TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.03/2025.27.12.T.21.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH

TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI

RAXMONOV AZIZBEK ASQARALI O‘G‘LI

PAXTA G‘ARAMINI SHAKLLANTIRISH JARAYONINI TAKOMILLASHTIRISH

05.06.02 – To‘qimachilik materiallari texnologiyasi va xomashyoga dastlabki ishlov berish

texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi AVTOREFERATI

Toshkent – 2026

UO‘K: 677.026.22.001.76

Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi

Оглавление автореферата диссертатсии доктора философии (PhD) по техническом наукам

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences

Raxmonov Azizbek Asqarali o‘g‘li
Paxta g‘aramini shakllantirish jarayonini takomillashtirish..... 3

Рахмонов Азизбек Аскарали угли
Совершенстование процесса образования бунтования хлопка-сырца..... 23

Raxmonov Azizbek
Improvement of the cotton stack formation process..... 47

E’lon qilingan ishlar ro‘yxati
Список опубликованных работ
List of published works……..... 50

TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.03/2025.27.12.T.21.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH

TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI

RAXMONOV AZIZBEK ASQARALI O‘G‘LI

PAXTA G‘ARAMINI SHAKLLANTIRISH JARAYONINI TAKOMILLASHTIRISH

05.06.02 – To‘qimachilik materiallari texnologiyasi va xomashyoga dastlabki ishlov berish

texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi AVTOREFERATI

Toshkent – 2026

Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi huzuridagi Oliy attestatsiyaa komissiyasida B2025.4.PhD/T6231 raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiya Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus va ingliz (rezyume)) Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti huzuridagi Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.ttesi.uz) va “Zionet” Axborot-ta’lim portalida (www. Zionet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:	**Ruzmetov Mansurbek Erkinovich** texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori **(**PhD), dotsent
Rasmiy opponentlar:	**Jumaniyazov Qadam Jumaniyazovich** texnika fanlari doktori, professor
	Sarimsakov Olimjon Sharipjonovich texnika fanlari doktori, professor
Yetakchi tashkilot:	**Jizzah Politexnika instituti**

Dissertatsiya himoyasi Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti huzuridagi DSc.03/2025.27.12.T.21.01 raqamli Ilmiy kengashning 2026 yil «10» noyabr soat «14^{00}» dagi majlisida bo‘lib o‘tadi.(Manzil:100100,Toshkent sh.,Shohjahon-5,tel.: (+99871) 253-06-06, 253-08-08, faks: 253-36-17; e-mail: pochta@ ttesi.uz, Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti ma’muriy binosi, 2-qavat, 222-xona).

Dissertatsiyasi ishi bilan Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№ 323 - raqam bilan ro‘yxatga olingan). Manzil: 100100, Toshkent sh., Shohjahon-5, tel.: (+99871) 253-06-06, 253-08-08.

Dissertatsiya avtoreferati 2026 yil 23 oktabr kuni tarqatildi.
(2026-yil 23 noyabr № 317 -raqamli reyestr bayonnomasi).

X.H.Kamilova
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash raisi, t.f.d., professor

A.Z.Mamatov
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash ilmiy kotibi, t.f.d., professor

Sh.Sh.Xakimov
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash qoshidagi
ilmiy seminar raisi, t.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyati. Jahon miqyosida to‘qimachilik sanoatida paxta tolasi ishlatilishi bo‘yicha umumiy tola miqdorining 55-60 foizini tashkil etadi. Asosiy paxta yetishtiruvchi davlatlar, jumladan, AQSH, Xitoy, Hindiston, Pokiston va boshqa davlatlarda zamonaviy axborot texnologiyalari, ilm-fan yutuqlaridan to‘liq foydalangan holda, ilmiy yondashuv asosida, paxtani saqlash, quritish, tozalash va jinlash jarayonlaridagi mavjud texnologik muammolarni yechish, texnologik uskunalarni yangi samaradorligi yuqori, energiya-resurstejamkor texnologiya va texnika vositalarini qo‘llash yetakchi o‘rinlardan birini egallamoqda.[1] Dunyo miqyosida 24 mln. tonna paxta yetishtirilishi va uning bir qismi namligi yuqori paxta bo‘lishini hisobga olsak, yetishtirilgan paxtadan sifatli tola olish uchun uni saqlashni ratsional rejimlarini ishlab chiqish va amaliyotga joriy etishni taqozo etadi.

Jahon miqyosida paxtani saqlash jarayonining texnik va texnologik yechimlarini takomillashtirish, shuningdek, ushbu yo‘nalishning ilmiy-metodik asoslarini rivojlantirishga qaratilgan kompleks ilmiy-tadqiqot ishlari izchil olib borilmoqda. Paxta tozalash korxonalarida tayyorlangan mahsulotlar sifat ko‘rsatkichi g‘aramlash va saqlash texnologiyasining noto‘g‘ri tashkil etilishi sifatli tola ishlab chiqarish imkoniyatini pasaytirmoqda. Shuning uchun paxta g‘aramini shakllantirish jarayonini takomillashtirish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Mazkur yo‘nalishda paxta xomashyosini g‘aramlash va saqlash jarayonida shamollatish tunnelini shakllantirish qurilmasi konstruksiyasini takomillashtirish, yangi texnik yechimlarni ishlab chiqish hamda ularning maqbul texnologik parametrlarini belgilash muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Shu bilan birga, paxta tozalash korxonalarida mavjud g‘aramlash va saqlashning ichki imkoniyatlaridan oqilona foydalanish, ularning ish rejimlarini optimallashtirish va texnik samaradorligini oshirish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Respublikamizda zamonaviy fan va texnika yutuqlarini inobatga olgan holda paxta tozalash korxonalaridagi texnika va texnologiyalarni modernizatsiyalashda va yangilashda hamda ularni ishlab chiqarish jarayonlariga tatbiq etishga yo‘naltirilgan keng ko‘lamli ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Respublikamizda keng ko‘lamli yangi iqtisodiy tizimlarni tatbiq etilishi, jumladan, to‘qimachilik klasterining barpo etilayotganligi, to‘qimachilik korxonalari uchun asosiy xomashyo hisoblangan paxta tolasini ishlab chiqaruvchi paxta tozalash korxonalari oldiga bir qator talablarni qo‘ymoqda. Eng asosiy talablardan biri paxtani sifatli saqlash, paxta tolasi sifati va miqdorini oshirish bo‘lib, unga faqat iqtisodiy tejamkor, paxta yetishtiruvchi davlatlarni erishgan yutuqlari va tajribalarini inobatga olgan holda, keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilib, muayyan natijalarga erishish mumkin.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning Taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni[2], 2022-yil 7-iyuldagi PQ-308-son “Paxta hosildorligini

[1] Cotton: World Statistics. https://www.ICAC.org;https://www.statista.com

[2] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning Taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni

oshirish, paxta yetishtirishda ilm va innovatsiyalarni joriy qilishning qo‘shimcha tashkiliy chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi, 2021-yil 16-noyabrdagi PQ-16-sonli paxta-to‘qimachilik klasterlari to‘g‘risida”gi 2020-yil 6-martdagi PQ-4633-son “Paxtachilik sohasida bozor tamoyillarini keng joriy etish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qarorlari, O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2020-yil 22-iyundagi VM-398-son “Paxta xomashyosini yetishtirish va qayta ishlash korporatsiyalari faoliyatini tashkil etish chora-tadbirlari to‘g‘risi”dagi qarori hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me’yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur ilmiy-tadqiqot ishi respublikada fan va texnologiyalarni rivojlantirishning II - “Energetika, energiya va resurslarni tejash” ustuvor ilmiy yo‘nalishi doirasida amalga oshirilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi.

Respublikamizda paxtani g‘aramlash va saqlashda mahsulotning tabiiy sifat ko‘rsatkichlarini saqlab qolish yo‘nalishida keng qamrovli tadqiqotlar o‘tkazilgan. Jumladan, F.V.Xetagurova, G.A.Tixomirov, B.S.Suslin, N.B.Sorkin, B.A.Buranov, V.A.Gortman, V.D.Xmirov, M.Y.Aliyev, B.G.Qodirov, D.Yakubov, A.P.Parpiyev, M.T.Xodjiyev, A.M.Salimov, B.A.Bayxanov, M.E.Ruzmetov, U.S.Tadjiyev, M.M.Ismatova va boshqalar paxtani saqlash bo‘yicha ilmiy ishlar o‘tkazganlar.

O‘tkazilgan tadqiqot ishlariga qaramasdan, paxta g‘aramida tunnel shakllantirish va shamollatish tizimi yetarli darajada o‘rganilmagan, tola sifatini saqlagan holda paxta g‘aramiga tunnel ochish va shakllantirish muammosi to‘liq o‘rganilmagan.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilayotgan oliy ta’lim muassasasining ilmiy tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat institutining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq, ID-I-012 — “Paxtaning boshlang‘ich sifat ko‘rsatkichlarini hisobga olgan holda samarali texnologiyasini yaratish” mavzusidagi ilmiy loyiha doirasida amalga oshirilgan.

Tadqiqotning maqsadi paxtani g‘aramlash va saqlash jarayonida uning tabiiy sifat ko‘rsatkichlarini saqlab qoluvchi havo tunneli hosil qiluvchi qurilma konstruksiyasini takomillashtirish, paxta g‘aramining kuchlanish holatini, qurilmaning xavfsiz va maqbul parametrlarini tajribaviy asoslashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

paxtani g‘aramlash jarayonida uni shamollatish uchun havo tunneli hosil qiluvchi hamda paxtaning tabiiy sifat ko‘rsatkichlariga salbiy ta’sir ko‘rsatmaydigan qurilma konstruksiyasini ishlab chiqish;

paxta g‘aramini qalin devorli silindr ko‘rinishida modellashtirish asosida uning kuchlanish holatini tadqiq etish, g‘aramlash xavfsizligi koeffitsiyentini kiritish va havo tunnelini shakllantirish uchun uning qiymatini asoslash;

paxta g‘aramining geometrik va fizik parametrlarini hamda maxsus koeffitsiyentini hisobga olgan holda paxta qatlamidagi normal, radial va aylanma

kuchlanishlarni aniqlashga mo‘ljallangan soddalashtirilgan analitik bog‘lanishlarni olish;

tajribani matematik rejalashtirish usuli asosida tunnel hosil qiluvchi qurilma parametrlarining paxta iflosligi va tola nuqsonlariga ta’sirini ifodalovchi regressiya tenglamasini olish hamda uning adekvatligini baholash;

ilmiy tadqiqot ishining ishlab chiqarish korxonasiga joriy etishdan olinadigan iqtisodiy samaradorligini hisoblash.

Tadqiqotning obyekti sifatida paxta g‘aramini shamollatish tunneli olingan.

Tadqiqotning predmeti sifatida paxta g‘aramiga takomillashtirilgan tunnel shakllantirish qurilmasi olingan.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot jarayonida paxta tolasi va chigitning tabiiy xususiyatlarini o‘rganishda zamonaviy o‘lchov asboblaridan hamda uslublardan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

paxtani g‘aramlash jarayonida uni shamollatish uchun havo tunneli hosil qiluvchi, paxtaning tabiiy sifat ko‘rsatkichlariga salbiy ta’sir ko‘rsatmaydigan va tashqi qismiga qayishqoq material o‘rnatilgan qurilma konstruksiyasi ishlab chiqilgan;

paxta g‘aramini qalin devorli silindr ko‘rinishida modellashtirish orqali uning kuchlanish holatini tadqiq etish asosida g‘aramlash xavfsizligi koeffitsiyenti birinchi marta taklif etilgan hamda havo tunnelini shakllantirishda ushbu koeffitsiyentning qiymati asoslab berilgan;

paxta g‘aramining geometrik va fizik parametrlarini, shuningdek, kiritilgan maxsus koeffitsiyentini k_r hisobga oluvchi paxta qatlamidagi normal, radial va aylanma kuchlanishlarni aniqlash uchun amaliy hisoblashlarga moslashtirilgan soddalashtirilgan analitik bog‘lanishlar olingan;

tajribani matematik rejalashtirish usuli yordamida g‘aramdagi paxtaning sifat ko‘rsatkichlariga ta’sir qiluvchi omillar bog‘lanishi asosida g‘aramning balandligi, qayishqoq material qalinligi va havoning bosimini optimal qiymatlari aniqlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari g‘aramlangan paxtaga tunnel ochish jarayonida chigitning mexanik shikastlanishi qo‘lda tunnel ochishda o‘rtacha 5,94% ni, OBT rusumli mashinada tunnel ochilganda 6,93% ni tashkil etdi. Chigitga mexanik ta’sir yetmasdan avvalgi, ya’ni tunnel ochish jarayonidan avval shikastlanish darajasi o‘rtacha 1,34% ni tashkil etishi aniqlangan;

paxta g‘aramida shamollatish tunnelini shakllantirishning takomillashtirilgan resurstejamkor texnologiyasi va qurilmasi ishlab chiqilgan;

paxta g‘aramiga tunnel shakllantirish jarayonida mahsulot sifatiga ta’sir o‘tkazadigan omillar kamayishi hisobiga mahsulotning tabiiy sifat ko‘rsatkichlarini saqlab qolishga erishilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi izlanishlar zamonaviy usullar hamda aniqligi yuqori o‘lchash vositalari asosida olib borilganligi bilan belgilanadi. Shuningdek, nazariy hisob-kitoblar bilan tajribaviy natijalar o‘rtasidagi moslik, olib borilgan ilmiy ishlar negizida takomillashtirilgan

tunnel shakllantirish qurilmasining tajriba-sinov jarayonlarida samarali natijalar ko‘rsatgani hamda ishlab chiqarish amaliyotiga joriy etilgani bilan asoslanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati: Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati paxta g‘aramining kuchlanish holatini nazariy modellashtirish, g‘aramlash xavfsizligi koeffitsiyentini asoslash, paxta qatlamidagi kuchlanishlarni aniqlovchi analitik bog‘lanishlar hamda tunnel shakllantirish jarayonining regressiya modeli ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati paxta g‘aramida shamollatish tunnelini shakllantiruvchi resurstejamkor qurilma va undan foydalanish texnologiyasi ishlab chiqilganligi bilan belgilanadi. Taklif etilgan qurilma paxta va chigitning tabiiy sifat ko‘rsatkichlarini saqlash, mexanik shikastlanishni, mehnat hamda energiya sarfini kamaytirish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Paxta g‘aramiga resurstejamkor takomillashtirilgan tunnel shakllantirish qurilmasini ishlab chiqish bo‘yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar natijalari asosida: tunnel shakllantirish qurilmasi “GTG AGRO” MCHJ tarkibidagi Mustaqillik paxta tozalash korxonasida joriy etilgan (O‘zto‘qimachiliksanoat uyushmasining 2026-yil 22-iyundagi 01/06-897-sonli ma’lumotnomasi). Natijada tunnel shakllantirish qurilmasining amaldagi va tajriba natijalarini solishtirma sinov ishlarida II-sanoat navli paxtaga tunnel shkllantirish jarayonida elektr-energiya sarfini yillik 1794 kVt ga kamaytirishga va tolaning ifloslik va nuqsonlar miqdorini 0,63-0,92 % ga kamayishiga erishildi.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi: Tadqiqot natijalari 13 ta ilmiy texnik anjumanlarda, jumladan, 6 ta xalqaro, 7 ta Respublika konferensiyalarida va ilmiy seminarlarda muhokama qilinib chop etilgan.

Tadqiqot natijalarini e’lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi doirasida jami 20 ta ilmiy ish nashr etilgan bo‘lib, shundan 7 ta maqola O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasi tomonidan dissertatsiyalarning asosiy ilmiy natijalarini e’lon qilish uchun tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda chop etilgan. Mazkur maqolalarning 3 tasi respublika miqyosidagi, 4 tasi esa xorijiy ilmiy jurnallarda nashr qilingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya ishi kirish qismi, to‘rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati hamda ilovalardan tarkib topgan. Dissertatsiya ishining umumiy hajmi 115 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi keltirilgan, tadqiqot maqsadi va vazifalari, obyekti va predmeti tavsiflangan, respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy qilish, nashr etilgan ilmiy ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo‘yicha ma’lumotlar berilgan.

Dissertatsiyaning **“Ishning maqsadi va masalaning qo‘yilishi”** deb nomlangan birinchi bobida g‘aram maydonlariga tunnel hosil qilish texnologiyasi hamda unda ishlatiladigan mashina va mexanizmlar tahlili, paxtani g‘aramlash va

saqlash bo‘yicha chet el texnologiyasi, paxtani g‘aramlash va saqlash bo‘yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar tahlillari keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“G‘aram maydonlariga tunnel hosil qilish jarayonining nazariy tadqiqoti”** deb nomlangan ikkinchi bobida paxta g‘aramining bosimi ta’siridagi tunnel shakllantirgich mustahkamligining nazariy tahlili, tashqi bosim ta’siridagi kritik yuklar hisobi tahlili, takomillashtirilgan tunnel shakllantiruvchi qurilmaning regressiya modelini qurish hisob ishlarining natijalari keltirilgan.

Paxta g‘arami tashqi ko‘rinishi bo‘yicha yuqori qismi egri chiziqli yuzaga ega bo‘lgan, markaziy qismida tunnel mavjud bo‘lib, u massiv prizmatik jismdan iborat. Hisoblashni soddalashtirish maqsadida uni silindrsimon jism deb qabul qilamiz.

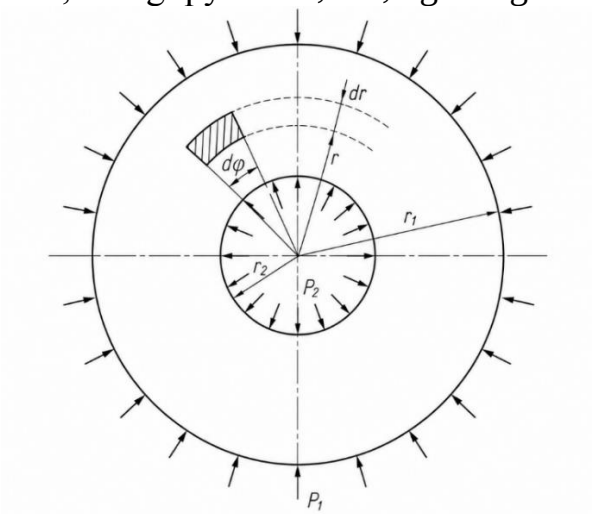
1-rasmda tashqi radiusi r_1 va ichki radiusi r_2 bo‘lgan qalin devorli silindrning ko‘ndalang kesimi tasvirlangan. Silindr tashqi tomondan p_1 bosim, ichki tomondan esa p_2 bosim ta’sirida bo‘ladi.Tashqi p_1 bosim paxta g‘arami shakllantirilganda hosil bo‘lgan paxta xomashyosining og‘irligi ta’sirida yuzaga keladi. Ushbu bosim paxtaning zichligi ρ, g‘aram balandligi h va erkin tushish tezlanishi g ga bog‘liq bo‘lib, quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$p_1 = \rho g h, \quad kH/m^2 \qquad (1)$$

Ichki bosim sharti quyidagicha boladi:

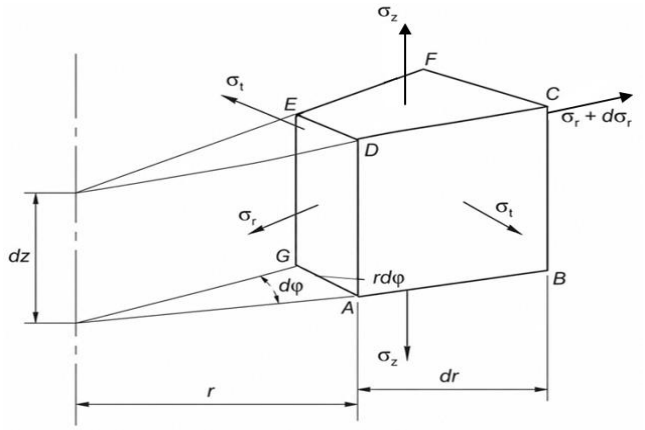
$$p_2 \geq k_p p_1 kH/m^2 \qquad (2)$$

Bu yerda k_p - havo tunnelini shakllantirish jarayonida g‘aramni hosil qilishdagi xavfsizlik koeffitsiyenti bo‘lib, uning qiymati 1,4–1,5 ga teng deb qabul qilinadi.



1-rasm. Tashqi radiusi $r_1$va ichki radiusi r_2 bo‘lgan, tashqi p_1 hamda ichki p_2 bosimlar ta’siridagi qalin devorli silindrning ko‘ndalang kesimi

Ichki p_2 bosim esa havo bosimi bilan to‘ldirilgan elastik elementdan iborat maxsus havo kamerasi tomonidan hosil qilinadi. Silindrdan o‘lchamlari d_r, d_z va $rd\varphi$ ga teng bo‘lgan egri chiziqli olti qirrali element ajratib olinadi (2-rasm).



2-rasm. Silindrdan ajratib olingan, o‘lchamlari dr, dz va $rd\varphi$ ga teng bo‘lgan egri chiziqli olti qirrali element

Silindrning o‘q bo‘ylab kesimlarida (elementning ABCD tekisligida) o‘q simmetriyasi tufayli urinma (kesuvchi) kuchlanishlar mavjud bo‘lmaydi va faqat normal aylanma (halqasimon) kuchlanishlar σ_t ta’sir qiladi. Silindrning ko‘ndalang kesimlarida ham urinma kuchlanishlar radial yo‘nalishda z koordinatasiga bog‘liq emasligi sharti asosida nolga teng deb qabul qilinadi. Ko‘ndalang kesimlarda silindr o‘qi bo‘ylab tashqi kuchlar ta’sir etgan hollarda normal o‘q bo‘ylab kuchlanishlar σ_z mavjud bo‘lishi mumkin. Ushbu kuchlanishlar silindrning ham o‘qi bo‘ylab, ham radiusi bo‘yicha o‘zgarmas deb qabul qilinadi. Elementga ta’sir etayotgan kuchlarni radius yo‘nalishiga proyeksiyalab, quyidagi muvozanat sharti hosil qilinadi:

$$(\sigma_r + d\sigma_r)(r + dr)d\varphi dz - \sigma_r r d\varphi dz - \sigma_t dr dz * sind\varphi = 0\,,$$

burchak qiymati kichik bo‘lganda $sind\varphi \cong d\varphi$, то

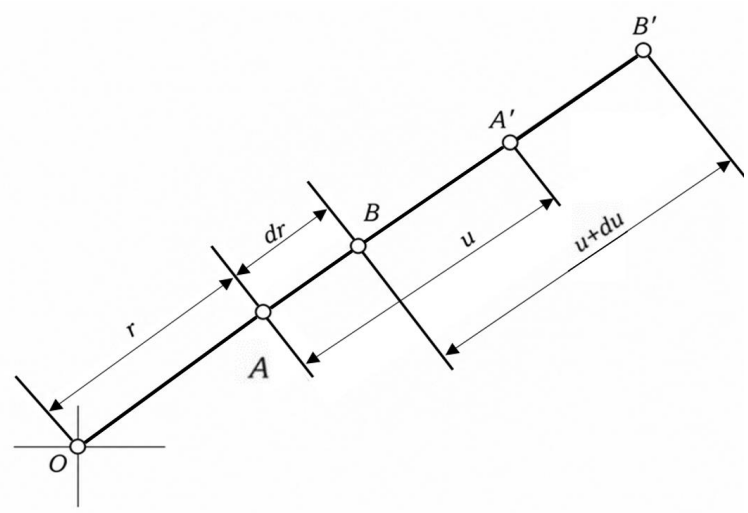
$$(\sigma_r + d\sigma_r)(r + dr)d\varphi dz - \sigma_r r d\varphi dz - \sigma_t dr dz d\varphi = 0 \qquad (3)$$

Yuqori tartibli cheksiz kichik miqdorlarni hisobga olmasdan, muvozanat tenglamasi quyidagi ko‘rinishga keladi. $(d\sigma_r * dr)$,

quyidagi ifodani hosil qilamiz. $\sigma_r + \frac{d\sigma_r}{dr} r - \sigma_t = 0$ (4)

yoki $\frac{d}{dr}(\sigma_r r) - \sigma_t = 0$ (5)

Muvozanat sharti (2) ikkita noma'lum kuchlanish — radial kuchlanish σ_r va aylanma kuchlanish σ_t ni aniqlash uchun faqat bitta tenglama bilan ifodalangan. Shu sababli deformatsiyalarni ham ko‘rib chiqish zarur. Buning uchun silindrning radial va aylanma yo‘nalishlaridagi nisbiy cho‘zilishlar, ya’ni $\varepsilon_r$va ε_t deformatsiyalari qaraladi hamda ular u siljish (ko‘chish) orqali ifodalanadi (3-rasm).



3-rasm. Silindr yuklanishdan oldin (AB) va keyin (A′B′) radial yo‘nalishda ajratib olingan $AB = dr$ elementar kesma

Buning uchun radial yo‘nalishda ajratib olingan $AB = d_r$elementar kesmani ko‘rib chiqamiz. A nuqta u miqdorga, B nuqta esa $u + du$ miqdorga siljiydi. Shunda elementning yangi uzunligi $dr + du$ ga teng bo‘ladi, uning nisbiy cho‘zilishi esa quyidagicha aniqlanadi:

$$\varepsilon_r = \frac{du}{dr} \qquad (6)$$

Aylanma yo‘nalishdagi nisbiy cho‘zilish ε_t esa A nuqtadan o‘tuvchi yoyning nisbiy cho‘zilishiga teng bo‘lib, yuklanishdan so‘ng u A' nuqtadan o‘tuvchi yangi holatni egallaydi. Shuning uchun u quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\varepsilon_t = \frac{2\pi(r+u) - 2\pi r}{2\pi r} = \frac{u}{r} \qquad (7)$$

Umumlashtirilgan Guk qonuniga muvofiq, σ_r, σ_t va σ_z normal kuchlanishlari ε_r va ε_t nisbiy deformatsiyalari bilan quyidagi tenglamalar orqali ifodalanadi:

$$\left.\begin{aligned} \varepsilon_r &= \frac{1}{E}[\sigma_r - \mu(\sigma_t + \sigma_z)] = \frac{du}{dr}\ , \\ \varepsilon_t &= \frac{1}{E}[\sigma_t - \mu(\sigma_r + \sigma_z)] = \frac{u}{r} \end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

Radial va aylanma yo‘nalishlardagi ε_r hamda ε_t nisbiy deformatsiyalari bitta u siljish funksiyasi orqali ifodalanganligi sababli, ular moslik (uyg‘unlik) shartini qanoatlantiradi. Mazkur shart ε_t ni r radius bo‘yicha differensiallash orqali quyidagi ko‘rinishda hosil qilinadi:

$$\varepsilon_t = \frac{u}{r}; \quad \frac{d\varepsilon_t}{dr} = \frac{\frac{du}{dr}r - u}{r^2} = \frac{1}{r}\left(\frac{du}{dr} - \frac{u}{r}\right) = \frac{1}{r}(\varepsilon_r - \varepsilon_t) \qquad (9)$$

Agar (8) tenglamadagi ε_r va $\varepsilon_t$qiymatlari (8) ifodalar bilan almashtirilsa hamda hosil bo‘lgan ifodadagi $(\sigma_r - \sigma_t)$ ayirmasi o‘rniga (4) tenglamadagi ifoda qo‘yilsa, zarur matematik o‘zgartirishlardan so‘ng quyidagi ikkinchi differensial tenglama hosil bo‘ladi:

$$\frac{d\sigma_t}{dr} + \frac{d\sigma_r}{dr} = 0 \qquad (10)$$

(4) va (10) tenglamalarni birgalikda yechish uchun avval (3) tenglama r bo‘yicha differensiallanadi, so‘ngra hosil bo‘lgan tenglamaga (10) dan $\frac{d\sigma_t}{dr}$ ning qiymati qo‘yiladi. Natijada differensial tenglama quyidagi yakuniy ko‘rinishni oladi:

$$\frac{d^2\sigma_r}{dr^2}+\frac{3}{r}\frac{d\sigma_r}{dr}=0 \qquad (11)$$

Mazkur differensial tenglamaning yechimini $\sigma_r = C_1 + \frac{C_2}{r^2}$, integrallash doimiylari C_1 va C_2quyidagi chegaraviy shartlar $(\sigma_r)_{r=r_1} = -p_1;\quad (\sigma_r)_{r=r_2} = -p_2$ asosida, integrallash doimiylari quyidagicha aniqlanadi:

$$C_1 = \frac{p_2 r_2^2 - p_1 r_1^2}{r_1^2 - r_2^2}; \qquad C_2 = -\frac{(p_2 - p_1) r_1^2 * r_2^2}{r_1^2 - r_2^2} \qquad (12)$$

Integrallash doimiylarining (12) dagi qiymatlarini $\sigma_r = C_1 + \frac{C_2}{r^2}$ tenglamaga qo‘yish orqali radial kuchlanish σ_r va aylanma kuchlanish σ_t uchun yakuniy ifodalar hosil qilinadi:

$$\left.\begin{aligned}\sigma_r &= \frac{p_2 r_2^2 - p_1 r_1^2}{r_1^2 - r_2^2} - \frac{(p_2 - p_1) r_1^2 * r_2^2}{r^2 (r_1^2 - r_2^2)};\\ \sigma_t &= \frac{p_2 r_2^2 - p_1 r_1^2}{r_1^2 - r_2^2} + \frac{(p_2 - p_1) r_1^2 * r_2^2}{r^2 (r_1^2 - r_2^2)}\end{aligned}\right\} \qquad (13)$$

(13) bog‘lanishlarni amaliy jihatdan qo‘llash va ularni ma’lum darajada soddalashtirish maqsadida paxta g‘aramining aniq fizik-geometrik parametrlarini hisobga olamiz.

Paxta zichligi uning naviga qarab o‘zgaradi. O‘rta va uzun tolali paxtaning I–II hamda III–IV navlari uchun zichlik $\rho = 170 - 250\ kg/m^3$oralig‘ida bo‘ladi. Ushbu zichlik qiymatlariga mos ravishda, balandligi $h = 7 - 8\ m$ bo‘lgan paxta g‘aramida paxta massasining hosil qiladigan ρ bosimi (1) formula asosida minimal qiymati: $p_1 = 11673{,}9$ Pa=11,67 kPa va maksimal qiymati: $p_1 = 19620$ Pa=19,62 kPa aniqlanadi.

Shakllantirilgan paxta g‘aramining geometrik parametrlaridan kelib chiqib, uning konstruktiv elementlari o‘lchamlarini taxminan quyidagicha qabul qilish mumkin: g‘aram tashqi yuzasi (konturi)ning egilish radiusi $r_1 = 7{,}2 - 7{,}6\ m$ havo tunnelining yuqori qismi egilish radiusi esa $r_2 = 0{,}4 - 0{,}5\ m$ ni tashkil etadi.

r_1 va r_2 radiuslarining nisbatini maxsus k_r koeffitsiyenti orqali ifodalaymiz:

$$k_r = \frac{r_1}{r_2} \qquad (14)$$

Kiritilgan (3) va (14) koeffitsiyentlarini hisobga olgan holda, (14) formulalar amaliy hisob-kitoblarda foydalanish uchun qulay bo‘lgan quyidagi ko‘rinishni oladi.

$r_1 = 7{,}2 - 7{,}6$ м va $r_2 = 0{,}4 - 0{,}5$ м qiymatlarida k_r koeffitsiyenti 14,4–19 oralig‘ida o‘zgaradi.

$$\left.\begin{aligned}\sigma_r &= \frac{p_1\left(k_p - k_r^2\right)}{k_r^2 - 1} - \frac{p_1\left(k_p - 1\right)k_r^2 r_2^2}{r^2 (k_r^2 - 1)}\\ \sigma_t &= \frac{p_1\left(k_p - k_r^2\right)}{k_r^2 - 1} + \frac{p_1\left(k_p - 1\right)k_r^2 r_2^2}{r^2 (k_r^2 - 1)}\end{aligned}\right\} \qquad (15)$$

Endi $r = r_2$ deb qabul qilinsa, havo tunneli gumbazining bevosita yaqinidagi σ_r va σ_t kuchlanishlarni hisoblash mumkin bo‘ladi. Paxta g‘aramining aynan shu qismi elastik qobiq va mobil metall karkas ichki p_2 bosimi olib tashlanganidan keyin tunnel shaklining saqlanib qolishini ta’minlaydigan eng mas’uliyatli zona hisoblanadi.

Shunday qilib, (15) bog‘lanishlarda r_1 va r_2 deb qabul qilinganda, ular quyidagi yakuniy ko‘rinishni oladi:

$$\sigma_r = \frac{p_1\left(k_p - k_r^2\right)}{k_r^2 - 1} - \frac{p_1\left(k_p - 1\right)k_r^2}{k_r^2 - 1} = \frac{p_1\left(k_p - k_r^2 - k_p k_r^2 + k_r^2\right)}{k_r^2 - 1} = \frac{p_1 k_p (1 - k_r^2)}{k_r^2 - 1} = -k_p p_1,$$

ya’ni

$$\left.\begin{aligned} \sigma_r &= -k_p P_1; \\ \sigma_t &= \frac{p_1\left[k_p + k_r^2(k_p - 2)\right]}{k_r^2 - 1} \end{aligned}\right\} \qquad (16)$$

Normal kuchlanishlarni (16) formulalar bo‘yicha quyidagi boshlang‘ich ma’lumotlar asosida hisoblaymiz: $p_1 = 20$ кПа, $k_p = 1{,}4$; $k_r = 19$.

Bunda radial va aylanma kuchlanishlar quyidagiga teng bo‘ladi:

$$\sigma_r = -28\ kPa; \qquad \sigma_t = 11{,}96\ kPa$$

Ko‘rib chiqilayotgan yuzada faqat σ_r va σ_t normal kuchlanishlar mavjud bo‘lib, urinma kuchlanishlar mavjud emas. Shu sababli ushbu yuza bosh tekislik hisoblanadi:

$$\sigma_r = \sigma_1 \text{ va } \sigma_t = \sigma_2,\ \sigma_z = \sigma_3 = 0.$$

Demak, mazkur holatda tekis kuchlanish holati yuzaga keladi va kuchlanish intensivligi σ_i quyidagi formula orqali aniqlanadi [3]:

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1 * \sigma_2 + \sigma_2^2} \qquad (17)$$

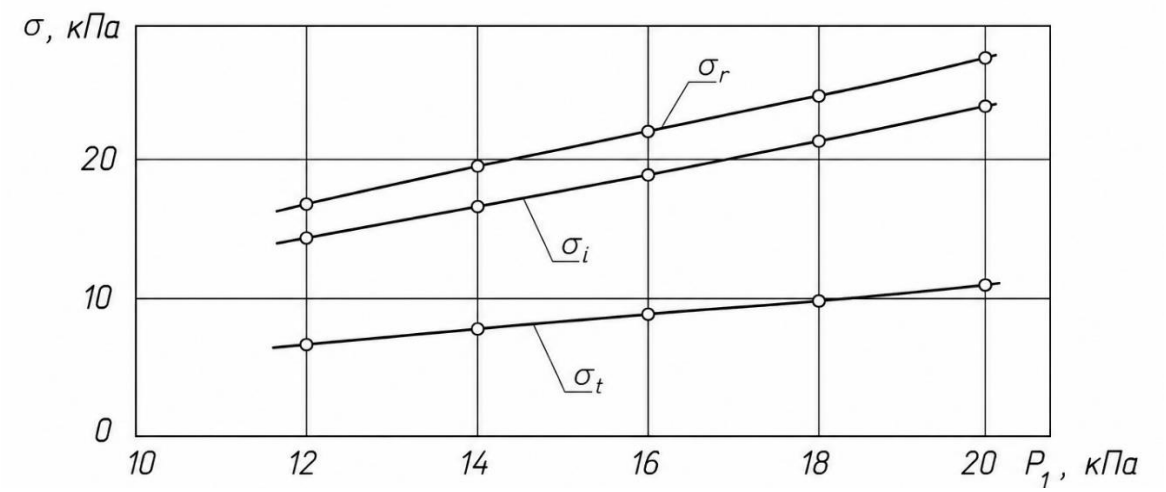
Berilgan hisobiy holat uchun: $\sigma_i = 24{,}33\ kPa$.

(16) formulalar bo‘yicha olib borilgan hisob-kitoblar shuni ko‘rsatadiki, σ_t ni aniqlashda quyidagi koeffitsiyentni kiritish maqsadga muvofiq:

$$K = \frac{\left[k_p + k_r^2(k_p - 2)\right]}{k_r^2 - 1} \qquad (18)$$

Tadqiq etilgan $k_r = 14{,}4 - 19{,}0$ va $k_p = 1{,}4$ qiymatlar oralig‘ida ushbu koeffitsiyent deyarli o‘zgarmaydi hamda: $K = 0{,}5959 - 0{,}5980$ qiymatlarni qabul qiladi.

Shuni hisobga olgan holda, 4-rasmda tunnel gumbazining bevosita yaqinida paxta g‘aramida hosil bo‘ladigan kuchlanishlarning chiziqli bog‘liqliklari keltirilgan.



4-rasm. Havo tunneli gumbazi yuzasida ($r = r_2$) paxta g‘arami massasining hosil qiladigan p_1 bosimiga bog‘liq holda radial kuchlanish σ_r, aylanma (halqasimon) kuchlanish σ_t hamda kuchlanish intensivligi σ_i ning o‘zgarish bog‘liqligi

Hisoblash natijalariga ko‘ra, paxta g‘arami massasidan hosil bo‘ladigan p_1 bosimiga bog‘liq ravishda: radial kuchlanish $\sigma_r = 16{,}8 - 28\ kPa$, aylanma (halqasimon) kuchlanish - $\sigma_t = 7{,}2 - 12\ kPa$, kuchlanish intensivligi - $\sigma_i = 14{,}6 - 24{,}3\ kPa$.

Grafik tahlili shuni ko‘rsatadiki, paxta g‘arami massasidan hosil bo‘ladigan p_1 bosim 12 kPa dan 20 kPa gacha oshganda radial kuchlanishning mutlaq qiymati 16,8 kPa dan 28,0 kPa gacha, aylanma kuchlanish 7,2 kPa dan 12,0 kPa gacha, kuchlanish intensivligi esa 14,6 kPa dan 24,3 kPa gacha chiziqli ravishda ortadi. Bunda eng katta qiymat radial siquvchi kuchlanishga to‘g‘ri kelib, u tunnel gumbazi atrofidagi paxta qatlamining kuchlanish holatini belgilovchi asosiy omil hisoblanadi. Maksimal hisobiy bosimda kuchlanish intensivligining 24,3 kPa dan oshmasligi k_p=1,4 xavfsizlik koeffitsiyenti qabul qilinganda havo tunnelining ishonchli shakllanishi va uning barqarorligini ta’minlash mumkinligini nazariy jihatdan asoslaydi.

Takomillashtirilgan tunnel shakllantiruvchi qurilmaning regressiya modelini qurishda paxta g‘aramning balandligi, qayishqoq materialning qalinligi va qayishqoq materialdagi havoning bosimini chigitning mexanik shikastlanganligiga ta’sirini ko‘rib chiqamiz. Tajriba o‘tkazish shartlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Tajribaning rejalashtirish sharti

№	Omilning nomi, belgisi	Kodlash-tirilgan belgisi	Faktorning haqiqiy qiymatlari			O‘zgarish oralig‘i
			-1	0	+1	
1	G‘aramni balandiligi, *m*	x_1	4	6	8	2
2	Qayishqoq material qalinligi, *mm*	x_2	200	250	300	50
3	Qayishqoq materialdagi havoning bosimi, MPa	x_3	0,16	0,18	0,2	0,02

Chiquvchi parametr sifatida chigitning mexanik shikastlanganli (u_1) olamiz. Buning uchun rejalashtirish matritsasi asosida har bir sharoitda 3 marta qaytalikda tajribalar o‘tkazamiz. Bu holda tajribalar soni N=2^3=8, tajribalar takrorlanishlar soni

$m = 3$ni hisobga olsak, umumiy tajribalar soni $N \cdot m = 24$ bo‘ladi.

Chiquvchi parametrning tajribaviy natijalari va dispersiyalari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Rejalashtirish matritsasi, tajriba va hisobiy natijalar

u	Omillar			Chigitning mexanik shikastlanganligi			$\bar{u}_u$	S_u^2
	x_1	x_2	x_3	u_{u1}	u_{u2}	u_{u3}		
1	-	-	-	5.5	6.5	6.4	6.14	0.3134
2	+	-	-	6.9	6.3	7.1	6.77	0.1733
3	-	+	-	7.6	6.5	6.8	6.97	0.3319
4	+	+	-	7.6	7.4	7.8	7.6	0.0484
5	-	-	+	6.8	6.6	6.7	6.7	0.0110
6	+	-	+	7.6	7.5	7.4	7.5	0.0091
7	-	+	+	6.9	6.8	7.5	7.07	0.1087
8	+	+	+	7.6	6.5	7.6	7.21	0.4296

Tajriba natijalarini, kompyuter programmalaridan foydalanilgan holda, dastlabki ishlash natijasida Fisher kriteriyasi bo‘yicha barcha chiqish parametrlarini yetarli darajada tavsiflovchi quyidagi regressiya tenglamalari olindi:

$$y_R = 7 + 0.28 \cdot x_1 + 0.22 \cdot x_2 + 0.13 \cdot x_3 - 0.2 \cdot x_2 \cdot x_3$$

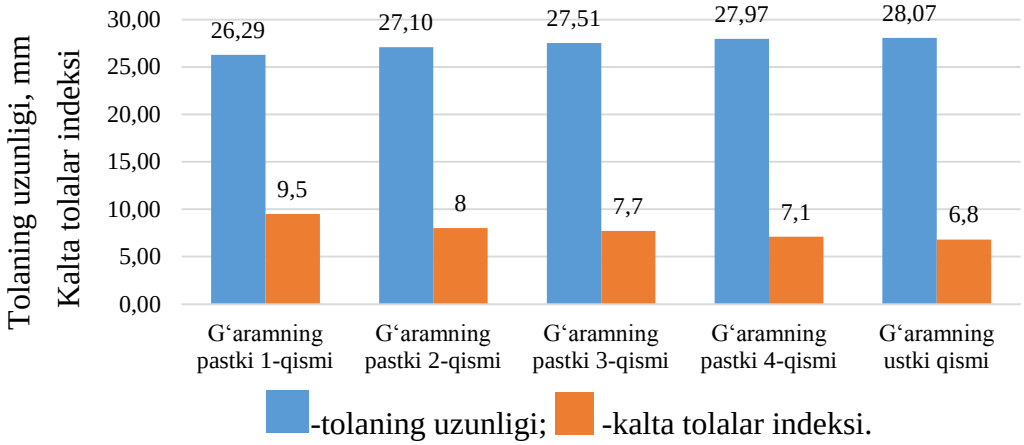
Tajriba natijalariga ko‘ra chigitning mexanik shikastlanish ko‘rsatkichi 6,14 % dan 7,60 % gacha o‘zgarishi aniqlanib, eng optimal parametr sifatida qayishqoq material qalinligi 250 mm, undagi havoning bosimi 1,8 bar va g‘aram balandligi 6 m bo‘lishi tavsiya etiladi.

Dissertatsiyaning **“G‘aram maydonlariga tunnel hosil qilishning tajribaviy tadqiqoti”** deb nomlangan uchunchi bobida g‘aram maydonidagi paxtani saqlashda tola va chigitning sifat ko‘rsatkichlarini o‘zgarishi tahlili, paxta g‘aram maydonlariga tunnel hosil qilish jarayonini tola va chigitning sifat ko‘rsatkichlariga ta’siri, g‘aram maydonlariga tunnel hosil qilish uskunasida tajribaviy izlanishlar olib borish va ratsional qiymatlarini aniqlash ishlari olib borildi.

Mustaqillik PTK dan qo‘lda 10x14 metr o‘lchamdagi g‘aramda tunnel qazish jarayonidan olib kelingan C65-24 seleksiyasidagi I nav 2 sinfdagi dastlabki namligi 12 % bo‘lgan paxta g‘aramning ustki va pastki qismlaridan olingan namunalarning paxta tolasining HVI sifat ko‘rsatkichlari aniqlandi.

G‘aramning ustki qismidan olingan paxta tolalarning fizik-mexanik va texnologik sifat ko‘rsatkichlari pastki qatlamlarga nisbatan yuqori ekanligi aniqlandi. Xususan, tolaning uzunligi g‘aramning ustki qatlamida quyi qatlamlarga nisbatan mos ravishda 1 nuqtada 1,79 mm ga, 2 nuqtada 0,96 mm ga, 3 nuqtada 0,56 mm ga va 4 nuqtada 0,11 mm ga uzunligi aniqlandi. G‘aramning pastki qismida olingan namunalarning kalta tolalar indeksi yuqori bo‘lib, nuqtalar bo‘yicha mos ravishda 9,5; 8,0; 7,7 va 7,1 gacha, g‘aramning ustki qismida esa 6,8 ni tashkil etdi. Demak, zichlikning

oshishi tolaning uzunligini qisqarishiga va kalta tolalar miqdorini oshishiga olib kelib, tolaning sifatini pasaytirmoqda (5-rasm).



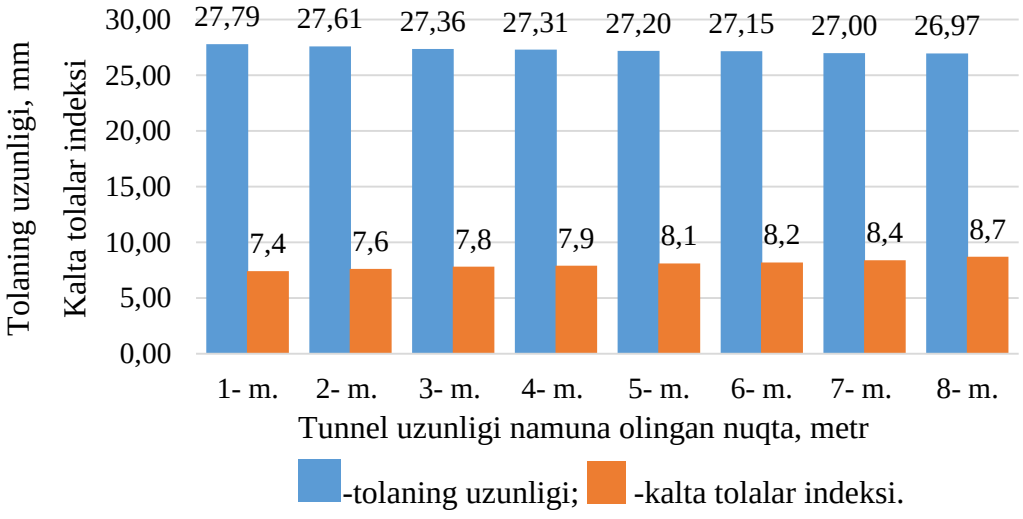
5-rasm. G‘aramning qismlari bo‘yicha tolaning uzunligini o‘zgarishi

Tadqiqot 10x14 metr o‘lchamdagi paxta g‘aramining ustki va pastki qatlamlaridan olingan C65-24 seleksiyasining I nav 2 sinfdagi paxta namunalari bo‘yicha chigitning shikastlanganlik darajasi aniqlandi.

Tajriba jarayonida har bir qatlamdan 3 martalik takroriy namunalar olinib, 100 gramm namunadagi chigitlar soni hamda shikastlangan chigitlar soni hisoblab chiqildi. O‘rtacha shikastlanish darajasi 1,4–1,6 % ni tashkil etdi. Bu ko‘rsatkichlar g‘aramning pastki qismida chigitlarning shikastlanish darajasi nisbatan yuqoriroq ekanligini ko‘rsatdi.

Mustaqillik PTKda qo‘l yordamida tunnel qazish jarayonida I nav 2 sinfdagi paxtadan olingan namunalarning HVI tizimidagi sifat ko‘rsatkichlari aniqlandi.

Paxta g‘aramining yon tomonidan tunnelning uzunligi bo‘yicha 8 metrgacha kirib borishi bilan g‘aramning zichligini oshishi natijasida tolaning o‘rtacha uzunligini
27,79 mm dan 26,97 mm gacha kamayishi aniqlandi. Paxta g‘arami shakllanib bo‘lgandan so‘ng ma’lum muddatda cho‘kadi. Cho‘kish jarayonida tolalar o‘zaro bir biri bilan ishqalanishi hamda bu jarayonda iflosliklarni qatnashishi natijasida tolalarning o‘rtacha uzunligi kamayishiga olib kelmoqda (6- rasm).

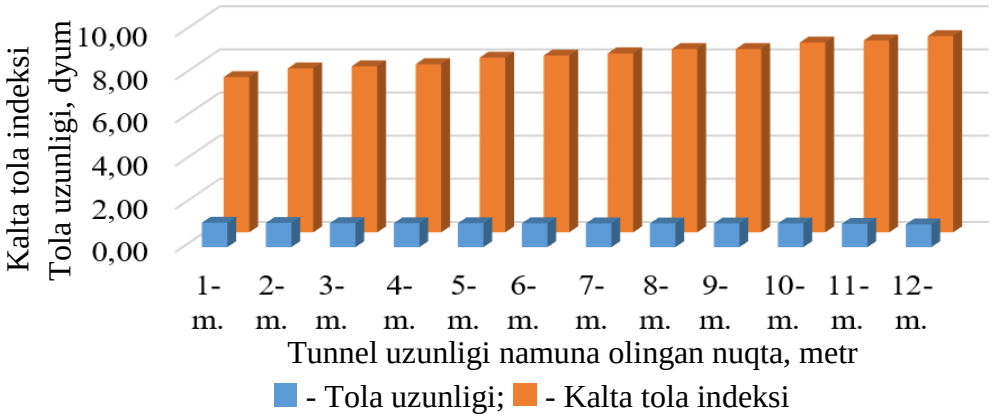


6-rasm. Tunnelni qo‘lda qazish jarayonidan olingan namunadagi tola uzunligining o‘zgarishi

Tunnelning uzunligi bo‘yicha g‘aramning markazi tomon yaqinlashgan sari kalta tolalar miqdori oshmoqda. Bunga asosiy sabab g‘aramning shakllanish jarayonida uning cho‘kishida iflosliklar bilan paxtaning o‘rtasidagi ishqalanishi va zichlikning oshishi natijasida kalta tolalar vujudga kelmoqda (6-rasm). Bu yaqqol aniqlanayotgan kamchilik bo‘lsa, tola va chigitda hosil bo‘lgan shikastlanishlar paxtani dastlabki ishlash jarayonida qo‘shimcha nuqsonlar hosil bo‘lishiga olib keladi. Asosan erkin tola, chigit po‘stloqli tola kabi nuqsonlar ko‘payadi.

“GTG AGRO” MCHJ tarkibidagi Mustaqillik paxta tozalash korxonasida paxtani 25x14 m o‘lchamli g‘aramida qo‘l yordamida tunnel qazish jarayonida mahsulotning sifat ko‘rsatkichlarini o‘zgarishi tadqiq etildi.

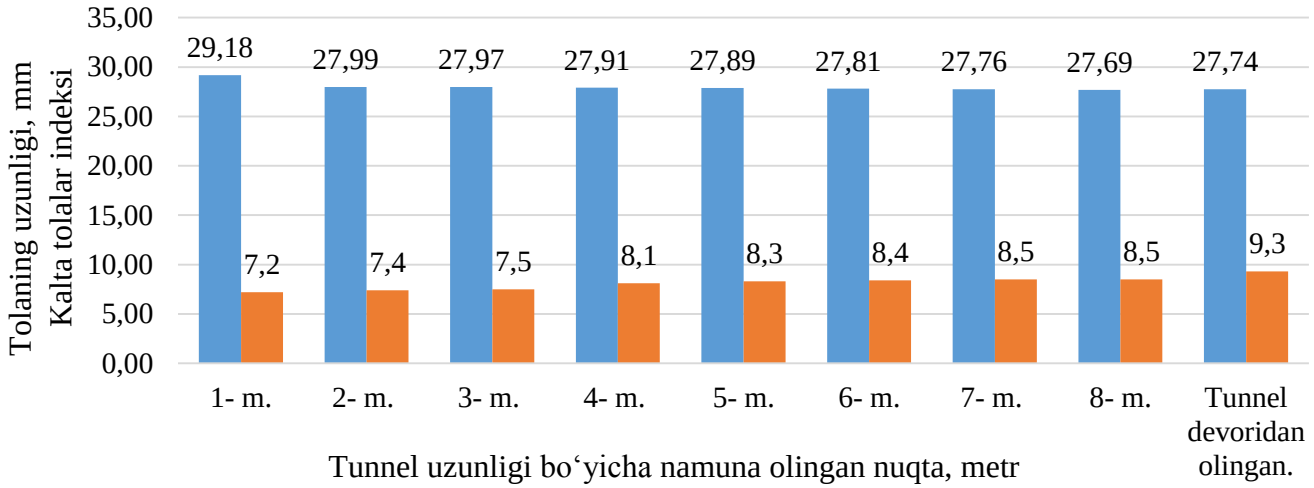
Tadqiqotlar S65-24 seleksiyadagi II nav 2 sinfdagi paxta g‘aramida o‘tkazildi. G‘aramda uning 25 m uzunligi bo‘yicha qo‘lda tunnel ochildi. G‘aramning yon tomonidan uning markazigacha 12 m chuqurlikkacha namunalar olindi.



7-rasm. Tunnelni qo‘lda qazish jarayonidan olingan namunadagi tola uzunligi va kalta tola indeksining o‘zgarishi

Tolaning uzunligi (Len) bo‘yicha sezilarli kamayish tendensiyasi kuzatiladi. Yuqori qatlamlarda o‘rtacha 1.133 dyuymni tashkil etgan uzunlik pastki qatlamlarga kelib 1.060 dyuymgacha kamayadi (7-rasm). Bu holat tolalarga mexanik ta’sirlar natijasida ularning qisqarishi yoki sinishi bilan izohlanadi. Uzunlik bo‘yicha bir tekislik indeksi (Unf) ham 83.8 % dan 81.6 % gacha kamayib, tolalarning bir xil emasligi ortib borayotganini ko‘rsatadi.

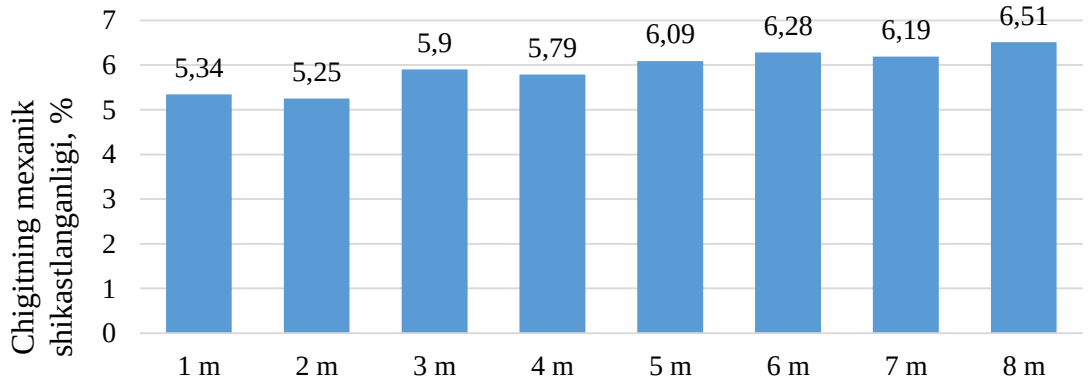
Paxta g‘aramida mashina yordamida tunell ochishda mahsulotning sifatini o‘zgarishini tadqiq etish uchun Andijon viloyati Ulug‘nor tumani Mingbuloq PTM da izlanishlar olib borildi. Tadqiqotlarda An-35 seleksiyasidagi II nav 2 sinfdagi paxta joylashgan 10x14 o‘lchamdagi g‘aramga tunell ochildi. Tunell ochish jarayonida chiqqan paxtadan namunalar olindi va sifat ko‘rsatkichi HVI tizimida aniqlandi.



9-rasm. Tunnelni mashinada qazish jarayonidan olingan namunadagi tola uzunligining o‘zgarishi

Tolalarning uzunligi (Len) bo‘yicha kamayish tendensiyasi kuzatildi. Yuqori qatlamlarda o‘rtacha 1.149 dyuymni tashkil etgan uzunlik ichki qatlamlarga kelib 1.090 dyuymgacha kamayadi. Bu esa tolalarning mexanik ta’sir ostida qisqarishi yoki sinishi bilan izohlanadi. Uzunlik bo‘yicha bir tekislik indeksi (Unf) ham 83.9 % dan 82.2 % gacha pasayib, tolalar strukturaviy bir xilligining yomonlashayotganini ko‘rsatdi. Kalta tolalar indeksi (SFI) ham 7.2 % dan 8.5 % gacha ortib, tolalarning sinishi kuchayishi ro‘y bermoqda. Natijada yigiruvchanlik indeksi (SCI) 123.7 dan 112.1 gacha pasaydi, bu esa ip yigirish jarayonida sifatning yomonlashishiga olib keldi.

“GTG AGRO” MCHJ tarkibidagi Mustaqillik paxta tozalash korxonasida 10x14 metr o‘lchamli g‘aram maydonida qo‘lda tunnel qazish jarayonida hosil bo‘lgan mexanik ta’sir natijasida C65-24 seleksiyasi I nav 2-sinf paxta chigitlarining shikastlanish darajasi tunnel uzunligi bo‘ylab (1 m dan 8 m gacha) o‘rganildi.



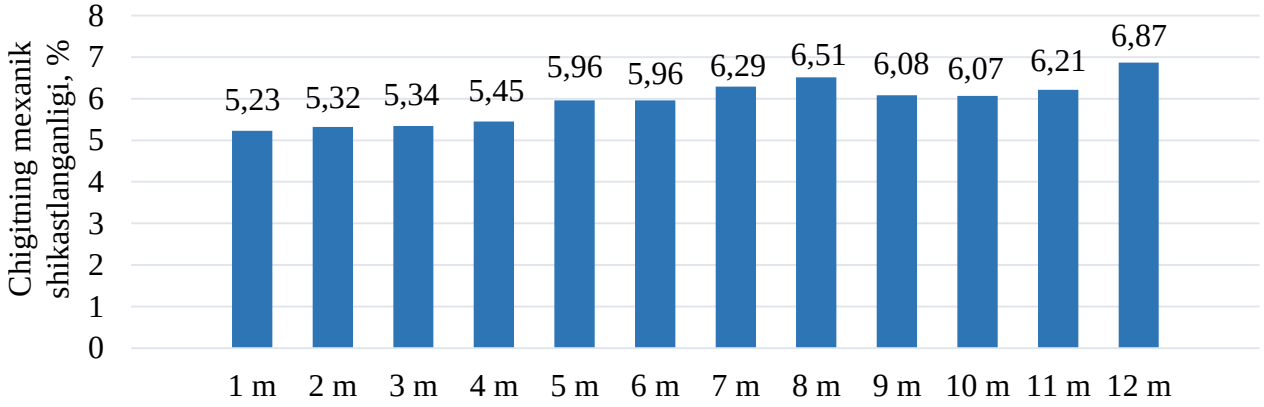
10-rasm. Chigitni mexanik shikastlanish darasini qo‘lda qazilgan tunellning uzunligi bo‘yicha o‘zgarish gistogrammasi (10x14 m o‘lchamli g‘aram)

Tunnel ichkarisiga kirgan sari paxta massasining zichligi va mexanik ta’sir ortishi chigitlarning shikastlanish darajasini oshiradi, shikastlanishning asosiy ulushi singan chigitlar hissasiga to‘g‘ri keladi, 6 metrdan keyingi shikastlanish darajasi keskinlashib, texnologik jarayonni optimallashtirish zarurligini ko‘rsatadi, qo‘lda tunnel qazish jarayonida mexanik ta’sirni kamaytirishga qaratilgan konstruktiv yoki texnologik takomillashtirishlar kiritish paxta chigitining sifatini saqlab qolish uchun

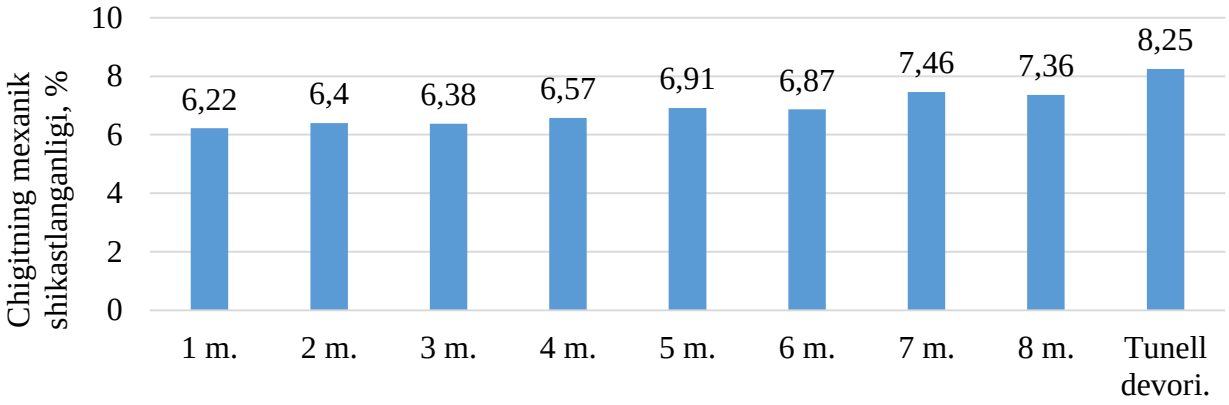
muhim hisoblanadi.

Mustaqillik PTK da 25x14 m o‘lchamli g‘aram maydonida qo‘lda tunnel qazish jarayonidan olib kelingan C65-24 seleksiyasi II nav 2-sinf paxta chigitini shikastlanganlik darajasini aniqlash bo‘yicha tadqiqotlar olib borildi. Tajribalar har bir metr kesimida uch martalik takroriy namunalash asosida olib borilgan bo‘lib, natijalar o‘rtacha qiymatlar orqali umumlashtirilgan. Tadqiqot natijalari 11-rasmda keltirilgan.

Chigitning umumiy shikastlanish darajasi tunnel bo‘ylab quyidagi qonuniyatni namoyon etdi: 1–3 metr oralig‘ida 5,10–5,34 %ni, 4–6 metr oralig‘ida 5,45–5,96 % ni, 7–10 metr oralig‘ida 6,07–6,51 % ni, 11–12 metr oralig‘ida 6,21–6,87 % ni tashkil etgan. Ayniqsa, 12 metr kesimida shikastlanish darajasi 6,87 % gacha yetgani kuzatilib, bu texnologik nuqtai nazardan shikastlanish yuqori zona ekanini ko‘rsatdi.



11-rasm. Chigitni mexanik shikastlanish darasini qo‘lda qazilgan tunellning uzunligi bo‘yicha o‘zgarish gistogrammasi (25x14 m o‘lchamli g‘aram)



12-rasm. O‘lchami 10x14 m bo‘lgan paxta g‘aramiga mashida tunell qazishda olingan paxta chigitining mexanik shikastlanishini tunell chuqurligi bo‘yicha o‘zgarish gistogrammasi

Mingbuloq paxta tayyorlov maskanida 10x14 metr o‘lchamli paxta g‘aramida mashina yordamida tunnel qazish jarayonida An-35, 2/2 navli paxta chigitlarining mexanik shikastlanish darajasi tunnel uzunligi bo‘ylab hamda tunnel devori zonasida o‘rganilgan. Tadqiqot har bir kesimda uch martalik takroriy namunalash asosida olib borilib, natijalar o‘rtacha qiymatlar orqali umumlashtirilgan.

Mazkur natijalar shuni ko‘rsatadiki (12-rasm), mashina yordamida tunnel qazishda sinish jarayoni ustun bo‘lib, ezilish ikkilamchi xarakterga ega. O‘rtacha qiymatlar asosida aniqlangan umumiy shikastlanish darajasi tunnel bo‘ylab quyidagi

dinamikani namoyon etadi:1 metrda 6,22 % ni, 2–4 metr oralig‘ida 6,38–6,57 % ni, 5–6 metr oralig‘ida 6,87–6,91 % ni, 7–8 metr oralig‘ida 7,36–7,46 % ni va tunnel devoridan olingan namunalarda 8,25 % ni tashkil etdi.

Dissertatsiya ishining **“G‘aram maydonlariga tunnel hosil qilish uskunasini yaratish va iqtisodiy samaradorligini hisoblash”** deb nomlangan to‘rtinchi bobda tajriba o‘tkazish metodikasi, tajriba sinovi natijalari va iqtisodiy samaradorlik hisobi keltirilgan.

Takomillashtirilgan paxta g‘aramidagi havo tunnelini shakllantirish uchun yangi qurilmaning umumiy ko‘rinishi 13-rasmda keltirilgan.



13-rasm. Qayishqoq material bilan qoplangan mobil tunell hosil qiluvchi qurilmaning umumiy ko‘rinishi



14-rasm. Paxta g‘aramiga o‘rnatilgan qayishqoq material bilan qoplangan mobil tunell hosil qiluvchi qurilmani umumiy ko‘rinishi

Paxta g‘aramida shamollatish tunnelini shakllantirish qurilmasi o‘rnatilgandan so‘ng qurilmaning yuqori qismiga qayishqoq material o‘rnatilib, havo bilan to‘ldiriladi va tunnel shakli hosil qilinadi. Paxta g‘arami shakllantirilgandan so‘ng g‘aram qatlamlari o‘z og‘irligi bilan zichlashadi. G‘aramdagi paxta to‘liq cho‘kib bo‘lgandan so‘ng, qayishqoq materialdan havo chiqarib yuboriladi va qurilma karkasi g‘aramdan tortib chiqarib olinadi.

Ishlab chiqarishga uzatilayotgan I nav 2 sinfdagi paxta tolasining shtapel vazniy uzunligi esa, qo‘lda tunell shakllantirilganda 32,5 mm ni, TT qurilmasida 32,3 mm ni va tavsiya etilayotgan tunell shakllantirishda 33 mm ni tashkil etdi. III nav 2 sinfdagi paxta tolasining shtapel vazniy uzunligi qo‘lda tunell shakllantirilganda 32,3 mm ni, TT qurilmasida 32,1 mm ni va tavsiya etilayotgan tunell shakllantirishda 32,8 mm ni tashkil etdi.

3-jadval

Takomillashtirilgan tunnel shakllantiruvchi qurilmasini ishlab chiqarish sharoitidagi tadqiqot natijalari (g‘aramning o‘lchamlari 25x14 m)

№	Koʻrsatkichlar	Qoʻlda tunnel ochilganda		Amaldagi tunnel ochuvchi TT qurilmasi		Tavsiya variantidagi tunnel shakllanti-ruvchi qurilma	
		I nav 2 sinf	III nav 2 sinf	I nav 2 sinf	III nav 2 sinf	I nav 2 sinf	III nav 2 sinf
1.	Paxtaning dastlabki namligi, %	10,5	12,7	10,5	12,7	10,5	12,7
2.	Paxtaning dastlabki iflosligi, %	8,6	10,4	8,6	10,4	8,6	10,4
3.	Gʻaramdagi paxta miqdori, t	345	300	345	300	345	300
4.	Gʻaramning balandligi, m	8	7	8	7	8	7
5.	Chigitning dastlabki shikastlanishi, %	1,8	3,7	1,8	3,7	1,8	3,7
6.	Gʻaramni bosish jarayonidagi chigitning mexanik shikastlanishi, %	2,4	3,9	2,4	3,9	2,4	3,9
7.	Tunell ochilgan paxta chigiti-ning mexanik shikastlanishi, %	4,86	5,91	6,12	6,95	-	-
8.	Tunell ochilgandan keyin umumiy gʻaramdagi chigitning mexanik shikastlanishi, %	2,53	3,96	2,57	3,99	2,4	3,9
9.	Ishlab chiqarishga uzatilayot-gan paxta chigitning mexanik shikastlanishi, %	3,0	4,58	3,14	4,65	2,58	4,02
	kalta tolalar miqdori, %	8,0	9,1	8,2	9,3	7,2	8,0
	tolaning shtapel vazniy uzunligi, mm	32,5	32,3	32,3	32,1	33,0	32,8
10.	Paxtani tozalashdan soʻng ifloslik miqdori, %	1,39	1,88	1,61	2,25	0,97	1,48
11.	Tola tozalagichdan soʻng tolaning ifloslik va nuqsonlar miqdori, %	3,30	4,18	3,53	4,37	2,61	3,74
12.	Tolaning navi va sinfi	I nav “oddiy” sinf	III nav “oʻrta” sinf	I nav “oddiy” sinf	III nav “oʻrta” sinf	I nav “oʻrta” sinf	III nav “yaxshi” sinf

Paxta gʻaramida tunell shakllantirish usuliga qarab, undagi paxtani tozalash texnologiyasidan oʻtkazilgandan soʻng uning tarkibidagi iflos aralashmalar miqdori qoʻlda tunell shakllantirilganda 1,39 %ni, TT qurilmasida 1,61 %ni va tavsiya etilayotgan tunell shakllantirishda 0,97 %ni tashkil etdi. III nav 2 sinfdagi paxta tozalashdan oʻtkazilganda esa qoʻlda tunell shakllantirilgan paxtada 1,88 %ni, TT qurilmasida 2,25 %ni va tavsiya etilayotgan tunell shakllantirishda 1,48 %ni tashkil etdi.

Tola tozalash uskunasidan soʻng tola tarkibidagi ifloslik va nuqsonlar miqdori esa, qoʻlda tunell shakllantirilganda 3,30 %ni, TT qurilmasida 3,53 %ni va tavsiya etilayotgan tunell shakllantirishda 2,61 %ni tashkil etdi. III nav 2 sinfdagi paxta tozalashdan oʻtkazilganda esa qoʻlda tunell shakllantirilgan paxtada 4,18 %ni, TT qurilmasida 4,37 %ni va tavsiya etilayotgan tunell shakllantirishda 3,74 %ni tashkil etdi.

Tavsiya etilgan tunell shakllantirish usulidan foydalanilganda tolaning takibidagi ifloslik va nuqsinlar miqdorini kamayishi hisobiga I nav 2 sinfdagi paxta g‘aramida qo‘lda va TT qurilmasida tunell shakllantirilganda I nav “oddiy” sinf tola ishlab chiqarilgan bo‘lsa, tavsiya etilgan tunell shakllantiruvchi qurilmadan foydalanilganda I nav “o‘rta” sinfdagi tola ishlab chiqarildi. III nav 2 sinfdagi paxta g‘aramida qo‘lda va TT qurilmasida tunell shakllantirilganda III nav “o‘rta” sinf tola ishlab chiqarilgan bo‘lsa, tavsiya etilgan tunell shakllantiruvchi qurilmadan foydalanilganda III nav “yaxshi” sinfdagi tola ishlab chiqarildi.

Paxta tozalash korxonasida qabul qilingan 24000 tonna paxtaning o‘rtacha 75 % paxta g‘aramlarida saqlansa (18000 tonna) va ularda tunell ochishda tavsiya variantidagi qurilmadan foydalanilganda, tolaning ifloslik va nuqsonlar miqdorini kamayishi hisobiga va elektr energiya sarfini kamayishi va tavsiya variantdagi tunell shakllantiruvchi qurilmaning narxini pasayishi natijasida, jami iqtisodiy samaradorlik 191,623 mln so‘mni, 1 tonna paxta uchun 10645,7 so‘mni tashkil etdi.

Xulosalar

1. G‘aram maydonlarida shamollatish tunnelini hosil qilish amaldagi g‘aramlash texnologiyasining eng muhim va hal etilmagan bosqichlaridan biri ekani aniqlandi. Mavjud OBT, TT va 1TT kabi tunnel qazish qurilmalarining ishlanish prinsiplari, texnik imkoniyatlari va asosiy kamchiliklari tahlil qilinib, ularda qo‘l mehnatining yuqoriligi, tunnel uzunligining cheklanganligi, ishchi organlar konstruksiyasidagi mutakkabliklari, tola va chigitnik mexanik shikastlanishini 7,8 % oshishi kabi omillar paxtani saqlashda sifat ko‘rsatkichlarini pasaytirishi aniqlandi.

2. Paxta g‘arami qalin devorli idish ko‘rinishidagi aylanish jismi sifatida modellashtirilib, paxta massasining tashqi bosimi hamda tunnelning elastik qobig‘idagi ichki bosim ta’sirida yuzaga keladigan kuchlanish-deformatsiya holati nazariy jihatdan asoslandi. Paxta g‘aramining fizik-geometrik parametrlarini hisobga oluvchi normal, radial va aylanma kuchlanishlarni aniqlash uchun soddalashtirilgan analitik bog‘lanishlar olindi.

3. Paxta g‘aramida havo tunnelini ishonchli va barqaror shakllantirish uchun g‘aramlash xavfsizligi koeffitsiyenti taklif etilib, uning qiymati nazariy hamda uzoq muddatli saqlash tajribalari asosida tasdiqlandi. Mazkur koeffitsiyent tunnelga ta’sir etuvchi bosimni baholash va qurilmaning xavfsiz ish sharoitini belgilash imkonini beradi.

4. Regression tadqiqotlar natijasida chigitlarning mexanik shikastlanishi eng kam bo‘ladigan paxta g‘aramining maqbul balandligi 4–6 m ni tashkil etishi aniqlandi. Elastik material qalinligining 200–300 mm oralig‘ida o‘zgarishi paxtadagi iflosliklar miqdori va tola nuqsonlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi, eng maqbul natijalar esa 200–220 mm oralig‘ida kuzatilishi belgilandi. Elastik material ichidagi havo bosimi 0.16–0.20 MPa oralig‘ida o‘zgartirilganda 0.18 MPa eng samarali qiymat ekanligi, bunda chigitlarning mexanik shikastlanishi va tola nuqsonlari kamayishi aniqlandi. Tajriba ma’lumotlariga ko‘ra, chigitlarning mexanik shikastlanish darajasi 6,14–7,60 % oralig‘ida o‘zgargan. Maqbul parametrlar sifatida elastik material qalinligi 250 mm, havo bosimi 0.18 MPa va g‘aram balandligi 6 m tavsiya etildi.

5. Tadqiqotlar natijasida 10×14 m oʻlchamdagi paxta gʻaramida dastlabki ifloslik miqdori ustki qatlamda 7,07 %, pastki qatlamda esa 7,06 % ni tashkil etib, qatlamlar kesimida ifloslikning umumiy miqdori deyarli bir xil boʻlishiga qaramay, pastki qatlamda yirik iflosliklarning 0,25 % ga maydalanishi kuzatildi. HVI tizimi asosida oʻtkazilgan tahlillarda tola uzunligi gʻaramning pastki qatlamidan ustki qatlamiga oʻtishda 1,035 dyuymdan 1,105 dyuymgacha oshgani aniqlanib, bu ustki qatlamda saqlash sharoitlari qulayroq ekanligini koʻrsatdi. Gʻaramning pastki qismida kalta tolalar indeksi 9,5 % gacha, ustki qatlamda esa 6,8 % ni tashkil etib, zichlik ortishi tolalarning sinishi va sifatining pasayishiga olib kelishi ilmiy asoslandi.

6. Ifloslik maydoni pastki qatlamlarda 0,18–0,32 %, ustki qatlamda esa atigi 0,08 % ni tashkil etgani aniqlanib, gʻaram markaziga yaqinlashgan sari ifloslanish darajasi ortib borishi kuzatildi. Chigitning mexanik shikastlanishi pastki qatlamda 1,4–1,6 %, ustki qatlamda esa 0,6 % ni tashkil etib, pastki qatlamda bosim va zichlikning ortishi shikastlanishni kuchaytirishi isbotlandi.

7. Tunnel qazish jarayonida gʻaram boʻylab 1 m dan 8 m gacha chuqurlikda tola uzunligi 1,094 dyuymdan 1,062 dyuymgacha, mustahkamlik esa 31,0 g/tex dan 29,0 g/tex gacha kamayishi aniqlanib, bu zichlashuv natijasida tolaga salbiy mexanik taʼsir ortishini koʻrsatdi. Tunnel markaziga yaqinlashgan sari ifloslik nuqtalari soni 25 tadan 47 tagacha, ifloslik maydoni 0,18 % dan 0,69 % gacha, kalta tolalar indeksi esa 7,4 % dan 8,4–9,0 % gacha oshib, yigiruvchanlik indeksi 133,1 dan 119,8 gacha pasayishi aniqlanib, bu paxta sifatining sezilarli yomonlashuviga olib kelishi ilmiy asosda isbotlandi.

8. Anʼanaviy usullarda (qoʻlda) tunnel ochilganda paxta chigitining mexanik shikastlanishi 4,86–5,91 % ni tashkil etgan boʻlsa, amaldagi TT qurilmasida bu koʻrsatkich 6,12–6,95 % gacha oshishi kuzatildi, taklif etilgan qurilmada esa ushbu koʻrsatkich mos ravishda 2,4–3,9 % gacha kamayishiga erishildi. Ishlab chiqarishga uzatilayotgan paxta chigitining mexanik shikastlanishi takomillashtirilgan qurilmada 2,58 % (I nav) va 4,02 % (III nav) ni tashkil etib, qoʻlda ishlov berishga nisbatan mos ravishda 0,42 % va 0,56 % ga kamayganligi isbotlandi.

9. Paxtani tozalashdan soʻng ifloslik miqdori taklif etilgan variantda 0,97 % (I nav) va 1,48 % (III nav) boʻlib, anʼanaviy usullarga nisbatan sezilarli darajada kamaygani aniqlandi. Tola tozalagichdan keyin tolada ifloslik va nuqsonlar miqdori 2,61–3,74 % gacha pasayib, qoʻlda tunnel shakllantirishga nisbatan oʻrtacha 0,69–0,63 % ga yaxshilanishga erishildi. Takomillashtirilgan usul qoʻllanilganda kalta tolalar miqdori 7,2 % (I nav) va 8,0 % (III nav) gacha kamaydi hamda tolalarning shtapel uzunligi 33,0 mm gacha oshdi, bu esa mahsulot sifatining yaxshilanganligini koʻrsatdi.

10. Iqtisodiy hisob-kitoblarga koʻra, 24000 tonna paxtaning 75 % (18000 tonna) gʻaramda saqlanishi sharoitida taklif etilgan qurilmani joriy etish natijasida umumiy iqtisodiy samaradorlik 191,623 mln soʻm, 1 tonna paxta hisobiga esa 10645,7 soʻm ni tashkil etishi aniqlandi.

НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/2025.27.12.T.21.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

РАХМОНОВ АЗИЗБЕК АСКАРАЛИ УГЛИ

СОВЕРШЕНСТОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ БУНТОВАНИЯ ХЛОПКА- СЫРЦА

05.06.02 - Технология текстильных материалов и первичная обработка сырья

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ

Ташкент – 2026

Тема диссертации доктора философии (Doctor of Philosophy) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Академии наук Республики Узбекистан за B2025.4.PhD/T6231.

Диссертация выполнена в Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский и английский (резюме)) размещен на веб-сайте Ученого совета при Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности (www.ttyesi.uz) и на информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:	**Рузметов Мансур Эркинович** доктор философии технических наук (PhD), профессор
Официальные оппоненты:	**Жуманиязов Кадам Жуманиязович** доктор технически наук, профессор
	Саримсаков Олимжон Шарипжонович доктор технически наук, профессор
Ведущая организация:	**Джизакский политехнический институт**

Защита диссертации состоится «10» ноября 2026 года в 14^{00} часов на заседании научного совета DSc.03/2025.27.12.T.21.01 при Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности. (адрес: 100100, г. Ташкент, ул. Шохджахон-5, Административное здание Ташкетского института текстилъной и легкой промышленности, 2-этаж, 222-аудитория,
тел.: (+99871) 253-06-06, 253-08-08, факс: 253-36-17; e-mail: pochta@ttyesi.uz)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института текстильной и легкой промышленности (регистрационный номер №323). Адрес: 100100, Ташкент, Шохджахон-5, тел.: (+99871) 253-06-06, 253-08-08.

Автореферат диссертации разослан « 23 » октября 2026 года.
(реестр протокола рассылки № 317 от 23 октября 2026 года)

Х.Х.Камилова
Председатель Научного Совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

А.З.Маматов
Ученый секретар Научного Совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

Ш.Ш.Хакимов
Председатель Научного семинара при Научном Совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

Введение (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мировом масштабе хлопковое волокно составляет 55–60 % от общего объёма волокон, используемых в текстильной промышленности. В основных хлопководческих странах, в том числе США, Китае, Индии, Пакистане и других государствах, одно из ведущих мест занимает решение существующих технологических проблем в процессах хранения, сушки, очистки и джинирования хлопка на основе научного подхода, с полным использованием современных информационных технологий и достижений науки, а также применение новых высокоэффективных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и технических средств.[1] Если учитывать, что в мире ежегодно выращивается около 24 млн тонн хлопка и определённая его часть имеет повышенную влажность, то для получения качественного волокна из выращенного хлопка требуется разработка и внедрение в практику рациональных режимов его хранения.

В мировом масштабе проводятся широкомасштабные научно-исследовательские работы по совершенствованию техники и технологий хранения хлопка, а также развитию их научных основ. В последние годы увеличение количества сорных примесей и пороков в волокне, вырабатываемом на хлопкоочистительных предприятиях, значительно усложняет производство высококачественного волокна. Повышенное содержание пороков и сорных примесей в волокне отрицательно влияет на стабильность работы технологического оборудования прядильных предприятий и приводит к снижению качества готовой продукции. В связи с этим одним из важных направлений является совершенствование конструкций рабочих органов оборудования для выделения сорных примесей в процессе очистки хлопкового сырья, разработка новых конструкций, а также определение их рациональных технологических параметров. Вместе с тем повышение эффективности очистительного оборудования на хлопкоочистительных предприятиях на основе выявления и использования его внутренних резервов имеет важное научное и практическое значение. В нашей республике проводятся широкомасштабные научно-исследовательские работы, направленные на модернизацию и обновление техники и технологий хлопкоочистительных предприятий с учётом современных достижений науки и техники, а также на внедрение разработанных решений в производственные процессы.

Внедрение в республике широкомасштабных новых экономических систем, в частности создание текстильных кластеров, предъявляет ряд требований к хлопкоочистительным предприятиям, являющимся производителями хлопкового волокна — основного сырья для текстильной промышленности. Одним из наиболее важных требований является обеспечение качественного хранения хлопка, а также повышение качества и выхода хлопкового волокна. Достижение этих целей возможно только

[1] Cotton: World Statistics. https://www.ICAC.org;https://www.statista.com

посредством реализации комплексных мероприятий, основанных на экономически эффективных решениях и с учётом достижений и опыта стран, специализирующихся на производстве хлопка, что позволит обеспечить получение определённых положительных результатов.

Данная диссертационная работа в определённой степени служит реализации задач, определённых в Указе Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы»[2], постановлениях Президента Республики Узбекистан от 7 июля 2022 года № ПП-308 «О дополнительных организационных мерах по повышению урожайности хлопка, внедрению науки и инноваций в производстве хлопка», от 16 ноября 2021 года № ПП-16 «О хлопково-текстильных кластерах», от 6 марта 2020 года № ПП-4633 «О мерах по широкому внедрению рыночных принципов в хлопководческой отрасли», постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан от 22 июня 2020 года № 398 «О мерах по организации деятельности корпораций по производству и переработке хлопкового сырья», а также в других нормативно-правовых документах, относящихся к данной сфере деятельности.

Соответствие исследований приоритетам развития науки и техники республики. Данное исследование является второй частью республиканского развития науки и технологий. Оно осуществлено в рамках приоритетного направления «Энергетика, энергоресурсоэффективность».

Степень изученности проблемы.

В нашей республике также широкомасштабные научные исследования в направлении сохранения качественных и количественных показателей волокна при хранении и первичной обработке хлопка проводились Ф.В. Хетагуровой, Г.А. Тихомировым, Б.С. Суслиным, Н.Б. Соркиным, Б.А. Бурановым, В.А. Гортманом, В.Д. Хмировым, М.Я. Алиевым, Б.Г. Кодировым, Д. Якубовым, А.П. Парпиевым, М.Т. Ходжиевым, У.С. Таджиевым, М.М. Исматовой, Ш.Я. Абдуллаевым и другими.

Несмотря на проведённые научно-исследовательские работы, система формирования тоннеля и вентиляции в хлопковом бунте изучена недостаточно, а проблема открытия и формирования тоннеля в хлопковом бунте при сохранении качества волокна полностью не решена.

Связь темы диссертации с планами научных исследований вуза, в котором выполняется диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках проектов по теме ID-I-012 «Создание эффективной технологии с учётом исходных качественных показателей хлопка», предусмотренных планом научно-исследовательских работ Ташкентского института текстильной и лёгкой промышленности.

Целью исследования заключается в совершенствовании конструкции устройства для формирования воздушного туннеля, обеспечивающего сохранение исходных качественных показателей хлопка в процессе его укладки

[2] Указе Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы»

в бунт и хранения, а также в экспериментальном обосновании напряжённого состояния хлопкового бунта, безопасных и рациональных параметров устройства.

Задачи исследования:

разработать конструкцию устройства, формирующего воздушный тоннель для вентиляции хлопка в процессе его укладки в бунт и не оказывающего отрицательного воздействия на природные качественные показатели хлопка;

исследовать напряжённое состояние хлопкового бунта на основе его моделирования в виде толстостенного цилиндра, ввести коэффициент безопасности укладки хлопка в бунт и обосновать его значение для формирования воздушного тоннеля;

получить упрощённые аналитические зависимости для определения нормальных, радиальных и окружных напряжений в слое хлопка с учётом геометрических и физических параметров хлопкового бунта, а также специального коэффициента;

на основе метода математического планирования эксперимента получить уравнение регрессии, характеризующее влияние параметров устройства для формирования тоннеля на засорённость хлопка и пороки волокна, а также оценить его адекватность;

рассчитать экономическую эффективность от внедрения результатов научно-исследовательской работы на производственном предприятии.

Объектом исследования принят вентиляционный тоннель хлопкового бунта.

Предметом исследования является усовершенствованное устройство для формирования тоннеля в хлопковом бунте.

Методы исследования. В процессе исследования при изучении природных свойств хлопкового волокна и семян хлопчатника использовались современные измерительные приборы и методы исследования.

Научная новизна исследования

разработана конструкция устройства, формирующего воздушный тоннель для вентиляции хлопка в процессе его укладки в бунт, не оказывающего отрицательного воздействия на природные качественные показатели хлопка и оснащённого эластичным материалом, установленным на его внешней части;

на основе исследования напряжённого состояния хлопкового бунта путём его моделирования в виде толстостенного цилиндра впервые предложен коэффициент безопасности укладки хлопка в бунт, а также обосновано значение данного коэффициента при формировании воздушного тоннеля;

получены упрощённые аналитические зависимости, адаптированные для практических расчётов, для определения нормальных, радиальных и окружных напряжений в слое хлопка с учётом геометрических и физических параметров хлопкового бунта, а также введённого специального коэффициента k_r;

с использованием метода математического планирования эксперимента на основе зависимости факторов, влияющих на качественные показатели хлопка в бунте, определены оптимальные значения высоты бунта, толщины эластичного материала и давления воздуха.

Практические результаты исследования. Установлено, что в процессе открытия тоннеля в бунтованном хлопке механическое повреждение семян при ручном открытии тоннеля в среднем составляет 5,94 %, а при открытии тоннеля машиной марки ОБТ — 6,93 %. До механического воздействия на семена, то есть до процесса открытия тоннеля, степень повреждения в среднем составляла 1,34 %;

разработаны усовершенствованная ресурсосберегающая технология и устройство для формирования вентиляционного тоннеля в хлопковом бунте;

за счёт снижения факторов, влияющих на качество продукции в процессе формирования тоннеля в хлопковом бунте, достигнуто сохранение естественных качественных показателей продукции.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования определяется тем, что исследования проводились на основе современных методов и высокоточных измерительных средств. Кроме того, она обоснована соответствием между теоретическими расчётами и экспериментальными результатами, эффективными результатами усовершенствованного устройства для формирования тоннеля в процессе опытных испытаний, а также его внедрением в производственную практику.

Научная и практическая значимость результатов исследования: Научная значимость результатов исследования объясняется теоретическим обоснованием усовершенствованного ресурсосберегающего способа формирования тоннеля, а также сохранением естественных качественных показателей продукции. Практическая значимость результатов исследования обосновывается разработкой ресурсосберегающего устройства для формирования вентиляционного тоннеля в хлопковом бунте, а также достижением сохранения качества волокна и семян.

Внедрение результатов исследования. На основании результатов научных исследований, проведённых по разработке ресурсосберегающего усовершенствованного устройства для формирования тоннеля в хлопковом бунте, устройство для формирования тоннеля внедрено на Мустақилликском хлопкоочистительном предприятии, входящем в состав ООО «GTG AGRO» (справка Ассоциации «Ўзтўқимачиликсаноат» № 01/06-897 от 22 июня 2026 года). В результате сравнительных испытаний существующего и экспериментального вариантов устройства при формировании тоннеля в хлопке II промышленного сорта достигнуто снижение годового расхода электроэнергии на 1794 кВт·ч, а также уменьшение содержания сорных примесей и пороков в волокне на 0,63–0,92 %.

Апробация результатов исследования: Результаты исследования обсуждены на 13 научно-технических конференциях, в том числе на 6 международных, 7 республиканских конференциях и научных семинарах.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 19 научных работ, из них 6 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций, в том числе 3 статьи в республиканских и 3 статьи в зарубежных журналах.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объём диссертации составляет 115 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, охарактеризованы цель и задачи, объект и предмет исследования, показано соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, изложены научная новизна и практические результаты исследования, раскрыта научная и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения о внедрении результатов исследования в практику, опубликованных научных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием **«Цель работы и постановка задачи»** приведён анализ технологии формирования тоннеля на бунтовых площадках, а также используемых в ней машин и механизмов, зарубежных технологий бунтования и хранения хлопка, а также научных исследований, проведённых по бунтованию и хранению хлопка.

Во второй главе диссертации под названием **«Теоретическое исследование процесса формирования тоннеля на бунтовых площадках»** приведены результаты теоретического анализа прочности тоннелеобразователя под воздействием давления хлопкового бунта, анализа расчёта критических нагрузок под воздействием внешнего давления, а также расчётных работ по построению регрессионной модели усовершенствованного тоннелеобразующего устройства.

Хлопковый бунт по внешнему виду представляет собой массивное призматическое тело с криволинейной поверхностью верхней части и сквозным отверстием в центральной части в форме тоннеля. Для упрощения расчётов примем его за цилиндрическое тело.

Задача определения напряжений в таком цилиндре заметно сложнее, чем для тонкостенных сосудов, и одних уравнений равновесия уже недостаточно.

Необходимо рассматривать и возникающие в цилиндре перемещения (задача Ляме).

На рис.1 изображено поперечное сечение толстостенного цилиндра с наружным радиусом r_1 и внутренним r_2. Цилиндр подвергнут наружному p_1 и внутреннему давлению p_2.

Наружное давление p_1 соответствует давлению, создаваемому слоем хлопка-сырца, сформированным при создании бунта хлопка и зависящему от плотности ρ хлопка, высоты h и ускорения свободного падения g:

$$p_1 = \rho g h, \quad kH/m^2 \qquad (1)$$

Условие внутреннего давления определяется следующим образом:

$$p_2 \geq k_p p_1 kH/m^2 \qquad (2)$$

где k_p — коэффициент безопасности формирования бунта при формировании воздушного тоннеля, значение которого принимается равным 1,4–1,5.

Внутреннее давление p_2 создается специальной воздушной камерой из упругого элемента с давлением воздуха и сгибающей мобильное устройство из металлической жести.

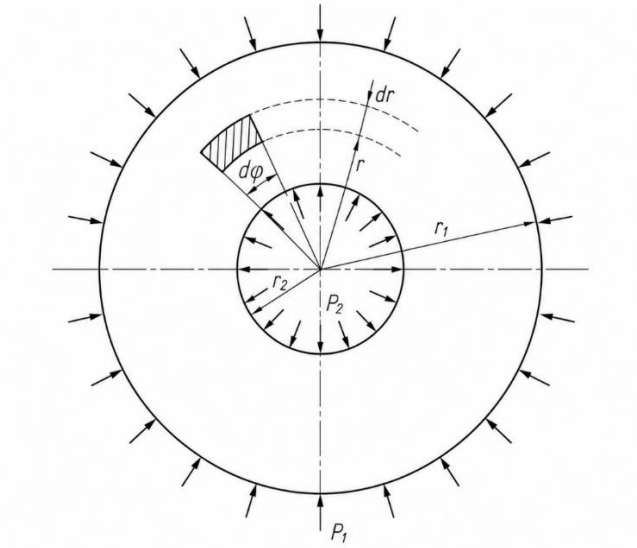


Рис. 1. Поперечное сечение толстостенного цилиндра с наружним радиусом r_1 и внутренним r_2, подвергнутого наружному p_1 и внутреннему давлению p_2

Выделим из цилиндра элемент в форме криволинейного шестигранника с размерами d_r, d_z и $rd\varphi$ (рис.2).

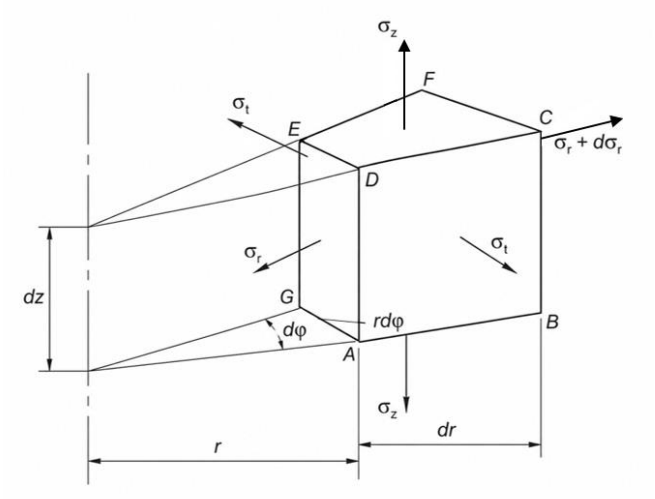


Рис. 2. Элемент в форме криволинейного шестигранника с размерами dr, dz и $rd\varphi$, выделенный из цилиндра

В осевых сечениях цилиндра (плоскость ABCD элемента) касательные напряжения отсутствуют из-за осевой симметрии и действуют только

нормальные напряжения σ_t (окружные). В поперечных сечениях цилиндра (поверхность CDEF элемента) касательными напряжениями также предполагаем равными нулю в силу условия независимости в радиальном направлении от координаты z.

В поперечных сечениях могут существовать нормальные (осевые) напряжения σ_z в случае нагружения цилиндра силами вдоль оси. Эти напряжения предполагаются неизменными как по оси, как и по радиусу цилиндра.

Так как площадки ABCD и CDEF на выделенном элементе являются главными (отсутствуют касательные напряжения), главной будет также и площадка ADEG. Напряжение на этот площадке σ_r является радиальным. При переходе от радиуса r к радиусу $r + dr$ напряжение σ_r получит приращение $d\sigma_r$.

Проектируя силы, действующие на элемент, на направление радиуса, получаем следующее условие равновесия:

$$(\sigma_r + d\sigma_r)(r + dr)d\varphi dz - \sigma_r r d\varphi dz - \sigma_t dr dz * sind\varphi = 0\,,$$

так как при малых углах $sind\varphi \cong d\varphi$, то

$$(\sigma_r + d\sigma_r)(r + dr)d\varphi dz - \sigma_r r d\varphi dz - \sigma_t dr dz d\varphi = 0. \qquad (3)$$

Пренебрегая малыми высшего порядка $(d\sigma_r * dr)$,

получаем $\sigma_r + \frac{d\sigma_r}{dr} r - \sigma_t = 0$ (4)

или

$$\frac{d}{dr}(\sigma_r r) - \sigma_t = 0 \qquad (5)$$

Таким образом, задача определения напряжений в теле вращения решается в функции только одного независимого переменного - радиуса r.

Условие равновесия (2) выражено одним уравнением для нахождения двух неизвестных напряжений σ_r и σ_t. Поэтому необходимо рассмотреть деформации: ε_r и ε_t – относительные удлинения в цилиндре в радиальном и окружном направлениях и выразим их через перемещения u (рис.3).

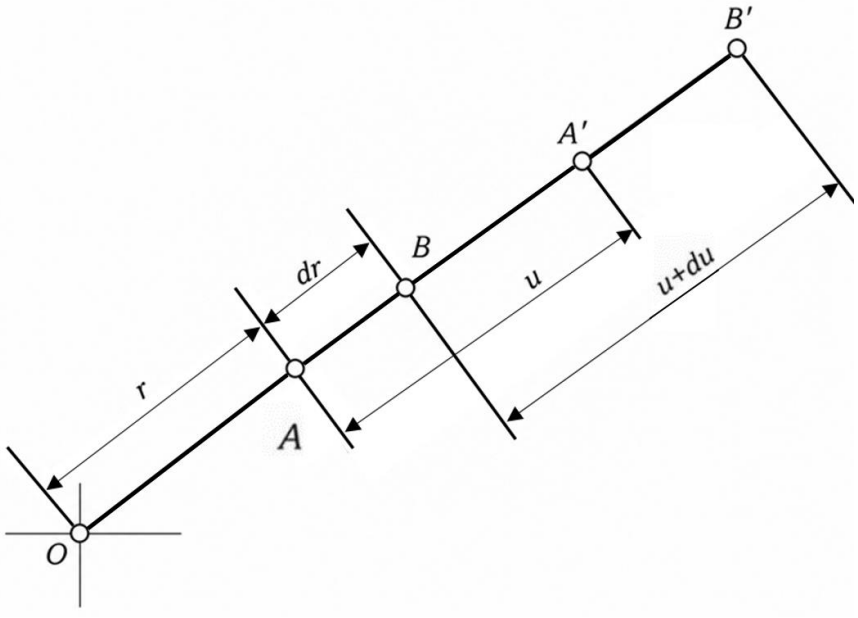


Рис.3. Элементарный отрезок $AB = dr$, выделенный в радиальном направлении, до (AB) и после нагружения $(A'B')$ цилиндра

Для этого рассмотрим элементарный отрезок $AB = d_r$, выделенный в радиальном направлении. Точка A получает перемещение u, а точка B - перемещение $u + du$. Тогда новая длина элемента будет равна $dr + du$, а его относительно удлинение:

$$\varepsilon_r = \frac{du}{dr} \qquad (6)$$

Относительное окружное ε_t удлинение равно относительному удлинению дуги, проходящей через точку A, и занявшей положение дуги, в точке A':

$$\varepsilon_t = \frac{2\pi(r+u) - 2\pi r}{2\pi r} = \frac{u}{r} \qquad (7)$$

Согласно обобщенному закону Гука нормальные напряжения σ_r, σ_t и σ_z связаны с удлинениями ε_r и ε_t следующими соотношениями:

$$\left.\begin{aligned} \varepsilon_r &= \frac{1}{E}[\sigma_r - \mu(\sigma_t + \sigma_z)] = \frac{du}{dr}\ , \\ \varepsilon_t &= \frac{1}{E}[\sigma_t - \mu(\sigma_r + \sigma_z)] = \frac{u}{r} \end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

Так как относительные деформации ε_t и ε_r определяются одной и той же функцией u, то они связаны условием совместности, которые находятся дифференцируя ε_t по r:

$$\varepsilon_t = \frac{u}{r}; \quad \frac{d\varepsilon_t}{dr} = \frac{\frac{du}{dr}r - u}{r^2} = \frac{1}{r}\left(\frac{du}{dr} - \frac{u}{r}\right) = \frac{1}{r}(\varepsilon_r - \varepsilon_t) \qquad (9)$$

Если заменить в (8) значения ε_r и ε_t выражениями (7) и в полученном сомножителе вместо разности $(\sigma_r - \sigma_t)$ подставить выражение (3), то после преобразований получим второе дифференциальное уравнение:

$$\frac{d\sigma_t}{dr} + \frac{d\sigma_r}{dr} = 0 \qquad (10)$$

Для совместного решения уравнений (3) и (9) продифференцируем первое по r и подставим в него значение $\frac{d\sigma_t}{dr}$ из второго. В окончательном виде дифференциальное уравнение принимает вид

$$\frac{d^2\sigma_r}{dr^2} + \frac{3}{r}\frac{d\sigma_r}{dr} = 0 \qquad (11)$$

решением которого является интеграл вида

$$\sigma_r = C_1 + \frac{C_2}{r^2} \qquad (12)$$

Постоянные интегрирования C_1 и C_2 определяем из следующих граничных условий:

$$(\sigma_r)_{r=r_1} = -p_1; \quad (\sigma_r)_{r=r_2} = -p_2 \qquad (13)$$

Знак минуса в (12) соответствует тому, что положительными приняты растягивающие напряжения. Из условия (12) получаем

$$C_1 = \frac{p_2 r_2^2 - p_1 r_1^2}{r_1^2 - r_2^2}\ ; \qquad C_2 = -\frac{(p_2 - p_1) r_1^2 * r_2^2}{r_1^2 - r_2^2}\ . \qquad (14)$$

Пользуясь значениями постоянных интегрирования (15) и уравнением (13) получаем формулы σ_r и σ_t в окончательном виде:

$$\left.\begin{aligned} \sigma_r &= \frac{p_2 r_2^2 - p_1 r_1^2}{r_1^2 - r_2^2} - \frac{(p_2 - p_1) r_1^2 * r_2^2}{r^2 (r_1^2 - r_2^2)}; \\ \sigma_t &= \frac{p_2 r_2^2 - p_1 r_1^2}{r_1^2 - r_2^2} + \frac{(p_2 - p_1) r_1^2 * r_2^2}{r^2 (r_1^2 - r_2^2)} \end{aligned}\right\} \qquad (15)$$

Как следует из формулы (14), сумма нормальных напряжений $\sigma_r + \sigma_t$ не зависит от радиуса r, что легко показать, выполнив их алгебраическое сложение.

Относительная деформация вдоль оси цилиндра во всех точках сечения одинакова (так как и σ_z одинаково), и сечение остается плоским.

Для практической реализации и некоторого упрощения зависимостей (14) примем во внимание конкретные физико-геометрические параметры бунта хлопка.

Плотность хлопка в зависимости от сорта (I-II) и (III-IV) для средне и длинноволокнистого составляет $\rho = 170 - 250$ кг/м^3. Соответственно этому диапазону значений плотности ρ давления p, создаваемое массой хлопка в бунте с высотой $h = 7 - 8$ м, равно (1):

минимальное значение $p_1 = 11673{,}9$ Па=11,67 кПа

максимальное значение $p_1 = 19620$ Па=19,62 кПа

Исходя из геометрических параметров сформированного бунта хлопка, можно приблизительно принять следующие размеры его конструктивных элементов: радиус кривизны внешней поверхности (контура) бунта $r_1 = 7{,}2 - 7{,}6$ м; радиус кривизны верхний части воздушного туннеля $r_2 = 0{,}4 - 0{,}5$ м.

Давление в упругой оболочке из армированной резины, устанавливаемой на металлический каркас и фиксируемый массой складируемого хлопка, составляет p_2. С целью создания достаточно уплотненного слоя хлопка и однородного напряженного поля вокруг конструкции воздушного туннеля, необходимо соблюдение условия

$$p_2 \geq k_p p_1 \qquad (16)$$

где k_p-коэффициент безопасности складирования при формировании воздушного туннеля, принимаемый равным 1,4-1,5.

Выразим отношение радиусов r_1 и r_2 специальным коэффициентом k_r:

$$k_r = \frac{r_1}{r_2} \qquad (17)$$

С учетом введенных коэффициентов (15) и (16) формулы (14) принимают вид, удобный для практического применения при расчетах:

Для значений $r_1 = 7{,}2 - 7{,}6$ м и $r_2 = 0{,}4 - 0{,}5$ м коэффициент k_r принимает значения в диапазоне 14,4-19.

$$\left.\begin{aligned}\sigma_r &= \frac{p_1\left(k_p - k_r^2\right)}{k_r^2 - 1} - \frac{p_1\left(k_p - 1\right)k_r^2 r_2^2}{r^2(k_r^2 - 1)} \\ \sigma_t &= \frac{p_1\left(k_p - k_r^2\right)}{k_r^2 - 1} + \frac{p_1\left(k_p - 1\right)k_r^2 r_2^2}{r^2(k_r^2 - 1)}\end{aligned}\right\} \qquad (18)$$

Если теперь положить, что $r = r_2$, то можно рассчитать напряжения σ_r и σ_t в непосредственной вблизи купола воздушной туннели. Эта область бунта хлопка станет самой ответственной за сохранение формы туннеля после освобождения от мобильного металлического каркаса с упругой оболочкой без давления p_2.

Таким образом, зависимости (17) после сокращения r_1 и r_2, принимают окончательный вид:

$$\sigma_r = \frac{p_1\left(k_p - k_r^2\right)}{k_r^2 - 1} - \frac{p_1\left(k_p - 1\right)k_r^2}{k_r^2 - 1} = \frac{p_1\left(k_p - k_r^2 - k_p k_r^2 + k_r^2\right)}{k_r^2 - 1} = \frac{p_1 k_p (1 - k_r^2)}{k_r^2 - 1}$$
$$= -k_p p_1,$$

$$\left.\begin{aligned}\sigma_r &= -k_p P_1; \\ \sigma_t &= \frac{p_1\left[k_p + k_r^2(k_p - 2)\right]}{k_r^2 - 1}\end{aligned}\right\} \qquad (19)$$

Выполним расчет нормальных напряжений по формулам (18) при следующих данных: $p_1 = 20$ кПа, $k_p = 1{,}4$; $k_r = 19$. Тогда радиальное и окружное напряжения составят:

$$\sigma_r = -28 \text{ кПа}; \qquad \sigma_t = 11{,}96 \text{ кПа}$$

Так как площадка, на которой рассматриваются напряженные состояние с напряжениями σ_r и σ_t являются единственными (отсутствуют касательные напряжения), то эта площадка является главной и поэтому $\sigma_r = \sigma_1$ и $\sigma_t = \sigma_2$, $\sigma_z = \sigma_3 = 0$.

Следовательно, напряженное состояние является плоскими и интенсивность напряжений σ_i определяется по формуле [3]:

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1 * \sigma_2 + \sigma_2^2} \qquad (20)$$

Для данного расчетного случая $\sigma_i = 24{,}33$ кПа.

Как показали предварительные экспериментальные исследования по формированию воздушного туннеля в бунте хлопка предлагаемым способом, форма туннеля полностью сохранялась без локальных признаков разрушения в течение всего эксплуатационного времени. Это позволило представить интенсивность напряжений $\sigma_i = 24{,}33$ кПа как допускаемое нормальное напряжение, пригодное в расчетной практике при обосновании размеров и массы бунта при складировании хлопка.

Как показали расчеты по формулам (18), вполне правомерно при определении σ_t ввести коэффициент К:

$$K = \frac{\left[k_p + k_r^2(k_p - 2)\right]}{k_r^2 - 1} \qquad (21)$$

который в исследуемом диапазоне значений $k_r = 14{,}4 - 19{,}0$ и $k_p = 1{,}4$ принимает практически одинаковое значение, равное $K = 0{,}5959 - 0{,}5980$.

С учетом приведенного на рис 4. Показаны линейные зависимости напряжений, возникающих в бунте хлопка в непосредственной близости от купола тоннели. Так, в зависимости от давления p_1 радиальное напряжение составляет $\sigma_r = 16{,}8 - 28$ кПа, окружное напряжение - $\sigma_t = 7{,}2 - 12$ кПа, а интенсивность напряжений - $\sigma_i = 14{,}6 - 24{,}3$ кПа.

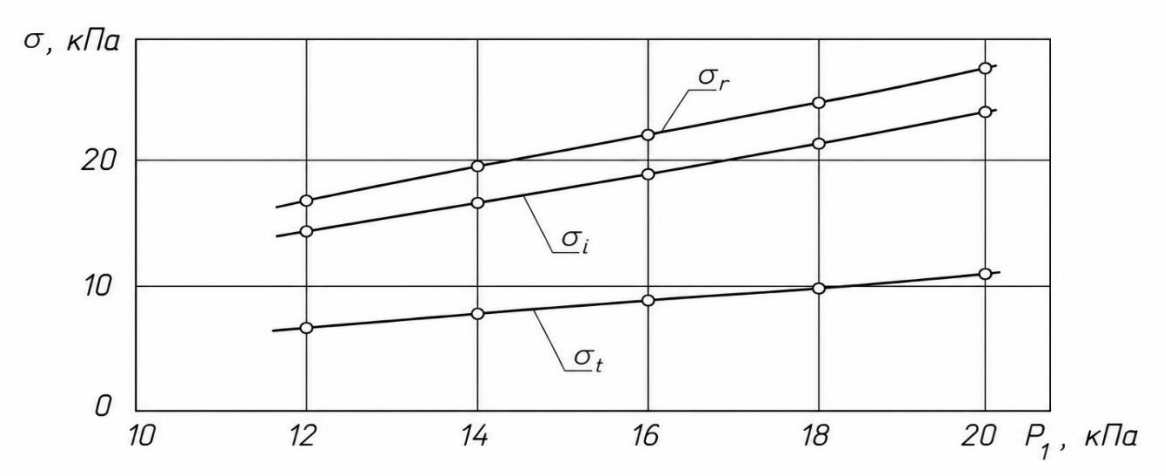


Рис. 4. Зависимость радиального σ_r , окружного напряжения σ_t и интенсивности напряжений σ_i от давления p_1, создаваемого массой хлопка в бунте на поверхности купола ($r = r_2$) воздушной туннели

Анализ графика показывает, что при увеличении давления p_1, создаваемого массой хлопкового бунта, от 12 до 20 кПа абсолютное значение радиального напряжения линейно возрастает с 16,8 до 28,0 кПа, окружного напряжения — с 7,2 до 12,0 кПа, а интенсивность напряжений — с 14,6 до 24,3 кПа. При этом наибольшее значение приходится на радиальное сжимающее напряжение, которое является основным фактором, определяющим напряжённое состояние слоя хлопка в зоне свода воздушного туннеля. Теоретически обосновано, что при максимальном расчётном давлении интенсивность напряжений не превышает 24,3 кПа, что при принятом коэффициенте запаса прочности k_p=1,4 обеспечивает надёжное формирование воздушного туннеля и сохранение его устойчивости.

При построении регрессионной модели усовершенствованного тоннелеобразующего устройства установлено, что высота хлопкового бунта, толщина упругого материала и давление воздуха в упругом материале оказывают значительное влияние на содержание примесей и дефектов в волокне, а также на механическую повреждённость семян. В связи с этим рассмотрим влияние значений данных параметров на содержание примесей и дефектов в волокне. Условия проведения эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1

Условия планирования эксперимента

№	Наименование фактора, обозначение	Кодированное обозначение	Фактические значения фактора			Интервал изменения
			-1	0	+1	

1	Высота бунта, м	x_1	4	6	8	2
2	Толщина упругого материала, мм	x_2	200	250	300	50
3	Давление воздуха в упругом материале, МПа	x_3	0,16	0,18	0,2	0,02

В качестве выходного параметра принимаем содержание примесей и дефектов в волокне (y_1). Для этого на основе матрицы планирования в каждом условии проводим эксперименты в трёхкратной повторности. В этом случае с учётом числа опытов ($N=2^3=8$) и числа повторностей опытов ($m=3$) общее количество опытов составит ($N \cdot m = 24$).

Экспериментальные результаты выходного параметра и значения дисперсий приведены в таблице 2.

Таблица 2

Матрица планирования, экспериментальные и расчётные результаты

y	Факторы			Механическая повреждённость семян			$\bar{y}_u$	S_u^2
	x_1	x_2	x_3	y_{u1}	y_{u2}	y_{u3}		
1	-	-	-	5.5	6.5	6.4	6.14	0.3134
2	+	-	-	6.9	6.3	7.1	6.77	0.1733
3	-	+	-	7.6	6.5	6.8	6.97	0.3319
4	+	+	-	7.6	7.4	7.8	7.6	0.0484
5	-	-	+	6.8	6.6	6.7	6.7	0.0110
6	+	-	+	7.6	7.5	7.4	7.5	0.0091
7	-	+	+	6.9	6.8	7.5	7.07	0.1087
8	+	+	+	7.6	6.5	7.6	7.21	0.4296

В результате предварительной обработки экспериментальных данных с использованием компьютерных программ по критерию Фишера были получены следующие уравнения регрессии, достаточно полно описывающие все выходные параметры:

$$y_R = 7 + 0.28 \cdot x_1 + 0.22 \cdot x_2 + 0.13 \cdot x_3 - 0.2 \cdot x_2 \cdot x_3$$

По результатам экспериментов установлено, что показатель механической повреждённости семян изменяется в пределах от 6,14 % до 7,60 %. В качестве оптимальных параметров рекомендуется принимать толщину упругого материала 250 мм, давление воздуха в нём 1,8 бар и высоту бунта 6 м.

В третьей главе диссертации под названием **«Экспериментальное исследование формирования тоннеля на бунтовых площадках»** проведён анализ изменения качественных показателей волокна и семян при хранении хлопка на бунтовой площадке, изучено влияние процесса формирования тоннеля в хлопковых бунтах на качественные показатели волокна и семян, а также выполнены экспериментальные исследования на оборудовании для формирования тоннеля в бунтах и определены его рациональные значения.

Были определены качественные показатели хлопкового волокна по системе HVI для образцов хлопка селекции С65-24 I сорта 2 класса с исходной

влажностью 12 %, отобранных из верхней и нижней частей бунта размером 10×14 м, доставленных с хлопкоочистительного предприятия Узбекистана после процесса ручного формирования тоннеля в бунте.

Установлено, что физико-механические и технологические показатели качества хлопкового волокна, полученного из верхней части бунта, выше по сравнению с нижними слоями. В частности, длина волокна в верхнем слое бунта по сравнению с нижними слоями была больше соответственно: в 1-й точке — на 1,79 мм, во 2-й точке — на 0,96 мм, в 3-й точке — на 0,56 мм и в 4-й точке — на 0,11 мм. Индекс коротких волокон у образцов, отобранных из нижней части бунта, был выше и по точкам составлял соответственно 9,5; 8,0; 7,7 и 7,1, тогда как в верхней части бунта он составил 6,8. Следовательно, повышение плотности приводит к сокращению длины волокна и увеличению количества коротких волокон, что снижает качество волокна (рис. 5).

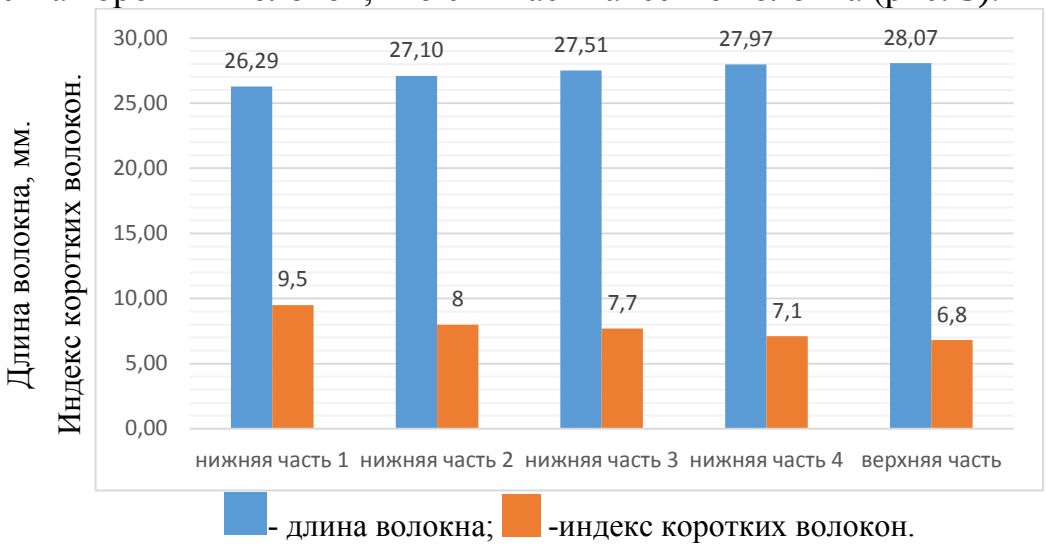


Рис. 5. Изменение длины волокна по частям бунта

Качественные показатели хлопка-сырца во многом зависят от условий его хранения и размещения в бунтах. В исследовании по образцам хлопка селекции С65-24 I сорта 2 класса, отобранным из верхних и нижних слоёв хлопкового бунта размером 10×14 м, была определена степень повреждённости семян.

В процессе эксперимента из каждого слоя отбирались образцы в трёхкратной повторности, после чего подсчитывалось количество семян в 100-граммовом образце, а также количество повреждённых семян. В 100-граммовых образцах, отобранных из нижней части бунта, количество семян находилось в пределах 917–925 штук, а количество повреждённых семян - в пределах 10–18 штук. Средняя степень повреждённости составила 1,4–1,6 %. Данные показатели показали, что в нижней части бунта степень повреждённости семян относительно выше.

По длине открытого в бунте тоннеля были отобраны образцы до глубины 8 м, то есть до половины бунта, и исследовано изменение их качественных показателей.

В процессе ручного формирования тоннеля на хлопкоочистительном предприятии Мустақиллик были определены качественные показатели образцов хлопка I сорта 2 класса по системе HVI.

Установлено, что при продвижении тоннеля с боковой стороны хлопкового бунта по его длине до 8 метров вследствие увеличения плотности бунта средняя длина волокна уменьшалась с 27,79 мм до 26,97 мм. После формирования хлопковый бунт в течение определённого времени оседает. В процессе оседания волокна трутся друг о друга, а также в этом процессе участвуют примеси, что приводит к уменьшению средней длины волокна (рис. 6).

По мере приближения к центру бунта по длине тоннеля количество коротких волокон увеличивается. Основной причиной этого является образование коротких волокон вследствие трения между примесями и хлопком, а также увеличения плотности в процессе оседания бунта при его формировании (рис. 5). Если это является явно выявленным недостатком, то повреждения, возникающие в волокне и семенах, приводят к образованию дополнительных дефектов в процессе первичной обработки хлопка. В основном увеличиваются такие дефекты, как свободное волокно и волокно с семенной кожурой.

На Мустақилликском хлопкоочистительном предприятии, входящем в состав ООО «GTG AGRO», исследовано изменение качественных показателей хлопка в процессе ручного формирования тоннеля в бунте размером 25×14 м.

Исследования проводились в хлопковом бунте селекции S65-24 II сорта 2 класса. В бунте вручную был открыт тоннель по его длине 25 м. Образцы отбирались с боковой стороны бунта до его центра на глубину до 12 м.

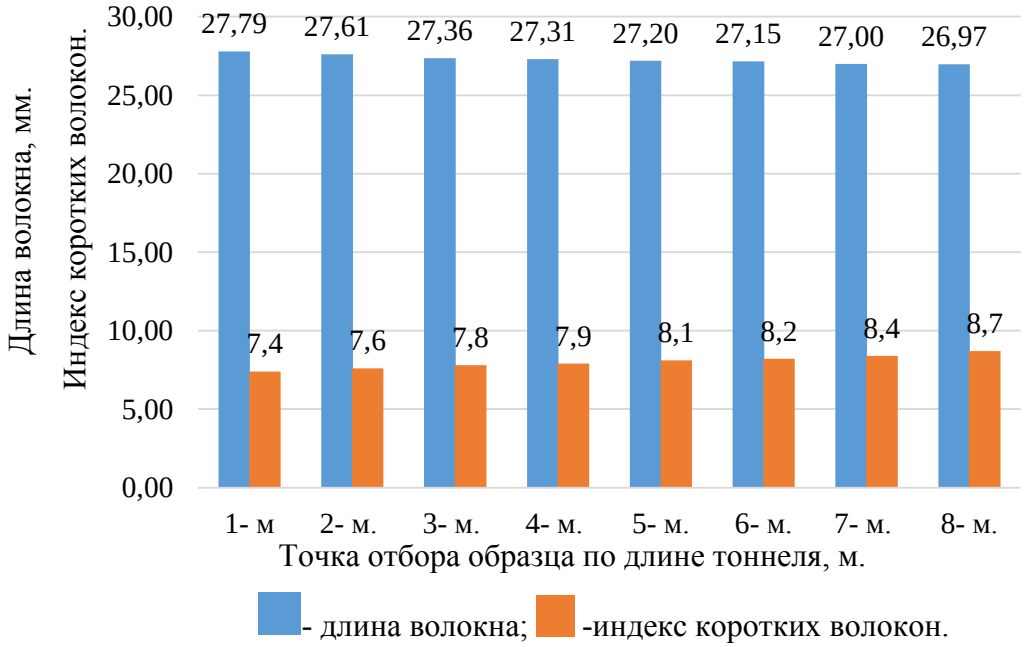


Рис. 6. Изменение длины волокна в образцах, полученных в процессе ручного формирования тоннеля

Однако по длине волокна (Len) наблюдается заметная тенденция к снижению. Длина волокна, составлявшая в верхних слоях в среднем 1,133 дюйма, в нижних слоях уменьшается до 1,060 дюйма (рис. 6). Данное состояние объясняется укорочением или разрывом волокон в результате

механического воздействия на них. Индекс равномерности по длине (Unf) также снижается с 83,8 % до 81,6 %, что свидетельствует об увеличении неоднородности волокон.

Для исследования изменения качества продукции при машинном формировании тоннеля в хлопковом бунте были проведены исследования на хлопкозаготовительном пункте «Мингбулок» Улугнорского района Андижанской области. В исследованиях тоннель был открыт в бунте размером 10×14 м, в котором размещался хлопок селекции Ан-35 II сорта 2 класса. В процессе открытия тоннеля были отобраны образцы хлопка, а их качественные показатели определены по системе HVI.

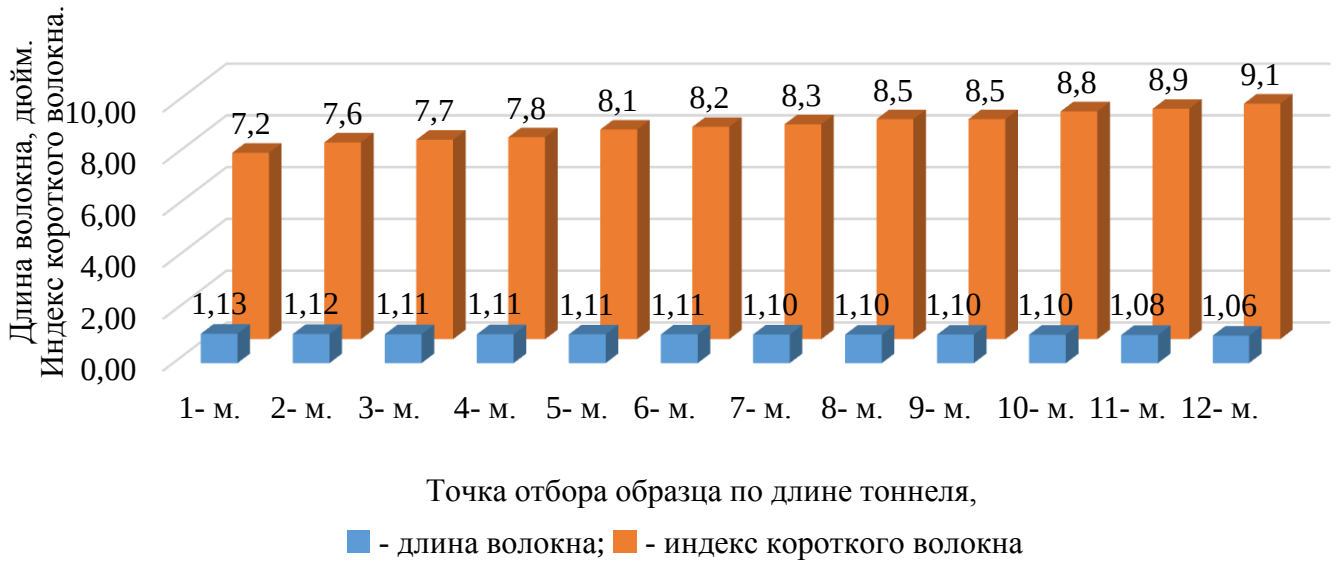


Рис. 7. Изменение длины волокна и индекса короткого волокна в образцах, полученных в процессе ручного формирования тоннеля

Наблюдалась тенденция уменьшения длины волокон (Len). Длина, составлявшая в верхних слоях в среднем 1,149 дюйма, во внутренних слоях уменьшалась до 1,090 дюйма. Это объясняется укорочением или разрывом волокон под воздействием механических нагрузок. Индекс равномерности по длине (Unf) также снизился с 83,9 % до 82,2 %, что показало ухудшение структурной однородности волокон. Индекс коротких волокон (SFI) увеличился с 7,2 % до 8,5 %, что свидетельствует об усилении разрушения волокон. В результате индекс прядильной способности (SCI) снизился со 123,7 до 112,1, что привело к ухудшению качества в процессе прядения.

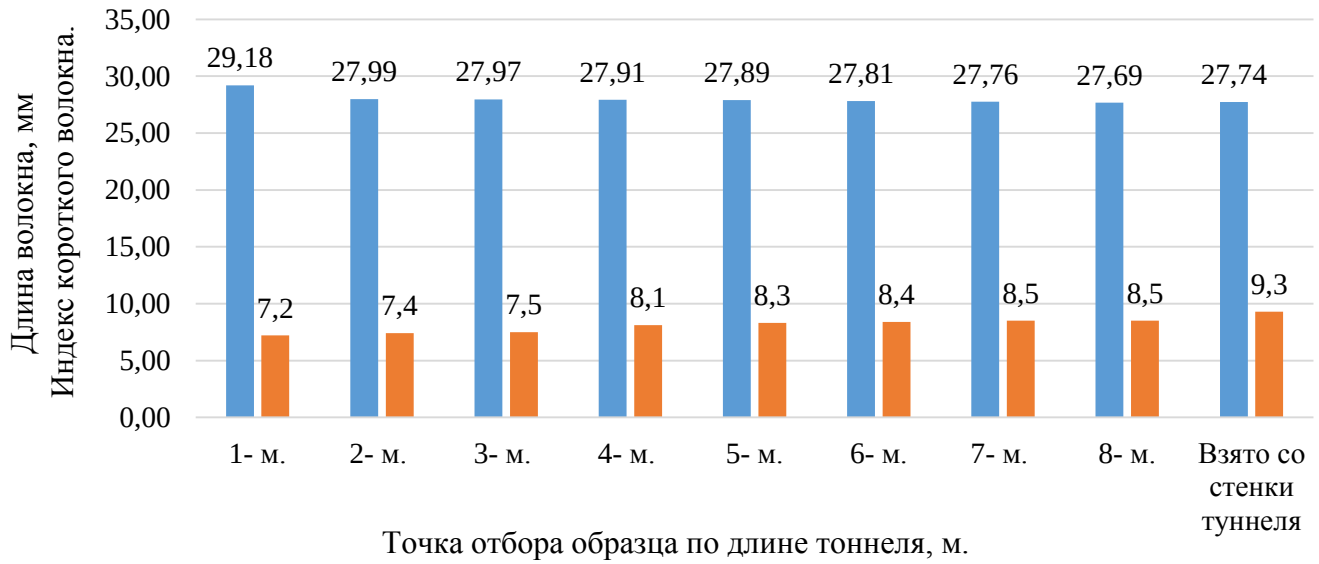


Рис. 9. Изменение длины волокна в образцах, полученных в процессе машинного формирования тоннеля

На Мустақилликском хлопкоочистительном предприятии, входящем в состав ООО «GTG AGRO», на бунтовой площадке размером 10×14 м исследована степень повреждения семян хлопчатника селекции С65-24 I сорта 2-го класса под воздействием механических нагрузок, возникающих в процессе ручного формирования тоннеля, по длине тоннеля от 1 до 8 м.

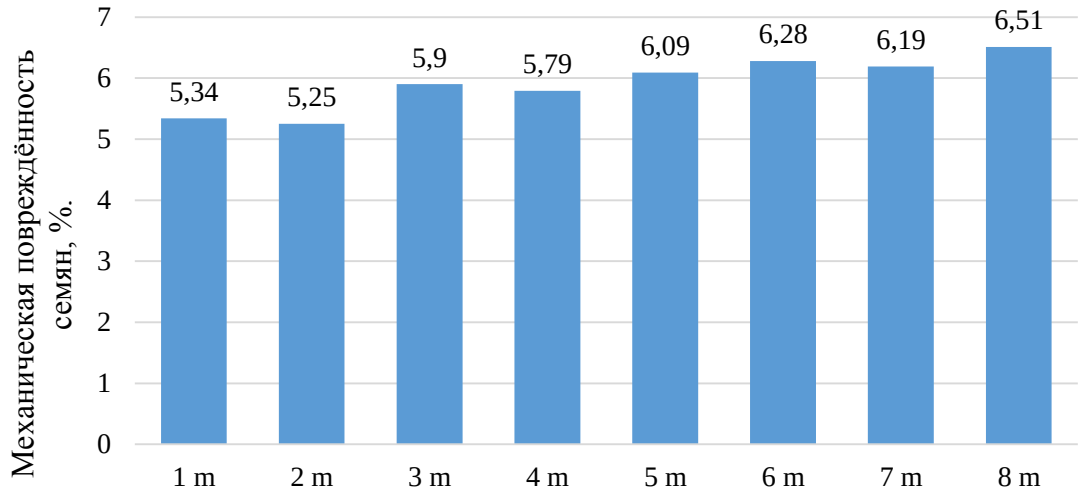


Рис. 10. Гистограмма изменения степени механической повреждённости семян по длине тоннеля, выкопанного вручную (бунт размером 10×14 м)

Количество семян в 100-граммовом образце во всех сечениях тоннеля было практически стабильным и изменялось в пределах 912–926 штук. По средним значениям данный показатель сохранялся на уровне 917–924 штук.

На основе средних значений установлено, что доля повреждённых семян по длине тоннеля составляла: на участке 1–2 м — 5,25–5,34 %, на участке 3–4 м - 5,79-5,90 %, на участке 5-6 м - 6,09-6,28 %, на участке 7-8 м - 6,19-6,51 %.

По мере углубления внутрь тоннеля увеличение плотности хлопковой массы и механического воздействия приводит к повышению степени повреждённости семян. Основная доля повреждений приходится на дроблёные

семена. После 6 м степень повреждённости резко возрастает, что указывает на необходимость оптимизации технологического процесса. Внесение конструктивных или технологических усовершенствований, направленных на снижение механического воздействия при ручном формировании тоннеля, является важным условием сохранения качества хлопковых семян.

На хлопкоочистительном предприятии Мустақиллик были проведены исследования по определению степени повреждённости семян хлопка селекции С65-24 II сорта 2 класса, доставленных после процесса ручного формирования тоннеля в хлопковом бунте размером 25×14 м. Эксперименты проводились на основе трёхкратного повторного отбора образцов в каждом метровом сечении, а результаты были обобщены по средним значениям. Результаты исследований приведены на рис. 11.

Общая степень повреждённости семян по длине тоннеля проявила следующую закономерность: на участке 1–3 м она составляла 5,10–5,34 %, на участке 4–6 м — 5,45–5,96 %, на участке 7–10 м — 6,07–6,51 %, на участке 11–12 м — 6,21–6,87 %. Особенно в сечении 12 м степень повреждённости достигала 6,87 %, что с технологической точки зрения свидетельствует о наличии зоны повышенного повреждения.

На хлопкозаготовительном пункте «Мингбулоқ» в процессе машинного формирования тоннеля в хлопковом бунте размером 10×14 м была изучена степень механической повреждённости семян хлопка Ан-35, 2/2 сорта, по длине тоннеля от 1 до 8 м, а также в зоне стенки тоннеля. Исследование проводилось на основе трёхкратного повторного отбора образцов в каждом сечении, а результаты были обобщены по средним значениям.

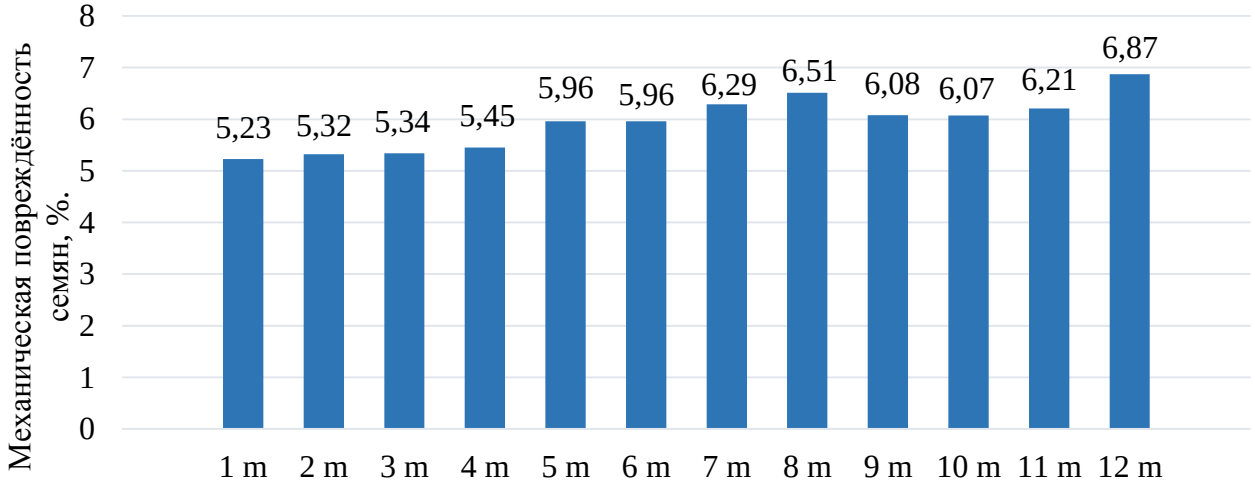


Рис. 11. Гистограмма изменения степени механической повреждённости семян по длине тоннеля, выкопанного вручную (бунт размером 25×14 м)

Полученные результаты показывают, что при машинном формировании тоннеля преобладает процесс разрушения семян, а их смятие имеет вторичный характер (рис. 12). Общая степень повреждённости, определённая на основе средних значений, по длине тоннеля имеет следующую динамику: на 1 м она составила 6,22 %, на участке 2–4 м - 6,38–6,57 %, на участке 5-6 м - 6,87-6,91 %,

на участке 7–8 м - 7,36-7,46 %, а в образцах, отобранных со стенки тоннеля, - 8,25 %.

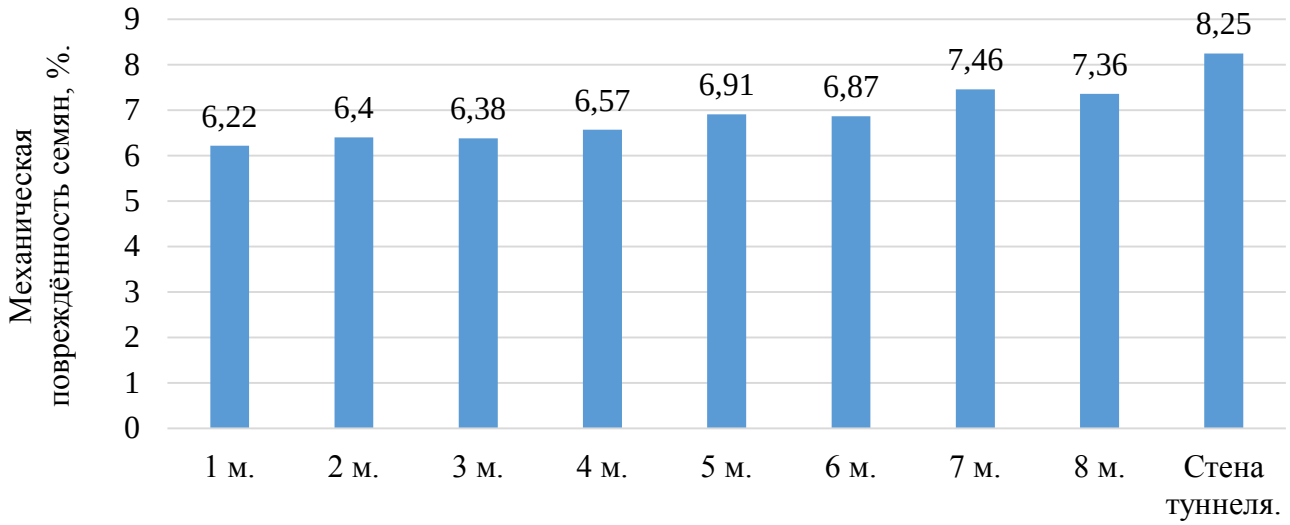


Рис. 12. Гистограмма изменения механической повреждённости семян хлопка по глубине тоннеля при машинном формировании тоннеля в хлопковом бунте размером 10×14 м

В четвёртой главе диссертационной работы под названием **«Создание оборудования для формирования тоннеля на бунтовых площадках и расчёт его экономической эффективности»** приведены методика проведения эксперимента, результаты опытных испытаний и расчёт экономической эффективности.

Схема нового устройства для формирования воздушного тоннеля в усовершенствованном хлопковом бунте приведена на рис. 13.



Рис. 14. Общий вид мобильного устройства для формирования тоннеля, покрытого упругим материалом



Рис. 15. Общий вид мобильного устройства для формирования тоннеля, покрытого упругим материалом и

установленного в хлопковом бунте

После установки устройства для формирования вентиляционного тоннеля в хлопковом бунте на верхнюю часть устройства устанавливается эластичный материал, который наполняется воздухом, в результате чего формируется тоннель требуемой формы. После завершения формирования хлопкового бунта его слои уплотняются под действием собственного веса. После полной усадки хлопка из эластичного материала выпускают воздух, а каркас устройства извлекают из бунта.

Штапельная массодлина волокна хлопка I сорта 2-го класса, направляемого в производство, составила 32,5 мм при ручном формировании тоннеля, 32,3 мм при использовании устройства ТТ и 33,0 мм при применении рекомендуемого способа формирования тоннеля. Для хлопкового волокна III сорта 2-го класса штапельная массодлина составила соответственно 32,3 мм при ручном формировании тоннеля, 32,1 мм при использовании устройства ТТ и
32,8 мм при применении рекомендуемого способа формирования тоннеля.

Таблица 3

Результаты исследований усовершенствованного тоннелеобразующего устройства в производственных условиях (размеры бунта 25×14 м)

№	Показатели	При ручном открытии тоннеля		Действующее тоннеле открывающее устройство ТТ		Рекомендуемое тоннелеобразующее устройство	
		I сорт 2 класс	III сорт 2 класс	I сорт 2 класс	III сорт 2 класс	I сорт 2 класс	III сорт 2 класс
1.	Исходная влажность хлопка, %	10,5	12,7	10,5	12,7	10,5	12,7
2.	Исходная засорённость хлопка, %	8,6	10,4	8,6	10,4	8,6	10,4
3.	Количество хлопка в бунте, т	345	300	345	300	345	300
4.	Высота бунта, м	8	7	8	7	8	7
5.	Исходная повреждённость семян, %	1,8	3,7	1,8	3,7	1,8	3,7
6.	Механическая повреждённость семян в процессе уплотнения бунта, %	2,4	3,9	2,4	3,9	2,4	3,9
7.	Механическая повреждённость семян хлопка при открытии тоннеля, %	4,86	5,91	6,12	6,95	-	-
8.	Механическая повреждённость семян в общем бунте после	2,53	3,96	2,57	3,99	2,4	3,9

	открытия тоннеля, %						
9.	Механическая повреждённость семян, поступающих в производство, % Количество коротких волокон, % Штапельная массовая длина волокна, мм	3,0	4,58	3,14	4,65	2,58	4,02
		8,0	9,1	8,2	9,3	7,2	8,0
		32,5	32,3	32,3	32,1	33,0	32,8
10.	Содержание примесей после очистки хлопка, %	1,39	1,88	1,61	2,25	0,97	1,48
11.	Содержание примесей и дефектов в волокне после волокноочистителя, %	3,30	4,18	3,53	4,37	2,61	3,74
12.	Сорт и класс волокна	I сорт, класс «оддий»	III сорт, класс «урта»	I сорт, класс «оддий»	III сорт, класс «урта»	I сорт, класс «урта»	III сорт, класс «яхши»

В зависимости от способа формирования тоннеля в хлопковом бунте содержание сорных примесей в хлопке после прохождения технологии очистки составило: при ручном формировании тоннеля — 1,39 %, при использовании устройства ТТ — 1,61 %, а при рекомендуемом способе формирования тоннеля — 0,97 %. При очистке хлопка III сорта 2 класса данный показатель составил: в хлопке, где тоннель формировался вручную, — 1,88 %, при использовании устройства ТТ — 2,25 %, а при рекомендуемом способе формирования тоннеля — 1,48 %.

После волокноочистительного оборудования содержание примесей и дефектов в волокне составило: при ручном формировании тоннеля — 3,30 %, при использовании устройства ТТ — 3,53 %, а при рекомендуемом способе формирования тоннеля — 2,61 %. При очистке хлопка III сорта 2 класса данный показатель составил: в хлопке, где тоннель формировался вручную, — 4,18 %, при использовании устройства ТТ — 4,37 %, а при рекомендуемом способе формирования тоннеля — 3,74 %.

При использовании рекомендуемого способа формирования тоннеля за счёт снижения содержания примесей и дефектов в составе волокна из хлопкового бунта I сорта 2 класса при ручном формировании тоннеля и при использовании устройства ТТ было произведено волокно I сорта класса «обычный», тогда как при использовании рекомендуемого тоннелеобразующего устройства было получено волокно I сорта класса «средний». В хлопковом бунте III сорта 2 класса при ручном формировании тоннеля и при использовании устройства ТТ было произведено волокно III сорта класса «средний», тогда как при использовании рекомендуемого тоннелеобразующего устройства было получено волокно III сорта класса «хороший».

Если на хлопкоочистительном предприятии из принятых 24000 тонн хлопка в среднем 75 % хранится в хлопковых бунтах, то есть 18000 тонн, и при формировании тоннелей в них используется устройство рекомендуемого варианта, то за счёт снижения содержания примесей и дефектов в волокне, уменьшения расхода электроэнергии и снижения стоимости тоннелеобразующего устройства рекомендуемого варианта общая экономическая эффективность составила 191,623 млн сум, или 10645,7 сум на 1 тонну хлопка.

Выводы

1. Установлено, что формирование вентиляционного тоннеля на площадках для складирования хлопка является одним из наиболее важных и нерешённых этапов существующей технологии формирования хлопковых бунтов. Проведён анализ принципов работы, технических возможностей и основных недостатков применяемых тоннелепроходческих устройств типа ОВТ, ТТ и 1ТТ. Выявлено, что высокая доля ручного труда, ограниченная длина формируемого тоннеля, сложность конструкции рабочих органов, а также увеличение механической повреждённости волокна и семян до 7,8 % приводят к снижению качественных показателей хлопка при хранении.

2. Хлопковый бунт смоделирован в виде тела вращения, представляющего собой толстостенный сосуд. Теоретически обосновано напряжённо-деформированное состояние, возникающее под воздействием внешнего давления хлопковой массы и внутреннего давления в эластичной оболочке тоннеля. Получены упрощённые аналитические зависимости для определения нормальных, радиальных и окружных напряжений с учётом физических и геометрических параметров хлопкового бунта.

3. Для надёжного и устойчивого формирования вентиляционного тоннеля в хлопковом бунте предложен коэффициент безопасности формирования бунта, значение которого подтверждено результатами теоретических исследований и длительных опытов по хранению хлопка. Данный коэффициент позволяет оценивать давление, воздействующее на тоннель, и определять безопасные условия эксплуатации устройства.

4. По результатам регрессионных исследований установлено, что оптимальная высота хлопкового бунта находится в пределах 4–6 м. Именно в этом диапазоне наблюдается минимальный уровень механической повреждённости семян. Установлено, что изменение толщины эластичного материала в диапазоне 200–300 мм оказывает существенное влияние на содержание сорных примесей и пороков волокна, при этом оптимальные результаты получены при толщине 200–220 мм. При изменении давления воздуха в эластичном материале в пределах 0,16–0,20 МПа наиболее благоприятный результат наблюдался при давлении 0,18 МПа, при котором научно обосновано снижение механической повреждённости семян и количества пороков волокна. По результатам экспериментов установлено, что показатель механической повреждённости семян изменялся от 6,14 до 7,60 %. В

качестве оптимальных параметров рекомендуются толщина эластичного материала
250 мм, давление воздуха в нём 0,18 МПа и высота хлопкового бунта 6 м.

5. В результате исследований установлено, что в хлопковом бунте размером 10×14 м первоначальное содержание сорных примесей в верхнем слое составляло 7,07 %, а в нижнем слое — 7,06 %. Несмотря на практически одинаковое общее содержание сорных примесей по слоям, в нижнем слое наблюдалось измельчение крупных примесей на 0,25 %. Анализ, проведённый с использованием системы HVI, показал, что длина волокна увеличивалась от 1,035 дюйма в нижнем слое бунта до 1,105 дюйма в верхнем слое, что свидетельствует о более благоприятных условиях хранения хлопка в верхней части бунта. Индекс коротких волокон в нижней части бунта достигал 9,5 %, тогда как в верхнем слое составлял 6,8 %. Научно обосновано, что повышение плотности хлопковой массы приводит к обрыву волокон и снижению их качества.

6. Установлено, что площадь сорных примесей в нижних слоях составляла 0,18–0,32 %, а в верхнем слое — всего 0,08 %. При приближении к центральной части бунта наблюдалось увеличение уровня засорённости хлопка. Механическая повреждённость семян в нижнем слое составляла 1,4–1,6 %, а в верхнем слое — 0,6 %. Доказано, что увеличение давления и плотности хлопковой массы в нижнем слое усиливает механическое повреждение семян.

7. Установлено, что в процессе разработки тоннеля на глубине от 1 до 8 м по длине хлопкового бунта длина волокна уменьшалась с 1,094 до 1,062 дюйма, а прочность — с 31,0 до 29,0 г/текс. Это свидетельствует об усилении отрицательного механического воздействия на волокно вследствие уплотнения хлопковой массы. По мере приближения к центральной части тоннеля количество сорных точек увеличивалось с 25 до 47, площадь сорных примесей — с 0,18 до 0,69 %, а индекс коротких волокон — с 7,4 до 8,4–9,0 %. При этом индекс прядильной способности снижался со 133,1 до 119,8. Научно доказано, что данные изменения приводят к существенному ухудшению качества хлопка.

8. При формировании тоннеля традиционным ручным способом механическая повреждённость семян хлопка составляла 4,86–5,91 %, тогда как при использовании существующего устройства ТТ этот показатель увеличивался до 6,12–6,95 %. При применении предлагаемого устройства удалось снизить данный показатель до 2,4–3,9 %. Механическая повреждённость семян хлопка, направляемого в производство, при использовании усовершенствованного устройства составила 2,58 % для хлопка I сорта и 4,02 % для хлопка III сорта. Доказано, что по сравнению с ручной обработкой данный показатель снизился соответственно на 0,42 и 0,56 процентного пункта.

9. Установлено, что после очистки хлопка содержание сорных примесей при использовании предлагаемого варианта составило 0,97 % для хлопка I сорта и 1,48 % для хлопка III сорта, что существенно ниже показателей традиционных способов. После волокноочистителя содержание сорных

примесей и пороков в волокне снизилось до 2,61–3,74 %. По сравнению с ручным формированием тоннеля данный показатель улучшился в среднем соответственно на 0,69 и 0,63 процентного пункта. При применении усовершенствованного способа содержание коротких волокон снизилось до 7,2 % для хлопка I сорта и до 8,0 % для хлопка III сорта, а штапельная длина волокна увеличилась до 33,0 мм, что подтверждает улучшение качества продукции.

10. Согласно экономическим расчётам, при хранении в хлопковых бунтах 75 % от общего объёма 24 000 тонн хлопка, то есть 18 000 тонн, внедрение предлагаемого устройства обеспечивает общий экономический эффект в размере 191,623 млн сумов. Экономический эффект в расчёте на 1 тонну хлопка составляет 10 645,7 сума.

SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES DSc.03/2025.27.12.T.21.01 AT TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY

TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY

RAXMONOV AZIZBEK

IMPROVEMENT OF THE COTTON STACK FORMATION PROCESS

05.06.02-Technology of textile materials and initial treatment of raw materials

ABSTRACT OF THE DISSERTATION OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) IN TECHNICAL SCIENCES

Tashkent – 2026

The topic of Doctor of Philosophy (PhD) dissertation was registered with the Higher Attestation Commission under the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan under number B2025.4.PhD/T6231.

The dissertation was carried out at the Tashkent Institute of Textile and Light Industry.

The abstract of the dissertation is posted three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific Council at the address (www.ttyesi.uz) and on the web site of "Ziyonet" information and education portal (www.ziyonet.uz).

Scientific adviser:	**Ruzmetov Mansurbek Erkinovich** doctor of of philosophy, professor
Official opponents:	**Jumaniyazov Qadam Jumaniyazovich** doctor of technical sciences, professor
	Sarimsakov Olimjon Sharipjonovich doctor of technical sciences, professor
Leading organization:	**Jizzakh Polytechnic Institute**

The dissertation will take place on 10.11.2026 year at 14^{00} hours at a meeting of the Scientific Council DSc.03/2025.27.12.T.21.01 on award of scientific degrees at the Tashkent Institute of Textile and Light Industry (Address: 100100, Yakkasaray district, str. Shokhzakhon street, house-5. Administrative building of the Tashkent Institute of Textile and Light Industry, room 222, tel.: (+99871) 253-06-06, 253-08-08, fax: 253-36-17, e-mail: pochta@ttyesi.uz

The Doctoral dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the Tashkent Institute of Textile and Light Industry (registered number 323). Address: 100100, Tashkent city, Yakkasaray district, str. Shokhjakhon-5, tel.: (+99871) 253-08-08

The abstract of dissertation has been sent out on 23.10.2026 year.
(Mailing report No.317 on 23.10.2026 year).

Kh.Kh.Kamilova
Chairman of the scientific awarding scientific degrees, doctor of the technical sciences

A.Z.Mamatov
Scientific secretary of Scientific council, awarding scientific degrees, doctor of the technical sciences

Sh.Sh.Xakimov
Chairman of the scientific seminar at the scientific council by the award of scientific degrees, doctor of the technical sciences

Introduction (abstract of the candidate's dissertation)

The aim of the research is to increase economic efficiency and preserve product quality through the development of an improved resource-saving device for forming a tunnel in a cotton bunt.

The objectives of the research are:

to determine the degree of influence of the existing processes during cotton receiving, bunt formation, and storage on its natural properties;

to carry out a scientific and theoretical analysis of the theory of density distribution in the layers of the bunt, as well as the interaction of technological parameters affecting the natural properties of cotton;

to develop an improved technology for forming an enhanced tunnel in the cotton bunt;

to calculate the economic efficiency obtained from the implementation of the research work at a production enterprise.

The object of the research is the ventilation tunnel of the cotton bunt.

The scientific novelty of the research:

the influence of existing processes during cotton bunt formation and storage on the mechanical damage of seeds and fiber properties was determined;

the negative impact of the existing tunnel-forming technology in a cotton bunt on product quality was studied and practically proven;

the state of density distribution in the layers around the tunnel formed in the cotton bunt was theoretically substantiated;

the parameters of the improved tunnel-forming device were determined using the least squares method.

Implementation of research results. Based on the results of scientific research carried out on the development of an improved resource-saving tunnel-forming device for a cotton bunt, the tunnel-forming device was implemented at the cotton ginning enterprise of the Yukori Chirchik district branch of “Real Agro Cotton” Unitary Enterprise (reference No. 06/600-952 dated April 29, 2026, issued by the Uztextile Industry Association). As a result, during comparative tests of the existing and experimental versions of the tunnel-forming device, the annual electricity consumption in the process of forming a tunnel in Grade II industrial cotton was reduced by 1794 kW, and the amount of impurities and defects in the fiber decreased by 0.63–0.92%.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusions, a list of references, and appendices. The total volume of the dissertation is 115 pages.

E’LON QILINGAN ISHLAR RO‘YXATI.
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ.
LIST OF PUBLISHED WORKS.

1-bo‘lim (2 част; 2 part)

1. M.E.Ruzmetov, A.M.Salimov, A.Raxmonov. “Paxta g‘aramida shamollatish tunnelini shakllantirish qurilmasini tadqiqi”// “O‘zbekiston to‘qimachilik muammolari”, Ilmiy-texnikaviy jurnal, TTESI, 2025 yil 2-son, - B. 66-73.
https://ttysi.uz/storage/uploads/docs/uvuOfTOBTb8y4UK0Ry9NWgDEIk1bIS695UnGeDz4.pdf

2. A.Raxmonov, M.E.Ruzmetov, T.O.Tuychiyev, B.E.Qarshiev, S.Q.To‘xtasinov. “Improved Method of Forming a Ventilation Tunnel in a Cotton Stack and its Effect on Cotton Quality Indicators”// International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 13, Issue 6, June 2026. ISSN: 2350-0328.
https://www.ijarset.com/upload/2026/june/06-behruz-06.pdf

3. A.Raxmonov, M.E.Ruzmetov, M.Xusainova. “Paxta g‘aramiga shamollatish tunnelini hosil qiluvchi qurilmaning nazariy tadqiqi”// Jizzax politexnika instituti “JizPI XABARNOMASI” ilmiy-texnikaviy jurnal, 2025 yil 4-son, - B. 111-115.
https://jizpi.uz/static/journal/JizPI%20Xabarnomasi%204-son%202025%20final%20version.pdf

4. Рахмонов А.А., Рузметов М.Э., Туйчиев Т.О. “Анализ изменения качественных показателей хлопка-сырца при формировании вентиляционных туннелей в хлопковых бунтах” // Universum: технические науки: научный журнал. – № 7(148). Часть 2, Новосибирск, Изд-во «МЦНО», 2026. – 68 с. – Текст: электронный. – URL: http://7universum.com/ru/tech/archive/category/714828.07.2026). 22-32 стр.
https://7universum.com/pdf/tech/7(148)/7(148_2).pdf

5. A.Raxmonov, M.E.Ruzmetov. “Theoretical investigation of a device for forming a tunnel in a seed-cotton bunt”// International journal of artificial intelligence. ISSN: 2692-5206, American Academic publishers, volume 05, issue 11, 2025. –P-1103-1107.
https://www.academicpublishers.org/journals/index.php/ijai/article/view/7803

6. A.Raxmonov, M.E.Ruzmetov, T.O.Tuychiyev. “Paxta g‘aramida shamollatish tunnelini shakllantirishning takomillashtirilgan usuli va uning paxta sifati ko‘rsatkichlariga ta’siri”// Namangan davlat texnika universitetining "To‘qimachilik va moda sanoatida ilm-fan va innovatsiyalar" ilmiy texnik jurnalining 2026-yil 3-soni ISSN: 3030-3788. 472-480 betlar.
https://sites.google.com/view/tmsiijournal/home

7. A.Raxmonov, M.E.Ruzmetov. “Evaluation of the effect of ventilation tunnel formation in cotton stacks on cotton fiber quality” // Bulletin of TUIT: Management and Communication Technologies. Toshkent axborot texnologiyalari universiteti. № 3s(25)2025 DOI:10.61663/253stuitmct25
https://uzjurnal.uz/2/2025/3s/index?issue=25

2-bo‘lim. (2 част; 2 part)

1. A.Raxmonov, M.E. Ruzmetov, SH.Y. Abdullayev. “Past navli paxtalarni g‘aram maydonlarida saqlash jarayonini o‘rganish”// “O‘zbekistonda yangi iqtisodiy islohotlar sharoitida paxta, to‘qimachilik, yengil sanoat va matbaa sohalari texnologiyalarining rivojlantirishning istiqbollari va muammolari” respublika miqyosidagi ilmiy – amaliy anjumani TO‘PLAMI 1-qism TTYSI 2024-yil. 195-196 bet.
https://ttysi.uz/storage/uploads/docs/wERkFcGENg5bv8iJ677fsSf3rCea7aQacWAJ6u2D.pdf

2. A.Raxmonov, M.Ruzmetov, A.Salimov, Sh.Xasanova. “Paxtani saqlash davrida sifatiga ta’sir etuvchi omillarni kamaytiruvchi qurilmalar tahlili”// “O‘zbekistonda yangi iqtisodiy islohotlar sharoitida paxta, to‘qimachilik, yengil sanoat va matbaa sohalari texnologiyalarini rivojlantirishning istiqbollari va muammolari” respublika miqyosidagi ilmiy – amaliy anjumani TO‘PLAMI 1-qism. TTYSI 2025-yil. 130-132 bet.
https://ttysi.uz/storage/uploads/docs/fRPwOavPxbFlUsTusvPxShe45S4f7S8roRQsgcfO.pdf

3. A.Raxmonov, A.Raximjonov. “Paxtani qayta ishlash va saqlashda xorijiy texnologiyalar samaradorligini taxlili”// “Xalqaro tajriba: ta’limni modernizatsiyalash sharoitida zamonaviy mashinasozlik va muhandislik yo‘nalishida yuqori malakali kadrlar tayyorlash istiqbollari” mavzusiga bag‘ishlangan xalqaro ilmiy-amaliy anjumani to‘plami 18-dekabr. TTYSI-2024-yil.
https://ttysi.uz/storage/uploads/docs/EweanhnZD38XKV3vjJ8pke8bXd7WgrzOvpkTKGgx.pdf

4. A.Raxmonov, M.E.Ruzmetov, I.R.Shamsiyev. “Namligi va iflosligi yuqori bo‘lgan paxtani g‘aramlashdan oldin tozalashni tadqiq qilish”// “O‘zbekistonda yangi iqtisodiy islohotlar sharoitida paxta, to‘qimachilik, yengil sanoat va matbaa sohalari texnologiyalarining rivojlantirishning istiqbollari va muammolari” respublika miqyosidagi ilmiy – amaliy anjumani TO‘PLAMI 1-qism TTYSI 2024-yil. 197-199 bet.
https://ttysi.uz/storage/uploads/docs/wERkFcGENg5bv8iJ677fsSf3rCea7aQacWAJ6u2D.pdf

5. A.Raxmonov, A.Raximjonov, “G‘aramlangan paxtani buzish va ishlab chiqarishga uzatish mexanizmlari tahlili”// “Xalqaro tajriba: ta’limni modernizatsiyalash sharoitida zamonaviy mashinasozlik va muhandislik yo‘nalishida yuqori malakali kadrlar tayyorlash istiqbollari” mavzusiga bag‘ishlangan xalqaro ilmiy-amaliy anjumani to‘plami 18-dekabr. TTYSI-2024-yil.
https://ttysi.uz/storage/uploads/docs/EweanhnZD38XKV3vjJ8pke8bXd7WgrzOvpkTKGgx.pdf

6. A.Raxmonov, SH. Xasanova, M.E. Ruzmetov. “Paxtani g‘aramlash jarayonida tunnel hosil qilish mexanizmlarining tahlili”// “Xalqaro tajriba: ta’limni modernizatsiyalash sharoitida zamonaviy mashinasozlik va muhandislik yo‘nalishida yuqori malakali kadrlar tayyorlash istiqbollari” mavzusiga bag‘ishlangan xalqaro ilmiy-amaliy anjumani to‘plami 18-dekabr. TTYSI-2024-yil.

https://ttysi.uz/storage/uploads/docs/EweanhnZD38XKV3vjJ8pke8bXd7WgrzOvpkTKGgx.pdf

7. A.Raxmonov, Ruzmetov M.E., Salimov A.M. “Paxta g‘aramida shamollatish tunelini shakllantirish qurilmasini takomillashtirish”// “Xalqaro tajriba: ta’limni modernizatsiyalash sharoitida zamonaviy mashinasozlik va muhandislik yo‘nalishida yuqori malakali kadrlar tayyorlash istiqbollari” Xalqaro miqyosidagi ilmiy – amaliy anjumani 5-iyun Toshkent-2025. 148-152 bet.

https://ttysi.uz/storage/uploads/docs/2fDnblE2xMEpl69ps096P6xB7Z2EOJOGUpLROX1z.pdf

8. A.Raxmonov, M.E.Ruzmetov, X.A.Gatayev. “Paxtani g‘aramlashdan oldin tozalashni amalga oshirish orqali mahsulot sifatiga salbiy ta’sirni kamaytirish”// «Sanoat texnologiyalarida innovatsion yechimlar» mavzusidagi II-Respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami 2024 yil 5 aprel. NUKUS-2024.

https://cdn.karsu.uz/uploads/Konferenciyalar/2024/0be83687-8839-42bf-a956-91b068e0c8ad.pdf

9. A.Raxmonov, M.E.Ruzmetov. “Paxtani saqlashda shamollatish tunnelini shakllantirish qurilmasining konstruktiv takomillashtirilishi”// “Barqaror rivojlanish sharoitida sanoat korxonalarining ekologik muhofazasi va mehnat xavfsizligini ta’minlash: tajriba, muammolar va istiqbollar” respublika miqyosidagi ilmiy – amaliy anjumani TO‘PLAMI I-QISM Toshkent-2026. 271-273 bet.

https://ttysi.uz/storage/uploads/docs/rVAWmkIP4l1GTxeqiA8x1EnmpSrvtdcKjqdpBDTx.pdf

10. A.Raxmonov, M.E.Ruzmetov, T.O.Tuychiyev. “Paxta g‘aramida shamollatish tunnelini shakllantirish texnologiyasini takomillashtirish” // 2026-yil 19-20 may kunlari Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat institutida “Ishlab chiqarish va qayta ishlashning innovatsion texnologiyalarini rivojlanishi sharoitida ilm-fan va soha korxonalarining integratsiyasi” mavzusidagi respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjumani. 320-323 bet.

https://ttysi.uz/storage/uploads/docs/HrORsKnWdRdG3N13aqscwtCL9KVprfD1OxogossI.pdf

11. A.Raxmonov, M.E.Ruzmetov, T.O.Tuychiyev. “Paxta g‘aramida shamollatish tunnelini ochish jarayonining chigit shikastlanishiga ta’sirini tahlili” // 2026-yil 19-20 may kunlari Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat institutida “Ishlab chiqarish va qayta ishlashning innovatsion texnologiyalarini rivojlanishi sharoitida ilm-fan va soha korxonalarining integratsiyasi” mavzusidagi respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjumani. 324-326 bet.

https://ttysi.uz/storage/uploads/docs/HrORsKnWdRdG3N13aqscwtCL9KVprfD1OxogossI.pdf

12. A.Raxmonov, M.E.Ruzmetov, T.O.Tuychiyev. “Study of an improved ventilation tunnel forming device for cotton stacks” // “Advances in research and innovation solutions” international scientific conference. June 2026. 90-100.

https://imrconf.com/index.php/ARIS/article/view/4407

13. A.Raxmonov, M.E.Ruzmetov, T.O.Tuychiyev. “Theoretical assessment of a device designed for tunnel formation in seed cotton bundles” // Global trends in science and innovation. June 2026. 142-151.
https://imrconf.com/index.php/GTSI/article/view/4405

Avtorefrat “O‘zbekiston to‘qimachilik jurnali” ilmiy-texnik jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi va o‘zbek, rus, ingliz tillaridagi matnlar mosligi (22.10.2026 yil) tekshirildi.

Bosishga ruxsat etildi: 22.10.2026 yil.
Bichimi 60x45 1/8, «Times New Roman»
Garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 3,25. Adadi: 70. Buyurtma №-__
TTYSI bosmaxonasida chop etildi.
Toshkent shahri, Shohjahon ko‘chasi, 5-uy.