретанового полимера повышается.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARD OF SCIENTIFIC DEGREES  
DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01 AT TERMEZ STATE UNIVERSITY**

---

**TERMEZ STATE UNIVERSITY**

**SAFAROV AZAMAT MAMATALI UGLI**

**DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGY FOR PRODUCING  
POLYURETHANE BY A NON-ISOCYANATE METHOD BASED ON  
UREA-FORMALDEHYDE CONCENTRATE**

**02.00.14 – Technology of organic substances and materials based on them**

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)  
ON TECHNICAL SCIENCES**

**Termez – 2025**

The dissertation topic for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences was registered with the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science, and Innovation of the Republic of Uzbekistan under number B2025.3.PhD/T5838.

The dissertation was completed at Termez State University.

The dissertation abstract in three languages (Uzbek, Russian, and English (summary)) is posted on the Academic Council website ([www.tersu.uz](http://www.tersu.uz)) and on the Ziyonet information portal ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Scientific supervisor:**

**Alikulov Rustam Valiyevich**  
Doctor of Chemical Sciences, Professor

**Official opponents:**

**Sottikulov Elyor Sotimboevich,**  
Doctor of Technical Sciences,

**Eshmurodov Khurshid Esanberdievich,**  
Doctor of Philosophy in Technical Sciences

**Leading organization:**

**Bukhara State University**

The defense of the thesis will take place "\_\_\_\_\_" 2025 at "\_\_\_\_\_" hours at a meeting of the Scientific Council DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01 at Termez State University at the address: 190111, Surkhandarya region, Termez, st. Barkamol Avlod, 43. Tel.: (+99876) 221-74-55, fax: (+99876) 221-71-17, e-mail: [termizdu@umail.uz](mailto:termizdu@umail.uz).

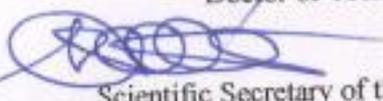
The thesis is registered at the Information Resource Center of Termez State University under No. \_\_\_\_\_, which can be found at the IRC (190111, Surkhandarya region, Termez, Barkamol Avlod St., 43. Tel.: (+99876) 221-74-55, fax: (+99876) 221-71-17, e-mail: [termizdu@umail.uz](mailto:termizdu@umail.uz)).

The abstract of the dissertation has been distributed on «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 year

Protocol at the register № \_\_\_\_\_ dated «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 year



  
**I.A. Umbarov**  
Chairman of the Scientific Council for  
awarding of the scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Prof.

  
**Sh.A. Kasimov**  
Scientific Secretary of the Scientific Council  
for awarding the scientific degrees,  
Doctor of Chemical Sciences, Prof.

  
**L.S. Kamolov**  
Chairman of the Scientific Seminar under Scientific  
Council for awarding the scientific degrees,  
Doctor of Chemical Sciences, Prof.

## **INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)**

**The aim of the research** development of a technology for obtaining new types of polyurethanes based on urea-formaldehyde concentrate.

**The objects of the research** glycerin, urea, formaldehyde, urea formaldehyde concentrate, phthalic anhydride, basalt.

**The scientific novelty of the research** is as follows:

a technology for synthesizing new types of oligomers containing urethane groups based on urea-formaldehyde concentrate, glycerin, urea and formalin has been developed;

a method for obtaining new cross-linked oligourethane-phthalate composite materials with high viscosity, corrosion resistance and deformation strength based on the mutual reaction of synthesized oligourethanes and phthalic anhydride has been developed;

it has been proven that the nature of the reaction products during the chemical reaction of oligourethanes with phthalic anhydride does not affect the possibility of using polyurethanes as a matrix, and new filled composites based on polyurethane have been obtained;

the formation mechanism of polyurethane structures based on oligourethanes and the effect of urethane group oligomers on the friction coefficient of phthalic urethane polymers and the increase in the friction coefficient with increasing load have been determined.

**Implementation of the research results.** Based on the obtained scientific results on the development of technology for obtaining polyurethane by the isocyanide-free method based on urea formaldehyde concentrate:

The technology of obtaining polyurethane by the non-isolating method based on urea-formaldehyde concentrate has been introduced into the practice of FE LLC "BIRINCHI REZINOTEXNIKA ZAVODI" (certificate of the private enterprise LLC "BIRINCHI REZINOTEXNIKA ZAVODI" No. 09/1-179 dated March 20, 2025). As a result, it was possible to obtain urethane-containing elastomer used in the production of rubber mixtures of grades 101-T1, 301-L, 101-L, used for conveyor belts.

The obtained urethane-containing elastomers have been put into practice at the private enterprise "BIRINCHI REZINOTEXNIKA ZAVODI" LLC (certificate of the private enterprise "BIRINCHI REZINOTEXNIKA ZAVODI" LLC No. 09/1-179 dated March 20, 2025). As a result, it became possible to increase the efficiency of conveyor belts.

**The structure and scope of the dissertation.** The dissertation consists of introduction, four chapters, conclusion, list of used literature, applications. The thesis consists of 110 pages.

**E'lon qilingan ishlar ro'yxati**  
**Список опубликованных работ**  
**List of published works**

**I bo'lim (I часть; I part)**

1. Safarov A.M., Turaev Kh. Kh., Toshkulov A.X., Alikulov R.V., Djalilov A.T., Kiyomov Sh. N., Shukurov D.Kh. Synthesis of High Durability Polyurethane Based on Basalt Mineral // International Journal of Engineering Trends and Technology. 2024. –V.72. -I.12, -p.160-167, <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-v72i12p115> №3. Scopus.

2. Сафаров А.М., Тураев Х.Х., Аликулов Р.В., Киёмов Ш.Н., Хаитов Б.Т. Исследование физико-механических свойств полиуретана, полученных на основе карбамида и глицерина // Universum: технические науки. - 2024; -6(5 (122)). –с. 62-5. (02.00.00; №1.)

3. Сафаров А.М., Тураев Х.Х., Аликулов Р.В., Хужамуродов Ш.Э., Киёмов Ш.Н. Влияние режима отверждения на степень полимеризации полиуретанов // Kompozitsion Materiallar. Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali №1/2025.90-93 b. (02.00.00; №4)

4. Safarov A.M., To'rayev X.X., Aliqulov R.V., Qiyomov Sh Poliuretan asosida olingan yelimning fizikmexanik xossalari tadqiqoti // "Central asian food engineering and technology" elektron ilmiy jurnali 2024/9 VOLUME 2 ISSUE 9. (OAK Rayosatining 2023 yil 28 fevraldagi 333/5-son qarori:)

5. Сафаров А.М., Тураев Х.Х., Аликулов Р.В., Хужамуродов Ш.Э., Киёмов Ш.Н. Yuqori mustahkamlikka ega poliuretan sintezi // Qo'qon davlat pedagogika instituti ilmiy xabarlar (2025-yil 5-son) (OAK Rayosatining 2021 yil 31 martdagi 295/6-son qarori:)

**II bo'lim (II часть; II part)**

6. Сафаров А.М., Тураев Х.Х., Аликулов Р.В., Хаитов Б.Т. Синтез уретановый олигомер на основе глицерина и карбамида // Paxta tozalash, to'qimachilik va yengil sanoat sohalarining texnologiyasini takomillashtirish 2023-yil 20-21-oktabr -194-195-b Termiz-2023

7. Safarov A.M., Alikulov R.M., Qiyomov Sh.N., Obtaining a strong polyurethane based on urea and glycerin and its significance // Tabiiy fanlar sohasidagi dolzarb muammolar va innovatsion texnologiyalar. Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya 4-5 aprel 2024. -320-321-b Toshkent

8. Safarov A.M., Alikulov R.V., Qiyomov Sh.N., Xo'jamurodov Sh.E. Zararsiz poliuretanlarning sintez // Коллоидная химия: инновации и решения для химической технологии, экологии и промышленности 7-8 февраля 2025 года-198-199-с, г Термез.

9. Сафаров А.М., Тураев Х.Х., Аликулов Р.В., Киёмов Ш.Н. Физико-механические свойства полиуретанового клея XII Международный Беремжановский съезд по химии и химической технологии. Декабрь 4-6, Алматы 2024 98-с

10. Safarov A.M., Alikulov R.V., Karbamid - formaldegid konsentrati asosida yangi turdagi elastomerlarning sintezi va ularning ahamiyati. "SMART materiallar kimyosi va ularning O'zbekiston iqtisodiyotini rivojlantirishdagi istiqbollari" mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjumani. Samarqand – 2025.210-211-b

11. Safarov A.M., Alikulov R.V., Izosiyanatsiz usulda elastomer olish va uning tadqiqoti // Сборник научных трудов международной научно-технической конференции инновационные технологии переработки минеральных и вторичных ресурсов в химической и пищевой промышленности 16-17 октября Янгйер – 2025. 62-b.









