

**QISHLOQ XO‘JALIGINI MEXANIZATSIYALASH ILMIY-TADQIQOT
INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.08/2025.27.12.T.13.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**QISHLOQ XO‘JALIGINI MEXANIZATSIYALASH
ILMIY-TADQIQOT INSTITUTI**

SOATOV SHAROF ANVAROVICH

**KOMBINATSIYALASHGAN DISKLI BORONA G‘ALTAKMOLASINI
TAKOMILLASHTIRISH VA PARAMETRLARINI ASOSLASH**

**05.07.01 – Qishloq xo‘jaligi va melioratsiya mashinalari. Qishloq xo‘jaligi va
melioratsiya ishlarini mexanizatsiyalash**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

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

**Оглавление автореферата диссертации доктора
философии (PhD) по техническим наукам**

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

Soatov Sharof Anvarovich

Kombinatsiyalashgan diskli borona g'altakmolasi takomillashtirish va
parametrlarini asoslash..... 3

Соатов Шароф Анварович

Усовершенствование и обоснование параметров катка комбинированной
дисковой бороны..... 19

Soatov Sharof Anvarovich

Improvement and optimization of the roller of the combined disc harrow..... 35

E'lon qilingan ishlar ro'yxati

Список опубликованных работ

List of published works..... 39

**QISHLOQ XO‘JALIGINI MEXANIZATSIYALASH ILMIY-TADQIQOT
INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.08/2025.27.12.T.13.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**QISHLOQ XO‘JALIGINI MEXANIZATSIYALASH
ILMIY-TADQIQOT INSTITUTI**

SOATOV SHAROF ANVAROVICH

**KOMBINATSIYALASHGAN DISKLI BORONA G‘ALTAKMOLASINI
TAKOMILLASHTIRISH VA PARAMETRLARINI ASOSLASH**

**05.07.01 – Qishloq xo‘jaligi va melioratsiya mashinalari. Qishloq xo‘jaligi va
melioratsiya ishlarini mexanizatsiyalash**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.2.PhD/T4728 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengashning veb sahifasi www.qxmiti.uz va "ZiyoNet" Axborot ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Ergashev Ma'rufjon Muxammadjonovich
texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori,
katta ilmiy xodim

Rasmiy opponentlar:

Nuriyev Karim Katibovich
texnika fanlari doktori, professor

Xudoyarov Anvar Nazirjonovich
texnika fanlari doktori, professor

Yetakchi tashkilot:

**Qishloq xo'jaligi texnikasi va texnologiyalarini
sertifikatlash va sinash markazi**

Dissertatsiya himoyasi Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot instituti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.08/2025.27.12.T.13.01 raqamli ilmiy kengashning 2026-yil "29" 01 soat 14⁰⁰ daqiqa majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 110800, Toshkent viloyati, Yangiyo'l tumani, Gulbahor shaharchasi, Samarqand ko'chasi, 41-uy. Tel.: (+99855) 903-14-18, e-mail: qabulxona@qxmiti.uz).

Dissertatsiya bilan Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot instituti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (815 raqami bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 110800, Toshkent viloyati, Yangiyo'l tumani, Gulbahor shaharchasi, Samarqand ko'chasi, 41-uy. Tel.: (+99855) 903-14-18, e-mail: qabulxona@qxmiti.uz.

Dissertatsiya avtoreferati 2026-yil "13" 01 kuni tarqatildi.
(2026-yil "13" 01 daqiqa №72 raqamli reestr bayonnomasi).




A. To'xtaqoziev
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
raisi, t.f.d., professor


B.P. Artikbayev
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
ilmiy kotibi, t.f.d., katta ilmiy xodim


R.R. Xudaykuliye
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
qoshidagi ilmiy seminar raisi, t.f.n., katta
ilmiy xodim

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda energiya-resurstejamkor va ish unumi yuqori bo'lgan tuproqqa ishlov berish mashinalarini ishlab chiqish va qo'llash yetakchi o'rinni egallamoqda. "Hozirda dunyo miqyosida ekishdan oldin tuproqqa ishlov beriladigan maydon 1,6 mlrd. gektarni tashkil etishi"¹ ni hisobga olsak, ish sifati va unumi yuqori hamda energiya-resurstejamkor tuproqqa ishlov berish mashina va qurilmalarni ishlab chiqish muhim vazifalardan hisoblanmoqda. Ushbu yo'nalishda rivojlangan xorijiy davlatlarda, jumladan Avstraliya, AQSh, Kanada, Germaniya, Fransiya, Rossiya, Xitoyda ma'lum yutuqlarga erishilgan bo'lib, ularda bir o'tishda tuproqni ekishga tayyorlash bo'yicha barcha texnologik jarayonlarni qo'shib bajaradigan kombinatsiyalashgan mashinalarni ishlab chiqish va qo'llashga katta e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda qishloq xo'jalik ekinlarining urug'larini ekishdan oldin dalalarni ekishga tayyorlashning resurstejamkor texnologiyalari va ularni amalga oshiradigan texnika vositalarining yangi ilmiy-texnikaviy asoslarini ishlab chiqishga yo'naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Shu jihatdan kombinatsiyalashgan mashinalarni ishlab chiqish va ularning texnologik ish jarayonlarini asoslashda resurstejamkorlikni ta'minlash bo'yicha maqsadli ilmiy izlanishlarni olib borish ustuvor yo'nalishlardan hisoblanmoqda. Bu yo'nalishda yerlarni don va takroriy ekinlarni ekishga tayyorlaydigan kombinatsiyalashgan diskli borona g'altakmolasi tuproq bilan o'zaro ta'sirlashish jarayonlarida ish sifatini kam energiya sarflagan holda agrotexnika talablari darajasida bo'lishini ta'minlaydigan parametrlarini asoslash bo'yicha maqsadli ilmiy-tadqiqot ishlarni olib borish dolzarb masalalardan hisoblanadi.

Respublikamiz qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida mehnat va energiya sarfini kamaytirish, resurslarni tejash, qishloq xo'jalik ekinlarini ilg'or texnologiyalar asosida yetishtirish hamda yuqori ish sifati va unumiga ega qishloq xo'jalik mashinalarini ishlab chiqish yuzasidan keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilib, jumladan tuproqqa ishlov berishda kam energiya sarflab, barcha texnologik jarayonlarni sifatli bajarilishini ta'minlaydigan texnika vositalarini ishlab chiqishga alohida e'tibor qaratilmoqda. O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo'ljallangan strategiyasida, jumladan, "...qishloq xo'jaligi va oziq-ovqat tarmog'ini modernizatsiyalash, diversifikatsiya qilish va barqaror o'sishini qo'llab-quvvatlash uchun xususiy investitsiya kapitali oqimini ko'paytirishni nazarda tutuvchi sohada davlat ishtirokini kamaytirish va investitsiyaviy jozibadorlikni oshirish mexanizmlarini joriy qilish, yer va suv resurslaridan oqilona foydalanish, fermer xo'jaliklarida mehnat unumdorligini oshirish, mahsulot sifatini yaxshilash"² vazifalari belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda jumladan, yerlarni ekishga

¹ <https://www.fao.org/3/i1688r/i1688r03.pdf>.

² O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 23-oktyabrda PF-5853-son "O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo'ljallangan strategiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi Farmoni.

tayyorlash bo'yicha barcha texnologik jarayonlar(tuproqni yumshatish, dalaning yuza qismini tekislash, zichlash va dala yuzasida mayin tuproq qatlamini hosil qilish)ni qo'shib bajaradigan kombinatsiyalashgan mashina ishchi qismlarining talablar darajasidagi ish sifatini kam energiya sarflagan holda ta'minlaydigan parametrlarini asoslash muhim masalalardan hisoblanadi.

Ushbu dissertatsiya tadqiqoti O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 23-oktyabrdagi PF-5853-son "O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo'ljallangan strategiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi, 2021-yil 3-fevraldagi PF-6159-son "Qishloq xo'jaligida bilim va innovatsiyalar tizimi hamda zamonaviy xizmatlar ko'rsatishni yanada rivojlantirish to'g'risida"gi, 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi Farmonlari, 2019-yil 31-iyuldagi PQ-4410 son "Qishloq xo'jaligi mashinasozligini jadal rivojlantirish, agrar sektorni qishloq xo'jalik texnikalari bilan ta'minlashni davlat tomonidan qo'llab quvvatlashga oid chora-tadbirlar to'g'risida"gi hamda O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019-yil 18-yanvardagi 45-son "Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash sohasida ilmiy-tadqiqotlarni amalga oshirish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Qarorlari va mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni bajarishda muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining II. "Energetika, energiya va resurstejamkorlik" ustuvor yo'nalishi doirasida bajarilgan.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Alohida va kombinatsiyalashgan tuproqqa ishlov berish mashinalari tarkibida qo'llaniladigan g'altakmolalarni yaratish va qo'llash, ularning ratsional parametrlarini asoslash va ish ko'rsatkichlarini oshirish bo'yicha xorijda V.P.Marmalyukov, Yu.I.Kuznesov, A.A.Vilde, N.K.Mazitov, F.M.Kanaryov, Yu.I. Mityashin, N.V.Chaychis va boshqalar shug'ullanishgan.

Ushbu yo'nalishda mamlakatimizda S.Aminov, I.Z.Nosirov, I.A.Inoyatov, I.T.Ergashev, A.O.Xadji-Murodov, A.D.Nuriddinov, O'.P.Boboyev, M.M.Ergashev, D.K.Muqimova, M.T.Mamarasulova, G.Q.Eshmatova va boshqalar tomonidan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilgan.

Mazkur tadqiqotlar natijalari bo'yicha ishlab chiqilgan mashina va qurilmalar qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida muayyan ijobiy natijalarga erishilgan holda qo'llanilib kelinmoqda. Ammo, bu tadqiqotlarda don va takroriy ekinlarni ekish uchun yerlarni tayyorlashda hamda serkesak yerlarga ekish oldidan ishlov berishda qo'llaniladigan kombinatsiyalashgan diskli borona g'altakmolasi takomillashtirish va parametrlarini asoslash masalalari yetarli darajada o'rganilmagan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot institutining ilmiy-tadqiqotlar rejasi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi kombinatsiyalashgan diskli borona g'altakmolasi

takomillashtirish va parametrlarini asoslash orqali yerlarni don va takroriy ekinlarni ekishga tayyorlashda ish sifati va unumini oshirish hamda energiya sarfini kamaytirishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

yerlarni don va takroriy ekinlarni ekishga tayyorlashda qo'llaniladigan texnologiyalar va texnik vositalarning hamda ular bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotlarning tahlili;

kombinatsiyalashgan diskli boronani takomillashtirilgan g'altakmolasiining konstruktiv sxemasini ishlab chiqish va uning ish jarayonini tadqiq etish;

takomillashtirilgan g'altakmolaning tuproq bilan o'zaro ta'sirlashish jarayonini ifodalaydigan va parametrlarini aniqlash imkonini beradigan matematik modellar hamda analitik ifodalarni keltirib chiqarish;

takomillashtirilgan g'altakmolaning ish ko'rsatkichlarini uning parametrlari va agregat harakat tezligiga bog'liq ravishda o'zgarish qonuniyatlarini o'rganish hamda ularni ifodalovchi regressiya tenglamalarini olish;

takomillashtirilgan g'altakmola parametrlarining ratsional qiymatlarini asoslash;

tavsiya etilayotgan parametrlarga ega bo'lgan takomillashtirilgan g'altakmola bilan jihozlangan kombinatsiyalashgan diskli boronaning tajriba nusxasini tayyorlash, uning agrotexnik hamda energetik ish ko'rsatkichlarini o'rganish va iqtisodiy samaradorligini aniqlash.

Tadqiqotning obyekti. Tuproqning takroriy ekinlarni ekishga tayyorlash davridagi fizik-mexanik xossalari, kombinatsiyalashgan diskli boronaning takomillashtirilgan g'altakmolasi va uning tuproq bilan ta'sirlashish jarayoni.

Tadqiqotning predmeti. Kombinatsiyalashgan diskli borona takomillashtirilgan g'altakmolasiining tuproq bilan o'zaro ta'sirlashish jarayonini ifodalovchi analitik bog'lanishlar va matematik modellar hamda takomillashtirilgan g'altakmolaning agrotexnik va energetik ish ko'rsatkichlarini uning parametrlari va agregat harakat tezligiga bog'liq ravishda o'zgarish qonuniyatlari.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot jarayonida nazariy mexanika va matematik statistikaning qonun va qoidalari, eksperimentlarni matematik rejalashtirish hamda tenzometriya usullari va mavjud me'yoriy hujjatlarda (ГОСТ 20915-11, О'zDSt 3412:2019, О'zDSt 3193:2017, ПД Y3 63.03-98) keltirilgan usullardan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

kombinatsiyalashgan diskli borona takomillashtirilgan g'altakmolasiining konstruktiv sxemasi va texnologik ish jarayoni uning diskli yumshatkichlari va tekislagichi tomonidan ishlov berilgan qatlam yuzasi talab darajasida zichlanishi va unda mayin tuproq qatlami hosil qilinishi hisobga olinib ishlab chiqilgan;

g'altakmola katta va kichik plankalari ta'siri ostidagi tuproqning deformatsiyalanish kattaligi ularning radiusi, plankalar qalinligi, ishlov berish chuqurligi hamda g'altakmolaning sirpanish koeffitsientini hisobga olgan holda aniqlangan;

takomillashtirilgan g'altakmolaga beriladigan tik yuklanish uning katta va kichik plankalari tuproqqa to'liq botib ishlashi shartidan kelib chiqib asoslangan;

takomillashtirilgan g'altakmolaning diametri, katta va kichik plankalari soni,

unga beriladigan solishtirma tik yuklanish va agregat harakat tezligi uning agrotexnik va energetik ish ko'rsatkichlarini baholovchi regressiya tenglamalarini birgalikda yechish orqali aniqlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

asoslangan parametrlarga ega bo'lgan takomillashtirilgan g'altakmola bilan jihozlangan kombinatsiyalashgan diskli borona ishlab chiqilgan;

ishlab chiqilgan takomillashtirilgan g'altakmola bilan jihozlangan kombinatsiyalashgan diskli borona qo'llanilganda daladan bir o'tishda tuproqni ekishga tayyorlash bo'yicha barcha texnologik jarayonlarni qo'shib bajarishi hisobiga moddiy xarajatlar hamda mehnat sarfini kamayishi va ish unumini oshishiga erishilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi izlanishlarning samarali usul va o'lchash vositalaridan foydalangan holda o'tkazilganligi, kombinatsiyalashgan diskli borona g'altakmolasiining parametrlarini nazariy jihatdan asoslashda oliy matematika, nazariy mexanikaning asosiy qonun va qoidalariga amal qilinganligi, tajriba natijalariga matematik statistika usullari bilan ishlov berilganligi, nazariy va tajribaviy tadqiqotlar natijalarining o'zaro mosligi, bajarilgan tadqiqotlar asosida ishlab chiqilgan takomillashtirilgan g'altakmola bilan jihozlangan kombinatsiyalashgan diskli borona dala sinovlarining ijobiy natijalari va amaliyotga joriy etilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqotlar natijasida keltirib chiqarilgan matematik modellar hamda analitik bog'lanishlar takomillashtirilgan g'altakmolaning parametrlarini aniqlashga asos bo'lganligi hamda ulardan shunga o'xshash qurilma ish organlarining parametrlarini asoslashda foydalanish imkoniyatining mavjudligi tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyatini belgilaydi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati asoslangan parametrlarga ega takomillashtirilgan g'altakmola bilan jihozlangan kombinatsiyalashgan diskli borona qo'llanilganda barcha texnologik jarayonlar qo'shib bajarilishi hisobiga foydalanish harajatlari va mehnat sarfi kamayishiga erishilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Kombinatsiyalashgan diskli borona g'altakmolasiini takomillashtirish va parametrlarini asoslash bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

tavsiya etilayotgan takomillashtirilgan g'altakmola bilan jihozlangan kombinatsiyalashgan diskli boronaga O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi "Intellektual mulk markazi" davlat muassasining "Tuproqqa ishlov beradigan diskli qurol", FAP 2436 raqamli foydali modelga patenti olingan. Natijada daladan bir o'tishda tuproqni ekishga tayyorlash bo'yicha barcha texnologik jarayonlarni qo'shib bajarish imkonini beradigan kombinatsiyalashgan diskli borona yaratilgan;

tavsiya etilayotgan takomillashtirilgan g'altakmola bilan jihozlangan kombinatsiyalashgan diskli borona Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot instituti tajriba xo'jaligi va Toshkent viloyati Oqqo'rg'on tumani "ABDUMANNOP PRIMQULOV" va "BEK" fermer xo'jaliklarida joriy etilgan

(O'zbekiston Respublikasi Qishloq xo'jaligi vazirligi huzuridagi Qishloq xo'jaligida bilim va innovatsiyalar milliy markazining 2025-yil 10-maydagi 05/01-05/02-05/04-03-174-son ma'lumotnomasi). Natijada yerlarga ekish oldidan ishlov berishda umumiy harajatlarda 2,83 foizga, mehnat sarfi esa 2,70 foizga kamaygan;

kombinatsiyalashgan diskli boronaning sanoat nusxalarini ishlab chiqish va tayyorlash uchun uning loyiha-konstruktorlik hujjatlari (dastlabki talablar, texnik topshiriq va chizmalar) "AGRIXIM" MChJ da loyihalash jarayoniga joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi Qishloq xo'jaligi vazirligi huzuridagi Qishloq xo'jaligida bilim va innovatsiyalar milliy markazining 2025-yil 10-maydagi 05/01-05/02-05/04-03-174-son ma'lumotnomasi). Natijada asoslangan parametrlarga ega bo'lgan takomillashtirilgan g'altakmola bilan jihozlangan kombinatsiyalashgan diskli boronani ishlab chiqarish imkonini yaratilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatyasi. Tadqiqot natijalari 4 ta xalqaro va 2 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 9 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 3 ta maqola, jumladan, 2 tasi respublika va 1 tasi xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, umumiy xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya hajmi 104 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida ilmiy-tadqiqot ishining dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqot maqsadi va vazifalari, obyekti va predmeti tavsiflangan, respublika fan va texnologiyalari taraqqiyotining ustuvor yo'nalishlariga mosligi hamda ilmiy-tadqiqot ishining dissertatsiya amalga oshirilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot rejalariga bog'liqligi ko'rsatilgan, tadqiqot ishining ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon etilgan, olingan natijalarning nazariy va amaliy ahamiyati keltirilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy etilganligi, ishning aprobatyasi natijalari, e'lon qilingan ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

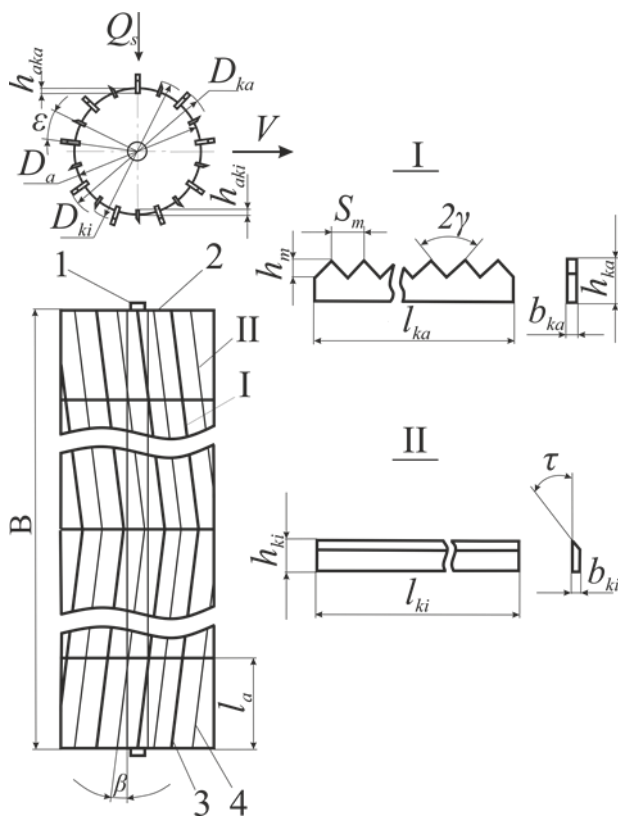
Dissertatsiyaning **"Masalaning qo'yilishi, tadqiqotning maqsad va vazifalari"** deb nomlangan birinchi bobida Respublikamiz sharoitida don va takroriy ekinlar urug'larini ekish oldidan yerlarga ishlov berish texnologiyalari, diskli ish organlari asosida tuzilgan kombinatsiyalashgan mashinalar, tuproqqa ishlov berish agregatlari tarkibida va mustaqil vosita sifatida foydalaniladigan g'altakmolalar bo'yicha bajarilgan ilmiy-tadqiqot ishlari tahlil etilgan va ular asosida tadqiqotning vazifalari shakllantirilgan.

Dissertatsiyaning **"Takomillashtirilgan g'altakmolaning parametrlarini asoslash bo'yicha o'tkazilgan nazariy tadqiqotlarning natijalari"** deb nomlangan ikkinchi bobida kombinatsiyalashgan diskli borona g'altakmolasi takomillashtirish va parametrlarini asoslashga doir o'tkazilgan nazariy tadqiqotlar natijalari keltirilgan.

O'tkazilgan ilmiy-texnik adabiyotlar tahlili hamda olib borilgan izlanishlar asosida kombinatsiyalashgan diskli borona takomillashtirilgan g'altakmolasi konstruktiv sxemasi ishlab chiqildi. Takomillashtirilgan g'altakmola o'q 1, unga mahkamlangan asoslar 2 va ularga navbatma-navbat o'rnatilgan balandligi bo'yicha katta 3 va kichik 4 (keyingi o'rinlarda katta va kichik) plankalardan tashkil topgan. Katta plankalarning ishchi qismi kesilib, uchburchak ko'rinishidagi tishlar hosil qilingan, kichik plankalarning ishchi qismi bir tomonlama o'tkirlangan (1-rasm).

Ish jarayonida takomillashtirilgan g'altakmolaga o'rnatilgan uzun va kalta plankalar yo'lida uchraydigan kesaklarni maydalashi hisobiga ishlov berilgan qatlamning yuza qismini tekislaydi, zichlaydi va dala yuzasida mayin tuproq qatlamini hosil qiladi.

Quyidagilar takomillashtirilgan g'altakmolaning asosiy parametrlari

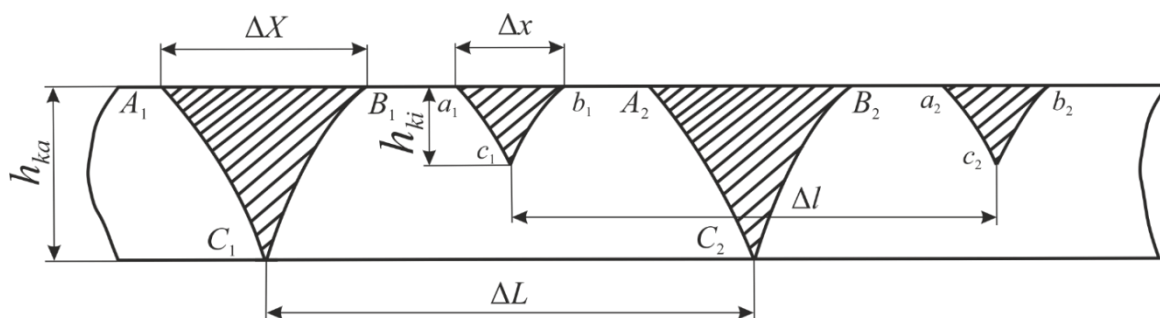


1-rasm. Kombinatsiyalashgan diskli borona takomillashtirilgan g'altakmolasi konstruktiv sxemasi va asosiy parametrlari

hisoblanadi: D_{ka} – takomillashtirilgan g'altakmolaning katta plankalar bo'yicha diametri, m; D_{ki} – takomillashtirilgan g'altakmolaning kichik plankalar bo'yicha diametri, m; Z – takomillashtirilgan g'altakmolaga o'rnatilgan plankalar soni; l_{ka} , l_{ki} – katta va kichik plankalarning uzunliklari, m; β_{ka} , β_{ki} – katta va kichik plankalarni g'altakmolaning aylanish o'qiga nisbatan o'rnatilish burchagi, °; h_{ka} , h_{ki} – katta va kichik plankalarning balandliklari, m; h_{aka} , h_{aki} – katta va kichik plankalarni g'altakmolaning asoslariga kirib turadigan qismlarining balandliklari, m; h_m – katta plankalar tishlarining balandligi, m; b_{ka} , b_{ki} – katta va kichik plankalarning qalinligi, m; γ – katta plankalarning tishlari orasidagi burchak, °; S_m – katta plankalar tishlarining qadami, m; D_a – g'altakmola asoslarining

diametri, m; b_a – g'altakmola asoslarining qalinligi, m; l_a – g'altakmolaning asoslari orasidagi masofa, m; τ – kichik plankalar ishchi qismining o'tkirlanish burchagi, °; B – g'altakmolaning qamrash kengligi, m; Q_c – g'altakmolaga beriladigan tik yuklanish, N; V – agregat harakat tezligi, m/s.

Ish jarayonida takomillashtirilgan g'altakmolaning katta va kichik plankalari tuproqqa belgilangan h_{ka} va h_{ki} chuqurliklarga botib, mos ravishda $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$, $A_3B_3C_3$, ..., $A_nB_nC_n$ va $a_1b_1c_1$, $a_2b_2c_2$, $a_3b_3c_3$, ..., $a_nb_nc_n$ zonalarga ishlov beradi (2-rasm). Bunda ishlov beriladigan zonalarining kengligi mos ravishda ΔX va Δx , ular orasidagi bo'ylama masofalar esa ΔL va Δl bo'ladi.



2-rasm. Takomillashtirilgan g'altakmolaning katta va kichik plankalari tomonidan ishlov berilgan qatlamning bo'yлама profili

2-rasmda keltirilgan sxemadan foydalanib takomillashtirilgan g'altakmolaning katta plankasi ta'siri ostida tuproqning deformatsiyanish kattaligi ΔX ni aniqlash uchun quyidagi ifoda olindi

$$\Delta X = R_{ka} \left[\frac{1}{1 - K_s} \left\{ \pi - 2 \arcsin \left(1 - \frac{h_{ka}}{R_{ka}} \right) \right\} - 2 \cos \arcsin \left(1 - \frac{h_{ka}}{R_{ka}} \right) \right] + b_{ka}, \quad (1)$$

bunda R_{ka} – takomillashtirilgan g'altakmolaning katta plankalari bo'yicha radiusi, m; K_s – g'altakmolaning sirpanish ko'effitsienti.

(1) ifoda takomillashtirilgan g'altakmolaning kichik plankasi uchun quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\Delta x = R_{ki} \left[\frac{1}{1 - K_s} \left\{ \pi - 2 \arcsin \left(1 - \frac{h_{ki}}{R_{ki}} \right) \right\} - 2 \cos \arcsin \left(1 - \frac{h_{ki}}{R_{ki}} \right) \right] + b_{ki}. \quad (2)$$

bunda R_{ki} – takomillashtirilgan g'altakmolaning kichik plankalari bo'yicha radiusi, m.

(1) va (2) ifodalarning tahlilidan ko'rinib turibdiki, tuproqning katta va kichik plankalari ta'siri ostidagi deformatsiyanish kattaligi ularning radiusi, ishlov berish chuqurligi hamda g'altakmolaning sirpanish ko'effitsienti va plankalarning qalinligiga bog'liq.

Takomillashtirilgan g'altakmolaning katta plankalar bo'yicha diametri g'altakmola yo'lida uchraydigan kesaklarni bosib o'tib ketishi shartidan keltirib chiqarilgan quyidagi ifoda bo'yicha aniqlandi

$$D_{ka} \geq \frac{d_k [1 + \cos(\varphi_1 + \varphi_2)] + 2h_{ka}}{1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)}, \quad (3)$$

bunda d_k – g'altakmolaning yo'lida uchraydigan kesaklarning diametri, m; φ_1, φ_2 – mos ravishda tuproqning tashqi va ichki ishqalanish burchaklari, °.

Takomillashtirilgan g'altakmolaning kichik plankalar bo'yicha diametri D_{ka} ning ma'lum qiymat asosida quyidagi ifoda bo'yicha aniqlandi

$$D_{ki} \geq \frac{d_k [1 + \cos(\varphi_1 + \varphi_2)] + 2h_{ka}}{1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)} - 2(h_{ka} - h_{ki}). \quad (4)$$

Takomillashtirilgan g'altakmolaga o'rnatiladigan katta va kichik plankalar soni ular tomonidan dala yuzasiga to'liq ishlov berilishi ta'minlanishi shartidan quyidagi tengsizlik bo'yicha aniqlandi

$$Z \geq 2\pi R_{ka} (1 + K_s) / \left\{ R_{ka} \left[\frac{\pi - 2 \arcsin \left(1 - \frac{h_{ka}}{R_{ka}} \right)}{1 - K_s} - 2 \cos \arcsin \left(1 - \frac{h_{ka}}{R_{ka}} \right) \right] + \right. \\ \left. + (b_{ka} + b_{ki}) + R_{ki} \left[\frac{\pi - 2 \arcsin \left(1 - \frac{h_{ki}}{R_{ki}} \right)}{1 - K_s} - 2 \cos \arcsin \left(1 - \frac{h_{ki}}{R_{ki}} \right) \right] \right\}. \quad (5)$$

G'altakmola plankalarining asoslari bo'yicha uzunligi quyidagi ifoda bo'yicha aniqlandi

$$l_{ka} = l_{ki} = B \left(n \frac{l_a}{\cos \beta} \right), \quad (6)$$

bunda $n = \frac{B + l_a}{Bl_a}$ – g'altakmolaning 1 m qamrash kengligiga to'g'ri keladigan asoslari soni, dona/m.

G'altakmola asoslarining diametri 1-rasmdagi sxemaga asosan quyidagi ifoda bo'yicha aniqlandi

$$D_a = \frac{d_k [1 + \cos(\varphi_1 + \varphi_2)] + 2h_{ka}}{1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)} - 2(h_{ka} - h_{aka}). \quad (7)$$

$d_k=0,1$ m, $\varphi_2=30^\circ$, $\varphi_1=40^\circ$, $h_{ka}=0,05$ m, $h_{ki}=0,03$ m, $K_c=0,1$, $b_{ka}=b_{ki}=0,01$ m, $h_{aka}=0,01$ m, $B=3$ m, $n=4$ dona/m, $l_a=0,25$ m, $\beta_u = \beta_k = \beta = 20^\circ$ qabul qilinib (3)-(7) ifodalar bo'yicha hisoblashlar g'altakmolaning katta plankalar bo'yicha diametri kamida 36 cm, kichik plankalar bo'yicha diametri kamida 32 cm, unga o'rnatiladigan plankalar soni kamida 9 dona, ularning asoslar bo'yicha uzunligi 323 cm, g'altakmola asosini diametri kamida 28 cm bo'lishi lozimligini ko'rsatdi.

Takomillashtirilgan g'altakmolaga beriladigan solishtirma tik yuklanish quyidagi ifoda bo'yicha aniqlandi

$$Q_c = q_s (1 + K_v V^2) \left\{ \left[h_0 b_{ka} + (h_0 - h_{ka} + h_{ki}) b_{ki} \cos \frac{180^\circ}{Z_{ka}} \right] b_{ka} + \right. \\ \left. + b_a (R_{ka} - h_{ka} + h_{aka}) \left[\sqrt{2(R_{ka} - h_{ka} + h_{aka})(h_0 - h_{ka} + h_{aka}) - (h_0 - h_{ka} + h_{aka})^2} - \right. \right. \\ \left. \left. - (R_{ka} - h_{ka} + h_{aka}) \arcsin \frac{\sqrt{2(R_{ka} - h_{ka} + h_{aka})(h_0 - h_{ka} + h_{aka}) - (h_0 - h_{ka} + h_{aka})^2}}{R_{ka} - h_{ka} + h_{aka}} \right] n \right\}, \quad (8)$$

bunda q_s – tuproqning statik hajmiy ezilish koeffitsienti, N/m³; K_v – proportionallik koeffitsienti, s²/m²; V – agregat harakat tezligi, m/s; h_0 – g'altakmola katta plankasining tuproqqa botish chuqurligi, m.

$q_s=2 \cdot 10^6 \text{ N/m}^3$, $K_v=0,01 \text{ s}^2/\text{m}^2$, $V=1,7-2,5 \text{ m/s}$ $h_0=0,05 \text{ m}$, $b_a=0,006 \text{ m}$, $|h_{aka}|=0,01 \text{ m}$ qabul qilinib, (8) ifoda bo'yicha o'tkazilgan hisoblar g'altakmolaning har bir metr qamrash kengligiga beriladigan tik yuklanish $1,50-1,55 \text{ kN/m}$ oralig'ida bo'lishi lozimligini ko'rsatdi.

G'altakmolaning tortishga solishtirma qarshiligi quyidagi ifoda bo'yicha aniqlandi

$$R_{g'} = \frac{1}{2} q_s K_p (1 + K_v V^2) h_0^2 \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right)^2, \quad (9)$$

bunda K_p – plankalarning g'altakmolaning tortishga qarshiligiga ta'sirini hisobga oladigan koeffitsient; ρ_0 – tuproqning g'altakmola o'tmasdan oldingi zichligi, kg/m^3 ; ρ – tuproqning g'altakmola o'tgandan keyingi zichligi, kg/m^3 .

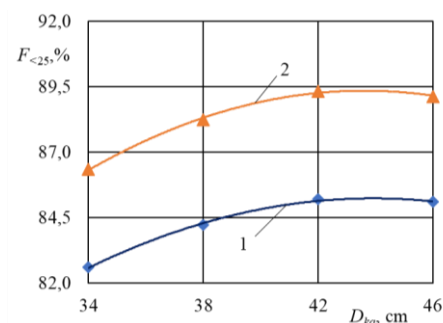
$K_p=1,2$, $\rho_0=1000 \text{ kg/m}^3$ va $\rho=1200 \text{ kg/m}^3$ qabul qilib, (9) ifoda bo'yicha o'tkazilgan hisoblar $1,7-2,5 \text{ m/s}$ harakat tezligida takomillashtirilgan g'altakmolaning har bir metr qamrash kengligiga to'g'ri keladigan tortishga qarshiligi $0,50-0,51 \text{ kN/m}$ ni tashkil etishini ko'rsatadi.

Dissertatsiyaning **“Takomillashtirilgan g'altakmola parametrlarini uning ish ko'rsatkichlariga ta'sirini o'rganish bo'yicha tajribaviy tadqiqotlarning natijalari”** deb nomlangan uchinchi bobida takomillashtirilgan g'altakmolaning katta plankalari bo'yicha diametri, g'altakmolaga o'rnatiladigan katta va kichik plankalar soni, g'altakmolaning kichik plankalari balandligini hamda takomillashtirilgan g'altakmolaga beriladigan solishtirma tik bosim kuchini uning ish ko'rsatkichlariga ta'sirini o'rganish bo'yicha o'tkazilgan bir va ko'p omilli tajribalarning natijalari keltirilgan.

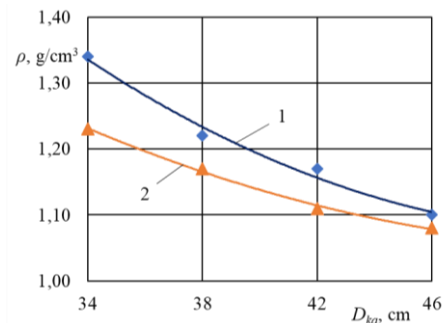
Takomillashtirilgan g'altakmolaning katta plankalari bo'yicha diametrini uning ish ko'rsatkichlariga ta'sirini o'rganish bo'yicha o'tkazilgan tajribalarda olingan natijalar 3-rasmda keltirilgan. O'tkazilgan tajribalar natijalarining tahlili shuni ko'rsatadiki, takomillashtirilgan g'altakmolaning katta plankalari bo'yicha diametri 34 cm dan 42 cm gacha ortganda har ikkala tezliklarda tuproqdagi o'lchami 25 mm dan kichik bo'lgan fraksiyalar miqdori ortgan, o'lchami 50 mm dan katta bo'lgan fraksiyalar miqdori esa kamaygan. Bu tuproq bilan g'altakmola plankalarining o'zaro ta'sirlashish jarayoni faollashganligi, ya'ni g'altakmola yo'lida uchragan kesaklarga tiqilmasdan ular ustidan bosib o'tib ketishi sababli yuz bergan. Katta plankalari bo'yicha diametr 42 cm dan 46 cm ga ortganda esa g'altakmolaning tuproqqa ishlov berish sifati biroz pasaygan. Bu diametr ortishi bilan g'altakmolaning plankalari orasidagi masofalar ortib, ularning tuproqqa ta'siri kamayishi hisobiga yuz bergan.

Tuproqning zichligi va tortishga solishtirma qarshiligi g'altakmolaning katta plankalari bo'yicha diametrini 34 cm dan 46 cm gacha ortishi bilan kamaygan. Buni shu bilan izohlash mumkinki, diametr ortishi bilan plankalar orasidagi masofa va g'altakmolaning tuproqqa ta'sir zonasi ortadi. Natijada u tomonidan tuproqqa beriladigan bosim kamayadi va g'altakmola tuproqqa yaxshi botmaydi.

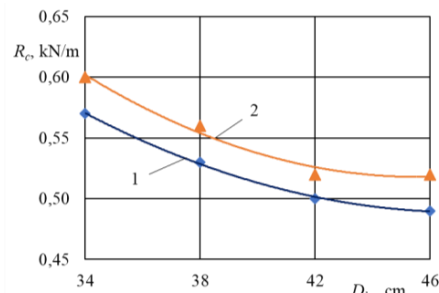
Ish tezligini 6 km/h dan 9 km/h gacha ortishi bilan tuproq zichligining kamayishi va tortishga solishtirma qarshilikning ortishi tuproq tomonidan g'altakmolaga ta'sir etuvchi qarshilik kuchlarini ortishi hamda g'altakmola plankalarini tuproq bilan ta'sirlashish vaqti kamayishi hisobiga yuz bergan.



a)



b)

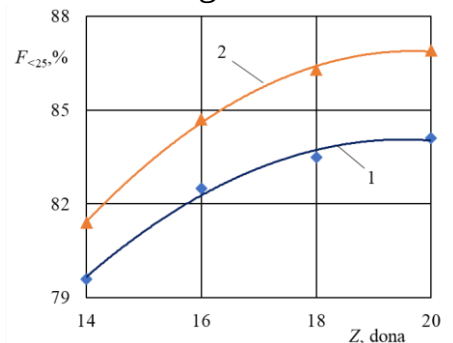


v)

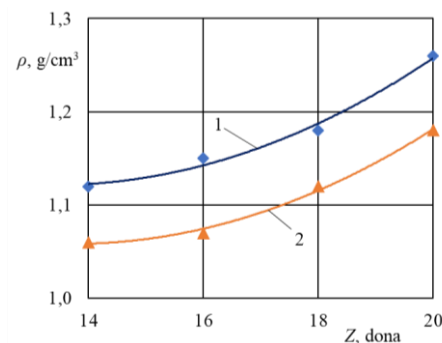
1) $V=6 \text{ km/h}$; 2) $V=9 \text{ km/h}$

3-rasm. Tuproqning uvalanish darajasi (a), zichligi (b) va g'altakmolaning tortishga solishtirma qarshiligi (v) ni uning katta plankalari bo'yicha diametriga bog'liq ravishda o'zgarishi

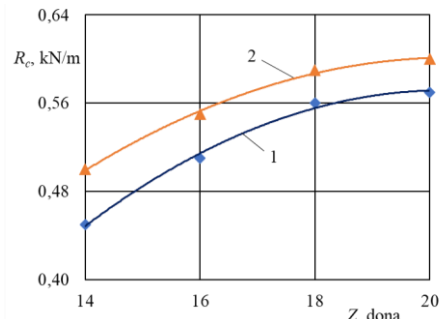
G'altakmolaga o'rnatiladigan katta va kichik plankalar sonini uning ish ko'rsatkichlariga ta'sirini aniqlash bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotlarning natijalari 4-rasmda keltirilgan.



a)



b)



v)

1) $V=6 \text{ km/h}$; 2) $V=9 \text{ km/h}$

4-rasm. Tuproqning uvalanish darajasi (a), zichligi (b) va g'altakmolaning tortishga solishtirma qarshiligi (v) ni uning plankalar soniga bog'liq ravishda o'zgarishi

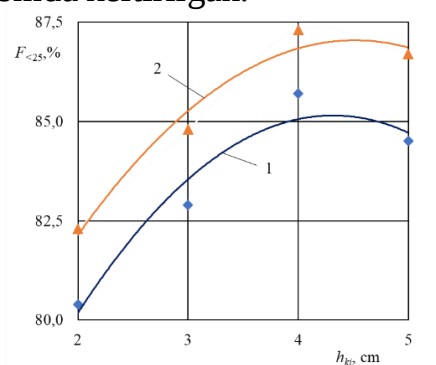
Ushbu keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, g'altakmolaga

oʻrnatiladigan katta va kichik plankalar soni 14 donadan 20 donagacha ortishi bilan har ikkala tezlikda ham tuproqning uvalanish darajasi yaxshilangan. Buning sababi shundaki, gʻaltakmolaga oʻrnatiladigan katta va kichik plankalar soni ortishi bilan ularning tuproqqa taʼsir etish darajasi ortadi, natijada kesaklarning yaxshi uvalanishi taʼminlanadi.

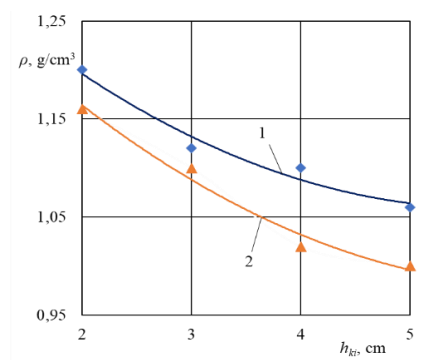
Gʻaltakmolaning umumiy plankalari soni 14 tadan 20 ta gacha ortishi bilan yuqoridagi koʻrsatilgan sabablar tufayli tuproqning zichligi va tortishga solishtirma qarshilik ortgan.

Bu yerda agregat tezligini 6 km/h dan 9 km/h gacha ortishi tuproqning uvalanish sifatini yaxshilanishiga va tortishga qarshilikni ortishiga olib kelgan. Buni tezlik ortishi bilan katta va kichik plankalarning tuproq boʻlaklariga zarbalari hamda tuproq tomonidan ularga taʼsir etuvchi qarshilik kuchlarini ortishi bilan izohlash mumkin.

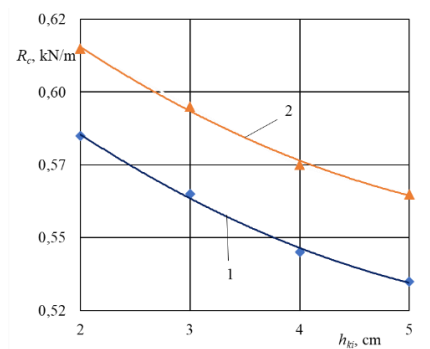
Takomillashtirilgan gʻaltakmolaning kichik plankalari balandligini uning ish koʻrsatkichlariga taʼsirini aniqlash boʻyicha oʻtkazilgan tadqiqotlarning natijalari 5-rasmda keltirilgan.



a)



b)



v)

1) $V=6 \text{ km/h}$; 2) $V=9 \text{ km/h}$

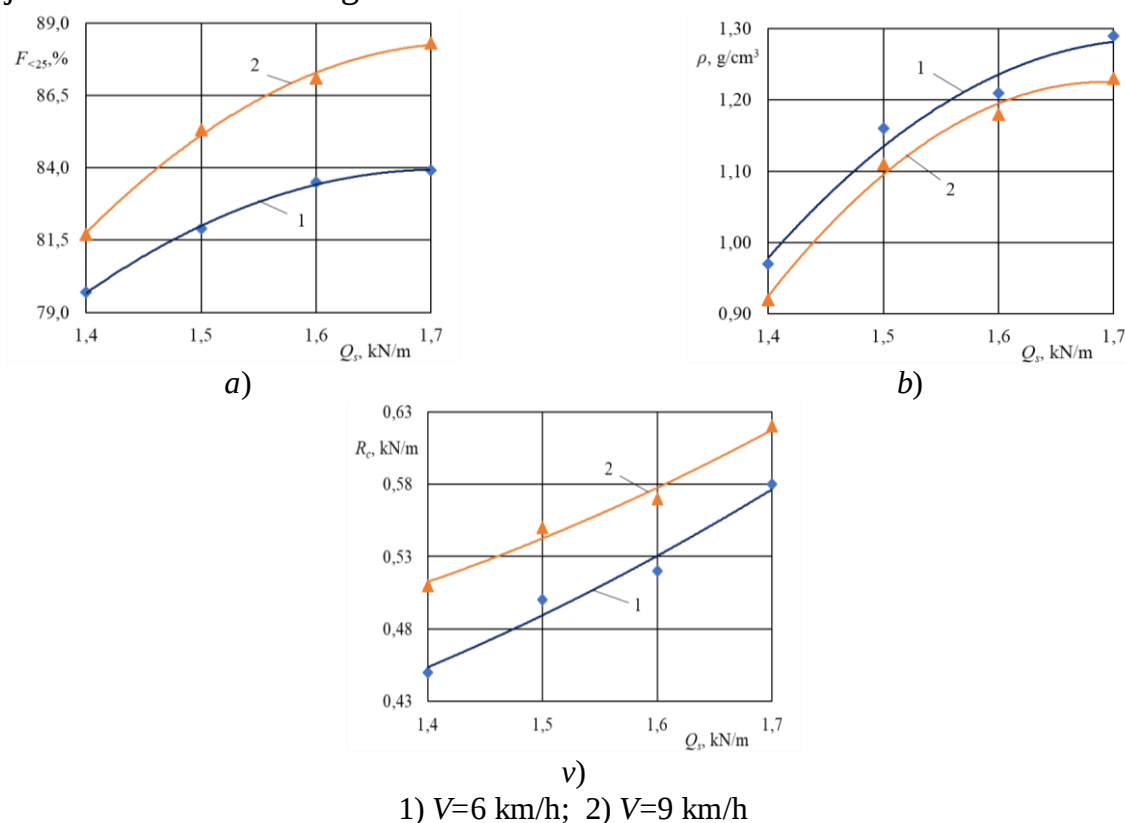
5-rasm. Tuproqni uvalanish darajasi (a), zichligi (b) va gʻaltakmolaning tortishga qarshiligi (v) ni kichik plankaning balandligiga bogʻliq ravishda oʻzgarishi

Ularning tahlili shuni koʻrsatadiki, har ikkala harakat tezligida ham gʻaltakmola kichik plankasining balandligini 2 cm dan 4 cm gacha ortishi tuproqning uvalanish sifatini yaxshilanishiga olib kelgan. 4 cm dan 5 cm gacha ortganda esa tuproqning uvalanish sifati yomonlashgan. Gʻaltakmola kichik plankasining balandligi 2 cm dan 5 cm gacha ortganda tuproqning zichligi va gʻaltakmolaning tortishga solishtirma qarshiligi kamaygan.

Gʻaltakmola kichik plankasining balandligini 2 cm dan 4 cm gacha oʻzgarishi

bilan tuproqning uvalanish sifatini yaxshilanishini plankalarni tuproqqa ta'siri ortishi va faollashganligi bilan, bu balandlikni 4-5 cm oralig'ida tuproqning uvalanish sifati, uning zichligi va tortishga solishtirma qarshilikni kamayishini balandlik ortganda g'altakmola plankalari orasiga kesaklarni tiqilib qolishi, natijada u tomonidan tuproqqa beriladigan bosimni kamayishi va g'altakmolani tuproqqa yaxshi botmasligi bilan izohlash mumkin.

Takomillashtirilgan g'altakmolaga beriladigan solishtirma tik bosim kuchini uning ish ko'rsatkichlariga ta'sirini aniqlash bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotlarning natijalari 6-rasmda keltirilgan.



6-rasm. Tuproqni uvalanish darajasi (a), zichligi (b) va g'altakmolaning tortishga qarshiligi (v) ni unga beriladigan tik yuklanish (Q_s) ga bog'liq ravishda o'zgarishi

Ulardan ko'rinib turibdiki g'altakmolaga beriladigan solishtirma tik yuklanish 1,4 kN/m dan 1,7 kN/m gacha oshirilganda 6 va 9 km/h harakat tezliklarida tuproqning uvalanish darajasi ortgan. Buni tik bosim kuchi ortishi bilan g'altakmola plankalarini tuproqqa yaxshi botib, uni ezish darajasini ortishi va natijada tuproq yaxshi uvalanishi bilan izohlash mumkin. Yuqorida ta'kidlanganidek g'altakmolaga beriladigan solishtirma tik bosim kuchi ortishi bilan katta va kichik plankalarning tuproqqa ta'siri ortishi tufayli uning zichligi va tortishga solishtirma qarshilik ortgan.

Eksperimentlarni matematik rejalashtirish usuli bilan takomillashtirilgan g'altakmolaning parametrlarini maqbullashtirish maqsadida Xartli-5 rejasi bo'yicha ko'p omilli tajribalar o'tkazildi.

Bunda g'altakmolaning katta plankalari bo'yicha diametri (X_1), katta va kichik plankalar soni (X_2), g'altakmola kichik plankasining balandligi (X_3), g'altakmolaga beriladigan solishtirma tik yuklanish (X_4), agregat harakat tezligi

(X_5) uning ish ko'rsatkichlariga eng katta ta'sir ko'rsatadigan omillar sifatida qabul qilindi.

Ko'p omilli eksperimentlarni o'tkazishda baholash mezonni sifatida tuproqning zichligi va uvalanish darajasi hamda takomillashtirilgan g'altakmolaning tortishga solishtirma qarshiligi qabul qilindi.

Tajriba natijalariga ishlov berilib, baholash mezonlarini adekvat ifodalovchi quyidagi regressiya tenglamalari olindi:

tuproqning zichligi bo'yicha, (g/cm^3):

$$Y_1 = 1,147 - 0,046X_1 + 0,052X_2 - 0,056X_3 + 0,119X_4 - 0,020X_5 + 0,012X_1^2 - 0,061X_1X_2 + 0,006X_1X_3 - 0,006X_1X_4 + 0,009X_1X_5 + 0,017X_2^2 - 0,009X_2X_3 + 0,017X_2X_4 - 0,006X_2X_5 + 0,012X_3^2 - 0,005X_3X_4 + 0,006X_3X_5 - 0,063X_4^2 - 0,005X_4X_5 + 0,017X_5^2; \quad (10)$$

tuproqning uvalanish darajasi bo'yicha, (%):

$$Y_2 = 83,674 + 0,531X_1 - 0,354X_2 + 0,824X_3 + 0,976X_4 - 1,151X_5 + 1,701X_1^2 + 0,597X_1X_2 + 0,224X_1X_3 + 0,808X_1X_4 - 1,983X_1X_5 - 1,184X_2^2 + 1,693X_2X_3 + 1,140X_2X_4 + 1,019X_2X_5 - 0,674X_3^2 + 0,344X_3X_4 - 0,849X_3X_5 - 0,704X_4^2 + 0,556X_5^2; \quad (11)$$

takomillashtirilgan g'altakmolaning tortishga solishtirma qarshiligi bo'yicha, (kN/m):

$$Y_3 = 0,573 - 0,018X_1 + 0,030X_2 + 0,039X_3 + 0,034X_4 + 0,035X_5 + 0,014X_1^2 + 0,010X_1X_3 - 0,008X_1X_4 + 0,008X_1X_5 - 0,018X_2^2 - 0,004X_2X_3 - 0,003X_2X_4 - 0,003X_2X_5 + 0,003X_3X_4 - 0,004X_3X_5 - 0,013X_4^2 - 0,003X_4X_5 + 0,012X_5^2. \quad (12)$$

Ushbu regressiya tenglamalarining tahlili shuni ko'rsatadiki, barcha omillar baholash mezonlariga sezilarli ta'sir ko'rsatgan.

Olingan (10)-(12) regressiya tenglamalari (Y_1) mezon, ya'ni tuproqning zichligi 1,1-1,2 g/cm^3 oralig'ida, (Y_2) mezon, ya'ni tuproqning uvalanish darajasi, ya'ni o'lchami 25 mm dan kichik fraksiyalar miqdori 80 % dan yuqori bo'lishi, (Y_3) mezon, ya'ni takomillashtirilgan g'altakmolaning tortishga solishtirma qarshiligi minimal qiymatga ega bo'lishi shartlaridan birgalikda yechilib, agregat 6,0-9,0 km/h ish tezliklarda va plankalar soni 18 dona bo'lganda, takomillashtirilgan g'altakmolaning katta plankalari bo'yicha diametri 36,70-37,85 cm, g'altakmola kichik plankasining balandligi 3,17-3,62 cm, g'altakmolaga beriladigan solishtirma tik yuklanish 1,47-1,49 kN/m bo'lishi lozimligi aniqlandi.

Omillarning ushbu qiymatlarida tuproqning zichligi 1,12-1,13 g/cm^3 , tuproqning uvalanish darajasi 82,37-84,16 %, tortishga solishtirma qarshilik 0,53-0,60 kN/m ni tashkil etdi.

Dissertatsiyaning **“Takomillashtirilgan g'altakmola bilan jihozlangan kombinatsiyalashgan diskli boronaning sinovlarini o'tkazish va iqtisodiy ko'rsatkichlarini aniqlash”** deb nomlangan to'rtinchi bobida takomillashtirilgan g'altakmola bilan jihozlangan kombinatsiyalashgan diskli boronani tavsiya etilayotgan asosiy parametrlari, texnik tavsifi, dala sinovlari natijalari va uning iqtisodiy samaradorligi keltirilgan.

Sinovlarda kombinatsiyalashgan diskli borona belgilangan texnologik jarayonni to'liq va ishonchli bajardi hamda bunda olingan natijalar unga qo'yilgan talablarga to'liq mos keldi.

O'tkazilgan hisoblar shuni ko'rsatadiki, don, takroriy va boshqa qishloq xo'jaligi ekinlarini yetishtirish uchun tuproqqa ishlov berishda ishlab chiqilgan takomillashtirilgan g'altakmola bilan jihozlangan kombinatsiyalashgan diskli borona qo'llanilganda 1 gektar maydonga sarflanadigan to'g'ridan-to'g'ri (ekspluatatsion) xarajatlari 2,83 foizga, mehnat sarfi esa 2,70 foizga kamayadi. Bunda bitta mashinaga yillik iqtisodiy samara 4560341,2 UZS ni tashkil etadi.

XULOSA

“Kombinatsiyalashgan diskli borona g'altakmolasi takomillashtirish va parametrlarini asoslash” mavzusidagi falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar natijalari asosida quyidagi xulosalar taqdim etiladi:

1. O'tkazilgan adabiyotlar va ilgari olib borilgan tadqiqotlarning tahlili yerlarni don va takroriy ekinlarni ekishga tayyorlashda energiyatejamkorlik va yuqori ish sifati ta'minlanishiga mavjud kombinatsiyalashgan mashinalarda qo'llaniladigan g'altakmolalarni takomillashtirish va parametrlarini asoslash orqali erishish mumkinligini ko'rsatdi.

2. Kombinatsiyalashgan diskli boronaning g'altakmolasi ishlov berilgan qatlam yuzasini talab darajasida maydalashi va zichlashi uchun navbatma-navbat o'rnatilgan uchburchak ko'rinishidagi tishlar kesilgan katta va ishchi qismi bir tomonlama o'tkirlangan kichik plankalardan iborat etib ishlab chiqilishi lozim.

3. Tuproqning katta va kichik plankalar ta'siri ostidagi deformatsiyalanish kattaligi g'altakmolaning katta va kichik plankalari bo'yicha radiusi, ishlov berish chuqurligi hamda g'altakmolaning sirpanish koeffitsientiga va plankalarning qalinligiga bog'liq bo'lib, dala yuzasiga to'liq ishlov berish unga o'rnatiladigan plankalar sonini to'g'ri tanlash hisobiga ta'minlanadi.

4. O'tkazilgan nazariy tadqiqotlarning natijalari ishlov berilgan qatlam yuzasining talab darajasida maydalanishi va zichlanishini ta'minlash uchun 1,7-2,5 m/s harakat tezliklarida kombinatsiyalashgan diskli borona takomillashtirilgan g'altakmolasi katta plankalar bo'yicha diametri kamida 36 cm, kichik plankalar bo'yicha diametri kamida 32 cm, unga o'rnatiladigan katta va kichik plankalar soni kamida 9 donadan, plankalarning asoslar bo'yicha uzunligi 323 cm, g'altakmola asosining diametri kamida 28 cm, uning har bir metr qamrash kengligiga beriladigan tik yuklanish 1,50-1,55 kN/m, tortishga qarshiligi esa 0,50-0,51 kN/m bo'lishi lozimligini ko'rsatdi.

5. Tajribaviy tadqiqotlarning ko'rsatishicha katta va kichik plankalar soni 9 donadan, ya'ni 18 dona bo'lganda, takomillashtirilgan g'altakmolaning katta plankalari bo'yicha diametri 36,70-37,85 cm, g'altakmola kichik plankasining balandligi 3,17-3,62 cm, g'altakmolaga beriladigan solishtirma tik yuklanishni 1,47-1,49 kN/m oralig'ida bo'lishi agregatning 6,0-9,0 km/h ish tezliklarida kam energiya sarflagan holda tuproqqa talablar darajasida ishlov berish imkonini yaratadi.

6. Tavsiya etilayotgan parametrlarga ega bo'lgan takomillashtirilgan g'altakmola bilan jihozlangan kombinatsiyalashgan diskli boronani qo'llash mehnat sarfini 2,70 foizga va har bir gektar ishlov berilgan maydonga sarflanadigan to'g'ridan-to'g'ri xarajatlarni 2,83 foizga kamaytirish va buning hisobiga bitta mashinadan yillik 4560341,2 UZS iqtisodiy samara olish imkonini beradi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.08/2025.27.12.T.13.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ
ИНСТИТУТЕ МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

СОАТОВ ШАРОФ АНВАРОВИЧ

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ
КАТКА КОМБИНИРОВАННОЙ ДИСКОВОЙ БOROНЫ**

**05.07.01 – Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. Механизация
сельскохозяйственных и мелиоративных работ**

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

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за B2024.2.PhD/T4728.

Диссертация выполнена в Научно-исследовательском институте механизации сельского хозяйства.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский и английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу: www.qxmiti.uz и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Научный руководитель:

Эргашев Маъруфжон Мухаммаджонович
доктор философии по техническим наукам,
старший научный сотрудник

Официальные оппоненты:

Нурiev Карим Катибович
доктор технических наук, профессор

Худайров Анвар Назиржонович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

Центр сертификации и испытаний
сельскохозяйственной техники и
технологий

Защита диссертации состоится 29 01 2026 г. в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.08/2025.27.12.T.13.01 при Научно-исследовательском институте механизации сельского хозяйства. (Адрес: 110800, Ташкентская область, Янгиюльский район, пос. Гульбахор, ул. Самаркандская, 41. Тел.: (+99855) 903-14-18, e-mail: qabulxona@qxmiti.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства (регистрационный номер 516). (Адрес: 110800, Ташкентская область, Янгиюльский район, пос. Гульбахор, ул. Самаркандская, 41. Тел.: (+99855) 903-14-18, e-mail: qabulxona@qxmiti.uz).

Автореферат диссертации разослан 13 01 2026 года.
(Протокол рассылки № 72 от 13 01 2026 года).



А. Тухтакулиев
Председатель научного совета по
присуждению ученых степеней, доктор
технических наук, профессор



Б.П. Артикбаев
Ученый секретарь научного совета по
присуждению ученых степеней, доктор
философии по техническим наукам,
старший научный сотрудник



Р.Р. Худайкулиев
Председатель научного семинара при
научном совете по присуждению
ученых степеней, кандидат технических
наук, старший научный сотрудник

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мировом земледелии ведущее место занимает разработка и внедрение энерго и ресурсосберегающих почвообрабатывающих машин с высокой производительностью и качеством работы. С учётом того, что в настоящее время в мире до посева ежегодно обрабатывается около 1,6 млрд гектаров земли¹, создание машин и устройств для обработки почвы, обеспечивающих высокое качество, производительность и экономию ресурсов, является одной из важнейших задач. В развитых зарубежных странах – Австралии, США, Канаде, Германии, Франции, России, Китае – достигнуты заметные успехи и особое внимание уделяется разработке и применению комбинированных машин, способных за один проход выполнять весь комплекс технологических операций по подготовке почвы к посеву.

Во всём мире ведутся целенаправленные научно-исследовательские работы по созданию ресурсосберегающих технологий предпосевной подготовки полей и технических средств для их реализации. С этой точки зрения разработка комбинированных машин и обоснование их технологических процессов работы, а также проведение целенаправленных научных исследований по обеспечению ресурсосбережения являются одним из приоритетных направлений. В этом ряду актуальной задачей является проведение исследований, направленных на обоснование параметров катка комбинированной дисковой бороны, обеспечивающих выполнение агротехнических требований при низких энергозатратах в процессе взаимодействия его с почвой при подготовке полей под зерновые и повторные посевы.

В сельскохозяйственном производстве Республики Узбекистан осуществляются масштабные меры по снижению трудовых и энергетических затрат, экономии ресурсов, выращиванию культур на основе передовых технологий, в том числе – по разработке технических средств, которые при обработке почвы позволяют качественно выполнять все технологические операции с минимальными энергозатратами. В «Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы» определены задачи, в частности: «...внедрение механизмов уменьшения роли государства и повышения инвестиционной привлекательности отрасли, предусматривающих увеличение потока частного инвестиционного капитала для модернизации, диверсификации и устойчивого роста сельского хозяйства и пищевой отрасли, рационального использования земельных и водных ресурсов, повышения производительности труда в фермерских хозяйствах, улучшения качества продукции»². Для реализации этих задач, в том числе при подготовке полей к посеву – рыхление почвы, выравнивание поверхности поля, уплотнение и формирование на поверхности

¹ <https://www.fao.org/3/i1688r/i1688r03.pdf>.

² Указ Президента Республики Узбекистан № УП 5853 от 23 октября 2019 года «Об утверждении стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы».

мелкокомковатого слоя – важно обосновать параметры рабочих органов комбинированных машин, обеспечивающих требуемое качество работы при низких энергозатратах.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан № УП-5853 от 23 октября 2019 года «Об утверждении Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы», от 3 февраля 2021 года № УП-6159 «О дальнейшем развитии системы знаний и инноваций и оказания современных услуг в сельском хозяйстве», от 28 января 2022 года № УП-60 «О Стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы», от 31 июля 2019 года № УП-4410 «О мерах по ускоренному развитию сельскохозяйственного машиностроения, государственной поддержке обеспечения аграрного сектора сельскохозяйственной техникой» и Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан от 18 января 2019 года № 45 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы проведения научных исследований в области механизации сельского хозяйства» и в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики II. «Энергетика, энергия и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. Вопросами создания и применения катков в составе отдельных и комбинированных почвообрабатывающих машин, обоснования их рациональных параметров и повышения эксплуатационных показателей за рубежом занимались В.П.Мармалюков, Ю.И.Кузнецов, А.А.Вильде, Н.К.Мазитов, Ф.М.Канарёв, Ю.И.Митяшин, Н.В.Чайчиц и др.

В Республике Узбекистан исследования в данном направлении проведены С.Аминовым, И.З.Носировым, И.А.Иноятовым, И.Т.Эргашевым, А.О.Хаджи-Муродовым, А.Д.Нуриддиновым, О.П.Бобоевым, М.М.Эргашевым, Д.К.Мукимовой, М.Т.Мамарасуловой, Г.К.Эшматовой и другими.

Разработанные на их основе машины и устройства используются в сельскохозяйственном производстве с положительными результатами. Однако вопросы совершенствования планчатого катка комбинированной дисковой бороны и обоснования его параметров для подготовки почвы под зерновые и повторные посевы, в том числе при предпосевной обработке участков с повышенной комковатостью, изучены недостаточно полно.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Научно-исследовательского

института механизации сельского хозяйства.

Целью исследования является повышение качества и производительности при подготовке почвы под зерновые и повторные посевы при одновременном снижении энергозатрат на основе совершенствования планчатого катка комбинированной дисковой бороны и обоснования его параметров.

Задачи исследования:

анализ технологий и технических средств, применяемых при подготовке полей под зерновые и повторные посевы, а также выполненных по ним исследований;

разработка конструктивной схемы усовершенствованного планчатого катка комбинированной дисковой бороны и исследование процессного работы;

получение математических моделей и аналитических выражений, описывающих процесс взаимодействия усовершенствованного катка с почвой и позволяющих определять его параметры;

экспериментальное изучение закономерностей изменения показателей работы усовершенствованного катка в зависимости от его параметров и скорости движения агрегата, получение уравнений регрессии;

обоснование рациональных значений параметров усовершенствованного катка;

изготовление опытного образца комбинированной дисковой бороны, оснащённой усовершенствованным катком с рекомендуемыми параметрами, изучение её агротехнических и энергетических показателей работы и определение экономической эффективности.

Объектом исследования является физико-механические свойства почвы в период подготовки к повторным посевам, усовершенствованный каток комбинированной дисковой бороны и процесс его взаимодействия с почвой.

Предмет исследования является аналитические зависимости и математические модели, описывающие процесс взаимодействия усовершенствованного катка комбинированной дисковой бороны с почвой, а также закономерности изменения его агротехнических и энергетических показателей в зависимости от параметров катка и скорости движения агрегата.

Методы исследования. Используются законы и положения теоретической механики и математической статистики, методы математического планирования эксперимента и тензометрии, а также методы, приведённые в действующих нормативных документах (ГОСТ 20915-11, О'zDSt 3412:2019, О'zDSt 3193:2017, РД Уз 63.03-98).

Научная новизна исследования заключается в следующем:

конструктивная схема усовершенствованного планчатого катка и технологический процесс его работы разработаны с учётом того, чтобы

поверхность обработанного дисковыми рыхлителями и выравнивателем слоя, была уплотнена до требуемой степени и на ней образовался мелкокомковатый слой почвы;

величина деформации почвы под действием больших и малых планок катка определялась с учетом их радиуса, толщины планок, глубины обработки и коэффициента скольжения катка;

вертикальная нагрузка на усовершенствованный каток обоснована из условия, что его большие и малые планки, установленные на различной высоте относительно основания катка, должны полностью заглубляться в почву в процессе работы;

диаметр усовершенствованного катка, число больших и малых планок, удельная вертикальная нагрузка на него и скорость движения определены совместным решением уравнений регрессии, оценивающих его агротехнические и энергетические показатели работы.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана комбинированная дисковая борона, оснащённая усовершенствованным катком с обоснованными параметрами;

при применении дисковой бороны, оснащенной разработанным усовершенствованным катком, за счёт выполнения за один проход весь комплекс технологических операций предпосевной подготовки обеспечено снижение материальных расходов и трудозатрат и повышение производительности.

Достоверность результатов исследования подтверждается тем, что они проведены использованием эффективных методов и средств измерений, соблюдением законов и правил высшей математики и теоретической механики при теоретическом обосновании параметров катка, математико-статистической обработкой экспериментальных данных, адекватностью результатов теоретических и экспериментальных исследований, положительными результатами полевых испытаний и внедрением дисковой бороны, оборудованной усовершенствованным катком в практику.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований состоит в обосновании параметров усовершенствованного планчатого катка, обеспечивающих требуемое качество работы при низких энергозатратах, а также в полученных аналитических зависимостях, которые могут быть использованы при проектировании и обосновании параметров аналогичных рабочих органов.

Практическая значимость заключается в том, что применение комбинированной дисковой бороны с усовершенствованным катком позволяет за один проход выполнять все операции предпосевной подготовки, снижая эксплуатационные и материальные затраты, а также трудозатраты.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по обоснованию параметров усовершенствованного планчатого катка комбинированной дисковой бороны:

разработаны исходные требования и техническое задание на комбинированную дисковую борону с усовершенствованным катком получен

патент на полезную модель FAP 2436 Государственного учреждения «Центр интеллектуальной собственности» при Министерстве юстиции Республики Узбекистан на дисковое почвообрабатывающее орудие. В результате создана комбинированная дисковая борона, выполняющая все операции предпосевной подготовки за один проход;

комбинированная дисковая борона с усовершенствованным катком внедрен в экспериментальном хозяйстве Научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства и в фермерских хозяйствах «ABDUMANNOP PRIMQULOV» и «BEK» Оккурганского района Ташкентской области (справка Национального центра знаний и инноваций от 10.05.2025 г. № 05/01-05/02-05/04-03-174). В результате при предпосевной обработке общие затраты снижены на 2,83 %, а трудовые затраты – на 2,70 %;

для освоения разработки и изготовления промышленного образца проектно-конструкторская документация (исходные требования, техническое задание, чертежи) внедрена в проектные процессы ООО «AGRIXIM» (справка Национального центра знаний и инноваций в сельском хозяйстве при Министерстве сельского хозяйства Республики Узбекистан № 05/01-05/02-05/04-03-174 от 10 мая 2025 г.). В результате создана возможность промышленного выпуска дисковой бороны, оборудованной усовершенствованным катком с обоснованными параметрами.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования обсуждены на 4 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 9 научных работ, из них в научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций, – 3, в том числе 2 – в республиканских и 1 – в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 104 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и необходимость проводимого исследования, сформулированы цель и задачи, охарактеризованы объект и предмет исследования, показано соответствие работы приоритетным направлениям развития науки и технологий республики и её связь с планами научно-исследовательские работы учреждения, изложены научная новизна и практические результаты, указана теоретическая и практическая значимость, отражены сведения о внедрении результатов, апробации, опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Постановка задачи, цель и задачи исследования**» проанализированы технологии предпосевной обработки

почвы в условиях Республики Узбекистан для посева зерновых и повторных культур, комбинированные машины на базе дисковых рабочих органов, а также катки, используемые как в составе почвообрабатывающих агрегатов, так и как самостоятельные средства. На основе анализа сформулированы задачи исследования.

Во второй главе диссертации «**Результаты теоретических исследований по обоснованию параметров усовершенствованного катка**» представлены итоги теоретических работ по совершенствованию катка комбинированной дисковой бороны и обоснованию его параметров.

На основе анализа научно-технической литературы и собственных изысканий разработана

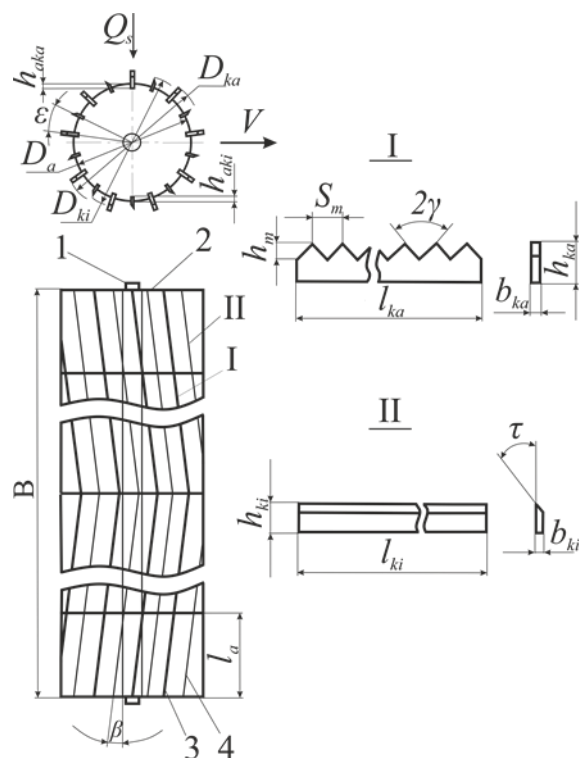


Рис. 1. Конструктивная схема усовершенствованного планчатого катка комбинированной дисковой бороны и его основные параметры

конструктивная схема усовершенствованного планчатого катка. Каток включает ось 1, закреплённые на ней основания 2, а также установленные на них поочерёдно большие 3 и малые 4 по высоте планки (далее большие и малые планки). Рабочая часть больших планок выполнена с треугольными зубьями, рабочая кромка малых планок имеет одностороннюю заточку (рис. 1).

В процессе работы большие и малые планки, дробя встречающиеся на пути комки, выравнивают обработанный слой, уплотняют его и формируют на поверхности поля мелкокомковатый слой.

Ниже приведенные являются основными параметрами усовершенствованного катка:

D_{ka} – диаметр по большим планкам, м; D_{ki} – диаметр по малым планкам, м; Z – общее число планок, шт.; l_a , l_i – длины больших и малых планок, м; β_{ka} , β_{ki} – углы их установки к оси вращения, °; h_{ka} , h_{ki} – высота больших и малых планок, м; h_{aka} , h_{aki} – высота частей планок, входящих в основания, м; h_m – высота зубьев больших планок, м; b_{ka} , b_{ki} – толщина планок, м; γ – межзубцовый угол больших планок, °; S_m – шаг зубьев, м; D_a – диаметр оснований катка, м; b_a – толщина оснований катка, м; l_a – расстояние между основаниями, м; τ – угол заточки рабочей кромки малой планки, °; B – ширина захвата, м; Q_c – вертикальная нагрузка на каток, Н; V – скорость движения агрегата, м/с.

В работе большие и малые планки заглубляются в почву на заданные глубины h_{ka} и h_{ki} , последовательно обрабатывая зоны $A_1B_1C_1, A_2B_2C_2, A_3B_3C_3, \dots, A_nB_nC_n$ и $a_1b_1c_1, a_2b_2c_2, a_3b_3c_3, \dots, a_nb_nc_n$ (рис. 2). При этом ширины зон составляют соответственно ΔX и Δx , а продольные расстояния ΔL и Δl .

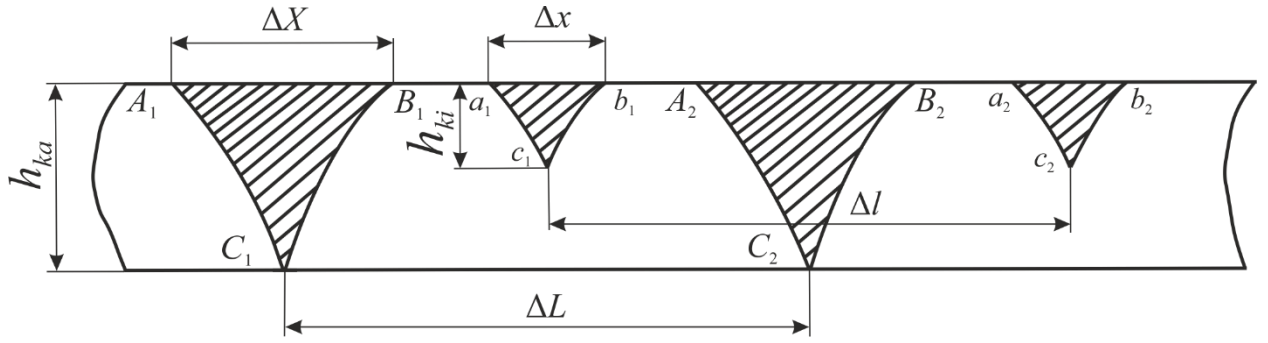


Рис. 2. Продольный профиль слоя, обработанного большими и малыми планками усовершенствованного катка

По схеме на рис. 2 для определения величины деформации почвы ΔX под большой планкой получено выражение

$$\Delta X = R_{ka} \left[\frac{1}{1-K_s} \left\{ \pi - 2 \arcsin \left(1 - \frac{h_{ka}}{R_{ka}} \right) \right\} - 2 \cos \arcsin \left(1 - \frac{h_{ka}}{R_{ka}} \right) \right] + b_{ka}, \quad (1)$$

В этих формулах R_{ka} , R_{ki} – радиусы катка по большим и малым планкам, м; K_s – коэффициент скольжения.

Выражение (1) для малой планки усовершенствованного катка имеет следующий вид:

$$\Delta x = R_{ki} \left[\frac{1}{1-K_s} \left\{ \pi - 2 \arcsin \left(1 - \frac{h_{ki}}{R_{ki}} \right) \right\} - 2 \cos \arcsin \left(1 - \frac{h_{ki}}{R_{ki}} \right) \right] + b_{ki}. \quad (2)$$

Анализ показывает, что деформация под действием больших и малых планок зависит от их радиусов, глубины обработки, коэффициента скольжения и толщины планок.

Диаметр катка по большим планкам D_{ka} определялся из условия перекачивания через встречающиеся комки по выражению

$$D_{ka} \geq \frac{d_k [1 + \cos(\varphi_1 + \varphi_2)] + 2h_{ka}}{1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)}, \quad (3)$$

где d_k – диаметр комков, м; φ_1 , φ_2 – внешний и внутренний углы трения почвы, °.

Диаметр малых планок усовершенствованного катка был определён на основе определённых значений D_{ka} согласно следующим выражениям

$$D_{ki} \geq \frac{d_k [1 + \cos(\varphi_1 + \varphi_2)] + 2h_{ka}}{1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)} - 2(h_{ka} - h_{ki}). \quad (4)$$

Число больших и малых планок устанавливаемых в усовершенствованный каток определялось из условия полной обработки поверхности почвы по неравенству

$$Z \geq 2\pi R_{ka} (1 + K_s) / \left\{ R_{ka} \left[\frac{\pi - 2 \arcsin \left(1 - \frac{h_{ka}}{R_{ka}} \right)}{1 - K_s} - 2 \cos \arcsin \left(1 - \frac{h_{ka}}{R_{ka}} \right) \right] + \right. \\ \left. + (b_{ka} + b_{ki}) + R_{ki} \left[\frac{\pi - 2 \arcsin \left(1 - \frac{h_{ki}}{R_{ki}} \right)}{1 - K_s} - 2 \cos \arcsin \left(1 - \frac{h_{ki}}{R_{ki}} \right) \right] \right\}. \quad (5)$$

Длина планок катка по основаниям определялась по следующему выражению

$$l_{ka} = l_{ki} = B \left(n \frac{l_a}{\cos \beta} \right), \quad (6)$$

где $n = \frac{B + l_a}{Bl_a}$ – число оснований на 1 м ширины катка, шт/м.

Диаметр оснований катка был определён на основе схемы, представленной на рисунке 1, согласно следующему выражению

$$D_a = \frac{d_k [1 + \cos(\varphi_1 + \varphi_2)] + 2h_{ka}}{1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)} - 2(h_{ka} - h_{aka}). \quad (7)$$

При $d_k = 0,10$ м; $\varphi_2 = 30^\circ$; $\varphi_1 = 40^\circ$; $h_{ka} = 0,05$ м; $h_{ki} = 0,03$ м; $K_c = 0,1$; $b_{ka} = b_{ki} = 0,01$ м; $B = 3$ м; $n = 4$ шт/м; $l_a = 0,25$ м, $\beta_u = \beta_k = \beta = 20^\circ$ расчёты по формулам (3) – (7) показывают, что диаметр катка по большим планкам составляет не менее 36 см, диаметр по малым планкам составляет не менее 32 см, число планок, устанавливаемых на каток, должно составлять не менее 9, длина по основанию 323 см, было установлено, что диаметр основания катка должен составлять не менее 28 см.

Удельная вертикальная нагрузка на каток определялась по выражению

$$Q_c = q_s (1 + K_v V^2) \left\{ \left[h_0 b_{ka} + (h_0 - h_{ka} + h_{ki}) b_{ki} \cos \frac{180^\circ}{Z_{ka}} \right] b_{ka} + \right. \\ \left. + b_a (R_{ka} - h_{ka} + h_{aka}) \left[\sqrt{2(R_{ka} - h_{ka} + h_{aka})(h_0 - h_{ka} + h_{aka}) - (h_0 - h_{ka} + h_{aka})^2} - \right. \right. \\ \left. \left. - (R_{ka} - h_{ka} + h_{aka}) \arcsin \frac{\sqrt{2(R_{ka} - h_{ka} + h_{aka})(h_0 - h_{ka} + h_{aka}) - (h_0 - h_{ka} + h_{aka})^2}}{R_{ka} - h_{ka} + h_{aka}} \right] n \right\}, \quad (8)$$

где q_s – статический коэффициент объёмного сжатия почвы, N/m^3 ; K_v – коэффициент пропорциональности, s^2/m^2 ; V – скорость движения агрегата, m/s ; h_0 – глубина погружения в почву большой планки, м.

Приняв $q_s = 2 \cdot 10^6$ N/m^3 , $K_v = 0,01$ s^2/m^2 , $V = 1,7-2,5$ m/s , $h_0 = 0,05$ м, $b_a = 0,006$ м,

$h_{aka}=0,01$ м по (8) получаем, что вертикальная нагрузка на каждый метр ширины захвата катка должна находиться в пределах 1,50-1,55 кН/м.

Удельное тяговое сопротивление катка определяется выражением

$$R_{g'} = \frac{1}{2} q_s K_p (1 + K_v V^2) h_0^2 \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right)^2, \quad (9)$$

где K_p – коэффициент учёта планок на сопротивление катка; ρ_0 – плотность почвы до прохода катка, kg/m^3 ; ρ – плотность почвы после прохода катка, kg/m^3 .

Расчёты по выражению (9) при $K_p=1,2$, $\rho_0=1000 \text{ kg/m}^3$ и $\rho=1200 \text{ kg/m}^3$ показали, что при скорости движения 1,7-2,5 м/с тяговое сопротивление на каждый метр ширины захвата усовершенствованного катка составляет 0,50-0,51 кН/м.

В третьей главе диссертации «**Результаты экспериментальных исследований по изучении влияния параметров усовершенствованного катка на его показатели работы**» приведены результаты одно и многофакторных опытов по изучению влияния диаметра по большим планкам, числа больших и малых планок, высоты малых планок, удельной вертикальной нагрузки на каток, скорости движения агрегата на степень крошения и плотность почвы, а также удельное тяговое сопротивление.

Результаты изучения влияния диаметра усовершенствованного катка по большим планкам на показатели его работы приведены на рис.3.

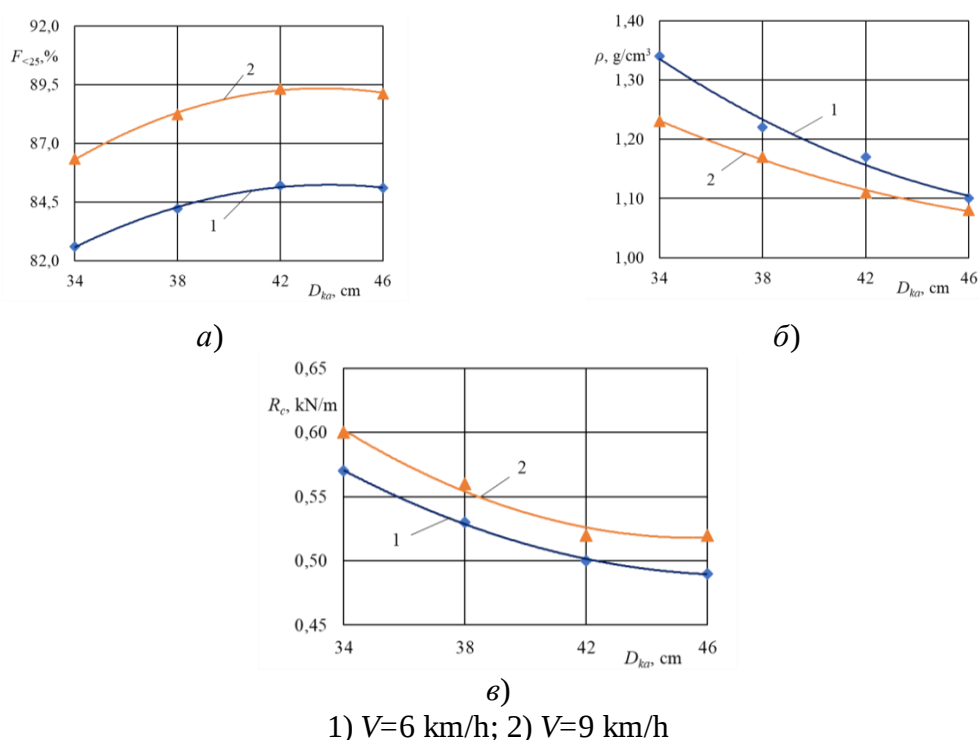


Рис. 3. Изменение степени крошения почвы (а), её плотности (б) и удельного тягового сопротивления катка (в) в зависимости от его диаметра по большим планкам

Анализ результатов проведенных опытов показали: при увеличении диаметра по большим планкам с 34 до 42 см при обеих скоростях возрастает

доля фракций почвы с размерами менее 25 mm, а доля фракций с размерами более 50 mm уменьшается – вследствие более активного взаимодействия планок с почвой (каток не «забывается» комками, а перекатывается через них). При увеличении диаметра с 42 до 46 см качество обработки почвы несколько снижается из-за роста межпланочных расстояний и уменьшения интенсивности их воздействия на почву.

Плотность почвы и удельное тяговое сопротивление снижаются с ростом диаметра с 34 до 46 см (увеличивается зона воздействия катка на почву, снижается его удельное давление; глубина погружения уменьшается).

Увеличение скорости с 6 до 9 km/h ведёт к снижению плотности и росту удельного сопротивления из-за увеличения силы реакции почвы на каток и уменьшения времени взаимодействия планок с почвой.

Результаты изучения влияния общего числа больших и малых планок катка на показатели его работы приведены на рис. 4.

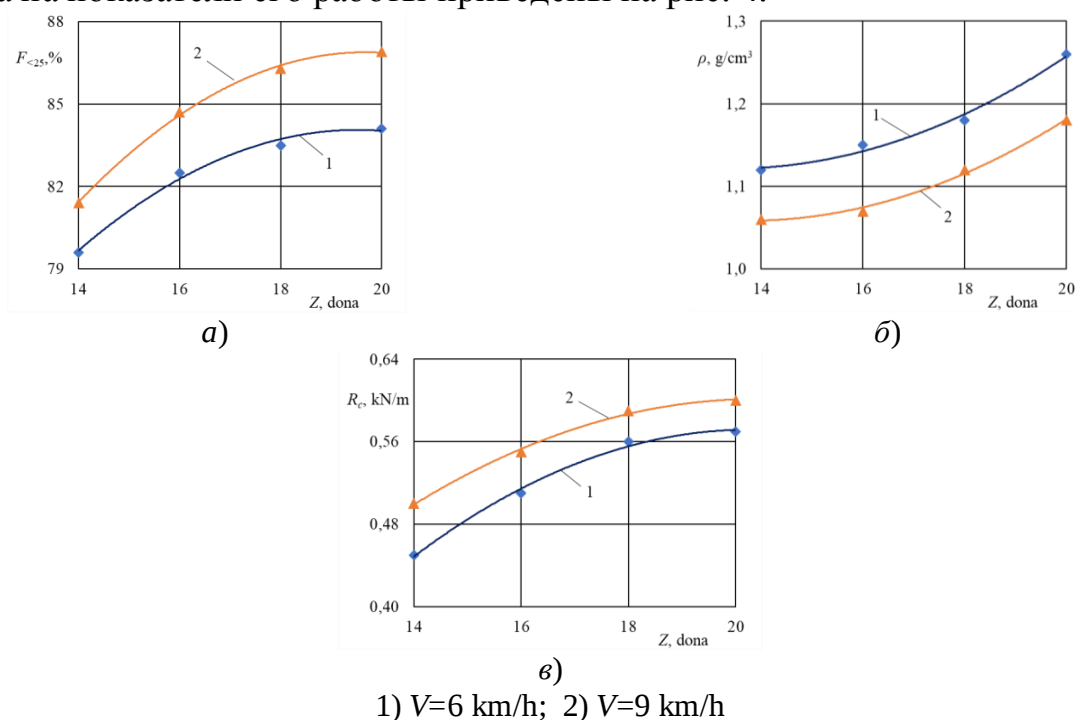


Рис. 4. Изменение степени крошения почвы (а), её плотности (б) и удельного тягового сопротивления катка (в) в зависимости от количества его планок

Из приведенных данных видно, что с увеличением количества больших и малых планок, устанавливаемых на каток, с 14 до 20 штук, степень крошения почвы улучшалась на обеих скоростях. Это связано с тем, что с увеличением количества больших и малых планок, устанавливаемых на катки, повышается степень их воздействия на почву, в результате чего обеспечивается лучшее крошение комков.

По вышеприведенным причинам с увеличением количества планок катка с 14 до 20 увеличиваются плотность почвы и удельное тяговое сопротивление.

В данном случае увеличение скорости агрегата с 6 до 9 km/h привело к улучшению качества крошения почвы и увеличению тягового сопротивления. Это можно объяснить тем, что с ростом скорости возрастают

силы удара больших и малых планок по почвенным комкам, а также увеличиваются силы сопротивления, оказываемые почвой на них.

Результаты проведенных исследований по определению влияния высоты малых планок усовершенствованного катка на его показатели работы приведены на рис. 5.

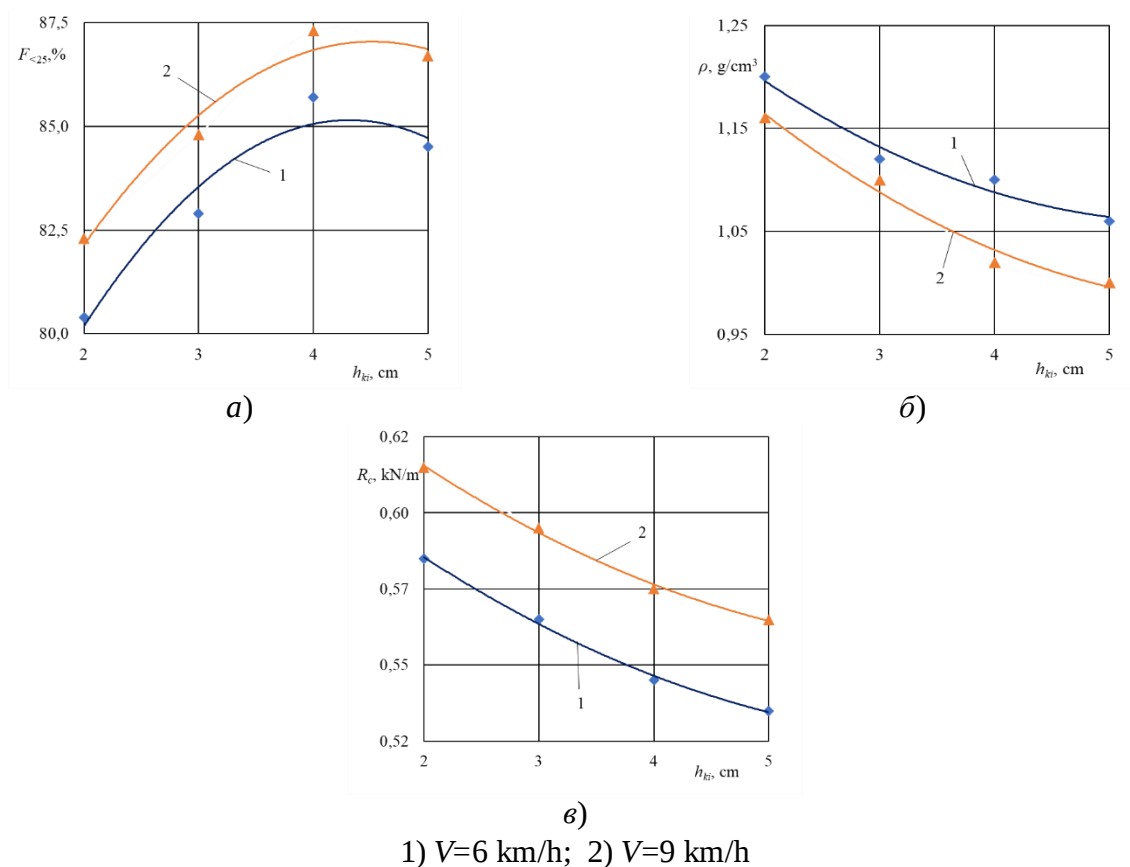


Рис. 5. Изменение степени крошения почвы (а), её плотности (б) и тягового сопротивления катка (в) в зависимости от высоты её малой планки

Их анализ показывает, что увеличение высоты малой планки катка с 2 см до 4 см при обеих скоростях движения привело к улучшению качества крошения почвы. Увеличение от 4 см до 5 см ухудшает качество крошения почвы. При увеличении высоты малой планки катка от 2 см до 5 см плотность почвы и удельное тяговое сопротивление катка уменьшались.

Улучшение качества крошения почвы с изменением высоты малой планки катка от 2 см до 4 см можно объяснить увеличением и активизацией воздействия планок на почву, снижением качества крошения почвы, ее плотности и удельного тягового сопротивления в интервале 4-5 см, забиванием комков между планками катка с увеличением высоты, в результате чего снижается давление, оказываемое им на почву, и каток плохо погружается в почву.

Результаты проведенных исследований по определению влияния удельной вертикальной нагрузки на усовершенствованный каток на его показатели работы приведены на рис. 6.

Из них видно, что при увеличении удельной вертикальной нагрузки на каток с 1,4 kN/m до 1,7 kN/m при скоростях движения 6 и 9 km/h степень

крошения почвы увеличивается. Это можно объяснить тем, что с увеличением вертикальной нагрузки на каток планки его хорошо погружаются в почву, увеличивается степень ее смятия и, как следствие, почва хорошо крошится. Как отмечалось выше, с увеличением удельной вертикальной нагрузки на каток увеличивается плотность почвы и удельное

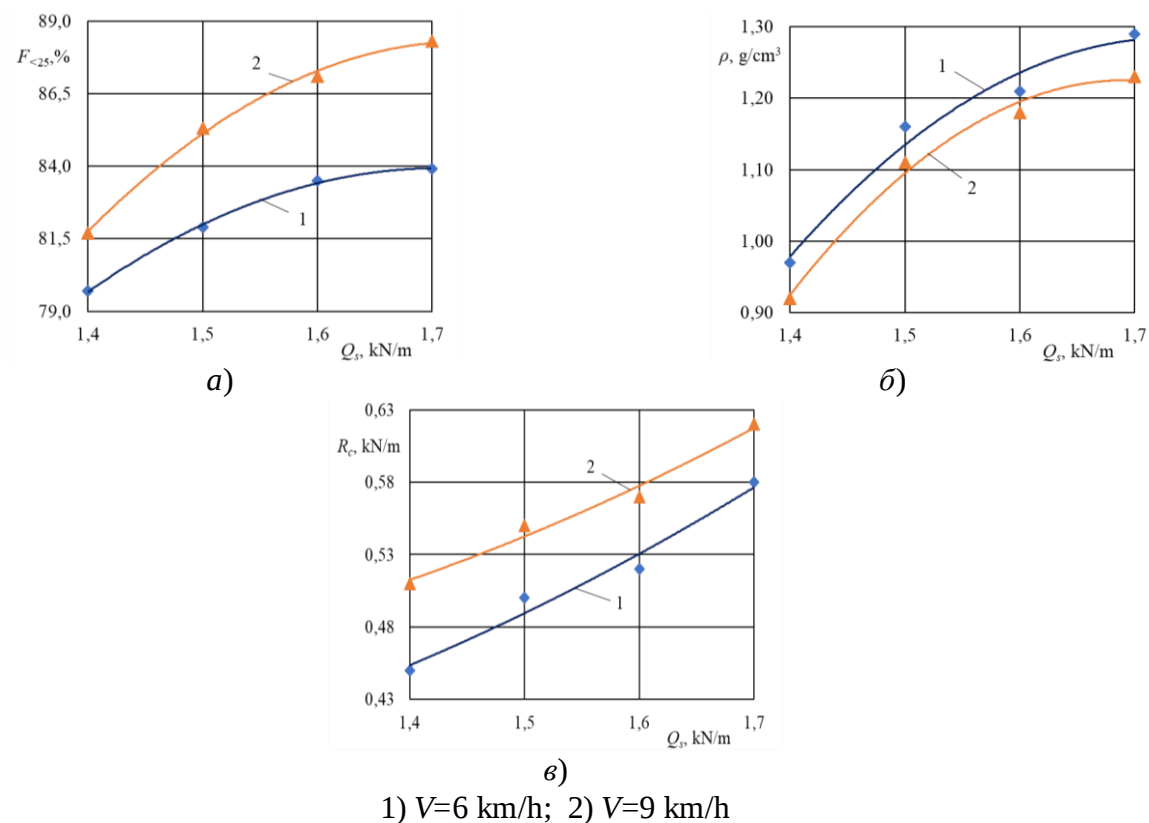


Рис. 6. Изменение степени крошения (а), плотности (б) и тягового сопротивления (в) катка в зависимости от приложенной к нему вертикальной нагрузки (Q_v)

тяговое сопротивление катка за счет увеличения воздействия больших и малых планок на почву.

С целью оптимизации параметров усовершенствованного катка методом математического планирования экспериментов проведены многофакторные эксперименты по плану Хартли-5.

При этом в качестве факторов, оказывающих наибольшее влияние на плотность и степень крошения почвы, а также на удельное тяговое сопротивление усовершенствованного катка были приняты диаметр по большим планкам катка (X_1), количество больших и малых планок (X_2), высота малой планки катка (X_3), удельная вертикальная нагрузка, приложенная к катку (X_4), скорость движения агрегата (X_5).

При проведении многофакторных экспериментов в качестве критериев оценки были приняты степень уплотнения и крошения почвы, а также удельное тяговое сопротивление усовершенствованного катка.

При после обработки результатов эксперимента были получены следующие уравнения регрессии, адекватно описывающие критерии оценки:

по плотности почвы, (g/cm^3):

$$Y_1 = 1,147 - 0,046X_1 + 0,052X_2 - 0,056X_3 + 0,119X_4 - 0,020X_5 + 0,012X_1^2 - 0,061X_1X_2 + 0,006X_1X_3 - 0,006X_1X_4 + 0,009X_1X_5 + 0,017X_2^2 - 0,009X_2X_3 + 0,017X_2X_4 - 0,006X_2X_5 + 0,012X_3^2 - 0,005X_3X_4 + 0,006X_3X_5 - 0,063X_4^2 - 0,005X_4X_5 + 0,017X_5^2; \quad (10)$$

по степени крошения почвы, (%):

$$Y_2 = 83,674 + 0,531X_1 - 0,354X_2 + 0,824X_3 + 0,976X_4 - 1,151X_5 + 1,701X_1^2 + 0,597X_1X_2 + 0,224X_1X_3 + 0,808X_1X_4 - 1,983X_1X_5 - 1,184X_2^2 + 1,693X_2X_3 + 1,140X_2X_4 + 1,019X_2X_5 - 0,674X_3^2 + 0,344X_3X_4 - 0,849X_3X_5 - 0,704X_4^2 + 0,556X_5^2; \quad (11)$$

по удельному тяговому сопротивлению усовершенствованного катка, (kN/m):

$$Y_3 = 0,573 - 0,018X_1 + 0,030X_2 + 0,039X_3 + 0,034X_4 + 0,035X_5 + 0,014X_1^2 + 0,010X_1X_3 - 0,008X_1X_4 + 0,008X_1X_5 - 0,018X_2^2 - 0,004X_2X_3 - 0,003X_2X_4 - 0,003X_2X_5 + 0,003X_3X_4 - 0,004X_3X_5 - 0,013X_4^2 - 0,003X_4X_5 + 0,012X_5^2. \quad (12)$$

Из анализа полученных уравнений регрессии видно, что все факторы оказывали существенное влияние на критерии оценки.

Решая совместно полученные уравнения регрессии (10)-(12) из условий, что критерия Y_1 , т.е. плотность почвы была в пределах $1,1-1,2 \text{ g/cm}^3$, критерия Y_2 , т.е. степень крошения почвы (количество фракций размером менее 25 mm) была больше 80 %, критерия Y_3 , т.е. удельное тяговое сопротивление усовершенствованного катка имело минимальное значение, установлено, что при рабочих скоростях агрегата 6,0-9,0 km/h и количестве планок 18 шт. диаметр больших планок усовершенствованного катка должен быть 36,70-37,85 см, высота малой планки катка 3,17-3,62 см, удельная вертикальная у нагузка на каток 1,47-1,49 kN/m.

При этих значениях факторов плотность почвы составило $1,12-1,13 \text{ g/cm}^3$, степень крошения почвы 82,37-84,16 %, удельное тяговое сопротивление усовершенствованного катка 0,53-0,60 kN/m.

В четвертой главе диссертации **«Проведение испытаний и определение экономических показателей комбинированной дисковой бороны, оснащенной усовершенствованным катком»** приведены основные рекомендуемые параметры усовершенствованного катка, техническая характеристика, результаты полевых испытаний и экономическая эффективность комбинированной дисковой бороны, оснащенной усовершенствованным катком.

В испытаниях комбинированная дисковая борона полностью и надежно выполнила заданный технологический процесс, а результаты испытаний полностью соответствовали предъявляемым к ней требованиям.

Проведенные расчеты показали, что при применении комбинированной дисковой бороны, оборудованной разработанным усовершенствованным катком для обработки почвы при возделывании зерновых, повторных и других сельскохозяйственных культур, прямые (эксплуатационные) затраты на 1 ha площади снижаются на 2,83 %, а затраты труда - на 2,70 %. При этом годовой экономический эффект на одну машину составляет 4560341,2 UZS.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе результатов проведенных исследований по диссертации доктора философии (PhD) на тему «Усовершенствование и обоснование параметров катка комбинированной дисковой бороны» представлены следующие выводы:

1. Анализ литературы и ранее проведенных исследований показал, что низкая энергоемкость и высокое качество работы при подготовке почвы к посеву зерновых и повторных культур могут быть достигнуты за счет усовершенствования и обоснования параметров катков, используемых в существующих комбинированных машинах.

2. Каток комбинированной дисковой бороны должен быть разработан состоящим из больших планок с нарезанными треугольными зубьями и малых планок с односторонней заточкой рабочей части, установленных поочередно для измельчения и уплотнения поверхности обрабатываемого слоя на требуемом уровне.

3. Установлено, что величина деформации почвы под воздействием больших и малых планок зависит от радиуса по большим и малым планкам катка, глубины обработки, а также от коэффициента скольжения катка и толщины планок, а полная обработка поверхности поля обеспечивается за счет правильного выбора количества устанавливаемых на нее планок.

4. Результаты проведенных теоретических исследований показали, что для обеспечения требуемого измельчения и уплотнения поверхности обрабатываемого слоя при скоростях движения 1,7-2,5 м/с диаметр катка усовершенствованной комбинированной дисковой бороны по большим планкам должен быть не менее 36 см, по малым планкам не менее 32 см, количество устанавливаемых на него больших и малых планок должно быть не менее 9 а вместе 18 шт, длина планок по основаниям 323 см, диаметр основания катка не менее 28 см, вертикальная нагрузка на каждый метр ширины захвата должна быть 1,50-1,55 кН/м, а тяговое сопротивление должно быть в пределах 0,50-0,51 кН/м.

5. Экспериментальные исследования показали, что при количестве соответственно больших и малых планок по 9 штук а вместе 18 шт, диаметре больших планок усовершенствованного катка 36,70-37,85 см, высоте малой планки катка 3,17-3,62 см, удельной вертикальной нагрузки на каток в пределах 1,47-1,49 кН/м обеспечивается возможность обработки почвы на требуемом уровне с минимальными затратами энергии при рабочих скоростях агрегата 6,0-9,0 км/ч.

6. Применение комбинированной дисковой бороны, оснащенной усовершенствованным катком с рекомендуемыми параметрами, позволяет снизить трудозатраты на 2,70 процента и прямые затраты на каждый гектар обрабатываемой площади на 2,83 процента и за счет этого получить годовой экономический эффект 4560341,2 UZS с одной машины.

**SCIENTIFIC COUNCIL TO AWARDING OF THE SCIENTIFIC
DEGREES DSc.08/2025.27.12.T.13.01 AT THE SCIENTIFIC-RESEARCH
INSTITUTE OF AGRICULTURAL MECHANIZATION**

**SCIENTIFIC-RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURAL
MECHANIZATION**

SOATOV SHAROF ANVAROVICH

**IMPROVEMENT AND OPTIMIZATION OF THE ROLLER OF THE
COMBINED DISC HARROW**

**05.07.01 – Agricultural and melioration machines. Mechanization of agricultural and
melioration works**

**DISSERTATION ABSTRACT OF DOCTORAL DISSERTATION (PhD)
OF TECHNICAL SCIENCES**

The theme of the dissertation of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences is registered at the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under No B2024.2.PhD/T4728.

The dissertation was performed at the Scientific-research institute of agricultural mechanization.

The dissertation's abstract in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) can be found in the following webpages of the Scientific council at (www.qxmiti.uz): and Information-educational portal "ZiyoNet" (www.ziynet.uz).

Scientific supervisor:

Ergashev Marufjon Muxammadjonovich
PhD of technical sciences,
senior scientific researcher

Official opponents:

Nuriyev Karim Katibovich
doctor of technical sciences, professor

Khudoyarov Anvar Nazirjonovich
doctor of technical sciences, professor

Leading organization:

**Center for certification and testing of
agricultural machinery and technologies**

The defense of the dissertation will take place on 29 01 2026 at 14⁰⁰ at the meeting of the Scientific council on awarding of scientific degree No DSc.08/2025.27.12.T.13.01 at Scientific-research Institute of Agricultural Mechanization at the following address: (41, Samarkand street, town Gulbakhor, Yangiyul district, Tashkent region, 110800. Tel.: (+99855) 903-14-18; e-mail: qabulxona@qxmiti.uz).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of Scientific-research institute of agricultural mechanization (registration number No 515) Address: (41, Samarkand street, town Gulbakhor, Yangiyul district, Tashkent region, 110800. Tel.: (+99855) 903-14-18; e-mail: qabulxona@qxmiti.uz).

The abstract of the dissertation was delivered on 13 01 2026 y.
(mailing report No 72 on 13 01 2026 y.)



A. Tukhtakuziev
Chairman of the scientific council for
awarding of scientific degrees, doctor of
technical sciences, professor

B.P. Artikbaev
Scientific secretary of scientific council,
awarding scientific degrees, PhD of
technical sciences, senior scientific
researcher

R.R. Khudaykuliev
Chairman of academic seminar under the
scientific council awarding scientific
degrees, candidate of technical science,
senior scientific researcher

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work improving the quality and productivity of soil preparation for grain and repeated sowing while simultaneously reducing energy costs based on improving the plank roller of a combined disc harrow and justifying its parameters.

The object of the research soil physical and mechanical properties during the preparation period for repeated sowing, the improved plank roller of the combined disc harrow, and the process of its interaction with the soil.

The scientific novelty of the research as follows:

the design scheme of the improved plank roller and the technological process of its operation have been developed, taking into account that the surface of the layer processed by the disc cultivator and leveler is compacted to the required degree and a fine-grained layer is formed on it;

mathematical models and analytical expressions describing the interaction of the improved roller with the soil were obtained, taking into account the magnitude of soil deformation by its planks, which allows determining the parameters of the roller;

the vertical load on the improved roller is justified by the condition that its large and small planks, installed at different heights relative to the roller base, must be fully submerged in the soil during operation;

the diameter of the improved roller, the number of large and small planks, the specific vertical load on it, and the speed of movement were determined for its agrotechnical and energy indicators by jointly solving the regression equations evaluating its agrotechnical and energy indicators.

Implementation of the research results. Based on the obtained scientific results on the justification of the parameters of the improved plank roller of the combined disc harrow:

the initial requirements and technical specifications for a combined disc harrow with an improved roller have been developed; a patent for the FAP 2436 utility model of the "Intellectual Property Center" State Institution under the Ministry of Justice of the Republic of Uzbekistan for a disc harrow has been obtained. As a result, a combined disc harrow was created, which performs all pre-sowing preparation operations in one pass;

a combined disc harrow with an improved roller was introduced in the experimental farm of the Research Institute of Agricultural Mechanization and in the farms "ABDUMANNOP PIRIMQULOV" and "BEK" of the Okkurgan district of the Tashkent region (certificate of the National Center for Knowledge and Innovation dated 10.05.2025, No. 05/01-05/02-05/04-03-174). As a result, during pre-sowing treatment, the total costs were reduced by 2.83%, and labor costs by 2.70%;

to master the development and manufacture of an industrial design, design and engineering documentation (initial requirements, technical specifications, drawings) has been implemented in the design processes of "AGRIXIM" LLC (certificate of the National Center for Knowledge and Innovation in Agriculture

under the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan No. 05/01-05/02-05/04-03-174 dated May 10, 2025). As a result, the possibility of industrial production of a disc harrow equipped with an improved roller with substantiated parameters has been created.

The content and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, and appendices. The volume of the dissertation is 104 pages.

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

I bo'lim (I часть; I part)

1. Ergashev M.M., Soatov Sh.A. Kombinatsiyalashgan diskli boronaning takomillashtirilgan g'altakmolasi parametrlarini asoslash // O'zbekiston qishloq va suv xo'jaligi. – Toshkent, 2024. – № 1 (maxsus son). – B. 92-93. (05.00.00; №8).

2. Ergashev M.M., Soatov Sh.A. Takomillashtirilgan g'altakmolaga o'rnatiladigan plankalar sonini asoslash // O'zbekiston agrar fani xabarnomasi. – Toshkent, 2024. – №4 (16). – B. 82-85. (05.00.00; №18).

3. Ergashev M.M., Soatov Sh.A. Determination of the long plank diameter of an improved leveller of a combined disc harrow // Indonesian Journal of Scientific journal. Indonesia Vol 7. 10.10.2024. – pp. 130-135. ISSN: (2654-8259). ResearchBib (№14).

II bo'lim (II часть; II part)

4. Ergashev M.M., Soatov Sh.A., Turdiyeva M. Kombinatsiyalashgan diskli borona tekislagichi va g'altakmolasi parametrlarini asoslash // Ishlab chiqarishning texnik, muhandislik va texnologik muammolarning innovatsion yechimlari: Xalqaro miqyosdagi ilmiy- texnik anjumani. Jizzax, 2022. – B. 448-451.

5. Soatov Sh.A. Kombinatsiyalashgan diskli borona takomillashtirilgan g'altakmolaning turini tanlash bo'yicha o'tkazilgan taqqoslov sinovlarining natijalari // Suv xo'jaligini barqaror rivojlantirishda innovatsion texnologiyalarning ahamiyati: Xalqaro ilmiy va ilmiy-texnikaviy anjumani maqolalar to'plami. – Buxoro: BuxTRBI, 2023. – B. 234-236.

6. Soatov Sh.A. Yerni ekishga tayyorlashda kombinatsiyalashgan diskli boronaning konstruktiv tuzilmasi // Fan va texnika taraqqiyotida intellektual yoshlarning o'rni: Respublika ilmiy-amaliy anjumani. Toshkent, 2023. – B. 357-358.

7. Soatov Sh.A. Kombinatsiyalashgan diskli borona takomillashtirilgan g'altakmolasi ish sharoitini o'rganish // Respublika janubida yuk va yo'lovchi tashishning muammo va yechimlari: Respublika ilmiy-texnik anjumani. Termiz, 2024. – B. 438-442.

8. Ergashev M.M., Soatov Sh.A. Takomillashtirilgan g'altakmolaning diametrini asoslash // Yuqori samarali qishloq xo'jalik mashinalarini yaratish va texnika vositalaridan foydalanish darajasini oshirishning innovatsion yechimlari: Xalqaro ilmiy-texnik konferentsiyasi. Gulbahor, 2024. – B. 135-138.

9. Ergashev M.M., Soatov Sh.A. Kombinatsiyalashgan diskli borona takomillashtirilgan g'altakmolasi uzun plankalari bo'yicha diametrini asoslash // Global iqlim o'zgarishi sharoitida agrar sohani rivojlantirish, ekologik barqarorlikni ta'minlash: muammo va yechimlari: Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman Andijon, 2025. – B. 296-301.

Bosishga ruxsat etildi: 12.01.2026 yil.
Bichimi 60x45^{1/8}, "Times New Roman"
garniturada raqamli bosma usulida bosildi.

Shartli bosma tabog'i 2.75. Adadi: 60. Buyurtma: №7.

TTYSI bosmaxonasida chop etildi. Toshkent shahri, Shohjaxon ko'ch., 5-uy

