

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FAVQULODDA VAZIYATLAR  
VAZIRLIGI AKADEMIYASI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR  
BERUVCRI DSc.40/29.12.2022.T.129.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH  
ASOSIDAGI BIR MARTALIK ILMIY KENGASH**

---

**FARG‘ONA POLITEKNIKA INSTITUTI**

**RAXMANOV BAXODIR KUSHAKOVICH**

**NOMETALL TO‘QIMA TASMA VA ARQONLARDAN  
TAYYORLANGAN EGILUVCHAN YUK KO‘TARISH  
MOSLAMALARINING KONSTRUKSIYAVIY XAVFSIZLIGINI  
BAHOLASH VA ULARNI FAVQULODDA VAZIYATLARDA  
QO‘LLASHNING ALOHIDA JIHALARI**

**05.10.02 – Favqulodda holatlarda xavfsizlik. Yong‘in, sanoat, yadro va radiatsiya  
xavfsizligi  
05.09.05 - Qurilish materiallari va buyumlari**

**TEXNIKA FANLARI DOKTORI (DSC) DISSERTATSIYASI  
AVTOREFERATI**

**Fan doktori (DSc) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi**  
**Оглавление автореферата диссертации доктора наук (DSc)**  
**Contents of dissertation abstract of doctor sciences (DSc)**

**Raxmanov Bahodir Kushakovich**

Nometall to‘qima tasma va arqonlardan tayyorlangan egiluvchan yuk ko‘tarish moslamalarining konstruksiyaviy xavfsizligini baholash va ularni favqulodda vaziyatlarda qo‘llashning alohida jihatlari..... 5

**Raxmanov Bahodir Kushakovich**

Оценка конструкционной безопасности гибких грузозахватных приспособлений из неметаллических тканых лент и канатов и особенности применения их при чрезвычайных ситуациях..... 28

**Rahmanov Bahodir Kushakovich**

Assessment of the structural safety of flexible load-handling devices made of non-metallic woven tapes and ropes and features of their use in emergency situations..... 54

**E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 59

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FAVQULODDA VAZIYATLAR  
VAZIRLIGI AKADEMIYASI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR  
BERUVCRI DSc.40/29.12.2022.T.129.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH  
ASOSIDAGI BIR MARTALIK ILMIY KENGASH**

---

**FARG‘ONA POLITEKNIKA INSTITUTI**

**RAXMANOV BAXODIR KUSHAKOVICH**

**NOMETALL TO‘QIMA TASMA VA ARQONLARDAN  
TAYYORLANGAN EGILUVCHAN YUK KO‘TARISH  
MOSLAMALARINING KONSTRUKSIYAVIY XAVFSIZLIGINI  
BAHOLASH VA ULARNI FAVQULODDA VAZIYATLARDA  
QO‘LLASHNING ALOHIDA JIHATLARI**

**05.10.02 – Favqulodda holatlarda xavfsizlik. Yong‘in, sanoat, yadro va radiatsiya  
xavfsizligi  
05.09.05 - Qurilish materiallari va buyumlari**

**TEXNIKA FANLARI DOKTORI (DSC) DISSERTATSIYASI  
AVTOREFERATI**

**Fan doktori (DSc) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta‘lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.2.DSc/T728 raqam bilan ro‘yxatga olingan.**

Dissertatsiya tadqiqotlari Farg‘ona politexnika institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyume)), Ilmiy kengashning veb-sahifasida ([www.akademiya.fvv.uz](http://www.akademiya.fvv.uz)) va «ZiyoNet» Axborot–ta‘lim portaliga ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) joylashtirilgan.

**Ilmiy maslahatchi:**

**Razzakov Sobirjon Jo‘raevich**  
texnika fanlari doktori, professor

**Rasmiy opponentlar:**

**Madjidov Inomjon Urishevich**  
texnika fanlari doktori, professor

**Qosimov Ibroxim Irkinovich**  
texnika fanlari doktori, professor

**Nurmamatova Rahima Rahmanovna**  
texnika fanlari doktori, dotsent

**Yetakchi tashkilot:**

**Jizzax politexnika instituti**

Dissertatsiya himoyasi O‘zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlar vazirligi Akademiyasi huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.40/29.12.2022.T.129.01 raqamli Ilmiy kengash asosidagi bir martalik ilmiy kengashning 2025 yil “\_\_\_” \_\_\_\_\_ soat \_\_\_\_\_ dagi majlisida bo‘lib o‘tadi (Manzil: 100102, Toshkent shahar, Yangiheyot tumani, Do‘stlik ko‘chasi, 5–uy. Tel.:(71) 258-35-33; e-mail: [info@akademiya.fvv.uz](mailto:info@akademiya.fvv.uz)).

Dissertatsiya bilan O‘zbekiston Respublikasi FVV Akademiyasi Axborot–resurs markazida tanishish mumkin (№\_\_\_ raqami bilan ro‘yxatga olingan). (Manzil: 100102, Toshkent shahar, Yangiheyot tumani, Do‘stlik ko‘chasi, 5–uy. Tel.:(71) 258-35-33; e-mail: [info@akademiya.fvv.uz](mailto:info@akademiya.fvv.uz)).

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil “\_\_\_” \_\_\_\_\_ kuni tarqatildi.  
(2024 yil “\_\_\_” \_\_\_\_\_dagi \_\_\_ – raqamli reestr bayonnomasi).

**B.T.Ibragimov**

Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik  
ilmiy kengash raisi, t.f.d., professor

**X.M.Dusmatov**

Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik  
ilmiy kengash ilmiy kotibi, k.f.n., dotsent

**R.I.Ismailov**

Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik ilmiy  
kengash qoshidagi bir martalik ilmiy seminar  
raisi, t.f.d., professor

## **KIRISH (fan doktori (DSc) dissertatsiyasi annotatsiyasi)**

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda texnogen va favqulodda vaziyatlarni bartaraf etishda, shu jumladan, turli sanoat tarmoqlarida, qurilishda nometall to'qima tasma va arqonli (NTTA) egiluvchan yuk ko'tarish moslama (YuKM)laridan foydalanish ulushi ortib bormoqda. "An'anaviy" po'lat arqonli yuk ko'tarish moslamalari bilan bir qatorda, yuqori va o'ta yuqori ko'rsatkichlarga ega bo'lgan nometall polimer materiallardan tayyorlangan yuk ko'tarish moslamalariga alohida e'tibor qaratilmoqda. Xususan, Rossiya, AQSh, Germaniya va Finlandiya va boshqa rivojlangan mamlakatlarda yuk ko'tarish qobiliyati yuqori bo'lgan sintetik tolalar ishlab chiqarishni rivojlantirish tufayli NTTAdan og'ir yuk ko'taruvchi zamonaviy yuk ko'tarish moslamalarini yaratishda ma'lum yutuqlarga erishildi va shu asosda ergonomika va xavfsizlikni ta'minlashda qutqaruvchi va montajchilarning mehnati, texnogen va tabiiy favqulodda vaziyatlarni bartaraf etishda yuklarni ko'tarish, tushirish va qutqaruv ishlarida insonlarning xavfsizligi, yukni ushlab turish vaqtida mehnat va material sarfini kamaytirish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. So'nggi 10 yil ichida O'zbekistonda 6-8 balli 6 marta zilzila sodir bo'lib, ularning oqibatida 16 kishi halok bo'lgan, 54 kishi jarohatlangan. 2023-yil boshida O'zbekiston va unga tutash hududlarda Respublika Seysmologik monitoring markazi tomonidan 2,8 dan 6,8 ballgacha bo'lgan 250 dan ortiq zilzila qayd etilgan. Zilzila oqibatlarini bartaraf etish va aholini muhofaza qilish maqsadida 247 ta qo'mondonlik-shtab o'quv mashg'ulotlari va 19 ta maxsus taktik o'quv mashg'ulotlari o'tkazilgan. Ushbu tadbirlarda 90 mingga yaqin fuqarolar ishtirok etgan.

Jahonda NTTAlarning mustahkamligi, uzoqmuddatligi va yong'inga chidamliligini oshirishga qaratilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Ushbu turdagi yuk ko'tarish moslamalarining yengilligi, egiluvchanligi va yuk ko'tarish qobiliyati – yuklarni ko'tarib-tushirishda ko'plab muammolarni hal qilishga imkon beradi. Ba'zi hollarda, ular yuklarni ilib olish va stroplash uchun yagona vositadir. Ko'p jihatdan, bu qutqaruv ishlarida ehtiyotkorlik bilan ishlash zarur bo'lgan yuklarga tegishlidir. Bino va inshootlarning vayron bo'lishi bilan bog'liq favqulodda vaziyatlarni bartaraf etishda jabrlanganlarni qutqarish muammolarini o'rganish shuni ko'rsatdiki, qutqaruv ishlarining samaradorligi nafaqat qo'llaniladigan texnologiya va ishlarni tashkil etishga, balki texnik yechimlarning samaradorligiga, yangi qurilma va qutqaruv uskunalari ham bog'liqdir.

Respublikamizda favqulodda vaziyatlar va qurilish industriyasida energiya va resurstejamkor texnologiyalardan samarali foydalanish bo'yicha yangi loyihaviy yechimlarni ishlab chiqish, mahalliy xomashyo asosidagi yangi innovatsion qurilish materiallari yaratish va ishlab chiqarishga tadbiriq etish, muayyan natijalarga erishishga qaratilgan ko'p qirrali chora-tadbirlarni amalga oshirish bo'yicha kompleks chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. O'zbekistonda NTTAlarni ishlab chiqarish va ulardan foydalanish sohasida muayyan qadamlar qo'yilmoqda. Tasma va arqonlar ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan, ammo ular turli xil maishiy ehtiyojlar uchun ishlatilmoqda, ularning ko'rsatkichlari o'rganilmagan, bundan tashqari ular yuk ko'tarish va qutqaruv moslamalari uchun

mo'ljallanmagan. Ushbu mahsulotlarni ishlab chiqarish va ulardan foydalanish uchun normativ–huquqiy baza ham mavjud emas.

O'zbekiston Respublikasini 2022-2026-yillarda rivojlantirish strategiyasida, jumladan "...mavjud yong'in–qutqaruv bo'linmalarini zamonaviy texnika va asbob-anjomlar bilan jihozlash..."<sup>1</sup> eng muhimi import o'rnini bosish vazifalari belgilab berilgan.

Mazkur dissertatsiya tadqiqoti O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 17-avgustdagi №O'RQ-790-sonli "Aholini va hududlarni tabiiy hamda texnogen xususiyatli favqulodda vaziyatlardan muhofaza qilish to'g'risida"gi Qonuni<sup>2</sup> va 2022-yil 6-iyuldagi № PF-307-sonli "2022-2026-yillarda O'zbekiston Respublikasini innovatsion rivojlantirish strategiyasini amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi<sup>3</sup> qarorlari hamda ushbu faoliyat bilan bog'liq barcha me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni bajarishga ma'lum darajada xizmat qiladi.

### **Tadqiqotlarning respublika fan va texnika texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi.**

Ushbu tadqiqot O'zbekiston Respublikasining fan va texnologiyalar rivojlanishining – II "Energetika, energiya– va resurstejamkorlik" ustuvor yo'nalishi doirasida bajarilgan.

#### **Dissertatsiya mavzusi bo'yicha xorijiy ilmiy tadqiqotlarga sharh.**

Qutqaruv va qurilish montaj ishlari uchun zamonaviy egiluvchan nometall to'qima tasma va arqonli yuk ko'tarish moslamalarini ishlab chiqish va yaratishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar dunyoning kompaniyalari va yetakchi ilmiy markazlarida, jumladan Inka Ou (Finlyandiya), Certex (AQSH), Span Set, Industrial Products, Gehontund Hebeteknik, Carl Stahl GmbH, Geron (Germaniya), LANEXCZ, Spol. S.r.o. (Chexiya), Lemens, DSM, Honeywell (Gollandiya), De-Montfort universiteti, Buyuk Britaniya, Sankt-Peterburg Davlat texnologiya va dizayn universiteti, A. N. Kosigin nomidagi Rossiya Davlat universiteti, GUMP "Parashyutsozlik" ilmiy tekshirish instituti, "Polipron" ilmiy ishlab chiqarish korxonasi, Orel shahridagi "Promstal" ishlab chiqarish xoldingi va boshqalarda amalga oshirilgan.

Mamlakatimiz va xorijlik olimlar tomonidan polimer materiallarning xususiyatlarini o'rganishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar, jumladan, polimer multifilamentli tolalar va turli tarkibdagi iplarning xususiyatlarini o'rganish, turli sohalarda ishlatiladigan to'qima tasma va arqonlar kabi texnik mahsulotlarni ishlab chiqarish, ularning xususiyatlarni baholash bo'yicha metod va metodikalar yaratish, kerakli xususiyatlarga ega materiallarni yaratishga qaratilgan bir qator tadqiqotlar amalga oshirilgan.

---

<sup>1</sup> O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi "Yangi O'zbekistonni 2022-2026-yillarda rivojlantirish strategiyasi to'g'risida"gi №PQ-60 sonli farmoni.

<sup>2</sup> O'zbekiston Respublikasining 2022-yil 17-avgustdagi №O'RQ-790-sonli "Aholini va hududlarni tabiiy hamda texnogen xususiyatli favqulodda vaziyatlardan muhofaza qilish to'g'risida"gi Qonuni.

<sup>3</sup> O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 6-iyuldagi №307-sonli "2022–2026-yillarda O'zbekiston Respublikasini innovatsion rivojlantirish strategiyasini amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarori.

Ko'p amaliy holatlarda qutqaruv, qurilish-montaj, yuklab-tushirish ishlarida no metall yuk ko'tarish moslamalari cho'zilgan (yuklangan) holatda bo'lib, bir qator texnologik jarayonlarda ular yanada deformatsiyalanadi. No metall yuk ko'tarish moslamalarining deformatsiya xususiyatlarini baholash va ishonchli bashorat qilish uchun, no metall yuk ko'tarish moslamalarining deformatsiyalanish xususiyatlarining o'zgarishini o'rganish dolzarb hisoblanadi.

**Muammoni o'rganilganlik darajasi.** No metall to'qima-tasma va arqonli mahsulotlarini muhandislik va texnologiyalarda qo'llash masalalari bilan olimlar o'tgan asrning o'rtalaridan boshlab, ya'ni no metall materiallarning yuqori mustahkamligi molekulyar kimyo tomonidan kashf etilgan paytdan boshlab shug'ullana boshladilar. Amerika Qo'shma Shtatlarida, Yevropaning rivojlangan mamlakatlarida va Rossiya Federatsiyasida yuqori quvvatli to'qima no metall materiallarini turli sanoat tarmoqlarida qo'llashni o'rganish bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan.

Polimer tolalarning relaksatsiyasi, makro tuzilishi, ularning qattiqligi, mo'rtligi, charchoqliligi, cho'zilishi va sudraluvchanligi, elastik yopishqoqligi, ishlash jarayonida fizik-kimyoviy chidamliligi va deformatsiyalanish xususiyatlari Raxmatulin X. A., Askadskiy A. A., Bartenev G. M., Goldman A. Y., Abramov I. V., Berestnev V. A., Makarov A. G., Stalevich A. M., Perepelkin K. Ye., Rabotnov Yu. N., Tsobkallo Y. S kabi olimlar tomonidan chuqur o'rganilgan.

Kukin G. N., Solovev A. N., Koblyakov A. I., Makarov A. G., Stalevich A. M., Kalanchuk O. E., Popov L. N., Truevsev N. N., Bartenev G. M va boshqa olimlar sintetik tola va iplarning ishlab chiqarilishi texnologiyasi, ularning sifatini baholash, tarkibidagi to'qima tuzilishi xususiyatlari va tadqiqot metodlari bilan shug'ullanmoqdalar.

Rossiya va chet el olimlaridan Perepelkin K. Y., Konstantinova N. I., Mixaylin Y. A., Orlov A.V., Tujikov O. I., Berlina A. A., Zaxarova, N. N va boshqalar yong'in nazariyasining zamonaviy konsepsiyasi va to'qima materiallarining alanganishini kamaytirish usullarini ishlab chiqishga katta hissa qo'shishgan. NTTA dasturini ishlab chiqish, ularni ishlab chiqarish, sinovdan o'tkazish, foydalanish, standartlashtirish muammolari bilan olimlar Prusov A. Y., Stepanov Y. S., Velikanov N. L., Ivashkov N. I., Iodchin A. S., Bukalov G. K va boshqalar tadqiqotlar olib bormoqdalar.

Respublikamizda qurilish materiallari va ularni yong'indan himoyalash sohasida yetakchi olimlardan Jalilov A. T., Qosimov E. U., Samigov N. A., Adilxodjaev A. I., Akramov X.A., Razzakov S.J., Kurbanbaev Sh. E., Ibragimov B.T va boshqalar qurilish materiallari ishlab chiqarish, ulardan foydalanish madaniyatini rivojlantirishda o'z hissalarini qo'shib kelishgan va muhim ilmiy natijalarga erishganlar.

Ushbu yo'nalishdagi tadqiqotlar, adabiyotlar tahlili va ish amaliyoti shuni ko'rsatdiki, O'zbekistonda tabiiy texnogen favqulodda vaziyatlarni bartaraf etishda va qurilish-montaj ishlarida egiluvchan no metall to'qima tasma va arqonli yuk ko'tarish moslamalaridan foydalanish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib borilmagan.

Oldingi va olib borilayotgan tadqiqotlar tahlili shuni ko'rsatdiki, nometall to'qima tasma va arqonli yuk ko'tarish moslamalarining qo'llanilish sohasida qiziqarli va ijobiy natijalarga erishilgan. Biroq ulardan foydalanish darajasi pastligicha qolmoqda. Po'lat arqonlardan foydalanishning o'ziga xos ko'rsatkichlari hali ham saqlanib qolmoqda va ko'p holatlarda zamonaviy talablarga javob bermaydi. Shu nuqtayi nazardan, yuklarning og'irligi (massasi) va murakkabligiga qarab po'lat arqonlar o'rnini, asta-sekin nometall to'qima tasma va arqonli yuk ko'tarish moslamalari egallashi kerak.

**Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi.** Dissertatsiya tadqiqoti Farg'ona politexnika institutining № PZ-2017102319 "Nometall to'qima tasma va arqonlardan tayyorlangan egiluvchan yuk ko'tarish moslamalarining konstruksiyaviy xavfsizligini baholash va ularni favqulodda vaziyatlarda qo'llashning alohida jihatlari" loyihasi (2021-2013 yy) doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** – nometall to'qima tasma va arqonlar mexanik xususiyatlarini bashorat qilish va sifatini yaxshilashga qaratilgan, sintetik materiallarning fizik-mexanik xususiyatlari kompleksini aniqlashga ilmiy asoslangan yondashuvlarni ishlab chiqishdan iborat.

**Tadqiqotning vazifalari:**

sintetik tola va iplar cho'zilishining turli bosqichlarida fizik-mexanik xususiyatlarini o'rganish va ushbu xususiyatlarning strukturaviy jarayonlar bilan uzaro bog'liqligini aniqlash;

noorganik va organik olovga chidamli moddalar asosidagi polimer ipsimon materiallarning yonuvchanligini pasaytiruvchi kompozitsiyalarini o'rganish;

nometall yuk ko'tarish moslamalaridagi sintetik tola, ip, to'qima-tasma va arqonlarning sudraluvchanlik va relaksatsiyasini bashorat qilish usullarini ishlab chiqish;

mahalliy xomashyo PPR 173H i FR-170 H markadagi polipropilen PPni modifikatsiyalash, antipirenlar qo'llash orqali olovga chidamliligini oshirish;

nometall yuk ko'tarish moslamalaridagi sintetik tola, ip, to'qima tasma va arqonlarning deformatsiyalanishi va qayta tiklanish jarayonlarini bashorat qilish usullarini ishlab chiqish;

ekspress sinovlar natijalari bo'yicha nometall tasma va arqonlarning deformatsiyalanish xususiyatlarini baholash usullarini ishlab chiqish va modellashtirish asosida qovushqoqelastiklik-relaksatsiya jarayonlarini bashorat qilish.

**Tadqiqotning obykti:**

qurilish-montaj va qutqaruv ishlarida qo'llaniladigan mahalliy xomashyo asosidagi nometall egiluvchan to'qima tasma va arqonli yuk ko'tarish moslamalari.

**Tadqiqotning predmeti** – qurilish-montaj va qutqaruv ishlarida qo'llaniladigan nometall egiluvchan yuk ko'tarish moslamalari sintetik tola, iplari, to'qima tasma va arqonlarining fizik-mexanik va ekspluatatsion xususiyatlari.

**Tadqiqot usullari.** Tadqiqot zamonaviy fizik-mexanik, fizik-kimyoviy, matematik-statistik usullar, matematik modellashtirish usullari, eksperimental

loyihalash, shuningdek, informatika va hisoblash matematikasi usullaridan foydalanilgan holda amalga oshirildi.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

ilk bora deformatsiya va mustahkamlik xususiyatlarining deformatsiya jarayonida yuzaga keladigan strukturaviy jarayonlar bilan bog'likligiga asoslangan sintetik tola va iplarning mexanik xususiyatlarining o'zgarish qonuniyatlari va asosiy parametrlarini aniqlanishiga erishilgan;

polipropilen, poliamid tola, iplar, tasma va arqonlar deformatsiyalarining qaytarilmas (qoldiq) komponentining to'planish qonuniyatlari va tabiati aniqlanib asoslangan;

elastik zanjirli polimerlardan olingan tola va iplar uchun keng harorat oraliqidagi cho'zilish qoldiq deformatsiyalari qiymatlarining eng maqbul variantlari ishlab chiqilgan;

mahalliy xomashyo asosida PPFR 173H va FR 170H markali polipropilenni modifikatsiyalash, ya'ni melamin sianurat antipireni qo'shimchasini 5% qo'llash orqali kislorod indeksi 5,2% yoki undan yuqori darajaga oshirishi taklif etilayotgan namunadagi tasma va arqonning har qanday termik va issiqlikbardoshlilik xususiyatiga ega ekanligini o'rganilishi bilan birgalikda, melamin sianurat qo'shimchasining 15% qo'shilganda polipropilenning mexanik xususiyatlarini pasayish ko'rsatkichlari olingan va mohiyati asoslangan;

oddiy relaksatsiya va oddiy sudraluvchanlik bo'yicha qisqa muddatli tajribalar natijalari asosida yopishqoq-elastiklikni matematik modellashtirish asosida NTTA uchun polimer materiallarning deformatsiya – qayta tiklanish jarayonlari va teskari relaksatsiya jarayonlarini bashorat qilish metodologiyasi ishlab chiqilgan;

qurilish-montaj va qutqaruv tashkillashtirish ishlaridagi ko'tarish moslamalarini (sintetik tola, ip, tasma va arqonlar) yuk ko'tarish qobiliyatining yuqoriligi aniqlangan va favqulodda vaziyatlarda qo'llashning alohida jihatlari hamda konstruksiyaviy xavfsizligi baholangan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi.** Olingan natijalarning ishonchliligi zamonaviy vositalar va usullardan foydalanib, tadqiqotlar majmuasini o'tkazish, yuqori o'xshash nazariy va eksperimental natijalarni olish, hamda nazariy va eksperimental tadqiqotlar natijasini amaliyotga joriy qilish bilan ta'minlangan.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.**

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati – qurilish va tabiiy texnogen favquloddagi vaziyatlarda nometall to'qima tasma va arqonli zamonaviy yuk ko'tarish moslamalari haqidagi fikrlarni rivojlantirish, sintetik tola va iplar, to'qima tasma va arqonlarning fizik-mexanik xususiyatlari majmuini aniqlashning ilmiy-asoslangan yo'nalishni ishlab chiqish asosida, matematik modellashtirish orqali baholash uslubini ishlab chiqish va nometall materialli dinamik tizimlarda deformatsiya jarayonlarini tahlil qilishdan iboratdir.

**Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati** - mahalliy xom-ashyo negizidagi sintetik iplardan to'qilgan nometall to'qima tasma va arqonlar asosida samarali va iqtisodiy yuk ko'tarish moslamalarini ishlab chiqishdir.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Nometall to‘qima tasma va arqonlardan tayyorlangan egiluvchan yuk ko‘tarish moslamalarining konstruksiyaviy xavfsizligini baholash va ularni favqulodda vaziyatlarda qo‘llashning alohida jihatlari natijalari asosida:

Nazariy, eksperimental va amaliy tadqiqotlar natijasida (eksperimental indeksi NTTA PP) xavfsizlik koeffitsienti 1:7 ni hisobga olgan holda, NTTAlardan yuk ko‘tarish qobiliyati bitta egiluvchan vantda 1 tonna bo‘lgan bir, ikki va to‘rt vant konturli yuk ko‘tarish moslamalari yaratilgan va Farg‘ona viloyati FVB yong‘in-texnik markaziga joriy etilgan (dalolatnoma, 25.10.2023 yil). Natijada ilk bora mahalliy nometall to‘qima tasma va arqonli yuk kutarish moslamalari favqulodda vaziyatlarda qutqaruvchilarining ish samaradorligini oshirish uchun tavsiya etilgan;

Farg‘ona shahridagi “426-sonli xo‘jaliklararo maxsus mexanizatsiyalashgan ko‘chma kolonna” MChJda amaliyotga joriy etilgan (dalolatnoma, (15.06.2023 yil.) va “O‘zbekiston qurilish materiallari sanoati korxonalari uyushmasi”ning 05.10.2023 yildagi №05/15-2003-sonli ma‘lumotnomasi). Natijada, qurilish-montaj va qutqaruv tashkillashtirish ishlarida taklif etilayotgan nometall ko‘tarish moslamalarining yuk ko‘tarish qobiliyatining yuqoriligi aniqlangan;

Marg‘ilon bunyodkor ta‘mir qurilish” MChJda amaliyotga joriy etilgan (dalolatnoma (04.07.2023 y.) va “O‘zbekiston qurilish materiallari sanoati korxonalari uyushmasi” ning 05.10.2023 yildagi 05/15-2003-sonli ma‘lumotnomasi). Natijada taklif etilayotgan namunadagi tasma va arqonli yuk ko‘tarish moslamalaridan foydalangan holda favqulodda vaziyatlarda har qanday ko‘rinishdagi konstruksiyalar qoldiqlarini tozalash, insonlarni talofatsiz evakuatsiya qilish va boshqa jabhalarda ham keng ishlatish imkoniyatlari yuqori ekanligi asoslangan.

Quvasoy temirbeton ishlab-chiqarish korxonasida amaliyotga joriy etilgan (dalolatnoma (17.08.2023 y.) va “O‘zbekiston qurilish materiallari sanoati korxonalari uyushmasi” ning 05.10.2023 yildagi 05/15-2003-sonli ma‘lumotnomasi). Natijada, mahalliy xomashyo asosida PFR 173H va FR 170H markali polipropilendan olingan sintetik multifilamentli iplardan tayyorlangan to‘qima tasmalarning mustahkamlik va cho‘zilish bo‘yicha ko‘rsatkichlari xorijiy analoqlarga yaqin qiymatlarga ega ekanligi aniqlangan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Mazkur tadqiqot natijalari, jumladan 4 ta xalqaro va 5 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o‘tkazilgan.

**Tadqiqot natijalarining e‘lon qilinganligi.** Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 29 ta ilmiy ishlar chop etilgan bo‘lib, jumladan, 1 ta monografiya, 5 ta xorijiy ilmiy jurnalda, 9 ta O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta‘lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish uchun tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda, 6 ta xalqaro va 4 ta respublika miqyosidagi anjumanlar to‘plamlarida nashr etilgan, 1 ta foydali modelga patent, 3 ta EHM dasturiga mualliflik guvohnomasi olingan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya kirish, oltita bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati, shartli belgilar va atamalar ro'yxati va ilovalardan tashkil topgan. Dissertatsiyaning hajmi 200 betni tashkil etadi.

## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

**Kirish** qismida dissertatsiya ishining dolzarbligi va zarurati asoslangan, maqsad va vazifalar shakllantirilib, tadqiqotlarning ob'ekti va predmeti keltirilgan, tadqiqotning O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalari taraqqiyotining ustuvor yo'nalishlariga muvofiqligi, olingan natijalarning ilmiy yangiligi va ilmiy-amaliy ahamiyati, ularni qurilish amaliyotida qo'llanganligi, tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi, nashri va dissertatsiyaning tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Nometall egiluvchan yuk ko'tarish moslamalaridan foydalanishning zamonaviy xolati”** deb nomlangan birinchi bobida ilmiy-texnik adabiyotlarda tadqiqot mavzusiga doir chop etilgan ilmiy ishlarning analitik tahliliy sharhi keltirilgan. Bunda asosan favqulodda vaziyatlar sharoitida, qurilish-montaj ishlarida NTTAli yuk ko'tarish moslamalaridan foydalanish bo'yicha respublikamizda va ko'plab xorijiy mamlakatlarda bajarilgan nazariy va eksperimental tadqiqotlar natijalari tahlil qilingan. Tahlillar asosida polimer materiallarning deformatsion xususiyatlari, ekspluatatsiya sharoitlarida kimyoviy tolalarning makrotuzilmasi, relaksatsiyasi, qattiqligi, mo'rtligi, cho'zilishi, sudraluvchanligi, yoyilishi, ekspluatatsiya jarayonida fizik-kimyoviy chidamliligi, olovbardoshligi va NTTA asosidagi YuKM lar bo'yicha me'yoriy-xuquqiy baza o'rganilgan.

Dissertatsiyaning **“Favqulodda vaziyatlarda polimer egiluvchan yuk ko'tarish moslamalarining o'rni”** deb nomlangan ikkinchi bobida favqulodda vaziyatlarda qutqaruv operatsiyalari uchun tasma va arqonli jihozlar, qutqaruv vositalari, turli standartlardagi arqonlarning taktik va texnik ma'lumotlari, ularning xususiyatlari, nometall egiluvchan yuk ko'tarish moslamalarida yuklarni ishonchli ushlab turish shartlari, polimer materiallar uchun olovbardosh tizimlar, polimer materiallarning yong'inga chidamlilik xususiyatlari, olovga chidamli qo'shimchalarning asosiy turlari bo'yicha ma'lumotlar sharhi keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Tadqiqot materiallari, konstruksiyalari, usul va uslublari”** deb nomlangan uchinchi bobida tadqiqot ob'ektlari tavsiflangan, kerakli tipdagi tolani olish texnologiyasi ko'rib chiqilgan, YuKM stroplar uchun



**1-rasm. Vertikal va gorizontallarga asoslangan multifilamentli tolalar ishlab chiqarish.**

ishlatiladigan materiallarning deformatsion xossalari va ularni baholash usullari, polimer tolalaridagi strukturaviy jarayonlarining mexanik xususiyatlariga ta'siri, tasmalarining to'quv va konstruksiyaviy xususiyatlari o'rganilgan. 1-rasmda vertikal va gorizontal texnologiyaga asoslangan multifilamentli tolalar ishlab chiqarish texnologiyasi taqdim etilgan.

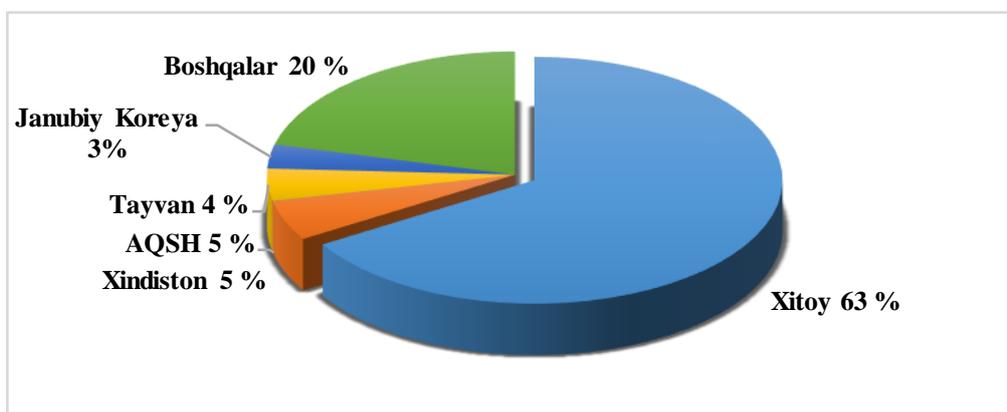
1-jadval.

**Yuqori molekular og'irlikka ega sintetik multifilamentli va para-aramid filamentli tolalar**

<b>№ t/r</b>	<b>Material nomi</b>	<b>Yozilishi</b>	<b>Boshqa nomi, tovar belgisi, kelib chiqqan mamlakat</b>
1	2	3	4
1	Poliamid	PA, RA (eng)	Naylon, kapron
2	Poliefir	RET, PES	Poliester, lavsan, terilen, dakron
3	Poliropilen	RR	SVM Rossiya, O'zbekiston
4	Polietilen	RE	Rusar S, Ruslan-Rossiya
5	Aramid	RRTA	Kevlar-AQSh, technora-Yaponiya, twaron-Niderlandlar va boshqa.
6	Yuqori molekular og'irlikdagi Polietilen	HMPE, HPPE	Spektra-Germaniya, Duneema-AQSh, Trevo-Shvesiya va boshqa.

Tadqiqot ishida Samarqanddagi SAG, Toshkent shahridagi JV BIG BAG PRODUCTION LLC qo'shma korxonasi va Qo'qon shahridagi «Milord-N» xususiy korxonalarida ishlab chiqarilgan PPR 173H va FR-170 H markali polipropilendan olingan monotola va multifilament iplar tanlangan. To'qima tasma va arqonlarni ishlab chiqarish uchun xomashyo sifatida molekular og'irligi yuqori bo'lgan sintetik multifilamentli va para-aramid filamentli tolalar keng qo'llaniladi. Yuqori molekular og'irlikka ega sintetik multifilamentli va para-aramid filamentli tolalar 1-jadvalda keltirilgan.

O'zbekistonda har jihatidan sintetik tasma va arqonlar ishlab chiqarish uchun xomashyo sifatida yaroqli polipropilen Ustyurt gaz-kimyoy majmuasida (UGXK-Surgil koni) ishlab chiqariladi, quvvati yiliga 83 ming tonnani tashkil etadi. Iqtisodiyot vazirligining ma'lumotlariga ko'ra 2020 yili bu ko'rsatkich polietilen ishlab chiqarish bilan birga 512 ming tonnaga yetkazilgan.



**2-rasm. 2021 yilda kimyoviy tola ishlab chiqarilish ko'rsatkichlari**

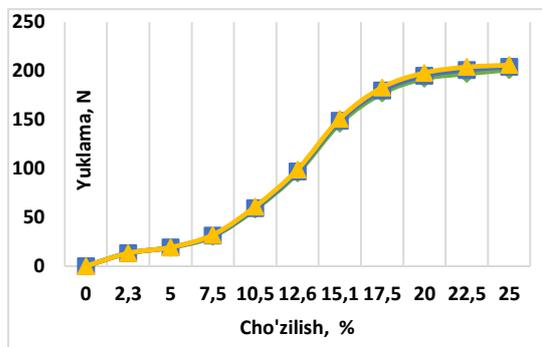
Polipropilen oz miqdorda (0,2-0,5%) antioksidant, antipiren va agar kerak bo'lsa, pigmentli bo'yoqlarni o'z ichiga olgan zich granullar shaklida qo'llaniladi. Eritilgan polipropilendan multifilament tolalar va kompleks iplar ishlab chiqarish mumkin. Yuqori mustahkamlikka erishishi uchun tola va iplarni 100 – 140°S da 400–800% gacha cho'ziladi. Yuqori quvvatli texnik polipropilen tolasini olish uchun uni qo'shimcha ravishda polimerning erish nuqtasiga yaqin haroratlarda (170 - 180°C) kuchlanish ostida cho'zish kerak.

Bunday haroratlarda maksimal mumkin bo'lgan cho'zilish darajasi (120°S da 530% dan 170 - 180°S da 770% gacha) oshadi va tolaning mustahkamligi sezilarli darajada 66,4 do 84 kgs/mm<sup>2</sup> gacha, shu bilan birga tolaning cho'zilishi (45 dan 33% gacha) kamayadi.

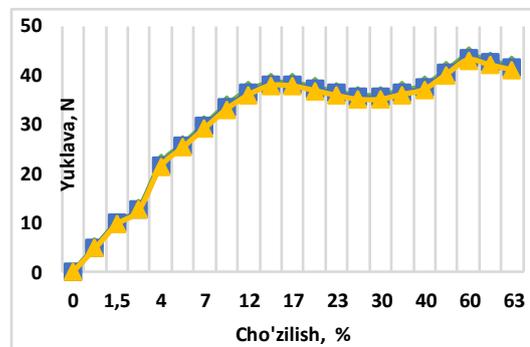
Texnik mahsulotlar, yuk ko'tarish moslamalari uchun to'qima tasma va arqonlar ishlab chiqarishda mustahkamligi yuqori tolalarni olishda cho'zilish darajasini 700 - 800% gacha oshiriladi. Polipropilen multifilament tolalarni qisqa vaqt ichida qizdirish (120–140°S da 10 daqiqa) uning ishqalanishga chidamlilik darajasini 4–5 barobar oshiradi.

Dissertatsiyaning **“NTTali yuk ko'taruvchi moslamalarining ekspluatatsion xususiyatlarini nazariy va eksperimental tadqiq qilish”** deb nomlangan to'rtinchi bobida sintetik tolalar, iplar, to'qima tasma va arqonlarning mexanik xususiyatlari, kislorod indeksidan foydalangan holda polipropilenning yong'inga chidamliligini aniqlash, turli haroratlarda polipropilen tolasining deformatsiyalanishi, molekular destruksiya jarayonlari va ularning polipropilen iplarning deformatsiya xususiyatlari bilan o'zaro bog'liqligi yoritilgan.

Tolalarning mexanik xossalari ko'rsatkichlarini ko'pincha cho'zilishdagi diagrammalardan olinadi. Multifilamentli tola va iplarni uzish yukini va nisbiy cho'zilishini aniqlash bo'yicha tadqiqotlar Shimadzu Autografh AGS-X10 universal sinov mashinasida o'tkazilgan. Tadqiqot uchun quyidagi materiallar namunalari tanlab olingan: multifilamentli sintetik poliamid ipi; – multifilamentli sintetik polipropilen ipi. Sinov shartlari GOST ISO 139-2014 ga muvofiq o'tkazilgan. Namunaning chiziqli zichligi GOST 23362–2001 bo'yicha aniqlangan.



3-rasm. Poliamid tolasining yuklanish-uzayish grafigi



4-rasm. Polipropilen tolasining yuklanish-uzayish grafigi

2-jadvalda NTTA dan tayyorlangan yuk ko‘tarish moslamalari uchun ishlatiladigan polimer tolalarning namuna tolalar bilan solishtirma texnik tavsiflari keltirilgan.

2-jadval

### NTTA dan tayyorlangan yuk ko‘tarish moslamalari uchun ishlatiladigan polimer tolalarning namuna tolalar bilan solishtirma texnik tavsiflari

Material nomi	Chiziqli zichligi, teks	Uzilishdagi cho‘zilish, %	Uzilishdagi kuchlanish, GPa	Elastiklik moduli, GPa
Dakron	117	10,8	0,78	8,6
Mikrolayn (Spektra)	98	12,3	0,93	9,1
Teknora	110	15,1	0,96	7,6
Poliamid	110	18	0,70	7,1
Polipropilen	110	16,0	0,54	6,8

O‘rganilayotgan materiallarning ikkinchi guruxi to‘quv tasmlarni o‘z ichiga oladi. Tasmaning tuzilishi – to‘quv iplarining nisbiy joylashuvi va ularning bir-biri bilan bog‘lanishidan iborat.

Tadqiqotda sarjali to‘quv sxemasi ishlatilgan. 3-jadvalda bir qatlamli tasmaning texnik tavsiflari keltirilgan.

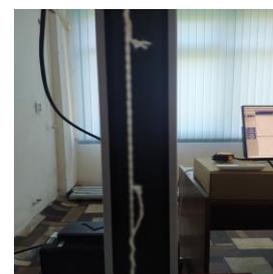
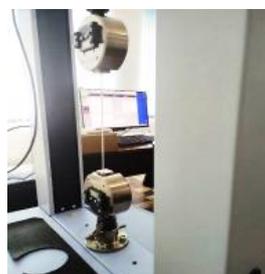
3-jadval

### Bir qatlamli tasmaning texnik tavsiflari

An’anaviy ravishda qabul qilingan tasma turi	Uzilishdagi yuklama, kN	Uzilishdagi cho‘zilish, %	Tasmaning elastiklik moduli, kN	Tarkibi
NTTA PP	42,0	13,4	44,0	PP–100%
NTTA PE	45,0	15,5	32,0	PE–100%
NTTA PS	39	13,6	42	PS–100%



5, 6-rasm. 100 tonnalik “WAW-1000 B” sinov mashinasida to‘quv tasmani sinovdan o‘tkazish



7, 8-rasm. Shimadzu Autograph AGS-X10 sinov mashinasida arqon namunalari sinovdan o‘tkazish

Tasma va turli diametrdagi arqonlar bo‘yicha sinovlar GOST 1497, GOST 12004, GOST 14019, GOST R ISO 2307–2014 bo‘yicha, materiallarning standart namunalari statik sinovdan o‘tkazish uchun mo‘ljallangan Shimadzu Autograph

AGS-X10, “WAW-1000 B” qurilmalarida FarPI va Toshkent kimyo texnologiya ilmiy tekshirish instituti laboratoriyalarida o‘tkazilgan. 5, 6 va 7, 8 - rasmlarda namunalarning sinovlari aks ettirilgan.

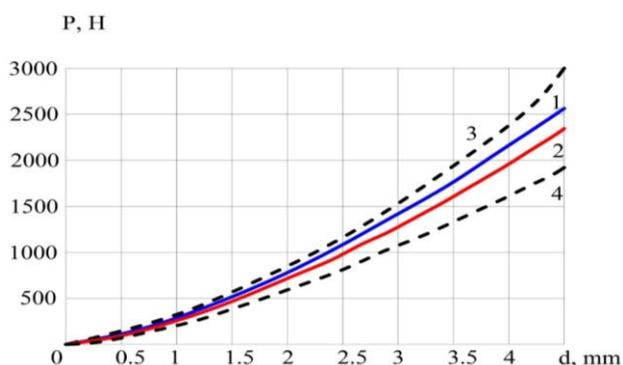
Arqonlarning har bir sinovi uchun, sinov mashinasining kompyuter dasturidan foydalangan holda, batafsil sinov jarayoni bilan grafik bog‘liqliklar tuzilgan. Har bir sinovlar uchun standart og‘ish 10% dan oshmagan. Sinov natijalari MathCad muhitida professional muammolarni hal qilish uchun yaratilgan dasturlar yordamida ishlangan.

4-jadval

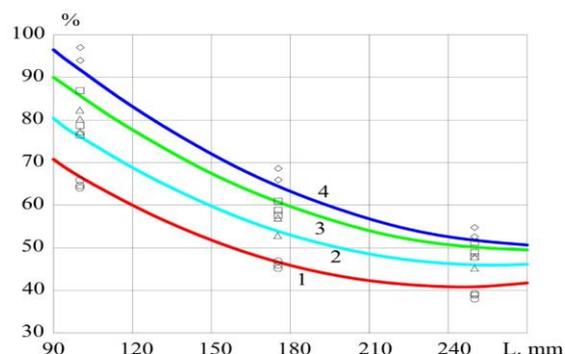
### PP sinov natijalarining quruq shaklda juftlik korrelyatsiyasi matritsasi

№ t/r	Faktorlar	1	2	3	4	5
		P	$\varepsilon$	d	L	V
1	$P$	1	0,414	0,979	-0,012	0,024
2	$\varepsilon$	0,414	1	0,414	-0,825	-0,109
3	$d$	0,979	0,414	1	0	0
4	$L$	-0,012	-0,825	0	1	0
5	$V$	-0,024	-0,109	0	0	1

Bu yerda,  $d$  – namunalarning diametri (mm);  $L$  – sinov namunalarning uzunligi (mm);  $V$  – traversaning tezligi (mm/min);  $P$  – uzilish yuki (n);  $\varepsilon$  – namunalarning nisbiy uzayishi (%) hisobida.



**9-rasm.** Uzish kuchining PP diametriga bog‘liqligi: 1 – quruq shaklda; 2 – nam shaklda; 3, 4 – tasodifiy funktsiyaning ishonch intervallarining chegaralari

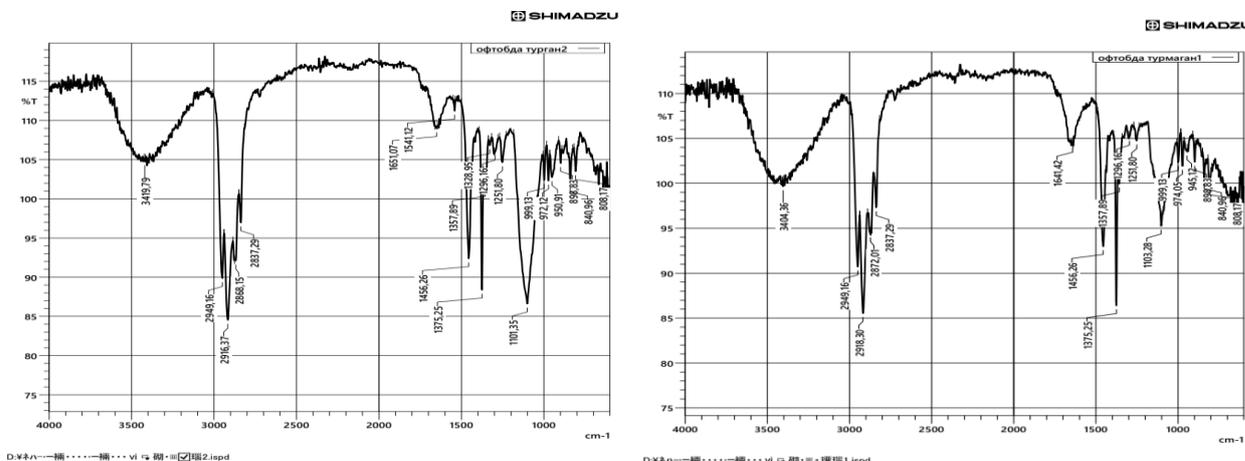


**10-rasm.** PP nisbiy cho‘zilishining (quruq shaklda) turli  $d$  da  $L$  ga bog‘liqligi

**Infra qizil spektrli tahlillar.** Tadqiqot ishida O‘zbekiston Respublikasining quruq issiq iqlimida NTTAli stroplarning ultrabinafsha va infraqizil nurlanishiga chidamliligini oshirish bo‘yicha tadqiqotlar o‘tkazilgan. Metallarni o‘z ichiga olgan yangi tarkibdagi maxsus murakkab kimyoviy tuzilishga ega qo‘shimchalar, ya’ni, mis ftalatidan  $Cu(C_8H_4O_4)_2$  foydalanilgan.

IQ – Fure spektrometri spektral to‘lqin raqamlarini yuqori aniqlik bilan aniqlash imkonini bergan. 11–rasmda qo‘shimchasiz va qo‘shimchali polipropilen filament namunalarning spektral to‘lqin raqamlari keltirilgan.

Spektrlar quyidagi  $1500-1900\text{cm}^{-1}$  chastotalarda tahlil qilingan, bu yerda kuzatilgan yutilish diapazonlari  $1735\text{cm}^{-1}$  va  $1710\text{cm}^{-1}$  va aldegid va kislota oxirgi ( $C=O$  va  $C=O$ ) guruhlarning tebranishlarini tavsiflaydi. Ushbu guruhlar valentlik aloqalarining uzilishi tufayli yuzaga keladigan  $H-OH$  zanjirli reaksiyalar natijasida paydo bo'lgan.



11-rasm. PP ipining  $1500-1900\text{cm}^{-1}$  chastota diapazonidagi IQ yutilish spektrlari

**Kislorod indeksini aniqlash.** Materiallarning yong'inga chidamliligining asosiy ko'rsatkichi hisoblangan kislorod indeksini aniqlash bo'yicha sinovlar o'tkazilgan. Sinov materiallari sifatida o'lchami  $3 \times 30 \times 50$  mm, og'irligi 3,5 gramm, yong'inga qarshi qo'shimchalar qo'shilgan namunalar tanlangan. Plastina namunalarini tayyorlash uchun olovga chidamli qo'shimcha PP granullari bilan yaxshi aralashishi uchun chang holatga keltirilgan va maxsus qurilma yordamida turli foizlarda olovga chidamli qo'shimchali granulalar olingan.

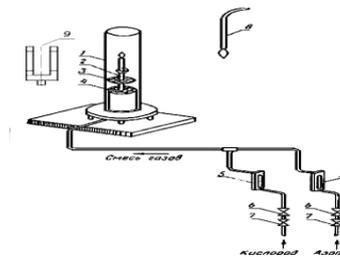
Tajribalar GOST 12.1.044-89 bo'yicha o'tkazilgan. 4-jadvalda polipropilen PP va melamin sianurat antiperini qo'shimchasi qo'shilgan aralashmalar % hisobida keltirilgan.

5-jadval

Polipropilen PP va antipiren qo'shimchasi qo'shilgan aralashmalar % hisobida

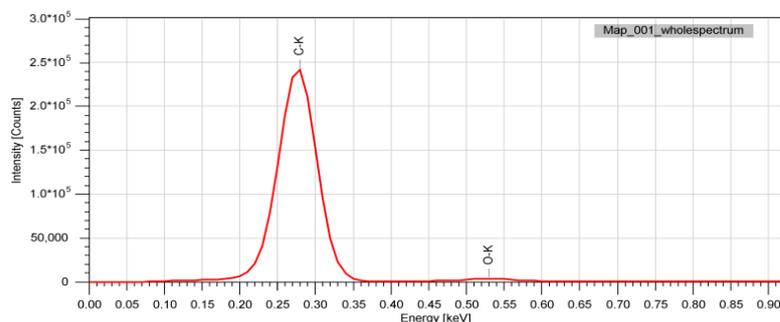
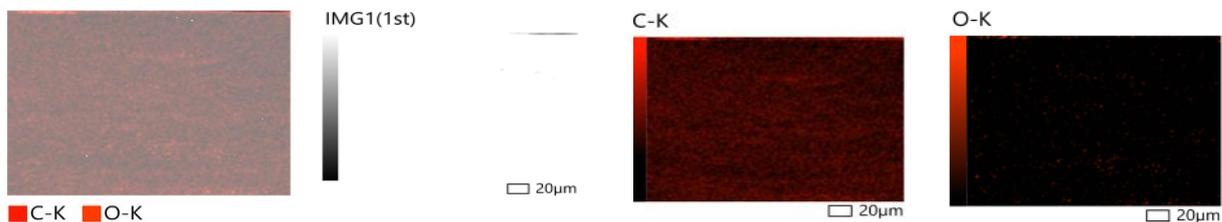
№ t/r	Kislorod ko'rsatkichi indeksi (KI)				
	Qo'shimchasiz PP	Melamin sianurat antiperini qo'shimchali PP, % da			
		3	5	10	15
1.	18,2	23,1	23,6	23,7	23,7
2.	18,2	22,9	23,5	23,6	23,6
3.	18,2	23,0	23,6	23,6	23,6

12-rasmda kislorod indeksini aniqlovchi qurilma tashqi ko'rinishi va sxemasi tasvirlangan.



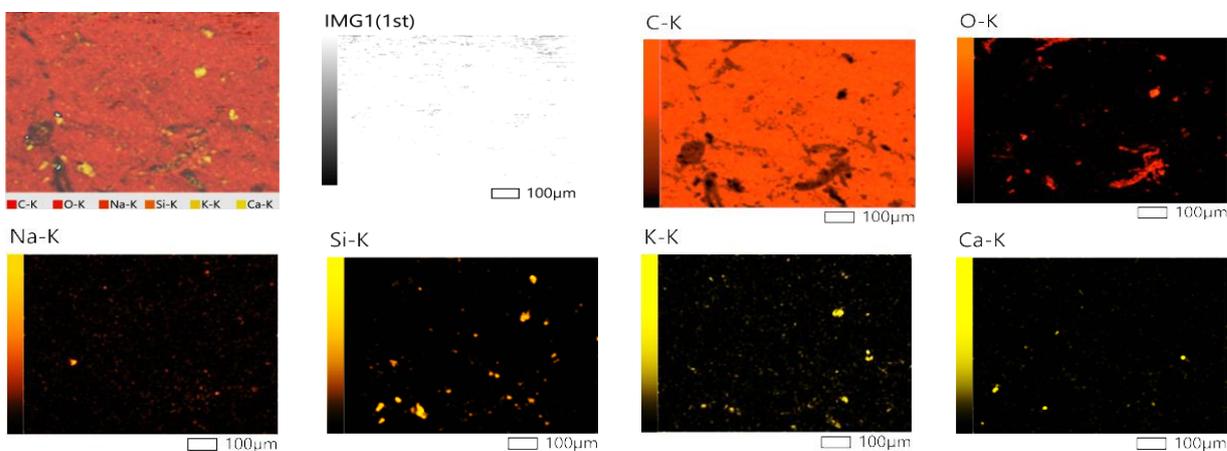
12-rasm. Kislorod indeksini aniqlovchi qurilma: tashqi ko‘rinishi namuna plastina va sxemasi.

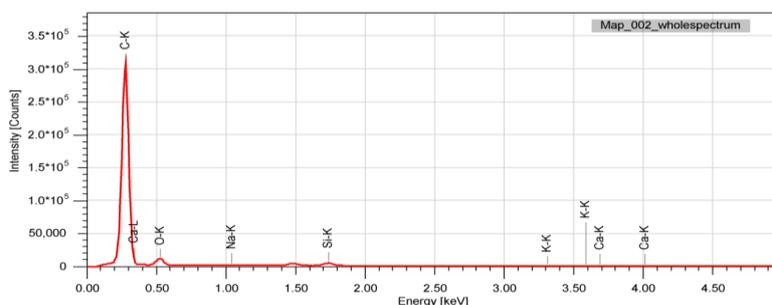
**Skanerlovchi elektron mikroskop va elementlar tahlillari.** Ustyurt gaz-kimyoy majmuasida ishlab chiqarilgan PFR 173H va FR-170 H markali polipropilen kukuniga qo‘shilgan melamin sianurat antiperini qo‘shimchali PP namunalarining sirt morfologiyalari, mikrostrukturalari, fazaviy va elementar tarkiblari elektron mikroskopda skanerlash usuli yordamida o‘rganilgan. PP namunalarining elektron mikroskopik tasvirlari 13 va 14-raslarda keltirilgan.



Element	Line	Mass%	Atom%
C	K	94.79±0.04	96.04±0.04
O	K	5.21±0.04	3.96±0.03
Total		100.00	100.00

13-rasm. Antiperin qo‘shimchasi PP namunalarining sirt morfologiyalari, mikrostrukturalari, fazaviy va elementar tarkiblari





Element	Line	Mass%	Atom%
C	K	87.41±0.04	90.44±0.04
O	K	11.95±0.05	9.28±0.04
Na	K	0.07±0.00	0.04±0.00
Si	K	0.47±0.00	0.21±0.00
K	K	0.05±0.00	0.02±0.00
Ca	K	0.05±0.00	0.01±0.00
Total		100.00	100.00

**14-rasm. Melamin sianurat antiperin qo‘shimchali PP namunalarining sirt morfologiyalari, mikrostrukturalari, fazaviy va elementar tarkiblari**

**Termal tahlil natijalari.** Termal tahlil LINSEIS (Germaniya) dan STA PT 1600 tipidagi sinxron termal analizatorida termogravimetriya (TG), differentsial termogravimetriya (DTG) va differentsial skanerlash kalorimetriyasi (DSC) yordamida amalga oshirilgan.

O‘lchovlar xona haroratidan 800°C gacha bo‘lgan harorat oralig‘ida daqiqada 10 daraja isitish tezligi bilan dinamik rejimda havo atmosferasida amalga oshirilgan.

Namunalarning dastlabki og‘irligi 21,0-26,0 mg. O‘rganilayotgan namunalarning termal-oksidlanishga chidamliligini raqamli baholash termogravimetrik tahlil egri chiziqlari yordamida xarakterli harorat qiymatlari bilan baholangan.

Ular mos ravishda 10, 20, 30 va 40 og‘irlikdagi yo‘qotishlar sodir bo‘lgan T<sub>10</sub>, T<sub>20</sub>, T<sub>30</sub>, T<sub>40</sub>, haroratlari % larda, bir xil eksperimental sharoitda (isitish tezligi, vosita va boshqalar) bilan baholangan.

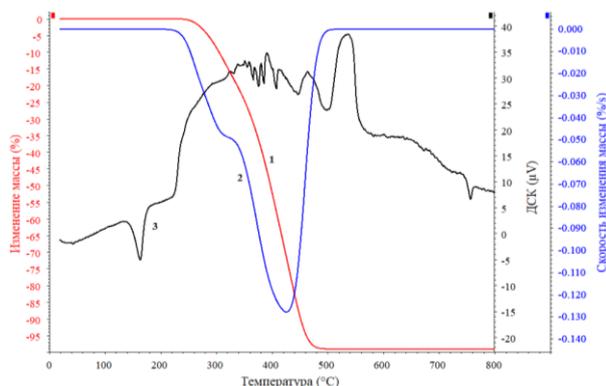
15-16-rasmlar va 5-jadvaldan ma’lum bo‘lishicha, qo‘shimchani o‘z ichiga olgan asl polipropilen va polipropilenning xona haroratidan 800°C gacha bo‘lgan haroratni skanerlashda issiqlik-oksidlovchi destruksiyaning tabiati boshqacha davom etadi.

Asl polipropilenning termal-oksidlanish yo‘q qilinishiga nisbatan nisbiy qarshilik yuqori.

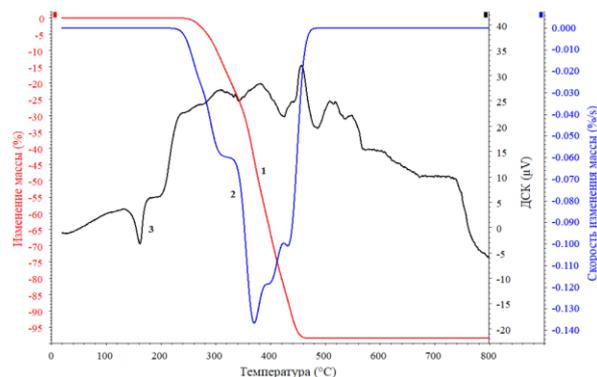
6-jadval.

**Ommaviy yo‘qotishning belgilangan qiymatlarida namunalarning xarakterli haroratlarining qiymatlari.**

№ Tr	Namuna nomlari	Xarakterli harorat, °S	
		Polipropilen	Qo‘shimchalar tarkibiga ega polipropilen
1	T <sub>10</sub> ,	304.4	301.6
2	T <sub>20</sub> ,	337.0	328.3
3	T <sub>30</sub> ,	363.3	352.1
4	T <sub>40</sub> ,	381.8	366.0



**15-rasm. Asl polipropilenning termogravimetriya (TG) – (1), differensial termogravimetriya (DTG) – (2), differensial skanerlash kalorimetriyasi (DSC) – (3) eksperimental egri chiziqlari.**



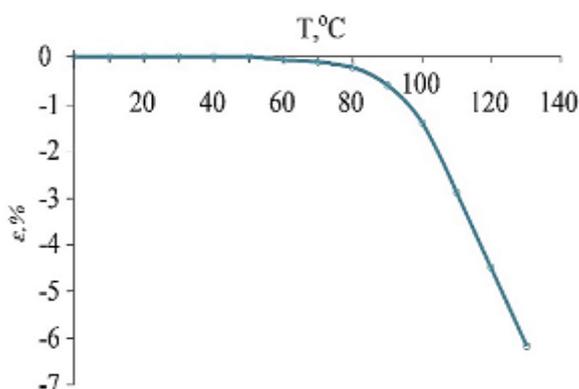
**16-rasm. Melamin siyanurat zarralarini o‘z ichiga olgan polipropilenning TG-(1), DTG-2), DSC-3) eksperimental egri chiziqlari.**

Tadqiqot ishida, shuningdek, turli xaroratlarda polipropilen tolasining deformatsiyalanish xususiyatlarini va deformatsiyaning qoldiq komponentini o‘rganish amalga oshirilgan. Tadqiqot ob’ekti sifatida yuqori mustahkamlikka ega texnik maqsadlar uchun ishlab chiqarilgan PP-1 olingan.

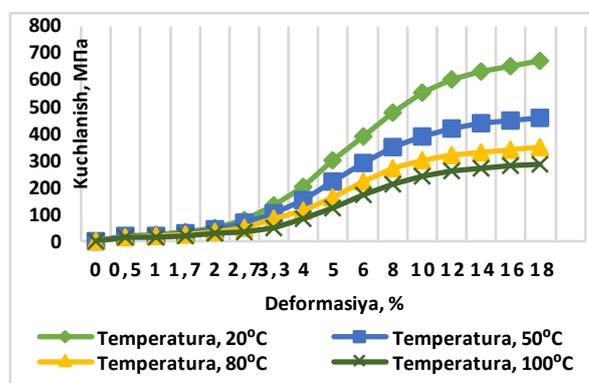
Uning mexanik xususiyatlari va strukturaviy jarayonlarni o‘rganish  $T=20, 50, 80, 100^{\circ}\text{S}$ , xaroratlarda amalga oshirilgan, bu shisha holatiga o‘tish haroratidan yuqori va erish xaroratidan pastdir. PP tolasidagi qisqarish deformatsiyasining ortishi  $T>80^{\circ}\text{C}$  da kuzatilgan.  $T = 100^{\circ}\text{C}$  da  $\varepsilon_y = 1,5$  ga teng, shunga qaramay, bu haroratda deformatsiyalanish jarayonlarini o‘rganish amalga oshirilgan.

17-rasmda polipropilen PP-1 tolasining termomexanik egri chizig‘i keltirilgan.  $V = 100\text{mm}/\text{min}$ . va  $T=20, 50, 80, 100^{\circ}\text{C}$  da olingan PP-1 ipining cho‘zilish diagrammasi 18-rasmda keltirilgan.

PP-1 ipining sudraluvchanligi va elastik tiklanish jarayonlari 20, 50, 80,  $100^{\circ}\text{S}$  xaroratlarda ta’sirida kichik yuklamadan to uzilishgacha bo‘lgan chegaralarda o‘rganilgan.



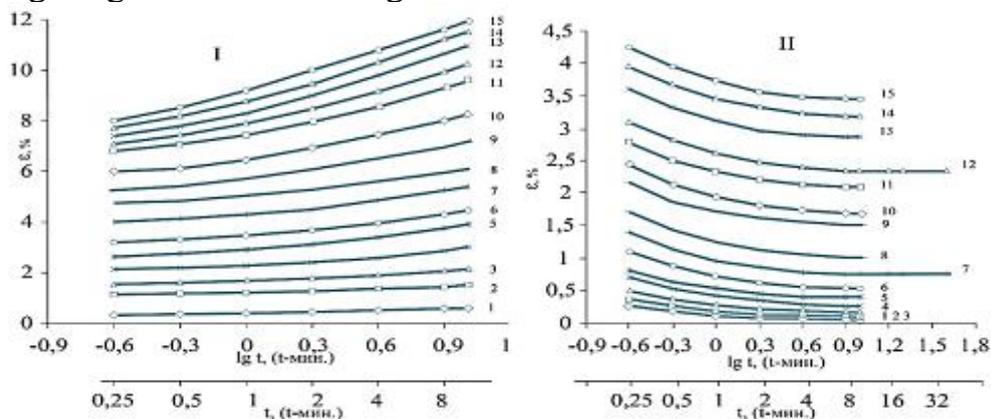
**17-rasm. PP-1 polipropilen tolasining termomexanik egri chizig‘i**



**18-rasm. Turli haroratlarda polipropilen ipni cho'zish sxemalari**

Sudraluvchanlik va elastik tiklanish vaqti 10 minutni tashkil qilgan. Tadqiqotlar vaqt o'tishi bilan qayta tiklanish jarayonining tezligi sezilarli darajada pasayganligini ko'rsatgan, shuning uchun bu jarayonning asosiy qismi 10 daqiqada sodir bo'ladi deb taxmin qilishimiz mumkin.

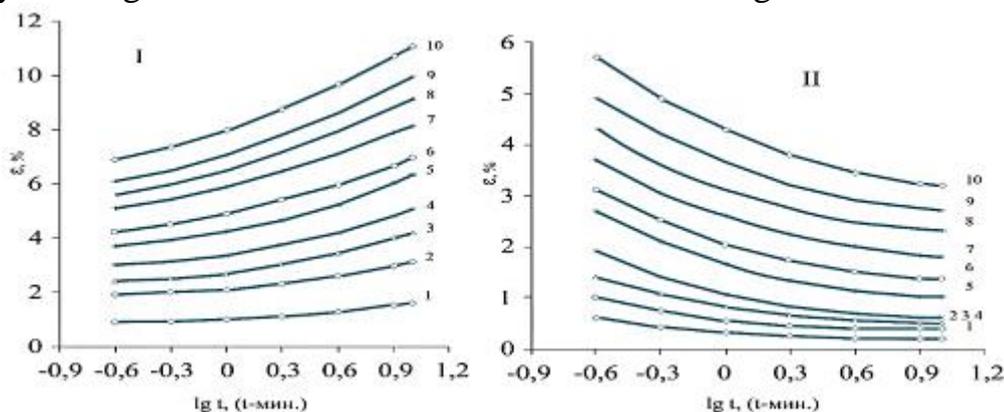
PP-1 ipining tiklanish deformatsiyasi jarayonini ko'rib chiqaylik, 19-20 rasmlarning o'ng tomonida keltirilgan.



$\sigma$ , qiymatlari MPa: 24(1); 40(2); 79(3); 95(4); 119(5); 134(6); 159(7); 187(8); 198(9); 214(10); 240(11); 262(12); 278(13); 294(14); 315(15).

**19-rasm.  $T = 20^{\circ}\text{S}$  va turli kuchlanish qiymatlarida olingan polipropilen ipi (PP-1) uchun sudraluvchanlik (I) va elastiklik tiklanish (II) egri chiziq oilalari**

19 va 20 – rasmlarda  $T=20^{\circ}\text{C}$  va  $T=50^{\circ}\text{C}$  da polipropilen ipi PP-1 uchun turli kuchlanish qiymatlarida sudraluvchanlik (I) va elastiklik tiklanish (II) egri chiziq oilalari yarim logarifmik koordinatalar sistemasida keltirilgan.



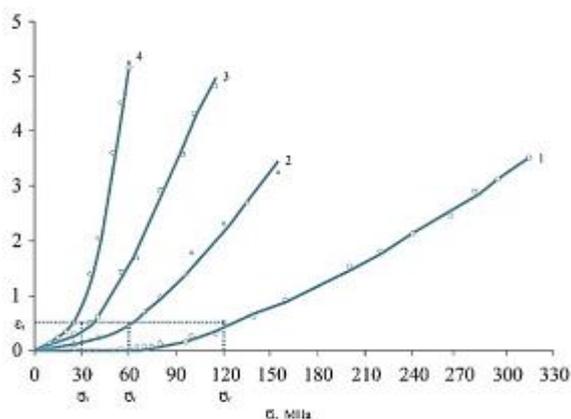
$\sigma$ , qiymatlari MPa: 24 (1); 40 (2); 56 (3); 63 (4); 79 (5); 95 (6); 100 (7); 119 (8); 134 (9); 154 (10).

**20-rasm.  $T = 50^{\circ}\text{S}$  va turli kuchlanish qiymatlarida olingan polipropilen ipi (PP-1) uchun sudraluvchanlik (I) va elastiklik tiklanish (II) egri chiziq oilalari**

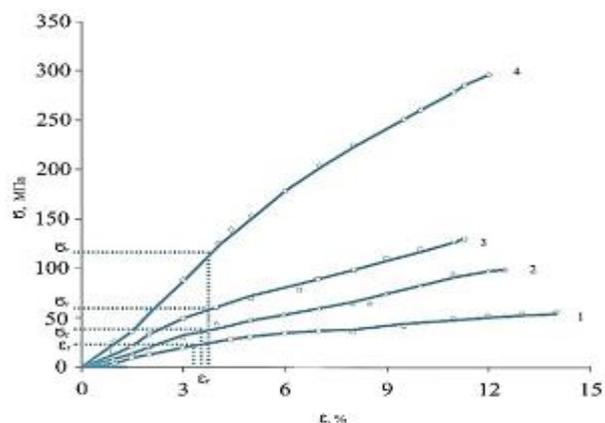
Juda kichik yuklama ham qayta ishlangan (cho'zilgan) PP tolalarida qaytarilmas jarayonlarni keltirib chiqargan, bu qoldiq komponentning intensiv o'sishi bilan tasdiqlangan. Sudraluvchanlik jarayonida deformatsiya va kuchlanish o'rtasidagi bog'liklikni o'rnatish uchun, egri chiziq oilasidan turli xaroratlar uchun olingan  $\sigma(\epsilon_{10})$  egri chiziq bog'likliklari ishlatilgan.

21-rasmda turli xaroratlarda olingan ( $t=10min.$ ) PP-1 uchun qo'llanilgan kuchlanishlarda qoldiq deformatsiyaning bog'likligi keltirilgan va 22-rasmda turli

xarotalarda olingan ( $t=10 \text{ min.}$ ) polipropilen PP-1 ipining egri chiziq bog'likliklari keltirilgan.



T, °S: 20 (1); 50 (2); 80 (3); 100 (4)  
**21-rasm. Turli xarotalarda olingan polipropilen ipi (PP-1) uchun qoldiq deformatsiyaning qo'llanilgan kuchlanishga bog'likligi.**



T, °C: 20 (4); 50 (3); 80 (2); 100 (1)  
**22-rasm. Turli xarotalarda olingan polipropilen ipi (PP-1) egri chiziq bog'likliklari ( $t=10 \text{ min}$ )**

Taqqoslashlar shuni ko'rsatdiki,  $\sigma_r$  ning barcha qiymatlari  $\varepsilon_r \approx 4\%$  yaqin qiymatiga to'g'ri kelgan. Shunday qilib, qoldiq deformatsiyasining intensiv o'sishining boshlanishi amalda xaroratga bog'liq bo'lmagan holda, bu material uchun cho'zilish deformatsiyasining doimiy qiymati bilan aniqlanadi. Ushbu xulosani tasdiqlash uchun qoldiq deformatsiyaning qiymatlari va sudraluvchanlik jarayonidagi deformatsiya o'rtasidagi munosabatni tavsiflovchi  $\varepsilon_{qold}$  ( $\varepsilon_z$ ) bog'liklik qurilgan.

Bu bog'liklik  $\varepsilon \approx 4 \div 5\%$ , ga o'tishga ega bo'lib,  $\varepsilon_r$  qiymatga mos keladi.  $\varepsilon_{kol}$  ( $\varepsilon_{\text{ber}}$ ) ga bog'liklik barcha o'rganilayotgan xaroratlar uchun umumiy xususiyatga ega, ya'ni qayta ishlangan (cho'zilgan) PP-1 uchun qoldiq deformatsiyalar berilgan cho'zilishlar bilan aniqlangan.

Dissertatsiyaning **“Polimer materiallarning qovushqoqelastik xususiyatlarini modellashtirish”** deb nomlangan beshinchi bobida sintetik stroplar relaksatsiyasi va ularni tashkil etuvchi tola va iplarning matematik modelini qurish uchun NAL funksiyasi (logarifmning normalashtirilgan arktangensi) tanlangan.

Murakkabroq makrotuzilmaga ega bo'lgan polimer to'qimachilik materiallari (to'qilgan tasma, arqonlar)ning yopishqoqelastik xususiyatlarini matematik modellashtirish uchun qisqartirilgan vaqt logarifmi (NAL) funsiyasining normalangan arktangensidan foydalanish maqsadga muvofiqdir:

$$\varphi_{\varepsilon t} = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \arctg \left\{ \frac{1}{b_{n\varepsilon}} \ln \frac{t}{t_1} \right\}, \quad (2.1)$$

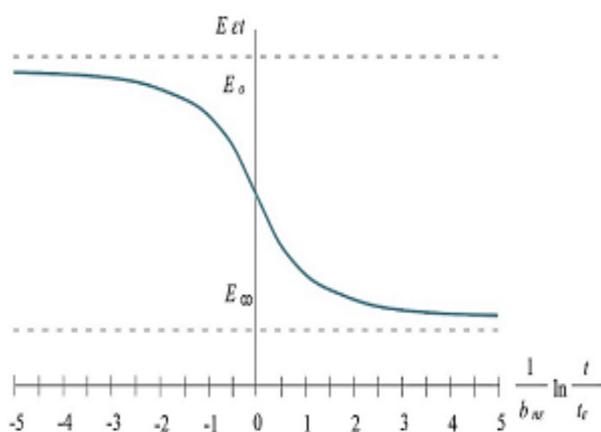
Bu yerda, bu erda  $t_1$ - argumentli  $t$  o‘lchovsiz qiymatida qisqartiruvchi asosiy vaqtning ma’lum bir qiymati;  $\varepsilon$  – deformatsiya qiymati,  $\frac{1}{b_{n\varepsilon}}$  – jarayon intensivligi

parametri, chunki 
$$\frac{1}{b_{n\varepsilon}} \ln \frac{t}{t_1} = \ln \left\{ \frac{t}{t_1} \right\}^{\frac{1}{b_{n\varepsilon}}} \quad (2.2)$$

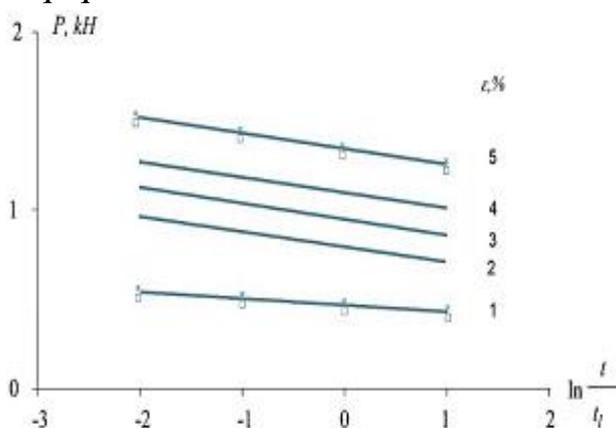
Shuni takidlash lozimki, NAL funksiyasining qulayligi uning soddaligi bo‘lib, jadvalda keltirilgan EI funksiyadan farqli o‘laroq, xisoblash jarayonlarini, masalan, integrallashni soddalashtirgan. Normalashtirilgan relaksatsiya funksiyasidan foydalanib,  $E_{\varepsilon t}$  relaksatsiya moduli taxmin qilaylik.

$$E_{\varepsilon t} = E_0 - (E_0 - E_\infty) \varphi_{\varepsilon t}, \quad (2.3)$$

Bu yerda,  $E_0$  - elastiklik moduli,  $E_\infty$  - qovushqoqelastiklik moduli.



23-rasm. Umumlashtirilgan relaksatsiya egri chizig‘ining sxematik grafigi.



24-rasm. NTLK PP-1600 nometall stropning turli deformatsiyalarda kuchlanish (kuch) relaksatsiya egri chizig‘ining ‘oilasi’,  $T = 20^\circ$

Logarifmik koordinatalar tizimidagi umumlashtirilgan relaksatsiya moduli egri chizig‘ining grafigi sxematik tarzda 23-rasmda keltirilgan.

Relaksatsiyaning eksperimental ‘oilasi’ni qayta ishlash orqali relaksatsiyaning xususiyatlarini aniqlash metodikasining tavsifiga o‘tamiz. Ushbu metodikani NTLK PP-1600 nometall stropning eksperimental ‘oilasi’ relaksatsiyasi misolida ko‘rib chiqamiz. Uchinchi bobning 3.1-bandida tasvirlangan qurilmalarda o‘tkazilgan tajriba natijasida  $\varepsilon = const$  deformatsiyaning turli xil qiymatlarida kuchlanish (kuch) relaksatsiya egri chizig‘ining ‘oilasi’ olingan, ya’ni  $\sigma$  (yoki kuch  $P = \sigma F$ ) ning logarifmik vaqt shkalasidagi deformatsiyasiga bog‘liqligi

$$P_{\varepsilon t} = \sigma_{\varepsilon t} \cdot F = P(\varepsilon, \ln \frac{t}{t_1}) \quad (\text{bu yerda: } t - \text{vaqt, } t_1 = 60 \text{ s} - \text{asosiy vaqt qiymati, } F -$$

namunaning ko‘ndalang kesim yuzasi). Bundan keyin, relaksatsiya egri chiziqlarining ‘oilasiga’ (24-rasmga qarang) ko‘ra, relaksatsiya moduli

qiymatlarining ‘oilasi’ olinadi: 
$$E_{\varepsilon t} \cdot F = \frac{\sigma_{\varepsilon t} \cdot F}{\varepsilon} = \frac{P_{\varepsilon t}}{\varepsilon},$$

NTTA PP-1600 sintetik strolarning relaksatsiya moduli “oilasi” va yuqoridagi barcha relaksatsiya xarakteristikalari maxsus ishlab chiqilgan va O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi xuzuridagi Intellektual mulk agentligida rasman ro‘yxatdan o‘tgan kompyuter dasturi № DGU 07367 “Sintetik to‘qilgan tasmalarning sudraluvchanligi va relaksatsiyasini xisoblashning avtomatlashtirilgan tizimi” yordamida aniqlangan.

Relaksatsiya jarayonining xisoblangan nuqtalarini kuzatish uchun eksperimental qiymatlar bilan taqqoslash 24–rasmda keltirilgan. Kuchlanishlarning (kuchlarning) xisoblangan qiymatlari turli vaqtlarda ko‘rib chiqilgan deformatsiya qiymatlarining butun diapozoni uchun eksperimental qiymatlarga yaqin.

Bu fakt relaksatsiya jarayonining analitik tavsifi uchun NAL funksiyasiga asoslangan matematik modelning adekvatligi xaqida xulosa chiqarish imkonini bergan. 7-jadvalda nometall strolar relaksatsiyasining xisoblangan qiymatlari keltirilgan.

7-jadval.

### Nometall strolar relaksatsiyasining xisoblangan qiymatlari

Materiali	$E_0 \cdot F, kH$	$E_\infty \cdot F, kH$	Intensivligi, $b_{n\epsilon}$
Dakron-1200	42	19	16,8
Spektra-825	26	11,4	13,8
Spektra-1000	31	13,6	14,2
Vektran-800	24	11,7	15,4
NTTA PP-1100	37	12,9	12,3
NTTA PP-1600	44	15,4	13,6

Nometall strolar va ularni tashkil etuvchi sintetik iplar uchun sudraluvchanlik matematik modeli qurilgan. Buning uchun kechiktirilgan funsiya  $\varphi_{\sigma t}$  sifatida NAL funksiyasini tanlangan:

$$\varphi_{\sigma t} = \varphi \left\{ \frac{t}{t_\sigma} \right\} = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg} \left\{ \frac{1}{b_{n\sigma}} \ln \frac{1}{\tau_\sigma} \right\}, \quad (2,4)$$

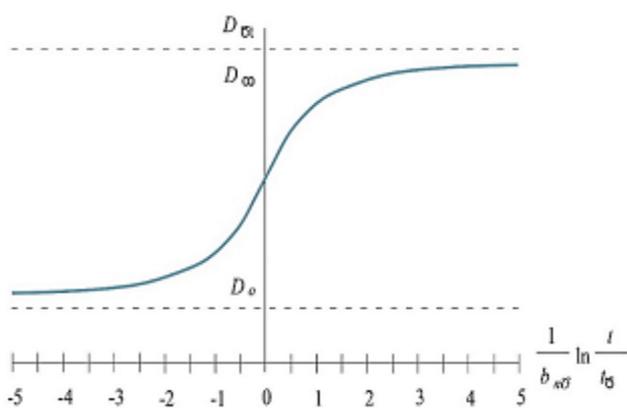
Bu yerda,  $\sigma$  kuchlanishga bog‘liq kechiktirilgan vaqt  $\tau_\sigma$ , va kuchlanishga bog‘liq  $b_{n\sigma}$  doimiysi, o‘rganilayotgan materialning xususiyatlariga bog‘liq.

Normalashtirilgan kechiktirilgan funksiyasi  $\varphi_{\sigma t}$  yordamida  $D_{\sigma t}$  muvofiqlikni taxmin qilamiz.

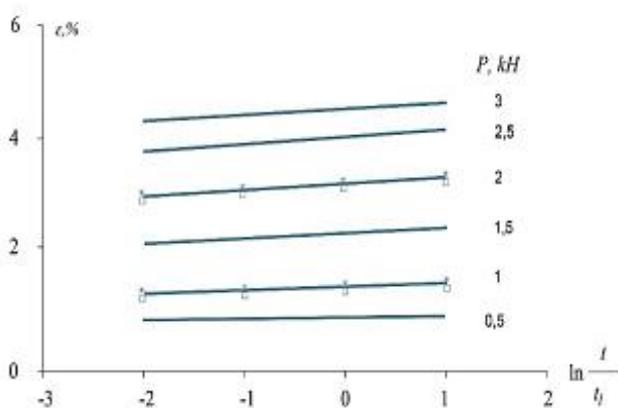
$$D_{\sigma t} = D_0 + (D_\infty - D_0)\varphi_{\sigma t} \quad (2.5.)$$

Bu yerda,  $D_0$ – dastlabki elastik muvofiqlik,  $D_\infty$  - cheklovchi muvozanat muvofiqligi.

Nometall strop NTLK PP-1600 ni,  $T=20^\circ$  da logarifmik koordinatalar tizimida muvofiqlik egri chizig‘ining grafigi 25-rasmda keltirilgan (chiziqlar tajriba, \* hisoblangan nuqtalar).



25-rasm. Umumlashtirilgan muvofiqlik egri chizig'i grafigi.



26-rasm. Turli qiymatlarda sudraluvchanlik egri chizig'ining "oilasi"

Sudraluvchanlikning eksperimental "oilasi" qayta ishlash orqali sudraluvchanlik xususiyatlarini aniqlash metodikasi tasnifiga o'tamiz.

Yuqorida aytib o'tilganidek, kechkitirilgan funktsiya sifatida NAL funktsiyasi tanlangan (2.4).

Sudraluvchanlikning xususiyatlari metodikasini aniqlashda NTTA PP-1600 stropining eksperimental sudraluvchanlik "oilasi" misolida ko'rib chiqilgan. Tajriba natijasida turli xil yuk qiymatlarida sudraluvchanlik egri chiziqlar "oilasi"  $P = \sigma \cdot F = const$  (26-rasmga qarang). Keyin, egrichiziq "oilasi"dan foydalanib,

"oilaning muvofiqlik qiymatlarini olamiz.  $D_{\sigma t} = \frac{\epsilon_{\sigma t}}{\sigma} = \frac{\epsilon_{\sigma t} \cdot F}{P}$ , bu yerda  $\epsilon_{\sigma t}$  - kuchlanish  $\sigma$  va  $t$  vaqtga bog'liq deformatsiya.

NTTA PP-1600 polimer stropning moslik "oilasi" va yuqorida ko'rsatilgan barcha xususiyatlari kompyuterda maxsus ishlab chiqilgan va rasman ro'yxatdan o'tgan "NTTA-PP sintetik to'qilgan tasmalarning sudraluvchanligi va relaksatsiyasini hisoblashning avtomatlashtirilgan tizimi" dasturi yordamida aniqlangan.

Hisoblangan deformatsiya qiymatlari turli vaqtlarda ko'rib chiqilgan kuchlanish (kuch) qiymatlarining butun diapozoni uchun eksperimental qiymatlarga yaqin.

8-jadval.

**Sintetik stropning sudraluvchanlikni hisoblash bo'yicha ko'rsatkichlari**

Stropning nomlanishi	$D_0 \cdot F^{-1}, kH^{-1}$	$D_{\infty} \cdot F^{-1}, kH^{-1}$	Intensivligi, $b_{n\sigma}$
Dakron-1200	0,024	0,053	11,7
Spektra-825	0,038	0,088	10,2
Spektra-1000	0,032	0,074	10,4
Vektoran-800	0,042	0,085	10,9
STLK PP -1100	0,027	0,078	8,9
STLK PP -1600	0,023	0,067	9,7

Bu natija NAL funksiyasiga asoslangan sudraluvchanlik matematik modelining sudraluvchanlik jarayonining analitik tavsifi uchun yetarliligi bo'yicha xulosa chiqarishga imkon bergan. 8-jadvalda sintetik stroplarning sudraluvchanlikni hisoblash bo'yicha ko'rsatkichlari keltirilgan.

Yuqoridagi olimlar bilan maslahatlashib va ularning nazariy ishlariga asoslanib, ushbu dissertatsiya muallifi yuqorida keltirilgan nazariyalarni yuk ko'tarish stroparga bog'lashga harakat qilgan. Favqulodda vaziyatlarda qutqaruv va qurilish-montaj ishlarida sintetik strop tuzilmasida yuz beruvchi jarayonlar haqidagi mulohazalarni yoritgan.

Dissertatsiyaning **“Tadqiqot natijalarini ishlab chiqarishga joriy etish va texnik-iqtisodiy samaradorligi”** deb nomlangan oltinchi bobida – tadqiqot natijalarini joriy qilish va texnik-iqtisodiy samaradorligi natijalari ifodalangan. Tayyor strop sinovdan o'tkazish mashinasida amalga oshirilgan. Sinovlar GOST 34875-2022 “Yuk tashish qurilmalari. Sun'iy tolalardan yasalgan to'qimachilik stropi. Texnik shartlari”ga asosan o'tkazilgan. 23-rasmda sinov jarayoni va olingan uzilish turi tasvirlangan.



**27-rasm. NTTA PP-3000 sintetik stropning sinash jarayoni**

NTTAl stropini to'liq miqyosli sinovlari natijalari 9-jadvalda keltirilgan. Jadvaldan ko'rinib turibdiki, strop raqamlari:

\* - nuqsonlari bilan (eni 60 mm bo'lgan to'qima tasmali strop enidan 10% dan ko'p bo'lgan umumiy uzunlikdagi tasma iplarining yuzaki uzilishlari; iplarining faqat asosi bo'yicha uzilishlari; iplarining tanda va arqoq bo'yicha uzilishlari; iplarining stropning metall qismi bilan ishqalanishidan uzilishlar; iplarining yuk bilan ishqalanishidagi uzilishlar),

\*\* - va  $R_{max} = 80$  va  $60$  kN,  $N = 8$  va  $5$  sikl dasturi bo'yicha sinovlargacha ishlanmalar bilan,  $t = 300$  s.

9-jadval

### NTTAl stropini to'liq miqyosli sinovlari natijalari

Strop №	Namunalar soni	Sikl №	R max, kN	T vaqt., sek.	Xulosa
1	1	10	80	600	Uzilish yo'q
2	1	10	60	480	Uzilish yo'q
3	2	10	60	480	Uzilish yo'q
4	3	10	60	300	Uzilish yo'q
5*	1	8	65	300	Uzilish bor
6**	1	5	55	300	Uzilish bor, ilgakda

Natijada, polipropilenli qalinligi 4mm va eni 60 mm bo‘lgan o‘lchamdagi bir shoxli stropalar uchun, 1:7 chidamlilik koeffitsienti bilan yuklarning tashishda mumkin bo‘lgan og‘irlik 10 kN ni tashkil qiladi, bunda 55kN gacha og‘irlikdagi yuklarni ko‘tarish chegaralangan bo‘lib (5 tadan ortiq emas) salbiy natijaga olib keladi.

Farg‘ona shahridagi “Sport majmuasi” qurilish ob‘ekti misolida xorijda ishlab chiqarilgan dosgohda tayyorlangan va muallif tomonidan sinovdan o‘tkazilgan eksperimental strop qo‘llanilgan.

NTTAli arqonlardan foydalanishning muhim ko‘rsatkichlaridan ularning mustahkamligi va narxi hisoblanadi. Ba‘zi mahalliy ishlab chiqaruvchilar tayyor mahsulotlarini stend sinovlari natijasida olingan fizik–mexanik xususiyatlari bo‘yicha ma‘lumot berishadi.

Ushbu ma‘lumotlarga asoslanib, ularning xususiyatlari haqida xulosa chiqarish mumkin. Nazariy va eksperimental tadqiqotlar natijalari asosida dissertant tomonidan Farg‘ona shahridagi MSPKM–426 MChJda foydalanilayotgan po‘lat va nometall yuk ko‘tarish stroplari asosiy turlarining iqtisodiy samaradorligi hisoblab chiqilgan. Variantlarni taqqoslash 10-jadvalda keltirilgan.

10-jadval

### Po‘lat va nometall strop variantlarini taqqoslash

Yuk ko‘tarish stroplari variantlari	3 m li sirtmoqli strop massasi, kg	3 m li sirtmoqli strop narxi, sum	4 novdali strop narxi, sum	Kranlar soni	Umumiy summa
Po‘lat arqonli	3,64	268 000	1 072 000	85	91 120 000
Nometall	0,75	161 000	644 000	85	54 740 000
Iqtisodiy samaradorlik					36 380 000

Agar respublikada yuzga yaqin shunday mexanizatsiyalashgan tashkilotlar, yana yuzlab sanoat korxonalari ko‘prikli, portal va boshqa kranlari bo‘lgan xo‘jaliklar mavjudligini hisobga olsak, bu ko‘rsatkich o‘nlab milliard sumga yetishi mumkin.

## XULOSALAR

“Nometall to‘qima tasma va arqonlardan tayyorlangan egiluvchan yuk ko‘tarish moslamalarining konstruksiyaviy xavfsizligini baholash, ularni favqulodda vaziyatlarda qo‘llashning alohida jihatlari” texnika fanlari doktori (DSc) dissertatsiyasi bo‘yicha olingan natijalar asosida quyidagi xulosalar qilingan:

1. O‘zbekistonda ilg‘or Yevropa mamlakatlari ko‘p yillik tajribasi asosida o‘z perspektivasini isbotlagan nometall materiallar asosidagi yuk ko‘tarish moslamalarining favqulodda vaziyatlar va mahalliy qurilish sohasida joriy qilinishiga juda kam e‘tibor berilayotganligi aniqlangan.

2. Oddiy, qulay va ko'p vaqt talab qilmaydigan tajribalar o'tkazish, uzilish egri chiziqlarining tabiati, qoldiq deformatsiyalar va molekular uzilishlarning to'planish egri chiziqlari o'rtasidagi o'rnatilgan bog'liklik, cho'zilish egri chizig'idan qoldiq komponentning intensiv o'sishi va makromolekular zanjirlardagi uzilishlarning boshlanishi kabi murakkab deformatsiyalar va strukturaviy jarayonlarni bashorat qilish imkonini bergan.

3. Yuklangan sintetik filament tolalarda (198 MPa va 278 MPa) 20°S dan 80°S gacha bo'lgan keng harorat oralig'ida sodir bo'ladigan destruksiya jarayonlari IQ spektroskopiya usuli yordamida o'rganilgan. Aniqlanishicha, yuqori yo'naltirilgan (uzaytirilgan) polipropilen PP tolalarda molekular destruksiya jarayonlarining borishi cho'zilish deformatsiyalari bilan belgilanishi aniqlangan va amalda bu deformatsiya paytida hosil bo'ladigan kuchlanish va harorat sharoitlariga bog'liq emasligi aniqlangan

4. Fizik-mexanik tadqiqotlar o'tkazish orqali favqulodda vaziyatlar va qurilish maydonchalarida yuklarni ko'tarish uchun mo'ljallangan sintetik tasmali stroplarni tayyorlash uchun, O'zbekistonda ishlab chiqarilgan PPR-173H va FR-170H markali polipropilendan olingan sintetik multifilament iplarning mustahkamlik va cho'zilish bo'yicha ko'rsatkichlari xorijiy analoglarga yaqin qiymatlarga ega va ulardan foydalanish imkoniyati isbotlangan.

5. Kimyoviy tadqiqotlar o'tkazish orqali O'zbekistonda ishlab chiqariluvchi polipropilen iplarning, quyosh nuriga barqarorlik, eskirishga va yong'inga chidamliligi bo'yicha (maxsus oksidant va antipiren qo'shimchalar qo'shilgan holda) xorijiy analoglarga yaqin qiymatlarga egaligi aniqlangan. Eksperimental tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, PP ga 15% dan ortiq yong'inga qarshi qo'shimchalarning kiritilishi kislorod indeksi va shunga mos ravishda yong'inga chidamliligini oshirgan, lekin PPning mexanik xususiyatlariga salbiy ta'siri aniqlangan.

6. O'rganilayotgan namunalarning termal-oksidlanishga chidamliligini raqamli baholash termogravimetrik tahlil egri chiziqlari yordamida xarakterli harorat qiymatlari bilan baholangan. Ma'lum bo'lishicha, qo'shimchani o'z ichiga olgan asl polipropilen va polipropilenning xona haroratidan 800°C gacha bo'lgan haroratni skanerlashda issiqlik-oksidlovchi destruksiyaning tabiati boshqacha davom etadi. Asl polipropilenning termal-oksidlanish yo'q qilinishiga nisbatan nisbiy qarshilik yuqori.

7. Bajarilgan dala tadqiqotlari natijasida nometall strop uchun tasmalar ishlab chiqarish bo'yicha sintetik iplar to'qilishining ratsional sxemasi ishlab chiqilgan, bunda -10 kN og'irlikdagi yuklarni 1:7 xavfsizlik chegarasida ko'p marta, -55 kN gacha bo'lgan yuklarni 5 martadan oshmagan holda foydalanish uchun yetarli bo'lgan chidamlilik va deformatsion xususiyatlari aniqlangan. (26.04.2021 yil kungi №DGU 11587 "Lenta slingi uchun "STL-PP" to'quv lentasining ipli to'quvini hisoblashning avtomatlashtirilgan tizimi").

8. Nazariy tadqiqotlar natijasida, stropning yuk ko'tarish qobiliyati va qulayligiga ko'ra, reaksiya kuchi kattaligini ifodalovchi matematik model olingan. Kuchlanishlarning (kuchlarning) hisoblangan qiymatlari vaqtning turli nuqtalarida

ko‘rib chiqilgan deformatsiya qiymatlarining butun diapazoni uchun eksperimental qiymatlarga yaqinligi aniqlangan. Bu yaqinlik NAL funksiyasiga asoslangan relaksatsiyaning matematik modeli relaksatsiya jarayonining analitik tavsifi uchun yetarli degan xulosaga kelishimizga imkon bergan (№DGU 07367-sonli ”STL-PP” sintetik to‘qima tasmalar oquvchanligi va relaksatsiyasini hisoblash uchun avtomatlashtirilgan tizimi”) yordamida aniqlangan.

9. Qoldiq deformatsiyaning intensiv oshishining boshlanishi ma’lum bir material uchun haroratga deyarli bog‘liq bo‘lmagan doimiy cho‘zilish deformatsiyasi qiymati bilan belgilanishi aniqlangan. Ushbu xulosani tasdiqlash uchun qoldiq deformatsiyaning qiymatlari va yemirilish jarayonida keltirilgan deformatsiya o‘rtasidagi munosabatni tavsivlovchi bog‘liklik  $\varepsilon_{qol}(\varepsilon_{ber})$  qurilgan. Bu bog‘liklik  $\varepsilon \approx 4 \div 5\%$  oraliqlarida sodir bo‘lishi aniqlangan. Hosil bo‘lgan  $\varepsilon_{qol}(\varepsilon_{ber})$  bog‘liklik barcha o‘rganilayotgan xaroratlar uchun umumiy xarakterga ega, ya’ni yo‘naltirilgan (uzaytirilgan) PP texnik tolalar uchun qoldiq deformatsiyalar berilgan cho‘zilishlar orqali aniqlangan.

10. Relaksatsiya va sudraluvchanlikning tavsiya etilgan matematik modellari asosida deformatsiya va qayta tiklanish jarayonlarini bashorat qilishning kompyuter usullaridan foydalanish polimer mahsulotlarining deformatsiyalari va qayta tiklanish jarayonlarini yuqori darajadagi ishonchlilik bilan bashorat qilish imkonini bergan (2022 yil 02 noyabrdagi №DGU 20306-sonli ”Polimer materiallarning qovushqoqelastikligini hisoblash uchun avtomatlashtirilgan tizimi”).

11. Strop namuna uzunligining ortishi bilan barcha hollarda nisbiy cho‘zilishning kamayishi aniqlangan, nisbiy cho‘zilishning namuna diametriga bog‘likligi esa, ortib borayotgan shaklga ega. Tadqiqot og‘ir sharoitlarda foydalaniladigan polimer materialning tuzilishiga ta’sir qiluvchi turli omillar ta’sirida ba’zi muhim fizik–mexanik xususiyatlarning o‘zaro bog‘likligini to‘liq kuzatish imkonini bergan.

12. Iqtisodiy samaradorlikni hisoblash, taklif etilayotgan nometall to‘qima tasma va arqonlardan tayyorlangan stroplardan foydalanishning maqsadga muvofiqligini ko‘rsatgan, “MSPKM–426” MChJ mexanizatsiyalashgan ko‘chma kolonnasida to‘liq joriy etilmagan holda 36, 380 million so‘m miqdorida mablag‘ tejalishiga erishilgan. Respublikaning 60 ta shunday tashkilotlarida tavsiya etilgan stroplarning joriy etilishi bilan milliardlab sum mablag‘ni tejashga erishilishi tasdiqlangan.

13. O‘zbekiston Respublikasida favqulodda vaziyatlarda, qurilish-montaj va qutqaruv ishlarida NTTA asosidagi yuk ko‘taruvchi moslamalardan foydalanish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqilgan.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО СОВЕТА  
DSc.40/29.12/2022.Т.129.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ  
ПРИ АКАДЕМИИ МИНИСТЕРСТВА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ  
СИТУАЦИЯМ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

---

**ФЕРГАНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**РАХМАНОВ БАХОДИР КУШАКОВИЧ**

**ОЦЕНКА КОНСТРУКЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГИБКИХ  
ГРУЗОЗАХВАТНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ИЗ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ  
ТКАНЫХ ЛЕНТ, КАНАТОВ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИХ  
ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

**05.10.02 – Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Пожарная, промышленная,  
ядерная и радиационная безопасность;  
05.09.05 - Строительные материалы и изделия**

**АВТОРЕФЕРАТ  
ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА НАУК (DSc) ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Ташкент – 2025.**

**Тема диссертации доктора наук (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2024.2.DSc/T728**

Диссертация выполнена в Ферганском политехническом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета ([www. akademiyafov.uz](http://www.akademiyafov.uz)) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

<b>Научный консультант:</b>	<b>Раззаков Собиржон Жураевич</b> доктор технических наук, профессор
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Маджидов Иномжон Уришевич</b> доктор технических наук, профессор <b>Косимов Иброхим Иркинович</b> доктор технических наук, профессор <b>Нурмаматова Рахима Рахмановна</b> доктор технических наук, доцент
<b>Ведущая организация:</b>	<b>Джиззакский политехнический институт</b>

Защита диссертации состоится “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2025 года в \_\_\_\_\_ часов на заседании Разового научного совета на основе Научного совета DSc.40/29.12.2022.T.129.01 по присуждению ученых степеней при Академии МЧС Республики Узбекистан (Адрес: 100102, г. Ташкент, Янгихаётский район, ул. Дустлик, д. 5. Тел.:(71) 258-35-33; E-mail: [info@akademiyafov.uz](mailto:info@akademiyafov.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Академии МЧС Республики Узбекистан (зарегистрирована за № \_\_\_\_). (Адрес: 100102, г. Ташкент, Янгихаётский район, ул. Дустлик, д. 5. Тел.:(71) 258-35-33; E-mail: [info@akademiyafov.uz](mailto:info@akademiyafov.uz)).

Автореферат диссертации разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 года.  
(реестр Протокола рассылки № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2024 года).

**Б.Т.Ибрагимов**

Председатель Разового научного совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

**Х.М.Дусматов**

Ученый секретар Разового научного совета по присуждению ученых степеней, к.т.н., доцент

**Р.И.Исмаилов**

Председатель Разового научного семинара при разовом научном совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире при ликвидации техногенных и природных чрезвычайных ситуаций, в различных отраслях промышленности, в строительстве, увеличивается доля использования гибких грузозахватных приспособлений (ГЗП) из неметаллических тканых лент и канатов (НТЛК). Наряду с «традиционными» металлическими грузозахватными устройствами, особое внимание уделяется грузоподъемным стропам из синтетических полимерных материалов с высокими и сверхвысокими характеристиками. В частности, благодаря развитию производства высокопрочных синтетических волокон в таких развитых странах мира, как Россия, США, Германия, Австрия, Финляндия и др. достигнуты определенные успехи в создании и производстве сверхпрочных грузоподъемных строп из НТЛК. При ликвидации техногенных и природных чрезвычайных ситуаций, безопасность людей, сокращения трудозатрат и материалоемкость является одной из важнейших задач. За последние 10 лет в Узбекистане произошло 6 землетрясений магнитудой 6-8 баллов, в результате которых погибли 16 человек и получили ранения 54 человека. В начале 2023 года Республиканским центром сейсмологического мониторинга в Узбекистане и соседних регионах зафиксировано более 250 землетрясений магнитудой от 2,8 до 6,8 баллов. В целях ликвидации последствий землетрясения и защиты населения проведено 247 командно-штабных занятий и 19 специальных тактико-тренировочных занятий. В этих мероприятиях приняли участие около 90 тысяч граждан.

В мире проводятся научно-исследовательские работы направленные на повышение прочности, долговечности и огнестойкости НТЛК. Легкость, гибкость и высокая грузоподъемность этого вида строп позволяет решать множество задач в подъеме, перемещении грузов. Исследования проблем спасения пострадавших при ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с разрушениями зданий и сооружений, показали, что эффективность выполнения аварийно-спасательных работ зависит не только от применяемых технологии и организации работ, но и от эффективности технических решений новых устройств и аварийно-спасательного оборудования.

В нашей республике реализуются комплексные меры по разработке новых конструктивных решений для эффективного использования энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий в строительной отрасли и в зонах ЧС, внедрения новых инновационных строительных материалов на основе местного сырья, направленных на достижение определённых результатов. В Узбекистане в области производства и использования НТЛК делаются определенные шаги. Производятся ленты и канаты, однако они используются для различных нужд хозяйственной деятельности, их показатели мало исследованы, не испытаны и не освидетельствованы, и тем более не предназначены для грузоподъемных и

спасательных устройств. Отсутствует также нормативная база по производству и использованию этой продукции.

В стратегии развития Республики Узбекистан на 2022-2026 годы поставлена задача, в частности «...оснащение существующих пожарно-спасательных подразделений современным оборудованием и инструментом...»<sup>1</sup>, и главное импортозамещение.

Настоящее диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Законом Республики Узбекистан № ЗРУ-790 от 17.08.2022 г. «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»<sup>2</sup> и Указом №УП–307 от 06.07.2022 года «Об организационных мерах по реализации Стратегии инновационного развития республики Узбекистан на 2022-2026 годы»<sup>3</sup> и во всех нормативно правовых документах, касающихся этой деятельности.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики Узбекистан – II «Энергетика, энерго– и ресурсосбережение».

#### **Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации**

Научные исследования, направленные на разработку и создание современных гибких грузозахватных приспособлений ГЗП из НТЛК, для спасательных и монтажных работ осуществлялись в компаниях и ведущих научных центрах мира, в том числе Inka Ou (Финляндия), Certex (США), Span Set, Industrial Products, Gehontund Hebetchnik, Carl Stahl GmbH, Geron (все-Германия), LANEXCZ, Spol. S.r.o. (Чехия), Lemens, DSM, Honeywell (Голландия), университет De-Montfort, Великобритания, Санкт-Петербургский Государственный Университет Технологии и Дизайна, Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина, ГУМП «НИИ парашютостроение», ООО НПП «Полипрон» и Орловский производственный дивизион холдинг ЗАО «Промсталь» (Россия) и др.

Отечественными и зарубежными учеными проведены глубокие исследования, направленные на изучение свойств полимерных материалов, в том числе, различных по составу синтетических мультифиламентных волокон и нитей, для разработки и использования технических изделий в виде тканых лент и канатов в различных областях хозяйствования, создание методов и методик оценки этих свойств, на создание материалов с заданными свойствами. Вместе с этим, проблемы экспресс-оценки свойств неметаллических материалов, правильный выбор оптимального технологического режима обработки и производства технических изделий,

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан от 28.01.2022 г. № УП-60 «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022 - 2026 годы»

<sup>2</sup> Закон Республики Узбекистан № ЗРУ-790 от 17.08.2022 г. «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»

<sup>3</sup> Указ Президента республики Узбекистан №УП–307 от 06.07.2022 года «Об организационных мерах по реализации Стратегии инновационного развития республики Узбекистан на 2022-2026 годы».

оценка и достоверное прогнозирование деформационных характеристик грузоподъемных устройств из неметаллических материалов, изменения деформационных характеристик при различных температурах, влияние условий сухого жаркого климата изучены недостаточно.

**Степень изученности проблемы.** Вопросами применения синтетической текстильной продукции в технике и в технологии, ученые начали заниматься с середины прошлого столетия, когда молекулярной химией была открыта высокая прочность синтетических материалов. В США, развитых странах Европы и в Российской Федерации проводились исследования по изучению вопросов применения в различных отраслях производства высокопрочных текстильных синтетических материалов.

Вопросы релаксации, макроструктуры химических волокон, их жесткость, хрупкость, усталость, удлинение и ползучесть, вязкоупругость, физико-химическая стойкость в условиях эксплуатации и деформационные свойства полимерных материалов глубоко изучены учеными Рахматулиным Х.А., Аскадским А.А., Бартеневым Г.М., Гольдманом А.Я., Абрамовым И.В., Берестневым В.А., Макаровым А.Г., Сталевичем А.М., Перепелкиным К.Е., Работновым Ю.Н., Цобкалло Е.С.

Методами исследования ткацкого строения, свойств, оценки качества получения и переработки синтетических волокон и нитей занимаются ученые Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И., Макаров А.Г., Сталевич А.М., Каланчук О.Э., Попов Л.Н., Труевцев Н.Н., Бартенев Г.М. и др.

В развитие современной концепции теории горения и способов снижения горючести текстильных материалов внесли существенный вклад российские и зарубежные ученые Перепелкин К.Е., Константинова Н.И., Михайлин Ю.А., Орлов А.В., Тужиков О.И., Берлина А.А., Захарова Н.Н. и другие.

Проблемы разработки, испытания, производства, использования, стандартизации применения НТЛК исследуются учеными Прусовым А.Ю., Степановым Ю.С., Великановым Н.Л., Ивашковым Н.И., Иодчиным А.С., Букаловым Г.К. и др.

В Республике в развитие производства, огнезащиты и культуры производства в области строительных материалов внесли существенный вклад и добились научных результатов ведущие ученые Джалилов А.Т., Касимов Э.У., Самигов Н.А., Адилходжаев А.И., Акрамов К.А., Раззаков С.Ж., Курбанбаев Ш.Э., Ибрагимов Б.Т. и другие.

Обзор отечественных исследований, литературы и практики работ в данном направлении показал, что в Узбекистане вопросы такелажа при строительно-монтажных работах и при ликвидации техногенных и природных чрезвычайных ситуаций для захвата, различных грузов, с применением гибких ГЗП на основе НТЛК рассматривались недостаточно. Анализ прежде выполненных и ныне проводимых исследований показал, что в области применения грузозахватных приспособлений ГЗП из неметаллических тканых лент и канатов достигнуты очень интересные и важные положительные результаты. Однако удельные показатели их

применения остаются очень низкими. Удельные показатели применения стальных канатов ещё сохраняются, и во многих случаях не отвечают современным требованиям. В этом контексте металлические стропы, в зависимости от массы и сложности конфигурации перемещаемых грузов и условий эксплуатации должны постепенно уступать место неметаллическим ленточным и канатным стропами из НТЛК.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена работа.**

Диссертационное исследование выполнено (2021-2023 гг) в рамках государственных научно-технических программ № ПЗ-2017102319 «Оценка конструкционной безопасности гибких грузозахватных приспособлений из неметаллических тканых лент и комбинированных канатов и особенности применения их при чрезвычайных ситуациях» Ферганского политехнического института.

**Целью исследования является** Разработка научно-обоснованных подходов к определению комплекса физико-механических свойств синтетических материалов, направленных на прогнозирование и повышение эксплуатационных качеств неметаллических тканых лент и канатов.

**Задачи исследования:**

определение научно-обоснованных методик и прогнозирования характеристик механических свойств на различных стадиях удлинения синтетических волокон и нитей на основании выявленных взаимосвязей этих характеристик со структурными процессами;

изучение композиций пониженной горючести полимерных нитевидных материалов на основе неорганических антипиренов;

разработка методики прогнозирования релаксации и ползучести синтетических волокон, нитей и канатов для неметаллических ГЗП;

повышение огнестойкости полипропилена ПП из местного сырья марки PPF 173H и PP FR-170 H, за счет модификации с использованием антипиренов;

разработка методов прогнозирования процессов деформирования и восстановления синтетических волокон, нитей, текстильных лент и канатов в неметаллических грузозахватных устройствах;

разработка методов оценки деформационных свойств синтетических лент и канатов по результатам экспресс-испытаний, и прогнозирование упруго-релаксационных процессов на основе моделирования.

**Объектом исследования являются:** гибкие грузозахватные приспособления ГЗП для спасательных и монтажных работ с использованием неметаллических тканых лент, канатов на основе местного сырья.

**Предметом исследования являются** физико-механические и эксплуатационные свойства синтетических нитей и волокон, тканых лент и канатов, используемых для неметаллических гибких ГЗП для спасательных и монтажных работ.

**Методы исследования.** Исследования выполнены с использованием современных физико-механических, физико-химических, математико-статистических методов, методов математического моделирования, планирования экспериментов, а также методов вычислительной математики и информатики.

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в следующем:

впервые установлены закономерности изменений и основные параметры механических свойств синтетических волокон и нитей, основанные на взаимосвязи деформационных и прочностных свойств со структурными процессами, происходящими в процессе деформирования;

установлены и обоснованы закономерности и характер накопления необратимого (остаточного) компонента деформаций полипропиленовых, полиамидных волокон, нитей, лент и канатов;

установлено, что у волокон и нитей, полученных из гибкоцепных полимеров, в достаточно широком температурном диапазоне остаточные деформации определяются значениями заданных удлинений;

установлено, что, модифицированием полипропилена марки ППFR 173Н и FR-170 Н на основе местного сырья с добавлением антипирена меламина цианурата увеличен кислородный индекс на 5,2% и выше, с изучением термо- и термостойких характеристик образца ленты и каната получены и обоснованы показатели снижения механических свойств полипропилена при добавлении 15% добавки меламина цианурата;

по результатам кратковременных экспериментов на простую релаксацию и простую ползучесть разработана методика прогнозирования деформационно-восстановительных процессов и процессов обратной релаксации полимерных материалов для НТЛК на основе математического моделирования вязкоупругости;

определены высокая несущая способность синтетических тканых лент и канатов для грузоподъемных устройств в строительно-монтажных и спасательно-организационных работах и оценены конструкционная безопасность и особенности использования в чрезвычайных ситуациях.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность полученных результатов обеспечивается проведением комплекса исследований с использованием современных средств и методов, получением теоретических и экспериментальных результатов высокой сходимости, а также внедрением в практику результатов теоретических и экспериментальных исследований.

**Научная и практическая значимость результатов исследований.**

Научное значение результатов исследований заключается в развитии представлений о современных гибких грузозахватных приспособлениях при ликвидации техногенных и природных чрезвычайных ситуациях на основе неметаллических тканых лент, канатов, разработке научно-обоснованных подходов к определению комплекса характеристик физико-механических свойств синтетических волокон и нитей, тканых лент и канатов, основанных

на изучении структурных процессов и направленных на разработку методов определения и прогнозирования характеристик эксплуатационных свойств на основе математического моделирования.

Практическое значение результатов исследований заключается в разработке эффективных и экономически выгодных гибких грузозахватных приспособлений на основе неметаллических тканых лент и канатов, выполненных из нитей, получаемых на основе местного сырья.

**Внедрение результатов исследования.** По результатам оценки конструктивной безопасности гибких несущих грузоподъемных устройств из неметаллических тканых лент и канатов и особенностей их использования в чрезвычайных ситуациях:

В результате теоретических, экспериментальных и практических исследований разработаны и произведены неметаллические стропы из тканых лент, канатов НТЛК (с экспериментальным индексом НТЛК ПП) с коэффициент безопасности 1:7, и изготовлены стропы, одноветвевые, двухветвевые и четырехветвевые грузоподъемностью одной ветви 1,0 тн. Испытаны в пожарно-техническом центре МЧС Ферганской области (Акт испытания от 25.10.2023 года). В результате впервые рекомендованы отечественные неметаллические тканые ленточные и канатные подъемные устройства для повышения эффективности работы спасателей в чрезвычайных ситуациях;

приняты в эксплуатацию в Ферганском ООО «Межхозяйственной специализированной передвижной колонной механизации МСПКМ-№426 (Акт внедрения от 15.06.2023 года и справка “Ўзбекистон қурилиш материаллари саноати корхоналари уюшмаси” от 05.10.2023г. № 05/15-2003), В результате определена высокая грузоподъемность устройств из неметаллических тканых лент и канатов, предлагаемых в строительно-монтажных и спасательных работах;

приняты в эксплуатацию в Маргиланским ООО «Марғилон бунёдкор таъмир-қурилиш» (Акт внедрения от 04.07.2023 года и справка “Ўзбекистон қурилиш материаллари саноати корхоналари уюшмаси” от 05.10.2023 г. № 05/15-2003). В результате обосновано, что при использовании предлагаемых ленточных и канатных подъемных устройств, при очистке завалов от остатков конструкций сооружений в чрезвычайных ситуациях, в эвакуации пострадавших людей, а также в других направлениях, открываются большие возможности использования;

приняты в эксплуатацию Кувасайским заводом железобетонных изделий (Акт внедрения от 17.08.2023 года и справка “Ўзбекистон қурилиш материаллари саноати корхоналари уюшмаси” от 05.10.2023г. № 05/15-2003). В результате установлено, что показатели прочности и удлинения тканых лент из синтетических мультифиламентных нитей, полученных из полипропилена PPFR 173H и FR 170H на основе отечественного сырья, имеют близкие значения к зарубежным аналогам.

**Апробация результатов исследования.** Результаты работы обсуждены на 5 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях.

**Публикации результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 29 научных работ, из них 1 монография, 5 научных статей в международных научных журналах, 9 в республиканских изданиях, рекомендованных высшей аттестационной комиссией при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций, 6 в международных и 4 в республиканских сборниках научно-практических конференций. Получен 1 патент на полезную модель и 3 авторские свидетельства на программное обеспечение ЭВМ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы, списка условных символов, терминов и приложений. Объем диссертации составляет 200 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

Во введении обоснованы актуальность и востребованность диссертационного исследования, сформулированы цели и задачи, определены объект и предмет исследований, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и техники Республики Узбекистан, изложена научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыта их научная и практическая значимость, приведены сведения по внедрению в практику результатов исследования, апробации результатов работы, опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Современное состояние вопроса использования гибких грузозахватных приспособлений»** приводится аналитический обзор научных исследований по рассматриваемой теме в научно-технической литературе. Проанализированы результаты теоретических и экспериментальных исследований, проведенных в нашей стране и во многих зарубежных странах, по использованию грузоподъемных строп из НТЛК в условиях чрезвычайных ситуаций и в строительно-монтажных работах. На основании обзорного анализа изучены вопросы релаксации, макроструктуры синтетических волокон и нитей, их жесткость, хрупкость, удлинение и ползучесть, вязкоупругость, физико-химическая и огнестойкость в условиях эксплуатации и деформационные свойства полимерных материалов, а также изучена нормативная база по использованию ГЗП на основе НТЛК.

Во второй главе диссертации, озаглавленной **«Роль гибких полимерных грузозахватных устройств в чрезвычайных ситуациях»**, описаны ленты и канатные средства для спасательных работ в чрезвычайных ситуациях, спасательные средства, тактико-технические данные канатов разных стандартов, их характеристики, условия надежного удержания груза в

грузоподъемных устройствах, огнестойкие системы и свойства для полимерных материалов и сведения об основных видах огнезащитных добавок.

В третьей главе диссертации, озаглавленной «**Материалы, конструкции, методы и методики**», описаны объекты исследований, рассмотрена технология получения необходимого типа нити с предварительным прогревом сырья, изучены деформационные свойства материалов, применяемых в ГЗП стропах. Для изучения материалов, применяемых в ГЗП стропах, где используются технические изделия в виде моноволокон и мультифиламентных нитей прежде всего возникает необходимость изучения технологии их производства. На рис. 1. представлена конфигурация горизонтальной и вертикальной линий для выпуска мультифиламентных нитей.



**Рис. 1. Конфигурация горизонтальной и вертикальной линий для выпуска монопнитей**

В связи с этим, описана передовая технология получения мультифиламентной нити. Для исследования в данном случае выбраны моноволокна и мультифиламентные нити полученные из полипропилена марок ППFR 173Н и FR-170 Н Самаркандским SAG, совместным предприятием JV BIG BAG PRODUCTION LLC (г. Ташкент) и Ч/П «Милорд-Н» (г. Коканд).

Таблица 1.

**Мультифиламентные и пара-арамидные нити на основе синтетических высокомолекулярных (СВМ) материалов**

№ п/п	Материал	Краткое наименование	Другие названия, торговые марки, страна производитель
1	2	3	4
1	Полиамид	ПА, РА (eng)	Найлон, капрон
2	Полиэфир	РЕТ, PES	Полиэстер, лавсан, терилен, дакрон
3	Полипропилен	PP	СВМ Россия
4	Полиэтилен	PE	Русар С, Руслан-Россия
5	Арамид	РРТА	Кевлар-США, technora-Япония, twaron-Нидерланды и др.
6	Высокомолекулярный Полиэтилен	НМРЕ, НРРЕ	Spektra-Германия, Duneema-США, Trevo-Швеция и др.

В качестве сырья для производства текстильных лент, канатов находят широкое применение мультифиламентные и пара-арамидные нити на основе

синтетических высокомолекулярных (СВМ) материалов, представленных в таблице 1. В Узбекистане по всем показателям соответствующие в качестве сырья для выпуска синтетических лент и канатов полипропилен производится на Устьюртском газохимическом комплексе (УГХК–Сургильское месторождение), мощностью 83 тыс. тонн в год. По данным минэкономразвития в 2020 году эта цифра доведена до 512 тыс. тонн включая производство полиэтилена. Полипропилен применяется в виде плотных гранул, которое содержит небольшое количество (0,2–0,5%) антиоксиданта, а в случае необходимости и пигментного красителя.

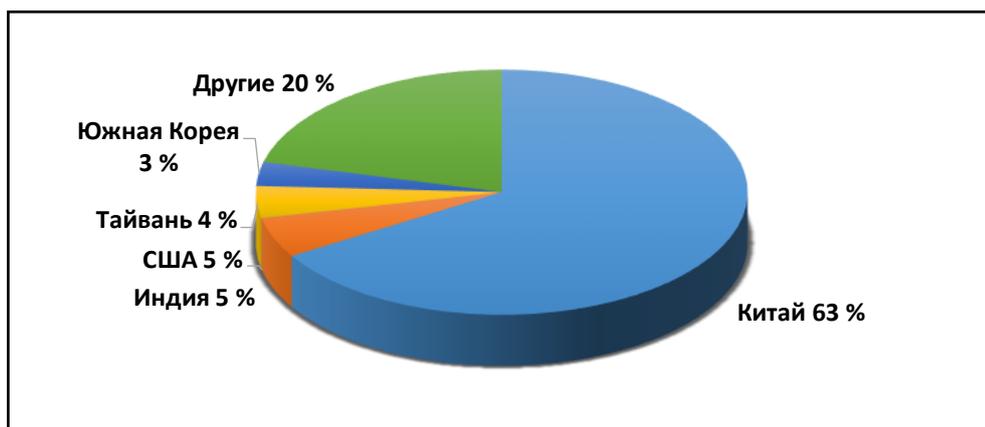


Рис. 2. Производство химических волокон в 2021 году по странам

Формованием из расплава полипропилена можно получить моноволокно и комплексную нить. Для упрочнения сформованное полипропиленовое волокно подвергается вытягиванию на 400 – 800% при 100 – 140°C. Нить обычно вытягивают максимально возможная степень вытягивания и свойства получаемого в значительной степени зависят от условия вытягивания, и особенно от температуры. Для получения высокопрочного технического полипропиленового волокна его следует дополнительно вытягивать при температурах, близких к температуре плавления полимера (170 – 180°C). При таких температурах увеличивается максимально возможная степень вытягивания (с 530% при 120°C до 770% при 170 – 180°C) и значительно повышается прочность волокна – с 66,4 до 84 кгс/мм<sup>2</sup>. Одновременно снижается удлинение нити (с 45 до 33%). При получении высокопрочного волокна для изготовления изделий технического назначения, канатов, тканых лент для производства ГЗП строп степень вытягивания повышает до 700 – 800%. Непродолжительный нагрев полипропиленового моноволокна (10 мин при 120 – 140°C) повышает его устойчивость к истиранию в 4 – 5 раза.

В четвертой главе диссертации, озаглавленной «**Теоретические и экспериментальные исследования эксплуатационных свойств НТЛК для грузозахватных приспособлений**», описаны механические характеристики синтетических волокон, нитей, лент, канатов, проведены испытания по определению кислородного индекса, деформационные характеристики полипропиленовой нити при различных температурах, описаны процессы молекулярной деструкции и их взаимосвязь с деформационными свойствами

полипропиленовых нитей. Механические характеристики волокон наиболее часто получают из диаграмм растяжения. Исследования на определение разрывной нагрузки и относительного удлинения мультифиламентных волокон и нитей проводились на универсальной разрывной машине Shimadzu Autograph AGS-X10 с программным обеспечением. Для проведения исследований были выбраны следующие образцы материалов: – мультифиламентная нить синтетическая полиамидная; – нить мультифиламентная синтетическая полипропиленовая. Условия проведения испытаний, согласно ГОСТ ISO 139 –2014. Линейную плотность образцов определяли по ГОСТ 23362–2001.

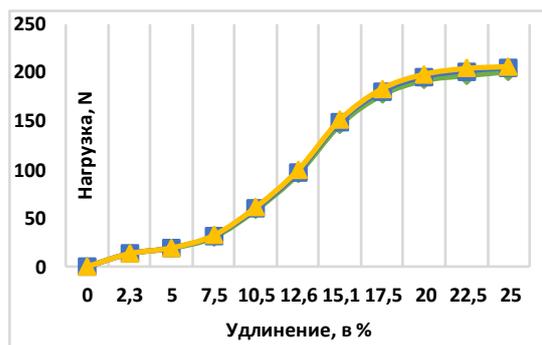


Рис.3. График значения нагрузка–удлинение полиамидного волокна

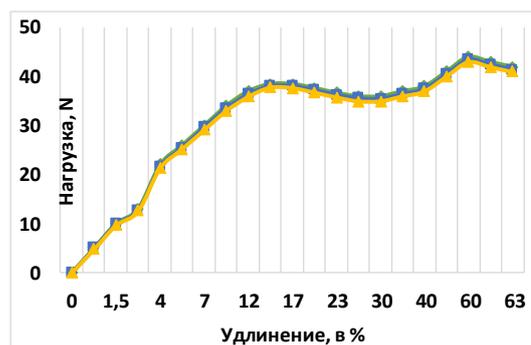


Рис. 4. График значения нагрузка–удлинение полипропиленового волокна

В таблице 2. показаны технические характеристики полимерных нитей, применяемых для грузозахватных приспособлений из НТЛК.

Таблица 2.

**Технические характеристики полимерных нитей, применяемых для грузозахватных приспособлений из НТЛК**

Материал	Линейная плотность, текс	Удлинение при разрыве, %	Разрывное напряжение, ГПа	Модуль упругости, ГПа
Дакрон	117	10,8	0,78	8,6
Микролайн (Спектра)	98	12,3	0,93	9,1
Текнора	110	15,1	0,96	7,6
Полиамид	110	18	0,70	7,1
Полипропилен	110	16,0	0,54	6,8

Ко второй группе исследуемых материалов относятся тканые ленты.

Таблица 3.

**Технические характеристики однослойной тканой ленты**

Условно принятый тип ленты	Разрывная нагрузка, кН	Удлинение при разрыве, %	Модуль упругости ленты, кН	Состав
НТЛК ПП	42,0	13,4	44,0	ПП–100%
НТЛК ПЭ	45,0	15,5	32,0	ПЭ–100%
НТЛК ПС	39	13,6	42	ПС–100%

Строение ленты – это взаимное расположение нитей основы и утка и связь их между собой. В исследованиях использована саржевая схема плетения. В таблице 3 показаны технические характеристики однослойной тканой ленты.

Испытания лент проводились на разрывной машине Р-50, «WAW–1000 В» которые предназначены для статических испытаний стандартных образцов различных материалов на растяжение, сжатие и изгиб в соответствии с ГОСТ 1497, ГОСТ 12004, ГОСТ 14019 и др. Она была использована для испытания лент длиной до 1 метров.

На рис.5, 6 и рис.7, 8 представлены испытание образцов.



**Рис.5, 6. Испытание образцов каболок на разрывной машине «Shimadzu Autograph AGS-X10»**

**Рис.7, 8. Испытание образцов тканых лент на 100 тонной разрывной машине WAW–1000 В**

Для каждого испытания канатов были проведены графические корреляции с подробной процедурой испытаний с использованием компьютерной программы испытательной машины.

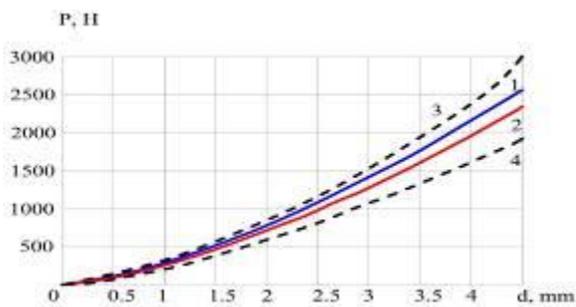
Стандартное отклонение для каждого теста не превышало 10%. Результаты тестирования обрабатывались с помощью программ, предназначенных для решения профессиональных задач в среде MathCad.

Таблица 4.

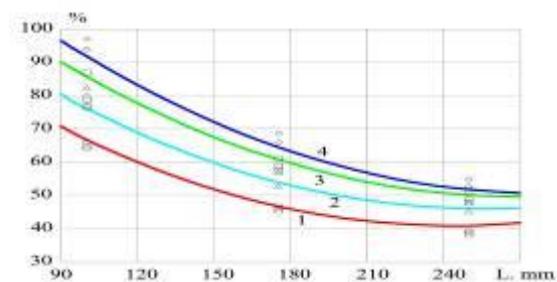
**Матрица парной корреляции результатов испытаний ПП в сухом виде**

№ п/п	Факторы	1	2	3	4	5
		$P$	$\varepsilon$	$d$	$L$	$V$
1	$P$	1	0,414	0,979	-0,012	0,024
2	$\varepsilon$	0,414	1	0,414	-0,825	-0,109
3	$d$	0,979	0,414	1	0	0
4	$L$	-0,012	-0,825	0	1	0
5	$V$	-0,024	-0,109	0	0	1

Где,  $d$  – диаметр образца (мм);  $L$  – длина испытываемых образцов (мм);  $V$  – скорость траверсы (мм/мин);  $P$  – разрывная нагрузка (н);  $\varepsilon$  – относительное удлинение образцов в (%).

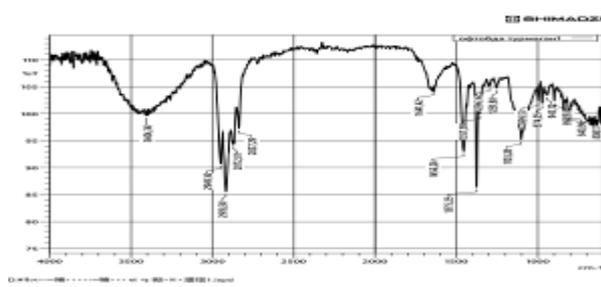
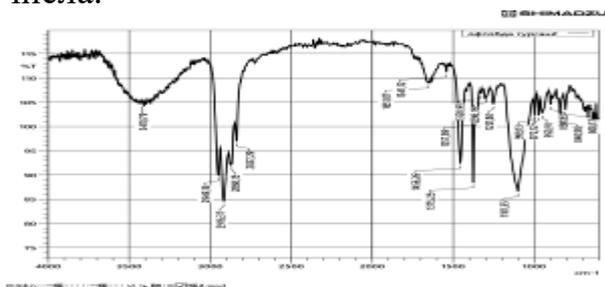


**Рис. 9. Зависимость прочности на разрыв от диаметра ПП: 1 – в сухом виде; 2 – во влажном виде; 3, 4 — пределы доверительных интервалов случайной функции**



**Рис. 10. Зависимость относительного удлинения ПП (в сухом виде) от разных  $d$  и  $L$**

**Анализы с помощью инфракрасного спектра.** В научно-исследовательской работе были проведены исследования по повышению устойчивости строп НТЛК к ультрафиолетовому и инфракрасному излучению в условиях сухого и жаркого климата Республики Узбекистан. Использованы добавки особой сложной химической структуры нового состава, содержащие металлы – фталат меди  $Cu(C_8H_4O_4)_2$ . Спектрометр IR-Fure позволил с высокой точностью определить спектральные волновые числа.



**Рис.11. ИК-спектры поглощения ПП-нити в частотном  $1500-1900\text{cm}^{-1}$  диапазоне**

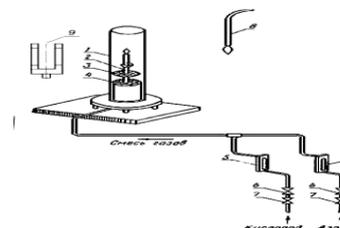
На рис. 11 представлены спектральные волновые числа образцов полипропиленовых нитей без добавок и с добавками. Спектры анализировались на следующих  $1500-1900\text{cm}^{-1}$  частотах, где наблюдались полосы поглощения  $1735\text{cm}^{-1}$  и  $1710\text{cm}^{-1}$  и описывают колебания альдегидных и кислотных концевых групп ( $C=O$  и  $C=O$ ). Эти группы возникли в результате цепных реакций  $H-OH$ , вызванных разрывом валентных связей.

**Определение кислородного индекса.** В качестве испытываемого материала были выбраны полипропиленовые пластины размером  $3 \times 30 \times 50$  мм, массой 3,5 грамм с добавкой антипирена. Для изготовления образцов пластины добавку антипирена измельчили до порошкового состояния для хорошего перемешивания с гранулами ПП. Затем используя тостер получили полимерные гранулы с добавками антипирена с различным процентным соотношением. Испытания проведены по ГОСТ 12.1.044-89. В таблице 4 показаны смеси состоящей из ПП и меламин цианурата в % соотношении.

**Смеси состоящей из полипропилена ПП и меламин цианурата в % соотношении**

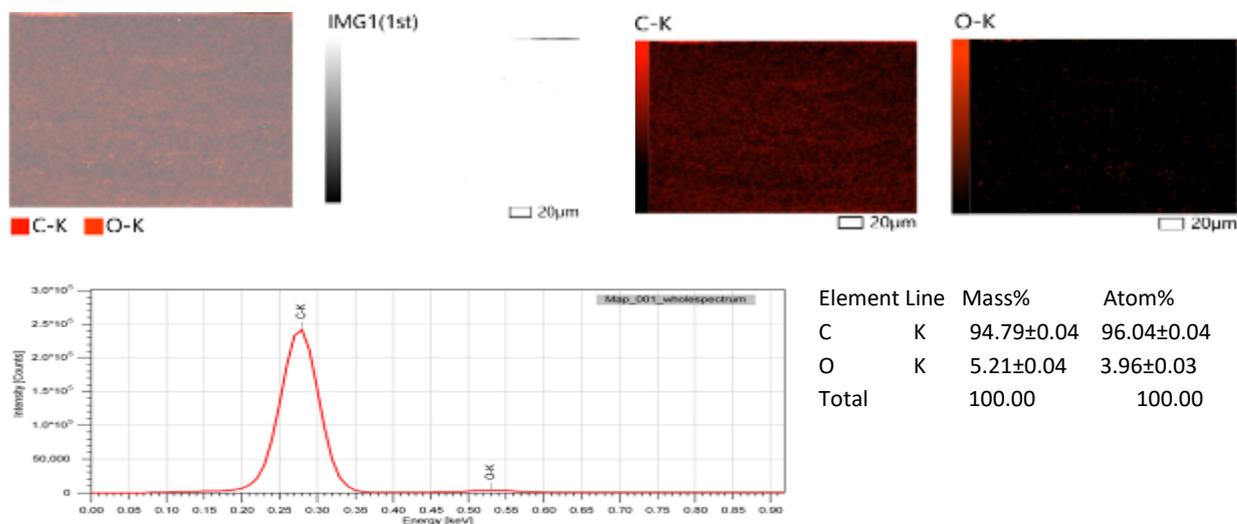
№ п/п	Показатель кислородного индекса (КИ)				
	ПП без добавки	ПП с добавкой антиперена меламин цианурат, в %			
		3	5	10	15
1.	18,2	23,1	23,6	23,7	23,7
2.	18,2	22,9	23,5	23,6	23,6
3.	18,2	23,0	23,6	23,7	23,8

На рис.12. представлена установка для определения кислородного индекса: внешний вид и принципиальная схема.

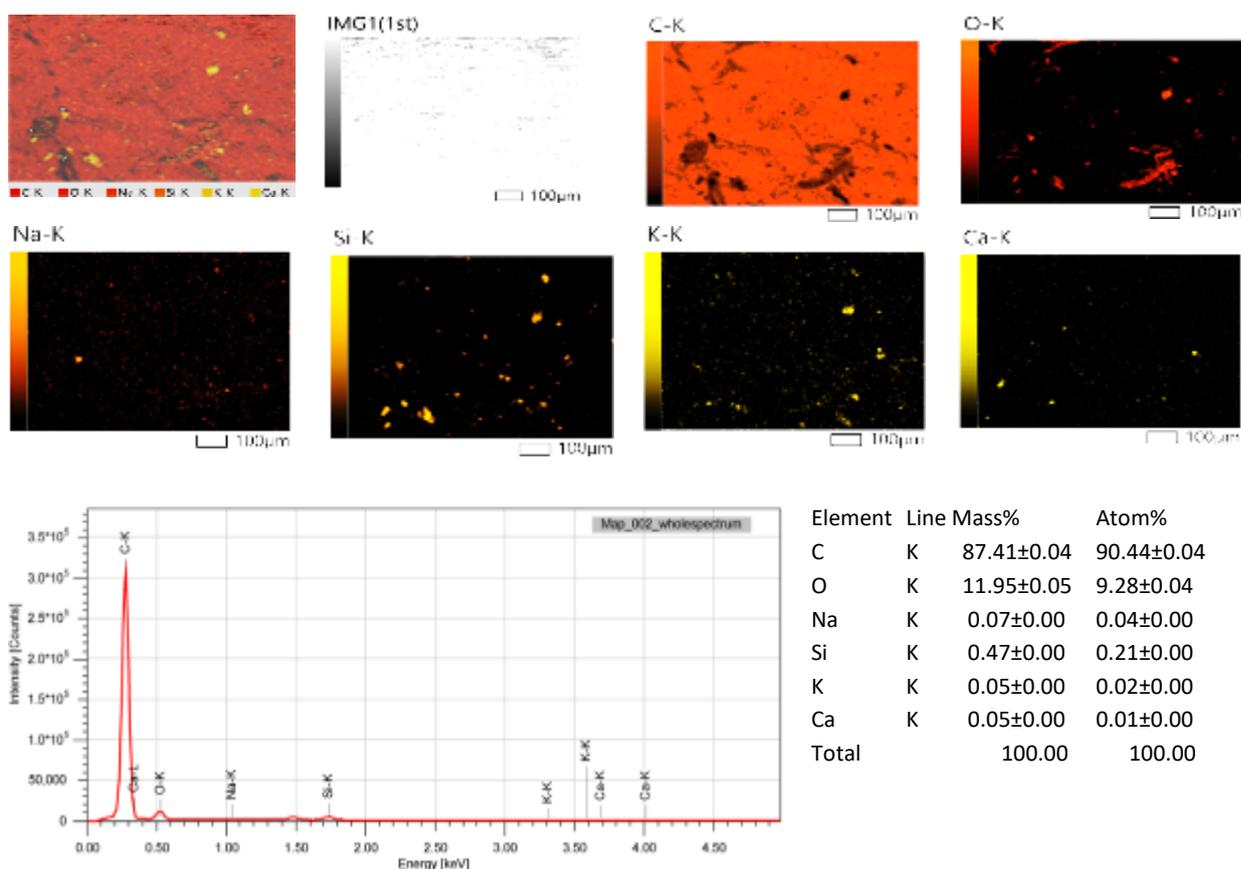


**Рис.12. Установка для определения кислородного индекса: внешний вид и принципиальная схема.**

**Сканирующая электронная микроскопия и элементный анализ.** Методом сканирующей электронной микроскопии исследованы морфология поверхности, микроструктура, фазовый и элементный состав образцов ПП с добавкой меламиноцианурата-антиперина, добавленного к порошкам полипропилена ППФР 173Н и ФР-170 Н производства Устьюртского газохимического комплекса. Электронно-микроскопические изображения образцов ПП представлены на рисунках 13 и 14.



**Рис.13. Морфология поверхности, микроструктура, фазовый и элементный состав образцов ПП без добавки антиперена**



**Рис.14. Морфология поверхности, микроструктура, фазовый и элементный состав образцов ПП с добавкой антиперина цианурата меламина**

### Результаты термического анализа.

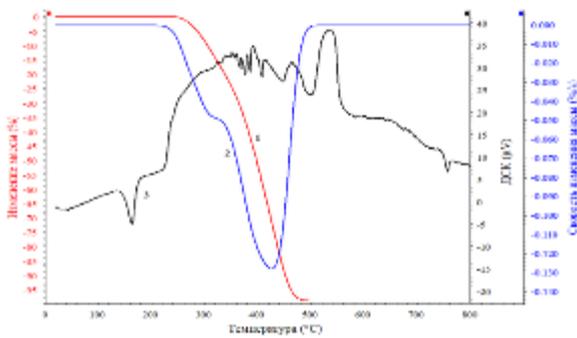
Термический анализ выполнен на синхронном термоанализаторе типа STA RT 1600 фирмы «LINSEIS» (Германия) методами термогравиметрии (ТГ), дифференциальной термогравиметрии (ДТГ) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК).

Измерения проводили в атмосфере воздуха в динамическом режиме со скоростью нагрева 10 градусов в минуту в интервале температур от комнатной до 800°C. Исходная масса образцов составляла 21.0-26.0 mg.

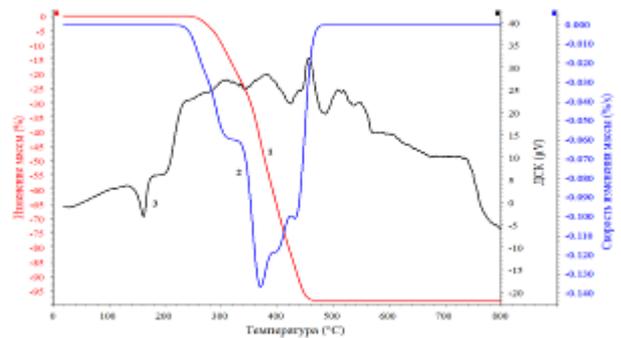
Таблица 6.

### Величины характеристических температур образцов при фиксированных значениях потери массы.

№ п/п	Наименования образцов	Характеристическая температура, °С	
		Полипропилен	Полипропилен с содержанием добавки
1	T <sub>10</sub> ,	304.4	301.6
2	T <sub>20</sub> ,	337.0	328.3
3	T <sub>30</sub> ,	363.3	352.1
4	T <sub>40</sub> ,	381.8	366.0



**Рис. 15. Экспериментальные кривые термогравиметрии (ТГ)–(1), дифференциальной термогравиметрии (ДТГ) – (2), дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) – (3) исходного полипропилена**



**Рис. 16. Экспериментальные кривые ТГ–(1), ДТГ– (2), ДСК– 3) полипропилена, содержащего частицы цианурата меламина**

Цифровую оценку стойкости исследованных образцов к термоокислительной деструкции оценивали величинами характеристических температур по кривым термогравиметрического анализа. Их оценивали температурами  $T_{10}$ ,  $T_{20}$ ,  $T_{30}$ ,  $T_{40}$ , при которых происходят соответственно потери 10, 20, 30 и 40 мас. в % при одних и тех же условиях эксперимента (скорость нагрева, среда и т.п.).

По рисункам 15-16 и таблице 5 видно, что при температурном сканировании от комнатной температуры до  $800^{\circ}\text{C}$  исходного полипропилена и полипропилена, содержащего добавку характер термоокислительной деструкции протекает по-разному.

Относительная стойкость к термоокислительной деструкции исходного полипропилена выше. В исследовательской работе были изучены деформационные свойства полипропиленового волокна при различных температурах и остаточный компонент деформации. Объектом исследования являлась высокоориентированная ПП нити промышленного производства (ПП–1).

Исследования механических свойств и структурных процессов проводились при температурах  $T=20, 50, 80, 100^{\circ}\text{C}$ , находящихся выше температуры стеклования и значительно ниже температуры плавления.

Рост усадочных деформаций у этой нити наблюдается при  $T>80^{\circ}\text{C}$ . При  $T=100^{\circ}$   $\varepsilon_y=1,5$ , тем не менее и при этой температуре проводились исследования деформационных процессов.

На рис. 17. показана термомеханическая кривая полипропиленовой нити (ПП-1). Диаграммы растяжения нити ПП–1, полученные при  $V=100$  мм/мин, и  $T=20, 50, 80, 100^{\circ}\text{C}$ , представлены на рис.18.

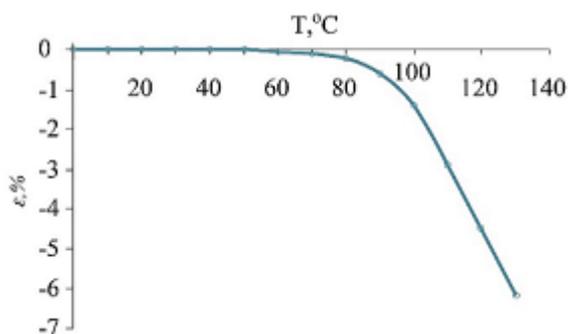


Рис. 17. Термомеханическая кривая полипропиленовой нити (ПП-1)

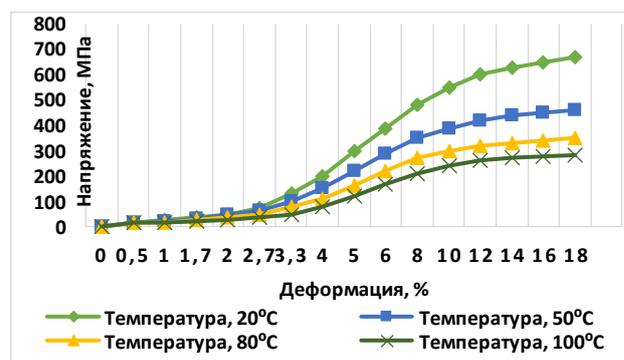
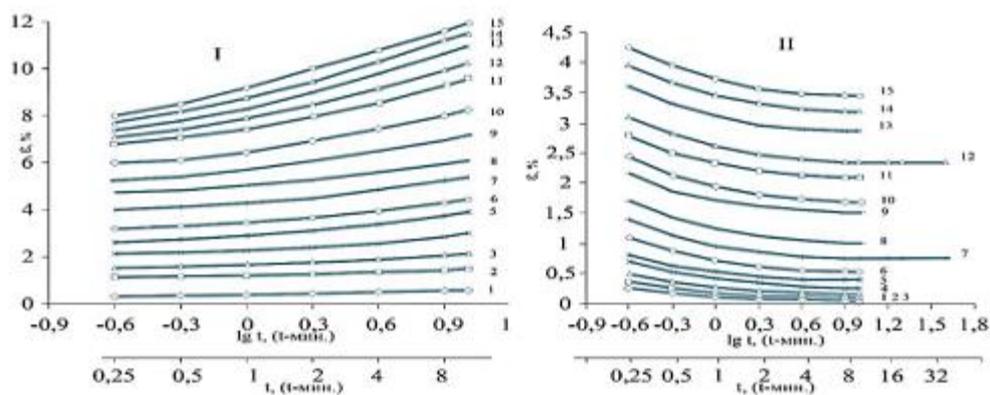


Рис. 18. Диаграммы растяжения полипропиленовой нити (ПП-1) при различных температурах

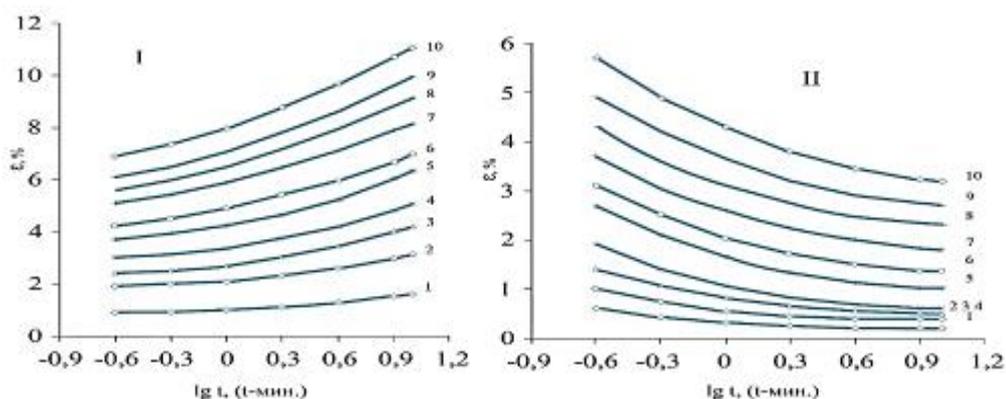
Время ползучести и эластического восстановления составляло 10 мин. Показано, что скорость процесса восстановления существенно падает во времени, поэтому можно считать, что за время равное 10-ти минутам проходит большая часть этого процесса. Обратимся к рассмотрению восстановительного деформационного процесса ПП нити, который на рис. 19–20 представлен с правой стороны.



Значения  $\sigma$ , МПа: 24(1); 40(2); 79(3); 95(4); 119(5); 134(6); 159(7); 187(8); 198(9); 214(10); 240(11); 262(12); 278(13); 294(14); 315(15).

Рис.19. Семейства кривых ползучести (I) и эластического восстановления (II) у полипропиленовой нити (ПП-1), полученные при  $T=20^{\circ}\text{C}$  и различных значениях напряжения

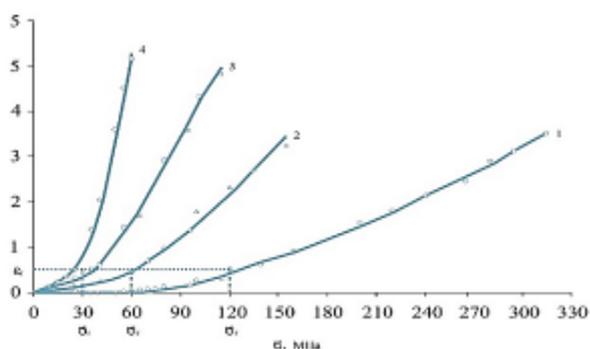
На рис. 19 и 20 показаны семейства кривых ползучести (I) и эластического восстановления (II) у полипропиленовой нити (ПП-1), полученные при  $T=20^{\circ}\text{C}$  и  $T=50^{\circ}\text{C}$  различных значениях напряжения в полулогарифмической системе координат. Даже очень небольшая нагрузка вызывала необратимые процессы в переработанных (вытянутых) ПП-волокнах, что подтверждалось интенсивным ростом остаточного компонента. Для установления связи между деформацией и напряжением в процессе ползучести использовались  $\sigma(\varepsilon_{10})$  зависимости кривых, полученные из семейства кривых для разных температур.



Значения  $\sigma$ , МПа: 24 (1); 40 (2); 56 (3); 63 (4); 79 (5); 95 (6); 100 (7); 119 (8); 134 (9); 154 (10).

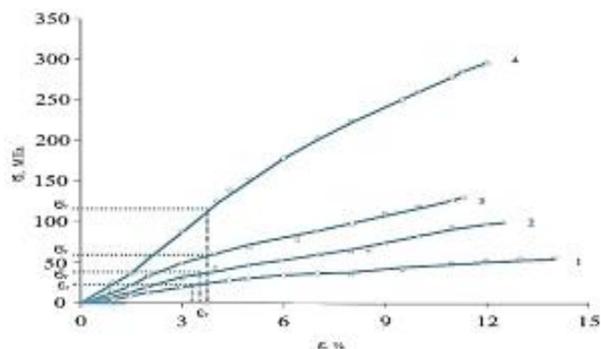
**Рис.20.** Семейства кривых ползучести (I) и эластического восстановления (II) у полипропиленовой нити (ПП-1), полученные при  $T=50^{\circ}\text{C}$  и различных значениях напряжения

На рис. 21. показана зависимости остаточной деформации от приложенного напряжения у полипропиленовой нити (ПП-1), полученные при различных температурах, (для  $t=10$  мин.) и на рис. 20. изохронные зависимости ( $t=10$  мин) полипропиленовой нити (ПП-1), полученные при различных значениях температуры.



$T, ^{\circ}\text{C}$ : 20 (1); 50 (2); 80 (3); 100 (4)

**Рис.21.** Зависимости остаточной деформации от приложенного напряжения у полипропиленовой нити (ПП-1), полученные при различных температурах.



$T, ^{\circ}\text{C}$ : 20 (4); 50 (3); 80 (2); 100 (1)

**Рис.22.** Изохронные зависимости ( $t=10$  мин) полипропиленовой нити (ПП-1), полученные при различных значениях температуры

Проведенные сопоставления показали, что всем значениям  $\sigma_T$  соответствует близкое значение  $\epsilon_T \approx 4\%$ . Таким образом, наступление интенсивного роста остаточных деформаций определяется постоянным для данного материала значением деформации удлинения, практически не зависящим от температуры. Для подтверждения этого вывода была построена зависимость  $\epsilon_{\text{ост}} (\epsilon_3)$ , характеризующая связь между значениями остаточной деформации и деформацией заданной в процессе ползучести. Эта зависимость имеет переход в области  $\epsilon \approx 4 \div 5\%$ , что соответствует значению  $\epsilon_T$ . Зависимость  $\epsilon_{\text{ост}} (\epsilon_3)$ , имеет общий характер для всех

исследованных температур, т. е. для ориентированного ПП остаточные деформации определяются заданными удлинениями.

В пятой главе диссертации, озаглавленной «**Моделирование вязкоупругих свойств полимерных материалов для неметаллических ГЗП**» описано математическая модель релаксации синтетических строп и образующих их синтетических нитей, где была выбрана функция НАЛ (нормированный арктангенс логарифма). Для математического моделирования вязкоупругости полимерных текстильных материалов более сложной макроструктуры, к которым следует отнести тканые ленты, пряжу, жгуты, канаты и т.д., целесообразно использовать функцию нормированный арктангенс логарифма приведенного времени (НАЛ):

$$\varphi_{\varepsilon t} = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg} \left\{ \frac{1}{b_{n\varepsilon}} \ln \frac{t}{t_1} \right\}, \quad (2.1)$$

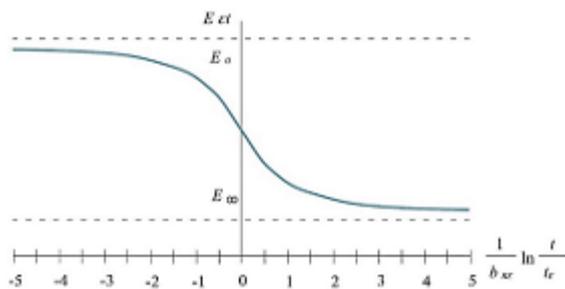
где  $t_1$  - некоторое значение базового времени, сводящее аргумент  $t$  безразмерной величине;  $\varepsilon$  - значение деформации,  $\frac{1}{b_{n\varepsilon}}$  - параметр

интенсивности процесса, так как  $\frac{1}{b_{n\varepsilon}} \ln \frac{t}{t_1} = \ln \left\{ \frac{t}{t_1} \right\}^{\frac{1}{b_{n\varepsilon}}}$  (2.2)

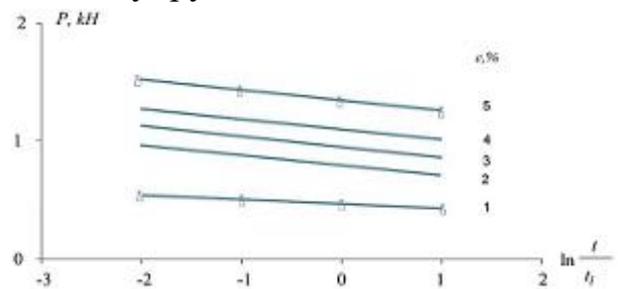
Следует отметить и такое удобство функции НАЛ, как её элементарность, что в отличие от функции ИВ, задаваемой таблично, упрощает вычислительные процессы, например, интегрирование. Аппроксимируем модуль релаксации  $E_{\varepsilon t}$  с помощью нормированной релаксационной функции НАЛ (2.1)

$$E_{\varepsilon t} = E_0 - (E_0 - E_\infty) \varphi_{\varepsilon t} \quad (2.3)$$

где,  $E_0$  - модуль упругости,  $E_\infty$  - модуль вязкоупругости.



**Рис. 23. Схематический график обобщенной кривой модуля релаксации**



**Рис. 24. "Семейство" кривых релаксации напряжений (усилий) при различной деформации синтетической стропы СТЛК ПП-1600, T = 20°**

Схематический график обобщенной кривой модуля релаксации в логарифмической системе координат показан на рис.23. Перейдем к описанию методики определения характеристик релаксации по обработке экспериментального «семейства» релаксации. Данную методику опишем на примере обработки экспериментального «семейства» релаксации синтетической стропы СТЛК ПП-1600. В результате эксперимента на приборах, описанных в пункте 3.1 третьей главы, было получено "семейство"

кривых релаксации напряжений (усилий) при различных значениях деформации  $\varepsilon = const$ , то есть зависимость напряжения  $\sigma$  (или усилия  $P = \sigma F$ ) от деформации по логарифмически временной шкале  $P_{\varepsilon t} = \sigma_{\varepsilon t} \cdot F = P(\varepsilon, \ln \frac{t}{t_1})$  (здесь:  $t$  - время,  $t_1 = 60$  с - базовое значение времени,  $F$  - площадь поперечного сечения образца).

Далее, по "семейству" кривых релаксации (рис. 22) получается "семейство" значений модуля релаксации:  $E_{\varepsilon t} \cdot F = \frac{\sigma_{\varepsilon t} \cdot F}{\varepsilon} = \frac{P_{\varepsilon t}}{\varepsilon},$ .

«Семейство» модуля релаксации и все вышеперечисленные характеристики релаксации синтетической стропы СТЛК ПП-1600 определялись компьютерным способом по специально разработанной и официально зарегистрированной в Агентстве интеллектуальной собственности при Министерстве юстиции Республики Узбекистан в программе № DGU 07367 «Автоматизированная система для расчета ползучести и релаксации синтетических тканых лент STL-PP». Сравнение для контроля расчетных точек процесса релаксации с экспериментальными значениями показано на рис.24. Расчётные значения напряжений (усилий) близки к экспериментальным для всей полосы рассмотренных значений деформации в разные моменты времени. Этот факт позволяет сделать вывод об адекватности математической модели релаксации на основе функции НАЛ для аналитического описания процесса релаксации. В таблице 6. приведены расчетные характеристики релаксации синтетических строп.

Таблица 7.

### Расчетные характеристики релаксации синтетических строп

Материал	$E_0 \cdot F, kH$	$E_{\infty} \cdot F, kH$	Интенсивность, $b_{nc}$
Дакрон-1200	42	19	16,8
Спектра-825	26	11,4	13,8
Спектра-1000	31	13,6	14,2
Вектран-800	24	11,7	15,4
НТЛК ПП-1100	37	12,9	12,3
НТЛК ПП-1600	44	15,4	13,6

Далее построим математическую модель ползучести синтетических строп и образующих их синтетических нитей. Для этого в качестве функции запаздывания  $\varphi_{\sigma t}$  выберем функцию НАЛ:

$$\varphi_{\sigma t} = \varphi \left\{ \frac{t}{t_{\sigma}} \right\} = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg} \left\{ \frac{1}{b_{n\sigma}} \ln \frac{1}{\tau_{\sigma}} \right\}, \quad (2,4)$$

где,  $\tau_{\sigma}$  – время запаздывания, зависящее от нагрузки  $\sigma$ , константа  $b_{n\sigma}$  зависит от свойств исследуемого материала.

Аппроксимируем податливость  $\varphi_{\sigma t}$  с помощью нормированной функции запаздывания  $D_{\sigma t}$

$$D_{\sigma t} = D_0 + (D_{\infty} - D_0)\varphi_{\sigma t} \quad (2.5.)$$

где,  $D_0$  – начальная упругая податливость,  $D_{\infty}$  – предельно-равновесная податливость.

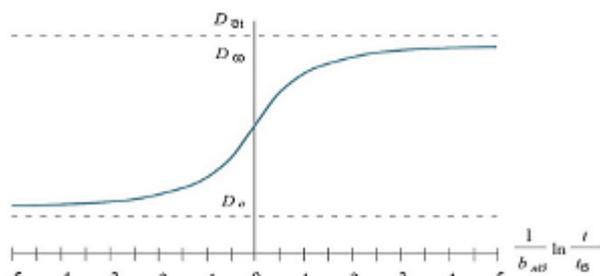


Рис. 25. График обобщенной кривой податливости

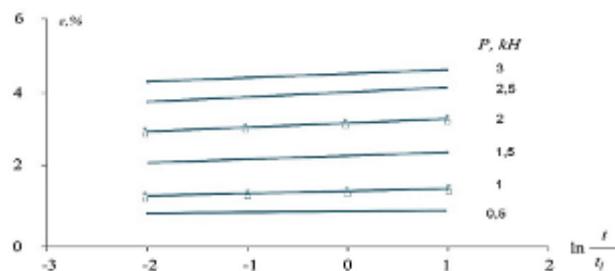


Рис. 26. "Семейство" кривых ползучести при различных значениях

График обобщенной кривой податливости в логарифмической системе координат синтетической стропы СТЛК ПП -1600,  $T=20^{\circ}$  (линии - эксперимент, \* -расчетные точки) показан на рис. 25.

Перейдём к описанию методики определения характеристик ползучести по обработке экспериментального "семейства" ползучести. В качестве функции запаздывания, как уже отмечалось, выбрана функция НАЛ (2.4). Методику определения характеристик ползучести опишем на примере обработки экспериментального "семейства" ползучести стропы СТЛК ПП -1600. В результате эксперимента было получено "семейство" кривых ползучести при различных значениях нагрузки  $P = \sigma \cdot F = const$  (рис. 26).

Далее по "семейству" кривых ползучести получаем значения "семейства" податливости  $D_{\sigma t} = \frac{\varepsilon_{\sigma t}}{\sigma} = \frac{\varepsilon_{\sigma t} \cdot F}{P}$ , где,  $\varepsilon_{\sigma t}$  – деформация, зависящая от напряжения  $\sigma$  и от времени  $t$ .

Таблица 8.

**Расчетные характеристики ползучести синтетических стропов.**

Наименование стропа	$D_0 \cdot F^{-1}, kH^{-1}$	$D_{\infty} \cdot F^{-1}, kH^{-1}$	Интенсивность, $b_{n\sigma}$
Дакрон-1200	0,024	0,053	11,7
Спектра-825	0,038	0,088	10,2
Спектра-1000	0,032	0,074	10,4
Векторан-800	0,042	0,085	10,9
СТЛК ПП -1100	0,027	0,078	8,9
СТЛК ПП -1600	0,023	0,067	9,7

Расчетные характеристики ползучести синтетических стропов приведены в табл. 8.

«Семейство» податливости и все вышеперечисленные характеристики ползучести полимерной стропы НТЛК ПП -1600 определялись компьютерным способом по специально разработанной и официально зарегистрированной программе «Автоматизированная система для расчета ползучести и релаксации синтетических тканых лент STL-PP».

Таким образом, на основе приведённого алгоритма производится автоматизация определения характеристик ползучести. Повышение грузоподъемности производимых синтетических строп практически осуществлялось за счет испытаний на разрыв. При консультации с вышеназванными учеными и основываясь на их теоретических трудах автор настоящей диссертации предпринял попытку привязать вышеприведенную теорию к грузоподъемным стропам и прояснил представление о процессах происходящих в структуре синтетических стропов в процессе их загрузки.

В шестой главе диссертации «**Внедрение результатов исследований в опытное производство и его технико-экономическая эффективность**» – изложены результаты внедрения результатов исследований и технико-экономическая эффективность. Испытание готовых стропов осуществлялось на производственной разрывной машине.



**Рис.27. Вид разрушений синтетической стропы НЛТК ПП-3000**

Испытания произведены в соответствии с ГОСТ 34875-2022 «Грузозахватные приспособления. Стропы текстильные из искусственных волокон. Технические требования».

На рис.27. представлены вид разрушений полученных в результате испытаний. Результаты натурных испытаний НЛТК стропов приведены в таблице 9.

Из таблицы видно, что, номера стропов: \*- с дефектами (поверхностные обрывы нитей ленты общей длиной более 10% от ширины текстильного стропа, шириной 60 мм., обрывы нитей только по основе, обрывы нитей по основе и утку, обрывы нитей от трения с металлическими поверхностями деталей стропа, обрывы нитей от трения с грузом), \*\* – с наработкой до испытаний по программе  $P_{max}=80$  и  $60$  кН,  $N = 8$  и  $5$  цикл.,  $t_{выд.} = 300$  с.

Таблица 9.

**Результаты натурных испытаний НЛТК стропов**

№ стропа	Количество образцов	Количество циклов	$P_{max}$ , кН	$t_{выд.}$ , с.	Примечание
1	10	10	80	600	Без разрушения
2	10	10	60	480	Без разрушения
3	10	10	60	480	Без разрушения
4	10	10	60	300	Без разрушения
5*	5	8	65	300	Разрыв ленты
6**	5	5	55	300	Разрыв огона ленты на крюке

Таким образом, установлено, что для одной ветви ленточных строп, толщиной 4 мм и шириной 60 мм. из полипропилена, с коэффициентом запаса прочности 1:7 допустимый вес перемещаемых грузов составляет 10 кН, при этом ограниченное число циклов нагружения (не более 5) с грузом весом до 55 кН. приводит к отрицательному результату. На примере строительства объекта «Спортивный комплекс» в г. Фергане применялись разработанные экспериментальные стропы, изготовленные и испытанные соискателем на станке зарубежного производства. Одним из важных показателей использования канатов НТТА является их прочность и цена. Некоторые отечественные производители предоставляют информацию о физико-механических свойствах готовой продукции, полученную в результате стендовых испытаний. На основании этой информации можно сделать вывод об их характеристиках. Основываясь на результатах теоретических и экспериментальных исследований, диссертант подсчитал экономическую эффективность основных видов стальных и неметаллических грузоподъемных строп в МСПКМ – 426 г. Ферганы. Сопоставление вариантов представлено в таблице 10.

Таблица 10.

#### Сопоставление вариантов стальной и неметаллической стропы

Варианты грузоподъемных строп	Масса 3 м петлевого стропа, кг	Цена 3 м петлевого стропа, сум	Цена 4х ветвевое стропа, сум	Количество кранов	Общая сумма
Стальной канатный	3,64	268 000	1 072 000	85	91 120 000
Неметаллический	0,75	161 000	644 000	85	54 740 000
Экономическая эффективность					36 380 000

Если принять во внимание существующих около сотни таких механизированных организаций, сотен промышленных предприятий с мостовыми, порталными и другими кранами, то этот показатель может достигнуть десятков миллиардов сумов.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании полученных результатов по диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Оценка конструкционной безопасности гибких грузозахватных приспособлений из тканых лент и канатов и особенности применения их при чрезвычайных ситуациях» были сформулированы следующие выводы:

1. В результате исследования состояния вопроса с грузозахватными приспособлениями в чрезвычайных ситуациях и на строительных площадках Узбекистана и стран ближнего и дальнего зарубежья было установлено, что в отечественной строительной отрасли неоправданно мало внимания уделяется внедрению грузозахватных приспособлений с использованием строп на основе неметаллических материалов, доказавших свою перспективность многолетним опытом применения в передовых европейских странах.

2. Проведение простых, удобных и трудоемких экспериментов, характер кривых разрушения, встроенная связь между остаточными деформациями и кривыми накопления молекулярных разрывов, интенсивность остаточной составляющей кривой растяжения позволили прогнозировать сложные деформации и структурные процессы, такие как рост и инициация разрывов макромолекулярных цепей.

3. Методом ИК-спектроскопии изучены деструктивные процессы, происходящие в нагруженных синтетических нитях (198 МПа и 278 МПа) в широком диапазоне температур от 20°C до 80°C. Установлено, что ход процессов молекулярной деструкции в высокоориентированных (вытянутых) полипропиленовых ПП-волокнах определяется деформациями растяжения, а на практике установлено, что он не зависит от напряженного и температурного режима, создаваемого при деформации.

4. Прочность и удлинение синтетических мультифиламентных нитей из полипропилена марки ППФР-173Н и ФР-170Н производства Узбекистан, для изготовления синтетических ленточных стропов для подъема грузов в чрезвычайных ситуациях и на строительных объектах путем проведения физико-механических исследований имеют значения, близкие к зарубежным аналогам и их удобство использования подтверждено.

5. Путем проведения химических исследований установлено, что полипропиленовые нити, производимые в Узбекистане, имеют схожие показатели с зарубежными аналогами по устойчивости к солнечному свету, износу и огнестойкости (с добавлением специальных антиоксидантов и антипиренов). Экспериментальные исследования показали, что добавление в ПП более 15 % огнезащитных добавок увеличивает кислородный показатель и, соответственно, огнестойкость, но обнаружено отрицательное влияние на механические свойства ПП.

6. Цифровую оценку стойкости исследованных образцов к термоокислительной деструкции оценивали величинами характеристических температур по кривым термогравиметрического анализа. Установлено, что при температурном сканировании от комнатной температуры до 800°C исходного полипропилена и полипропилена, содержащего добавку характер термоокислительной деструкции протекает по-разному. Относительная стойкость к термоокислительной деструкции исходного полипропилена выше.

7. В результате выполненных лабораторных экспериментов была разработана рациональная схема плетения синтетических нитей для производства лент для стропов, обеспечивающая достаточные прочностные и деформационные свойства для их использования при многократном поднятии грузов весом 10 кН с 1:7 запасом прочности, а при числе подъемов не более 5 – до 55 кН. (№DGU 11587 «Автоматизированная система расчета саржевого переплетения тканой ленты «СТЛ-ПП» для ленточного стропа» от 26.04.2021 года).

8. В результате теоретических исследований получена математическая модель, отражающая величину силы реакции в зависимости от грузоподъемности и комфорта строп. Сравнение расчетных точек процесса релаксации с экспериментальными значениями показано на рисунке 5.2. Расчетные значения напряжений (сил) оказались близкими к экспериментальным значениям для всего диапазона значений деформаций, рассматриваемых в различные моменты времени. Эта близость позволила сделать вывод, что математическая модель релаксации, основанная на функции НАЛ, достаточна для аналитического описания процесса релаксации. (№ ДГУ 07367 «СТЛ-ПП» автоматизированной системы расчета ползучести и релаксации лент из синтетических тканей).

9. Установлено, что начало интенсивного роста остаточной деформации определяется величиной постоянной деформации удлинения, практически не зависящей от температуры для данного материала. Для подтверждения этого вывода была построена зависимость  $\varepsilon_{\text{ост}}(\varepsilon_3)$  описывающая связь между значениями остаточной деформации и деформации, вносимой в процессе распада. Установлено, что эта зависимость имеет место в диапазоне  $\varepsilon \approx 4 \div 5\%$ . Полученная зависимость  $\varepsilon_{\text{ост}}(\varepsilon_3)$  является общей для всех исследованных температур, то есть остаточные деформации для ориентированных (вытянутых) технических волокон ПП определяли методом растяжения.

10. Использование компьютерных методов прогнозирования процессов деформирования и восстановления на основе предложенных математических моделей релаксации и ползучести позволило прогнозировать процессы деформирования и восстановления полимерных изделий с высоким уровнем достоверности (№ ДГУ 20306 «Автоматизированная система расчета вязкоупругости полимерных материалов» от 02 ноября 2022 года).

11. С увеличением длины образца стропы во всех случаях обнаружено уменьшение относительного удлинения, а зависимость относительного удлинения от диаметра образца имеет возрастающий вид. Исследование позволило в полной мере наблюдать взаимозависимость некоторых важных физико-механических свойств под воздействием различных факторов, влияющих на структуру полимерного материала, используемого в жестких условиях.

12. Расчет экономической эффективности показал целесообразность использования предлагаемых строп из неметаллических тканых лент и канатов, при неполном реализации, в механизированной передвижной колонне ООО «МСПКМ-426» достигнута экономия в размере 36,380 млн сумов. Подтверждено, что при внедрении рекомендованных стропов в 60 таких организациях республики, будет достигнута экономия в миллиарды сумов.

13. Разработаны рекомендации по использованию грузозахватных приспособлений на основе неметаллических тканых лент, канатов (НТЛК) в строительно-монтажных и спасательных работах при чрезвычайных ситуациях в Республике Узбекистан.

**ONE-TIME SCIENTIFIC COUNCIL DSc.40/29.12/2022.T.129.01 FOR  
AWARDING OF SCIENTIFIC DEGREES AT THE ACADEMY OF THE  
MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF THE REPUBLIC OF  
UZBEKISTAN**

---

**FERGANA POLYTECHNICAL INSTITUTE**

**RAKHMANOV BAKHODIR KUSHAKOVICH**

**ASSESSMENT OF THE STRUCTURAL SAFETY OF FLEXIBLE LOAD-  
HANDLING DEVICES MADE OF NON-METALLIC WOVEN TAPES,  
ROPES, AND FEATURES OF THEIR USE IN EMERGENCY  
SITUATIONS**

**05.10.02 – Scurity in emergency situations. Fire, industrial, nuclear and radiation safety;  
05.09.05 - Building materials and articles**

**ABSTRACT OF DOCTORAL DISSERTATION (DSC) ON TECHNICAL  
SCIENCES**

**Tashkent – 2025.**

**The theme of dissertation doctor of science (DSc) was registered at the Supreme Attestation Commission of the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2024.2.DSc/T728.**

The dissertation research is prepared at Fergana Polytechnic Institute.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, and English (summary)) on the website of the Scientific Council ([www.fvvakademiya.uz](http://www.fvvakademiya.uz)) and the information educational portal "ZiyoNet" ([www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)).

**Scientific advisers:**

**Razzakov Sobirjon Juraevich**  
doctor of technical sciences, professor

**Official opponents:**

**Majidov Inomjon Urishevich**  
doctor of technical sciences, professor

**Kosimov Ibrokhim Irkinovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Nurmamatova Rakhima Rakhmanovna**  
doctor of technical sciences, docent

**Leading organization:**

**Zhizzak Polytechnic Institute**

The defence of dissertation will be held on "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2025 at \_\_\_\_\_ at the Session of the one-time Scientific Council DSc.40/29.12.2022.T.129.01 at the Academy of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan. (Address: 100102, Tashkent, Yangi Khayot District, Dustlik Street, 5. Tel.: (71) 258-56-57; E-mail: [info@akademiyafvv.uz](mailto:info@akademiyafvv.uz)).

Doctoral dissertation is available in the Academy of the Ministry of Emergency Situations the Republic of Uzbekistan (registered under №. \_\_\_\_\_. Address: 100102, Tashkent, Yangi Khayot District, Dustlik Street, 5. Tel.: (71) 258-56-57; E-mail: [info@akademiyafvv.uz](mailto:info@akademiyafvv.uz)).

The abstract of the dissertation was distributed on "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2025.  
(Registry record №. \_\_\_\_ dated \_\_\_\_\_ 2024).

**B.T. Ibragimov**

Chairman of the One-time Scientific Council for Awarding Academic Degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

**Kh.M. Dusmatov**

Scientific Secretary of the One-time Scientific Council for awarding Academic Degrees, Ph.D., Associate Professor

**R.I. Ismailov**

Chairman of the One-time Scientific seminar at the One-time Scientific Council for awarding Academic Degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

## INTRODUCTION (Abstract of doctoral dissertation (DSc))

**The aim of the research** is to develop scientifically based approaches to determine a set of characteristics of physical and mechanical properties, aimed at creating methods for determining and predicting performance properties, improving quality, and obtaining non-metallic woven tapes and ropes (NWTR) with a given set of properties.

### **Research objectives:**

development of scientifically based methods for determining and predicting the characteristics of mechanical properties at various stages of elongation of synthetic fibres and threads based on the identified relationships of these characteristics with structural processes;

study of compositions of reduced flammability of polymer thread-like materials based on inorganic and organic flame retardants;

development of methods for predicting relaxation and creep of synthetic fibres, threads and ropes for non-metallic load-handling devices (LHD);

development of methods for predicting deformation and recovery processes of synthetic fibres, threads and ropes for non-metallic load-handling devices;

development of methods for assessing the deformation properties of synthetic tapes and ropes based on the results of express tests, and prediction of elastic-relaxation processes based on modelling.

identifying patterns of changes in the deformation characteristics of the main types of synthetic fibres and threads in a stretched state, aimed at reliably assessing and predicting their performance properties;

establishing principles and criteria for assessing the fire protection effectiveness of non-metallic woven tapes and ropes (NWTR), depending on their functional purpose.

**The object of the study** is the flexible load-handling devices for installation and rescue work using non-metallic woven tapes and ropes based on local raw materials.

**The subject of the research** is the physical, mechanical and operational properties of synthetic threads and fibres, woven tapes and ropes used for non-metallic flexible gas protection equipment for installation and rescue work.

**Methods of research.** The research was carried out using modern physical-mechanical, physical-chemical, mathematical-statistical methods, methods of mathematical modelling, experimental design, as well as methods of computational mathematics and computer science.

### **The scientific novelty of the research:**

for the first time, the regularities of changes and the fundamental parameters of the mechanical properties of synthetic fibres and threads have been established based on the correlation between deformation and strength characteristics and the structural processes occurring during deformation;

the accumulation patterns and nature of the irreversible (residual) component of deformation in polypropylene and polyamide fibres, threads, tapes, and ropes have been identified and scientifically substantiated;

it has been determined that for fibres and threads derived from flexible-chain polymers, residual deformations within a broad temperature range are governed by predefined elongation values;

it has been demonstrated that modifying polypropylene grades PPR 173H and FR-170H using locally sourced raw materials and incorporating melamine cyanurate as a flame retardant increases the oxygen index by 5.2% or more. A comprehensive analysis of the thermal stability and heat resistance characteristics of the modified tape and rope samples has been conducted. Furthermore, when 15% melamine cyanurate was added, a decline in the mechanical properties of polypropylene was observed, and this effect has been scientifically validated;

based on the results of short-term experiments on simple relaxation and creep behaviour, a methodology for predicting deformation-recovery processes and reverse relaxation phenomena in polymeric materials for NTTR (Non-metallic Textile Tapes and Ropes) has been developed through mathematical modelling of viscoelasticity;

the high load-bearing capacity of synthetic woven tapes and ropes for lifting devices used in construction, installation, and rescue operations has been

determined. Their structural reliability and the feasibility of application in emergency conditions have been evaluated.

#### **Implementation of the research results.**

Based on the results of the assessment of the structural safety of flexible load-bearing lifting devices made of non-metallic woven tapes and ropes and the features of their use in emergency situations:

As a result of theoretical, experimental and practical research, non-metallic slings made of woven tapes, NTLC ropes (with the experimental index NTLC PP) with a safety factor of 1:7 were developed and manufactured, and single-branch, double-branch and four-branch slings with a lifting capacity of one branch of 1.0 tons were manufactured. Tested at the Fire and Technical Center of the Ministry of Emergency Situations of the Fergana Region (Test Report dated 10/25/2023). As a result, domestic non-metallic woven tape and rope lifting devices were recommended for the first time to improve the efficiency of rescuers in emergency situations;

accepted into operation in Fergana LLC "Inter-farm specialized mobile column mechanization MSPKM-No. 426" (Implementation certificate dated 15.06.2023 and certificate of "Uzbekistan Qurilish Materials and Technologies" dated 05.10.2023 No. 05/15-2003), As a result, the high lifting capacity of devices made of non-metallic woven tapes and ropes offered in construction, installation and rescue operations was determined;

accepted into operation in Margilan LLC "Margilan Bunyodkor Tamir-Qurilish" (Implementation Act dated 04.07.2023 and certificate "Uzbekistan Qurilish Materials and Technologies" dated 05.10.2023 No. 05/15-2003). As a result, it has been substantiated that when using the proposed belt and rope lifting devices, when clearing debris from the remains of structures in emergency

situations, in the evacuation of injured people, as well as in other areas, great opportunities for use open up;

accepted into operation by the Kuvasay reinforced concrete products plant (Implementation certificate dated 17.08.2023 and certificate “Uzbekistan State University of Agricultural Sciences and Agricultural Development” dated 05.10.2023 No. 05/15-2003). As a result, it was established that the strength and elongation indicators of woven tapes made of synthetic multifilament threads obtained from polypropylene PPFR 173H and FR 170H based on domestic raw materials have values close to those of foreign analogues.

**Approbation of the research results.** The results of the work were discussed at 5 international and 4 republican scientific and practical conferences.

**Publication of research results.** 15 scientific works have been published on the topic of the dissertation work, including 1 monograph, and 14 scientific articles, including 10 in Republican and 4 in foreign journals recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for the publication of the main scientific results of the dissertation of the Doctor of Technical Sciences (DSc).

**The structure and volume of the thesis.** The dissertation consists of an introduction, five chapters, a conclusion, and a list of references and applications. The volume of the dissertation is 200 pages.

**E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I bo'lim (I часть; I part)**

1. Рахманов Б.К. Грузозахватные приспособления для строительства на основе синтетического сырья / Монография. – Изд. “Classic”, Фергана. 2020. – 120 с.

2. Razzakov S.J., Abdullaev I.N., Rahmanov B.K. “Yuk ko'tarish moslamasi”. Foydali model patenti guvohnomasi. O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi №FAP 02163. Toshkent. 14.03.2022 yil.

3. Rahmanov B.K., Razzakov S.J., Qosimov L. The research on the influence of temperature on the properties of synthetic fibres for loadhandling devices. E3S Web of Conferences 460, 10003 (2023) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346010003> BFT-2023.

4. Rahmanov B.K., Razzakov S.J., Axmedov J.D. Study Of The Influence Of Light Weather On The Mechanical Properties Of Para-Aramid Filaments. The American Journal of Engineering and Technology, (2021). 3(04), 35-41.

5. Rahmanov B.K. Parametric series of non-metallic flexible load-handling devices. Innovative Technologica: Methodical Research Journal. 2022. 3 (07), 21-27.

6. Rahmanov B.K. Experimental production cargo-handling devices from sunthetic woven tapes. International Journal of Advance Scientific Research. 2022/7/30. 2 (07), 14-19.

7. Rahmanov B.K. Static and dunamic loads affecting load-gripping devices (HZIP) In Construction. Journal of Architectural Design. 2022/7/20. 8, 14-18.

8. Абдуллаев И.Н., Ахмедов Ж.Д., Рахманов Б.К., Журабаева Р.Т. Состояние и перспективы производства и эксплуатации синтетических тканых лент (СТЛ) для грузозахватных приспособлений (ГЗП) в Руз. Вестник ТашиИИТ. Специальный выпуск. 2020 г. С.105.

9. Раззаков С.Ж., Абдуллаев И.Н., Рахманов Б.К. Составные компоненты деформирования и разрушения синтетических тканых лент. FarPI Ipmiy-technika jurnali. 2021y. Tom 25. № 2. 74 bet.

10. Рахманов Б.К., Раззаков С.Ж., Ахмедов Ж.Д. Перспективы развития технологии такелажных работ с использованием круглопрядных стропов на синтетической основе. Scientific-technical journal (STJ FerPI, FarPI ITJ, NTJ FerPI, 2022, T.26, №3). Стр.133-139.

11. Rahmanov B.K. Qurilishda fotostabilizatsiyalangan nometall yuk ko'tarish moslamalarini tadqiq etish. Scientific-technical journal (STJ FerPI, FarPI ITJ, NTJ FerPI, 2022, T.26.maxsus son.

12. Rahmanov B.K., Razzakov S.J. Non-metallic lifting slings in construction. Nazariy va amaliy tadqiqotlar xalqaro jurnali. 2022. 2 (10), 65-72.

13. Рахманов Б. Исследования влияния температуры на свойства синтетических волокон для грузозахватных приспособлений (ГЗП). Scientific-technical journal (STJ FerPI, FarPI ITJ, NTJ FerPI, 2023, Т.27, №5). Стр.71-76. (05.00.00 №20).

14. Рахманов Б. Компьютерное моделирование деформационных свойств полимерных строп для строительства. Scientific-technical journal (STJ FerPI, FarPI ITJ, NTJ FerPI, 2023, Т.27, №6). Стр. 79-83. (05.00.00 №20).

15. Рахманов Б.К., Раззаков С.Ж. Огнестойкость полимерных материалов для грузозахватных приспособлений в строительстве. Scientific-technical journal (STJ FerPI, FarPI ITJ, NTJ FerPI, 2024, Т.28. спец. выпуск №2). Стр. 80-85. (05.00.00 №20).

16. Raхmanov B.K., Razzakov S.J. Qurilishda polimerlar uchun yong'inga qarshi tizimlar. Sharh. Scientific-technical journal (STJ FerPI, FarPI ITJ, NTJ FerPI, 2024, Т.28. maxsus son №3). Str. 55-61. (05.00.00 №20).

## II bo'lim (II часть; II part)

17. Рахманов Б.К., Раззаков С.Ж., Абдуллаев И.Н., Журабаева Р.Т. Изучение ткацкой конструкции синтетических лент для грузозахватных приспособлений. Международном онлайн-симпозиуме «Современные ресурсосберегающие материалы и технологии: перспективы и применение». «Качество. Технологии. Инновации» (27-29 апреля 2020 г., Новосибирск, НГАСУ (Сибстрин), Россия). С.221-225.

18. Рахманов Б.К., Юнусалиев Э.М., Абдуллаев И.Н., Алаханов З.М. Составные компоненты деформирования и разрушения синтетических тканых лент для грузозахватных приспособлений в строительстве. Международная научно-техническая конференция «Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях», 15-17 октября 2020 г. БГТУ им. В.Г. Шухова. 431-438.

19. Рахманов Б.К., Юнусалиев Э.М., Абдуллаев И.Н., Ахмедов Ж.Д. Инновации в строительной технологии: производство и применение в Узбекистане строп из текстильных лент и комбинированных канатов. Международная научно-техническая конференция «Энерго - ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях», 15-17 октября 2020 г. БГТУ им. В.Г. Шухова. 421-431.

20. Рахманов Б.К., Раззаков С.Ж. Синтетические тканые ленты на основе местного сырья для грузозахватных приспособлений в строительстве. Zamonaviy arxitektura, binolar va inshootlarning mustahkamligi, ishonchliligi va seysmik xavfsizlik muammolari. Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to'plami. Namangan shahri, 6-8 may, 2021 yil. 25-30 betlar.

21. Рахманов Б.К., Раззаков С.Ж., Эргашев М.М. Воздействие светопогоды на механические свойства параарамидных нитей. Arxitektura va shaharsozlik: "O'tmish, bugun, kelajak". Respublika ilmiy va ilmiy-amaliy anjumani to'plami. Farg'ona sh. FarPI. 8-9 oktyabr, 2021 yil. 448-451 bet.

22. Raxmanov B.K., Razzakov S.J. Technologists rigging works using synthetic slings. Raccolta di articoli scientifici «ΛΟΓΟΣ» con gli atti della II Conferenza scientifica epratica internazionale (T. 2), Bologna, 12. novembre 2021. 9-11.

23. Рахманов Б.К., Раззаков С.Ж., Абдуллаев И.Н. Фотостабилизированные синтетические стропы в строительстве на основе местного сырья. ИНТЕРСТРОЙМЕХ–2022. Материалы XXVI Международной научно-технической конференции 12-14 октября 2022 г., Ярославль. 51-56.

24. Рахманов Б.К., Раззаков С.Ж. Полимерные нити для неметаллических грузоподъемных строп в строительстве. Qurilishda innovatsiyalar, bino va inshootlarning seysmik xavfsizligi. Xalqaro miqyosidagi ilmiy va ilmiy-texnik konferensiya materiallari to‘plami. Namangan sh., 15-17 dekabr, 2022 yil. 342-346 bet.

25. Рахманов Б.К., Раззаков С.Ж. Особенности работ строп из синтетических лент и комбинированных канатов в чрезвычайных ситуациях. “Qurilish inshootlarining yong‘inga bardoshligini takomillashtirish” mavzusidagi ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami. O‘zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlar vazirligi Akademiyasi. Toshkent sh., 28 avgust, 2023 y. 186-190 betlar.

26. Рахманов Б.К., Раззаков С.Ж. Влияние температуры на свойства синтетических волокон для грузоподъемных строп при ведении спасательных работ. “Qurilish inshootlarining yong‘inga bardoshligini takomillashtirish” mavzusidagi ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami. O‘zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlar vazirligi Akademiyasi. Toshkent sh., 28 avgust, 2023 y. 190-195 betlar.

27. Abdullaev I.N., Xamzaev I., Raxmanov B.K. “STL-PP” sintetik to‘qima tasmalar oquvchanligi va relaksatsiyasini hisoblash uchun avtomatlashtirilgan tizim”. EHM dasturi uchun mualliflik guvohnomasi O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi №DGU 07367. Toshkent. 13.11.2019 yil.

28. Razzakov S.J., Abdullaev I.N., Raxmanov B.K. “Lenta slingi uchun STL-PP” to‘quv lentasining to‘qilishini hisoblashning avtomatlashtirilgan tizimi”. EHM dasturi uchun mualliflik guvohnomasi. O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi №DGU 11587. Toshkent. 26.04.2021 yil.

29. Razzakov S.J., Abdullaev I.N., Raxmanov B.K. “Polimer materiallarning yopishqoqelastiklik xossalarini hisoblash tizimi”. EHM dasturi uchun mualliflik guvohnomasi. O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi №DGU 20306. Toshkent. 02.11.2022 yil.

Dissertatsiya avtoreferati “Yong‘in va portlash xavfsizligi” ilmiy elektron jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi va o‘zbek, rus, ingliz tillaridagi matnlarini mosligi tekshirilgan (06.03.2025 yil).

Bosishga ruxsat etildi: 12.03.2025 yil  
Bichimi 60x45<sup>1/16</sup>, «Times New Roman»  
garniturada raqamli bosma usulida bosildi.  
Shartli bosma tabog‘i 3. Adadi: 75. Buyurtma: № 58.  
O‘zbekiston Respublikasi FVV Akademiyasi,  
100102, Toshkent sh., Yangihayot tumani, Do‘stlik ko‘chasi, 5.