

**NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJA BERUVCHI
PhD. 03/30.12.2019.T.90.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI

IMOMOV MUQIMJON XABIBJONOVICH

**TEBRANMA TISHLI BORONANI 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**

Imomov Muqimjon Xabibjonovich

Tebranma tishli boronani takomillashtirish va parametrlarini
asoslash..... 3

Имомов Муқимжон Хабібжонович

Усовершенствование и обоснование параметров колебательно зубовой
бороны 19

Imomov Muqimjon Xabibjonovich

Improvement and justification of parameters for an oscillatory gear
harrow..... 35

E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati

Список опубликованных работ
List of published works..... 39

**NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJA BERUVCHI
PhD.03/30.12.2019.T.90.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI

IMOMOV MUQIMJON XABIBJONOVICH

**TEBRANMA TISHLI BORONANI 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 B2023.3.PhD/T3984 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Doktorlik dissertatsiyasi Namangan muhandislik-qurilish institutida bajarilgan.
Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasi (www.nammqi_info@edu.uz) va «ZiyoNet» Axborot ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Umurzakov Akramjon Xakimovich
texnika fanlari doktori, dotsent

Rasmiy opponentlar:

Tojiyev Rasuljon Jumabayevich
texnika fanlari doktori, professor

Nasritdinov Axmadjon Abduxamidovich
texnika fanlari nomzodi, professor

Yetakchi tashkilot:

Andijon qishloq xo'jaligi va agrotexnologiyalar instituti

Dissertatsiya himoyasi Namangan muhandislik-qurilish instituti huzuridagi PhD.03/30.12.2019.T.90.01 raqamli Ilmiy kengashning 2025-yil 31 may soat 14⁰⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 160103, Namangan, Islom Karimov ko'chasi, 12-uy. Tel.: (+99869) 234-15-23, faks: (+99869) 234-15-23, e-mail: nammqi_info@edu.uz.).

Dissertatsiya bilan Namangan muhandislik-qurilish instituti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (5 raqami bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 160103, Namangan, Islom Karimov ko'chasi, 12-uy. Tel.: (+99869) 234-15-23, faks: (+99869) 234-15-23, e-mail: nammqi_info@edu.uz.).

Dissertatsiya avtoreferati 2025-yil "14" "may" kuni tarqatildi.
(2025-yil "31" "yanvar" dagi № 65 raqamli reyestr bayonnomasi).



[Signature]
N.G'.Bayboboyev
Ilmiy daraja beradigan ilmiy kengash
raisi, t.f.d., professor

[Signature]
V.M.Turdaliyev
Ilmiy daraja beradigan ilmiy kengash
ilmiy kotibi, t.f.d., professor

[Signature]
A.X.Umurzakov
Ilmiy daraja beradigan ilmiy kengash
qoshidagi ilmiy seminar raisi, t.f.d., dotsent

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda qishloq xo‘jaligi ekinlarini ekishdan oldin tuproqqa ishlov berish jarayonlarini optimallashtirish hamda ularda energiya va resurstejamkorlikka erishish uchun tuproqqa yuzaki ishlov beradigan mashinalar ishlab chiqish va joriy etish yetakchi o‘rinni egallamoqda. «Hozirgi kunda dunyo bo‘yicha qishloq xo‘jaligi ekinlarni yetishtirish uchun har yili 1,6 mlrd. ga maydonga ekishdan oldin ishlov berilishi»¹, ni hisobga olsak, bu sohaga zamonaviy va ish unumi yuqori bo‘lgan texnik vositalarni joriy etish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Ushbu yo‘nalishda qator rivojlangan davlatlar – AQSh, Rossiya, Germaniya, Fransiya, Turkiya, Angliya, Xitoy, Italiya va Xindiston kabi mamlakatlar ijobiy natijalarga erishib, dala maydonlariga bir o‘tishda belgilangan agrotexnika talablari asosida ishlov beradigan zamonaviy qishloq xo‘jaligi texnikalarini ishlab chiqishga katta e‘tibor qaratmoqda.

Jahonda tuproqqa ekish oldidan sifatli ishlov berishning resurstejamkor texnologiyalari hamda ularni amalga oshiradigan mashina va qurilmalarning yangi turlarini yaratish, mavjudlarini esa modernizatsiyalash, hamda materialhajmdorligini kamaytirish borasida ilmiy texnikaviy asoslarni ishlab chiqishga yo‘naltirilgan maqsadli ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Jumladan, tuproqni ekishga tayyorlashda namlikni saqlagan holda mayin qatlam hosil qilish uchun tishli boronaning yangi konstruksiyasini ishlab chiqish, parametr va texnologik ish jarayonlarini ilmiy asoslashga, alohida e‘tibor berilmoqda.

Respublikamiz qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishida mehnat va energiya sarfini kamaytirish, resurslarni tejash, qishloq xo‘jaligi ekinlarini ilg‘or texnologiyalar asosida yetishtirish va yuqori ish unumiga ega qishloq xo‘jalik mashinalarini ishlab chiqish yuzasidan keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda, jumladan yerlarni ekishga tayyorlashda kam energiya sarflagan holda belgilangan texnologik jarayonlarni ishonchli va 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‘shini 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 alohida belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda dalalarga urug‘ ekishdan oldin tuproqqa sifatli ishlov beradigan mashinalarni texnik va texnologik jihatdan takomillashtirish hisobiga qishloq xo‘jaligi ekinlaridan yuqori

¹ <https://www.zerno-ua.com>.

² O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 23 oktabrdagi PF-5853- son «O‘zbekiston Respublikasi qishloq xo‘jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo‘ljallangan strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida» gi Farmoni

hosil olish va ularning tannarxini pasaytirish muhim o‘rin tutadi.

Mazkur dissertatsiya ishi 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 yildagi PQ-4410-son «Qishloq xo‘jaligi mashinasozligini jadal rivojlantirish, agrar sektorni qishloq xo‘jaligi texnikalari bilan ta‘minlashni davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlashga oid chora-tadbirlar to‘g‘risida»gi Qarori hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining II. «Energetika, energiya va resurstejamkorlik» ustuvor yo‘nalishiga mos keladi.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Tishli boronalar va dala yuzasida mayin tuproq qatlamini hosil qilidigan tishli moslamalar bo‘yicha mamlakatimizda V.P.Kondratyuk, R.I.Baymetov, A.To‘xtaqo‘ziev, E.S.Qurbonov, D.A.Abduvahobov, X.G‘.Abdulxaev, M.M.Xalilov va boshqalar tomonidan tadqiqotlar o‘tkazilgan. Ushbu yo‘nalishda xorijda V.V.Surin, X.Djalal, X.A.Xachatryan, V.V.Udovenya, F.I.Novikov, U.Yegül, M.B.Eminoğlu, O.Orel va A.Çolak va boshqa olimlar tomonidan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilgan. Bu tadqiqotlarning natijalari ma‘lum darajada qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishi amaliyotda qo‘llanilmoqda. Lekin, yuqorida nomlari keltirilgan tadqiqotlarda takomillashtirilgan tebranma tishli borona ishlab chiqish va parametrlarini asoslash bo‘yicha etarli darajada tadqiqotlar olib borilmagan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Namangan muhandislik qurilish instituti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq AL-5121081266-sonli «Tuproqqa ishlov beruvchi qishloq xo‘jaligi texnikalarining vibrasion mexanika prinsiplariga asoslangan yangi avlod konstruksiyalarini ishlab chiqish» (2022-2024 y.) mavzusidagi amaliy loyiha doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi tishli borona konstruksiyasini takomillashtirish va ish jarayonida siqiluvchi prujinalar yordamida qo‘shimcha tebranadigan hamda bir o‘tishda yerlarga ikki qatlamda ishlov beradigan tishli borona ishlab chiqish yo‘li bilan yerlarni ekishga tayyorlashda ish sifati va unumini oshirish, yonilg‘i va boshqa xarajatlar sarfini kamaytirishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari quyidagilardan iborat:

O‘zbekiston sharoitida yerlarga ekish oldidan ishlov berishda qo‘llaniladigan texnologiyalar va ularni amalga oshiradigan mashinalarni tahlil qilish orqali takomillashtirilgan tishli boronaning texnologik ish jarayonini va konstruktiv sxemasini ishlab chiqish;

takomillashtirilgan tishli boronaning ishchi zvenosining gorizontol tebranishlarini uning ish ko‘rsatkichlariga ta‘sirini aniqlash;

takomillashtirilgan tishli boronaning agrotexnik va energetik ish ko‘rsatkichlarini uning parametrlari va harakat tezligiga bog‘liq ravishda o‘zgarish

qonuniyatlarini o'rganish, ularni ifodalovchi regressiya tenglamalarini olish, ular asosida parametrlarning maqbul qiymatlarini aniqlash;

takomillashtirilgan tishli boronaning tajriba nusxasini tayyorlash, uning dala sinovlarini o'tkazish va iqtisodiy ko'rsatkichlarini aniqlash

Tadqiqotning ob'ekti sifatida tuproqning fizik-mexanik xossalari, takomillashtirilgan tishli boronaning tuproq bilan ta'sirlashish jarayoni olingan.

Tadqiqotning predmeti takomillashtirilgan tishli boronaning tuproq bilan o'zaro ta'sirlashish jarayonlarini ifodalovchi matematik modellar va analitik ifodalar, qurilmaning agrotexnik va energetik ish ko'rsatkichlarini uning parametrlari va harakat tezligiga bog'liq ravishda o'zgarish qonuniyatlaridan iborat.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot jarayonida oliy matematika va nazariy mexanika fanlari, eksperimentlarni matematik rejalashtirish hamda tenzometriya usullari va mavjud me'yoriy hujjatlarda (GOST 20915-11, O'z DST 3412:2019, O'z DST 3193.2017, GOST 53056-2008) keltirilgan usullardan foydalanilgan.

Ishning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

dala relefiga moslashib, mayin qatlam hosil qilish uchun tuproqqa ikki qatlamda yuzaki ishlov beradigan gorizontaal tebranma harakat qiluvchi tishli boronaning konstruksiyasi ishlab chiqilgan;

tuproqqa ikki qatlamda ishlov beradigan tebranma tishli boronaning tortishga qarshilik kuchini aniqlash imkonini beradigan ifoda samarali ishqalanish koeffitsienti (f^*) ni inobatga olgan holda ishlab chiqilgan;

ikki qatlamda ishlov beradigan tebranma tishli boronaning oldingi kalta va orqangi uzun tishlarining uzunliklarini aniqlash usuli ularni tuproqqa belgilangan chuqurlikka botib ishlash shartidan kelib chiqqan holda asoslangan;

tuproqqa ikki qatlamda ishlov beradigan gorizontaal tebranma tishli boronaning geometrik, kinematik va energetik parametrlarining maqbul qiymatlari unga qo'yilgan agrotexnika talablarini sifatli bajarilish shartidan kelib chiqqan holda, tajribalarni matematik rejalashtirish usulida aniqlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat: tuproqqa ikki qatlamda ishlov berishda tortishga qarshiligi kam bo'lgan gorizontaal tebranma harakat qiluvchi tishli boronaning yangi konstruksiyasi ishlab chiqilgan;

tuproqqa ikki qatlamda yuzaki ishlov beradigan tishli borona qo'llanilganda yonilg'i sarfini 1,5 martaga, ekspluatatsion xarajatlarni 15-20 foizga kamayishiga erishilgan.

Tadqiqot natijalarini ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi izlanishlarning amaliyotda keng qo'llanib kelinayotgan samarali usullar va o'lchash vositalardan foydalangan holda o'tkazilganligi, moslamaning parametrlarini nazariy jihatdan asoslashda oliy matematika, nazariy mexanikaning asosiy qonun va qoidalariga amal qilinganligi, tajribalar natijalariga matematik statistika usullari bilan ishlov berilganligi, nazariy va amaliy tadqiqotlar natijalarining o'zaro mosligi, bajarilgan tadqiqotlar asosida ishlab chiqilgan takomillashtirilgan tishli borona dala sinovlarining ijobiy natijalari va amaliyotga joriy etilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati takomillashtirilgan tishli boronaning sifat va energetik ko'rsatkichlarini uning parametrlariga bog'liqligini ifodalovchi analitik bog'lanishlar olinganligi hamda uning konstruktiv sxemasi ishlab chiqilganligi va ish ko'rsatkichlarini parametrlari hamda harakat tezligiga bog'liq ravishda o'zgarish qonuniyatlari aniqlanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati ishlab chiqilgan takomillashtirilgan tishli borona qo'llanilganda tuproqqa agrotexnika talablari darajasida ishlov berilishi, yonilg'i-moylash materiallari, sarf xarajatlarni kamaytirish va ish unumini oshirishga erishilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Tebranma tishli boronani takomillashtirish va parametrlarini asoslash mavzusida olib borilgan tadqiqotlar bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

dala relefiga moslashuvchan tuproqqa ikki qatlamda yuzaki ishlov beradigan, ishchi zvenolari o'zaro tebranadigan tishli boronaga «Intellectual mulk agentligi» dan ixtiro uchun patent olingan («Tishli borona», IAP 07340 – 16.03.2023 y.). Natijada, tuproq yuzasida mayin qatlam hosil qiladigan gorizontaal tebranma harakat qiluvchi tishli boronaning konstruksiyasi ishlab chiqish imkoniyati yaratilgan;

dala relefiga moslashuvchan tuproqqa ikki qatlamda yuzaki ishlov beradigan, tishli boronani ishlab chiqarishni o'zlashtirish uchun loyiha-konstruktorlik xujjatlari va hisoblash usullari «BMKB-Agromash» AJ ga joriy etilgan, (O'zbekiston Respublikasi Qishloq xo'jaligi vazirligi Qishloq xo'jaligida bilim va innovatsiyalar milliy markazining 2024-yil 7-avgustdagi 05/04-04-366-son ma'lumotnomasi). Natijada, ishchi zvenolari o'zaro gorizontaal tebranadigan tishli boronani ishlab chiqarish imkoniyati yaratilgan;

ishlab chiqilgan tuproqqa ikki qatlamda yuzaki ishlov beradigan ishchi zvenolari o'zaro gorizontaal tebranadigan tishli borona Namangan viloyat Chust tumani «Xabibullo Abdullayev» hamda Namangan tumanidagi «Kumush tola yog'dusi» fermer xo'jaliklarida joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi Qishloq xo'jaligi vazirligi Qishloq xo'jaligida bilim va innovatsiyalar milliy markazining 2024-yil 7-avgustdagi 05/04-04-366-son ma'lumotnomasi). Natijada, tuproqqa yuzaki ishlov berishda mavjud boronalarga nisbatan yonilg'i sarfini 1,5 martaga ekspluatatsion xarajatlar 15-20 foizga kamayishiga erishilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. 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 11 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy jurnallarida 4 ta maqola jumladan 3 tasi respublika va 1 tasi xorijiy jurnallarda nashr etilgan hamda O'zbekiston Respublikasi Intellectual mulk agentligining 1 ta ixtiro patenti olingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to‘rtta bob, umumiy xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya hajmi 111 betni tashkil etgan.

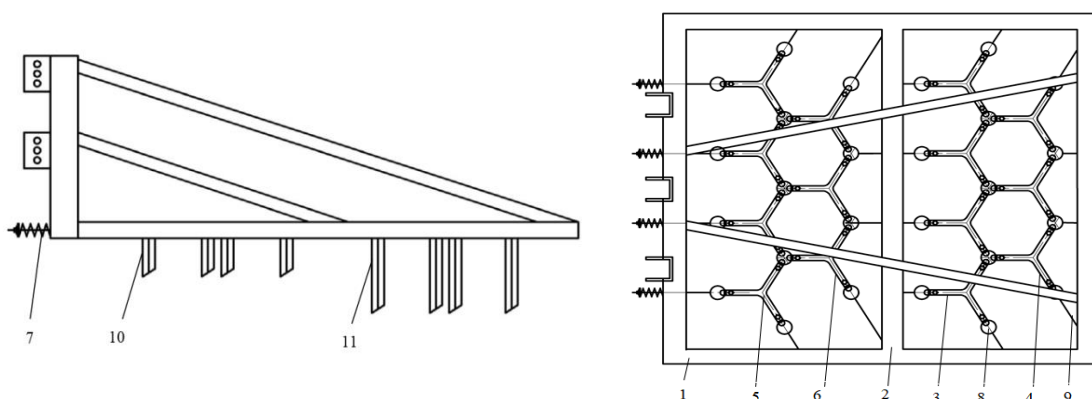
DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida o‘tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqot maqsadi va vazifalari, obykti va predmetlari tavsiflangan, respublika fan va texnologiyalari taraqqiyotining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon etilgan, olingan natijalarning nazariy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy etilganligi, ishning aprobatsiya natijalari, e‘lon qilingan ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo‘yicha ma‘lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning «**Masalaning qo‘yilishi. Tadqiqot maqsadi va vazifalari**» deb nomlangan birinchi bobida Respublikamiz sharoitida yerlarga ekish oldidan ishlov berish texnologiyalari, yerlarni boronalashdan maqsad, yerlarga ekish oldidan ishlov beradigan texnika vositalarining tahlili, mavzu bo‘yicha ilgari bajarilgan ilmiy-tadqiqot ishlarining tahlili, yerlarni boronalashga qo‘yiladigan agrotexnik talablar hamda tadqiqotning maqsad va vazifalari keltirilgan.

Dissertatsiyaning «**Takomillashtirilgan tishli boronaning parametrlarini nazariy asoslash**» deb nomlangan ikkinchi bobida Takomillashtirilgan tishli boronaning konstruktiv sxemasini ishlab chiqish, tishli boronaning tadqiq etiladigan parametrlari: tish uzunligi, tishning o‘tkirlanish burchagi, tishning qalinligi, tish pastki o‘tkirlangan uchining uzunligi, tishlar izlarining kengligi, takomillashtirilgan tishli boronaning tortishga qarshiligi, ishchi zvenoning bo‘ylama yo‘nalishdagi tebranishlarini nazariy tadqiq etish bo‘yicha o‘tkazilgan nazariy tadqiqotlar natijalari keltirilgan.

Adabiyotlar tahliliga ko‘ra tuproq yuzasiga ikki qatlamda ishlov beradigan takomillashtirilgan tishli borona konstruktiv sxemasi ishlab chiqildi (1-rasm).

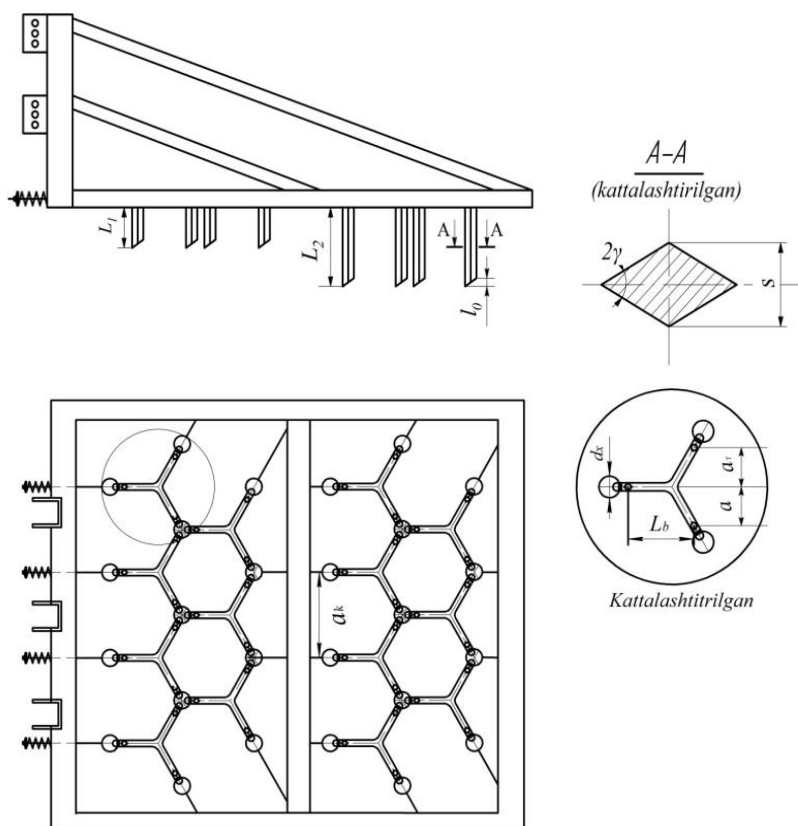


1-osish qurilmasi bilan jihozlangan rama; 2-ko‘ndalang balka; 3, 4-orqangi ishchi zvenolar; 5, 6-oldingi ishchi zvenolar; 7-siqiluvchi prujina; 8-halqa; 9-tortqi; 10- oldingi ishchi zvenolarga o‘rnatilgan kalta tish; 11- orqangi ishchi zvenolarga o‘rnatilgan uzun tish

1-rasm. Takomillashtirilgan tishli boronaning konstruktiv sxemasi

Tishli borona quyidagi tartibda ishlaydi: traktor boronani sudraganda, dastlabki old ikki qator ishchi zvenolardagi tishlar 10 tuproqni yuza qismini qisman yumshatadi. Rama tashqi tomonidan o'natilgan siqiluvchi prujinalar 7 harakat yo'nalishiga nisbatan parallel bo'ylama harakat qiladi. Natijada oldingi qator ishchi zvenolariga tuproqning qarshilik kuchi ta'sir etadi. Prujina 7 ning elastiklik kuchi tinch holatdagi qarshilik kuchiga teng bo'lganda oldingi qator ishchi zveno 5-6 ning keskin harakati (birdan ko'chishi) sodir bo'ladi. Tinch holatdagi qarshilik kuchi harakatdagi qarshilik kuchidan ancha katta bo'lishi hisobiga va siqiluvchi prujina 7 davriy ravishda siqilib yana o'z holiga qaytishida gorizontal tebranishlar hosil bo'ladi. Orqa qator ishchi zvenolaridagi tishlar 11, old qator tishlar 10 ga nisbatan ikki barobar uzunroq etib tayyorlanganligi sababli, maydon relefiga to'liq moslashib harakatlanishi ta'minlanadi va natijada tuproqqa ishlov berish sifati, ya'ni tuproqni uvalanish darajasi ortadi hamda tortishga qarshilik kuchining kamayishi hisobiga energiya sarfi kamayadi.

Quyidagilar takomillashtirilgan tishli boronaning ish ko'rsatkichlariga ta'sir etuvchi parametrlari hisoblanadi: oldingi va orqangi qator tishning uzunligi (L_1, L_2), m; tishning o'tkirlanish burchagi, $(2\gamma)^\circ$; tishning qalinligi (S), m; tish pastki o'tkirlangan uchining uzunligi (l_0), m; tishlar izlarining kengligi (a), m; ishchi zvenoning tishlari orasidagi ko'ndalang masofa (a_T), m; ishchi zvenoning tishlari orasidagi bo'ylama masofa (L_b), m; ishchi zvenolarning tortqilari orasidagi ko'ndalang masofa (a_k), m; ishchi zvenolarni o'zaro bog'lab turuvchi halqaning diametri (d_x), m; siqiluvchi prujinaning bikirligi, N/m (2-rasm).



2-rasm. Takomillashtirilgan tishli boronaning tadqiq etiladigan parametrlari

Tishning uzunligi. Bu parametr boronaning ishlov berish chuqurligiga bog‘liq bo‘lib, uni quyidagi empirik ifoda bo‘yicha aniqlash tavsiya etiladi.

$$L = (2,0 \div 2,5)h, \quad (1)$$

bunda L – tishning uzunligi, m; h – ishlov berish chuqurligi, m.(1) ifodaga asosan

$$L_1 = (1,0 \div 1,25)h, \quad (1, a)$$

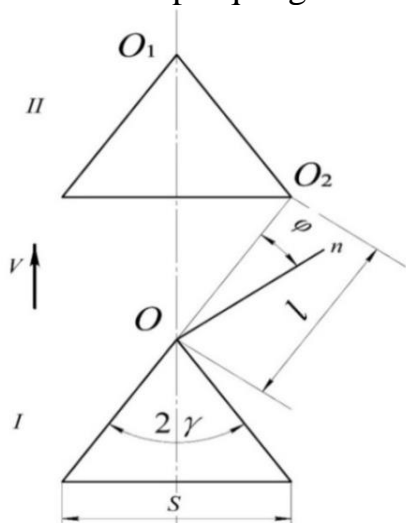
va

$$L_2 = (2,0 \div 2,5)h \quad (1, b)$$

$h=5$ cm qabul qilib, (1, a) va (1, b) ifodalar bo‘yicha $L_1=(5,0-6,25)$ cm va $L_2=(10,0-12,5)$ cm oralig‘ida bo‘lishi lozimligini aniqlaymiz.

Tishning o‘tkirlanish burchagini aniqlash uchun tuproqni uning ta’siri ostida gorizontalk tekislikda deformatsiyalanish jarayonini ko‘rib chiqamiz (3-rasm). Tish ish jarayonida *I* holatdan *II* holatga o‘tgan va tuproqning parchalanish jarayoni yuz bergan bo‘lsin. Bunda tuproqning maydalanish darajasi va tishning tortishga qarshiligi uning *I* holatdan *II* holatga, ya’ni tuproqni parchalanish jarayoni yuz beradigan holatga o‘tguncha bosib o‘tadigan masofa OO_1 ga bog‘liq bo‘ladi. Bu masofa qanchalik kichik bo‘lsa, tuproqning maydalanish darajasi shuncha yuqori, tishning tortishga qarshiligi shuncha kam bo‘ladi.

Tuproq parchalanguncha tish bosib o‘tadigan masofa OO_1 ni uning parametrlari va tuproqning fizik-mexanik xossalari orqali ifodalaymiz.



3-rasm. Tishning o‘tkirlanish burchagini aniqlashga doir sxema

Tish *I* holatdan *II* holatga o‘tganda tuproq parchalanishi uchun quyidagi shart bajarilishi lozim.

$$l \geq lch = ch, \quad (2)$$

bunda l_{ch} – tish ta’siri ostida tuproq deformatsiyasining chegaraviy, ya’ni uning parchalanishini ta’minlaydigan qiymati, m; $l=OO_2$ – tishning *I* holatdan *II* holatga o‘tganda tuproqning deformatsiyalanish (ezilish) kattaligi (miqdori), m; c – tuproqning turi va fizik-mexanik xossalari bog‘liq bo‘lgan koeffitsiyent. 3-rasmda keltirilgan sxema bo‘yicha

$$l = \frac{S}{2 \cos(\gamma + \varphi)} \quad (3)$$

va

$$OO_1 = \frac{l \cos \varphi}{\sin \gamma} = \frac{S \cos \varphi}{2 \sin \gamma \cos(\gamma + \varphi)}, \quad (4)$$

bunda γ – tishning o‘tkirlanish burchagi, grad; φ – tuproqni metall bilan ishqalanish burchagi, grad. 4-ifodadan foydalanib, 4-rasmda OO_1 ni γ ga bog‘liq ravishda o‘zgarish grafiklari qurilgan. Ulardan ko‘rinib turibdiki $OO_1=f(\gamma)$ minimumga ega.

$$\gamma = 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \quad (5)$$

yoki

$$2\gamma = 90^\circ - \varphi, \quad (6)$$

ekanligi kelib chiqadi.

(6) ifodaga φ ning ma’lum qiymatlarini ($30-35^\circ$) qo‘yib, takomillashtirilgan borona tishining o‘tkirlanish burchagi $55-60^\circ$ oralig‘ida bo‘lishi lozimligini aniqlaymiz.

Tishning qalinligini ishlov berilayotgan qatlam to‘liq yumshatilishi, ya’ni uning tubida devorlari zichlangan egat hosil bo‘lmasligi shartidan quyidagi ifoda bo‘yicha aniqlaymiz

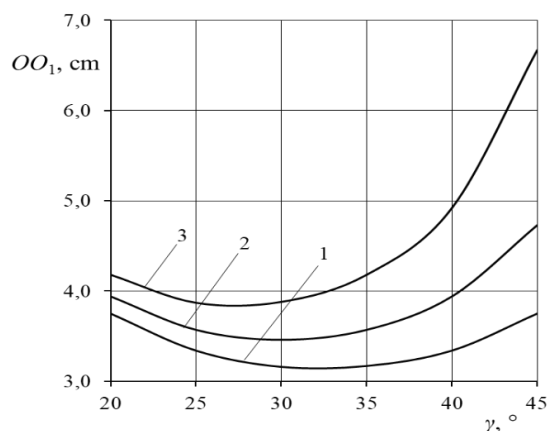
$$S = 2ch \cos(\gamma + \varphi). \quad (7)$$

Tuproqqa o‘rtacha 5 cm chuqurlikda ishlov berilganda dala yuzasidagi notekisliklar tufayli tishni tuproqqa botish chuqurligi 10 cm gacha yetadi. Buni hisobga olgan holda hamda $c=0,25$ qabul qilib va (7) ifodaga γ ning yuqorida aniqlangan va φ ning yuqorida keltirilgan qiymatlarini qo‘yib, tishning qalinligi $S=2,26$ cm bo‘lishi lozimligini aniqlaymiz.

Tish pastki o‘tkirlangan uchining uzunligi l_0 ni 5-rasmda keltirilgan sxemaga binoan quyidagi ifoda bo‘yicha aniqlaymiz

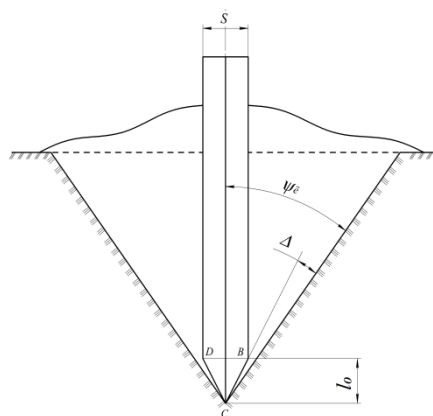
$$l_0 = \frac{1}{2} sctg(\psi_{\bar{e}} - \Delta), \quad (8)$$

bunda ψ_{yo} – tuproqning yonbosh sinish burchagi, grad; Δ – tishning pastki o‘tkirlangan uchi va yumshatilgan egat devori orasidagi burchak, grad.



1– $\varphi=25^\circ$, 2– $\varphi=30^\circ$ va 3– $\varphi=35^\circ$

4-rasm. OO_1 masofani γ ga bog‘liq ravishda o‘zgarish grafiklari



5-rasm. Tishning pastki o‘tkirlangan uchining uzunligini aniqlashga doir sxema

(8) ifodaga S va Δ ning yuqorida aniqlangan va keltirilgan qiymatlarini qo‘yib hamda $\psi_{yo}=30-35^\circ$ qabul qilib, tish pastki o‘tkirlangan qismining uzunligi $l_0=2,32$ cm bo‘lishi lozimligini aniqlaymiz.

Tishlar izlarining kengligi ular tomonidan ishlov berilgan qatlam tubida hosil bo‘ladigan notekisliklarning balandligi ruxsat etilgandan katta bo‘lmasligi shartidan quyidagi ifoda bo‘yicha aniqlaymiz

$$a = 2K_x^{-1}\Delta h_p \operatorname{tg}\psi_{\bar{e}}, \quad (9)$$

bunda K_x – tishlar tomonidan ishlov beriladigan qatlam tubida hosil bo‘ladigan notekisliklarning haqiqiy balandligini ularning nazariy balandligidan kam bo‘lishini hisobga oladigan koeffitsiyent; Δh_r – tishlar tomonidan ishlov berilgan qatlam tubida hosil bo‘ladigan notekisliklar balandliklarining ruxsat etilgan qiymatlari, m; $K_x=0,25$, $\Delta h_r=0,01$ m va $\psi_{yo}=32^\circ 30'$ qabul qilib, (9) ifoda bo‘yicha o‘tkazilgan hisoblar, takomillashtirilgan borona tishlari izlarining kengligi ko‘pi bilan 5 cm bo‘lishi lozimligini ko‘rsatdi.

Ishchi zvenoning tishlari orasidagi ko‘ndalang va bo‘ylama masofalar, ishchi zvenolarning tortqilari orasidagi ko‘ndalang masofa, ishchi zvenolarni bog‘lab turuvchi halqaning diametrini quyidagi ifodalar bo‘yicha aniqlaymiz

$$a_T = 2a = 4K_x^{-1}\Delta h_p \operatorname{tg}\psi_{\bar{e}}; \quad (10) \quad L_{\bar{o}} = 4\sqrt{3}K_x^{-1}\Delta h_p \operatorname{tg}\psi_{\bar{e}}; \quad (11)$$

$$a_K = 12K_x^{-1}\Delta h_p \operatorname{tg}\psi_{\bar{e}}; \quad (12) \quad d_x = 2\left(\frac{4K_x^{-1}\Delta h_p}{\sqrt{3}} \operatorname{tg}\psi_{\bar{e}} - \delta_{u.zveno}\right) \quad (13)$$

bunda $\delta_{i.zveno}$ – ishchi zvenolarni o‘zaro bog‘lab turuvchi halqa va tish o‘rnatilgan teshik orasidagi masofa, m.

(10)-(13) ifodalarga K_x , Δh_r , ψ_{yo} ning yuqorida keltirilgan qiymatlarini qo‘yib va $\delta_{i.zveno}=0,025$ m qabul qilib ishchi zvenoning tishlari orasidagi ko‘ndalang masofa 100 mm, bo‘ylama masofa 160 mm, ishchi zvenolarning tortqilari orasidagi ko‘ndalang masofa 277 mm, ularni bog‘lab turuvchi halqaning diametri 90 mm bo‘lishi lozimligini aniqlaymiz.

Takomillashtirilgan tishli boronaning tortishga solishtirma, ya’ni uning har bir metr qamrash kengligiga to‘g‘ri keladigan qarshiligini aniqlash uchun 14 ifoda olindi

$$R_c = \left\{ f^* m_c g a + \left[\frac{s^2 (2h - l_0)^2 q_0 \cos \varphi}{16h \sin \gamma \cos (\gamma + \varphi)} + 2,25 \rho h^2 v^2 \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \left(1 + \frac{W}{100} \right) \sin \gamma \operatorname{tg}\psi_{\bar{e}} \right] \frac{\sin (\gamma + \varphi)}{\cos \varphi} \right\} / [a(1 + f^* \operatorname{tg}\alpha)], \quad (14)$$

bunda m_c – takomillashtirilgan boronaning har bir metr qamrash kengligiga to‘g‘ri keladigan massasi, kg/m; $f^*=0,3$, $m_c=105$ kg/m, $g=9,8$ m/s², $a=0,05$ m, $S=2,3$ cm

$h=0,05$ m, $l_0 =2,3$ cm, $p=1100$ kg/m³, $\gamma=30^\circ$, $\Psi_{yo}=35^\circ$, $q_0=5 \cdot 10^6$ N/m³, $W=16$ %, $\alpha=10^\circ$ qabul qilinib, (14) ifoda bo'yicha o'tkazilgan hisoblar 1,6-2,5 m/s harakat tezliklarida takomillashtirilgan boronaning tortishga solishtirma qarshiligi 1,54 – 1,98 kN/m ni tashkil etishini ko'rsatdi.

Boronaning birinchi qatorda joylashgan ishchi zvenolari rama bilan siqiluvchi prujinalar orqali bog'langanligi tufayli ish jarayonida tuproqning fizik-mexanik xossalari o'zgaruvchanligi sababli bo'ylama yo'nalishda, ya'ni harakat yo'nalishi bo'ylab majburiy tebranma harakat qiladi va uni ishchi zveno tishlarining pastki qismi o'tkir deb qarab shu sababli egat tubida hosil bo'ladigan ishqalanish kuchini hisobga olmaganda quyidagicha tenglamalar olindi. (15) tenglamaning ishchi zvenoning majburiy tebranishlarini ifodalovchi yechimi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi

$$m_i \ddot{x} + (n_t b_t + b_p) \dot{x} + (n_t c_t + c_p) x = H \sin(pt + \delta), \quad (15)$$

$$x = A \sin(pt + \delta - \varepsilon), \quad (16)$$

$$A = \frac{H}{m_i \sqrt{\left(\frac{n_t c_t + c_p - p^2}{m_i}\right)^2 + \left(\frac{n_t b_t + b_p}{m_i}\right)^2} p^2} \quad (17)$$

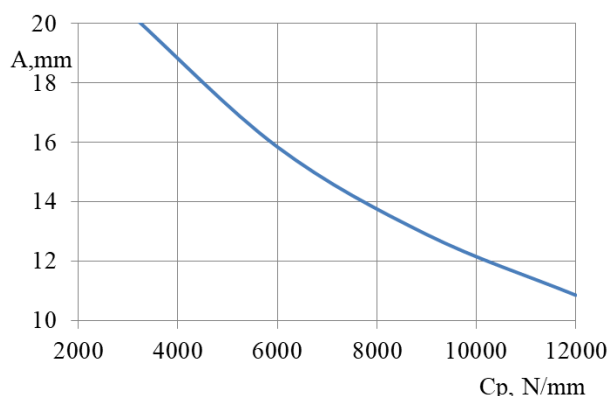
$$\varepsilon = \arctg \frac{(n_t b_t + b_p) p}{n_t c_t + c_p - m_i p^2}. \quad (18)$$

(17) va (18) larni hisobga olganda (16) tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi

$$x = \frac{H}{m_i \sqrt{\left(\frac{n_t c_t + c_p - p^2}{m_i}\right)^2 + \left(\frac{n_t b_t + b_p}{m_i}\right)^2} p^2} \sin\left(pt + \delta - \arctg \frac{(n_t b_t + b_p) p}{n_t c_t + c_p - m_i p^2}\right), \quad (19)$$

bunda m_i – ishchi zvenoning massasi, kg; \ddot{x} – ishchi zvenoning bo'ylama yo'nalishdagi tebranma harakatdagi tezlanishi, m/s²; \dot{x} – ishchi zvenoning bo'ylama yo'nalishdagi tebranma harakatdagi tezligi, m/s; x – ishchi zvenoning bo'ylama yo'nalishdagi tebranma harakatdagi muvozanat holatdan ko'chishi, m; n_t – ishchi zvenodagi tishlar soni, dona; b_t – tuproqning ishchi zvenoning bitta tishiga keltirilgan dissipasiya koeffitsiyenti, $\frac{N \cdot s}{m(\text{dona})}$; b_p – prujinaning dissipasiya

koeffitsiyenti, $\frac{N \cdot s}{m}$; c_t – tuproqning ishchi organning bitta tishiga keltirilgan bikirligi N/m (dona); c_p – siqiluvchi prujinaning bikirligi, N/m; H – qo'zg'aluvchan kuchning amplitudasi, N; p – qo'zg'aluvchan kuch o'zgarishining aylanma chastotasi, rad/s; t - vaqt, s; δ – boshlang'ich faza, rad.



6-rasm. Siqiluvchi prujinalarning tebranish amplitudasiga bog‘liqlik grafigi

$H=2 \cdot 10^2 \text{ N}$, $m_i=6,2 \text{ kg}$, $n_i=3$ dona, $c_i=2 \cdot 10^3 \text{ N}$, $p=2,5 \text{ c}^{-1}$, $b_i=4 \cdot 10^2 \text{ Ns/m}$ (dona), $b_p=0,6 \cdot 10^2 \text{ Ns/m}$, qabul qilinib, (19) ifoda bo‘yicha o‘tkazilgan hisoblashlar siqiluvchi prujinalarning bikirligini $6 \cdot 10^3 \text{ N/m}$ dan $12 \cdot 10^3 \text{ N/m}$ gacha ortishi borona ishchi zvenolarining bo‘ylama yo‘nalishdagi tebranishlarining amplitudasini 16 mm dan 11 mm gacha kamayishini ko‘rsatdi (6-rasm).

(19) ifodaning tahlili shuni ko‘rsatadiki, takomillashtirilgan tishli boronaning ma‘lum parametrlarida va berilgan ish sharoiti uchun uning talablar darajasidagi ish ko‘rsatkichlari asosan siqiluvchi prujinalarning bikirligini to‘g‘ri tanlash hisobiga ta‘minlanadi.

Dissertatsiyaning «**Eksperimental tadqiqotlarning natijalari**» deb nomlangan uchinchi bobida eksperimental tadqiqotlarni o‘tkazish dasturi, eksperimental tadqiqotlarni o‘tkazish sharoiti va usullari; eksperimental tadqiqotlarni o‘tkazish uchun tayyorlangan laboratoriya-dala qurilmasining ishlab chiqish (7-rasm), takomillashtirilgan tishli borona oldingi va orqangi seksiya, borona tishing o‘tkirilanish burchagi, tish izlari kengligi, siqiluvchi prujinaning hamda harakat tezligini uning energetik va agrotexnik ish ko‘rsatkichlariga ta‘sirini o‘rganish bo‘yicha o‘tkazilgan bir va ko‘p omilli tadqiqotlarning natijalari keltirilgan.

Ko‘p omilli eksperimentlar «Xartli-5» rejasi bo‘yicha o‘tkazildi.

Ko‘p omilli eksperimentlarni o‘tkazishda baholash mezonini sifatida ishlov berish chuqurligi va uning o‘rtacha kvadratik chetlanishi, tuproqning uvalanish darajasi, ya‘ni o‘lchami 25 mm kichik fraksiyalar miqdori, boronaning tortishga qarshiligi hamda dala yuzasidagi notekisliklarining o‘rtacha kvadratik chetlanish qabul qilindi.



- 1-rama;
- 2, 3- oldingi va orqangi qator ishchi zvenolar;
- 4-halqalar;
- 5-tortqi;
- 6-tishlar;
- 7-ko‘ndalang balka;
- 8-siqiluvchi prujina

7-rasm. Laboratoriya-dala qurilmasining umumiy ko‘rinishi

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

ishlov berish chuqurligining (cm)

$$Y_1 = 4,16 + 0,945 X_1 + 1,203 X_2 + 0,341 X_3 - 0,322 X_4 - 0,388 X_5 - 0,281 X_1^2 - 0,080 X_1 X_3 + 0,120 X_1 X_4 + 0,113 X_1 X_5 - 0,238 X_2^2 - 0,112 X_2 X_3 + 0,087 X_2 X_4 + 0,080 X_2 X_5 - 0,584 X_3^2 + 0,064 X_3 X_4 + 0,126 X_4^2 - 0,083 X_4 X_5 + 0,161 X_5^2; \quad (20)$$

ishlov berish chuqurligining o'rtacha kvadratik chetlanishi bo'yicha (cm)

$$Y_2 = 1,079 + 0,152 X_1 + 0,180 X_2 + 0,015 X_3 + 0,141 X_4 + 0,124 X_5 + 0,087 X_1^2 - 0,019 X_1 X_2 + 0,023 X_1 X_3 + 0,021 X_1 X_4 - 0,039 X_1 X_5 + 0,076 X_2^2 + 0,039 X_2 X_3 + 0,023 X_2 X_5 + 0,078 X_3^2 + 0,019 X_3 X_5 - 0,054 X_4^2 + 0,017 X_4 X_5 + 0,041 X_5^2; \quad (21)$$

yumshatilgan qatlamdagi tuproqning uvalanish darajasi bo'yicha (%)

$$Y_3 = 92,065 - 0,862 X_1 - 0,688 X_2 - 0,633 X_3 - 3,003 X_4 + 1,846 X_5 - 0,840 X_1^2 + 0,581 X_1 X_2 + 0,644 X_1 X_3 + 0,671 X_1 X_5 - 1,140 X_2^2 - 0,671 X_2 X_3 - 0,643 X_2 X_5 - 1,140 X_3^2 - 0,580 X_3 X_5 + 0,862 X_4^2 - 0,841 X_5^2; \quad (22)$$

takomillashtirilgan tishli boronaning tortishga qarshiligi bo'yicha (kN)

$$Y_4 = 1,128 + 0,045 X_1 + 0,081 X_2 + 0,062 X_3 + 0,066 X_4 + 0,157 X_5 - 0,047 X_1^2 + 0,018 X_1 X_2 + 0,036 X_1 X_3 + 0,019 X_1 X_4 - 0,013 X_1 X_5 - 0,052 X_2^2 + 0,033 X_2 X_3 + 0,016 X_2 X_4 - 0,016 X_2 X_5 - 0,052 X_3^3 + 0,037 X_3 X_4 + 0,000 X_3 X_5 + 0,031 X_4 X_4 - 0,016 X_4 X_5 + 0,107 X_5^2; \quad (23)$$

dala yuzasidagi notekisliklarning o'rtacha kvadratik chetlanishi bo'yicha (cm)

$$Y_5 = 1,000 + 0,052 X_1 + 0,077 X_2 + 0,071 X_3 + 0,147 X_4 - 0,151 X_5 + 0,057 X_1^2 + 0,010 X_1 X_2 + 0,004 X_1 X_3 + 0,006 X_1 X_4 + 0,074 X_2^2 - 0,004 X_2 X_5 + 0,074 X_3^2 + 0,005 X_3 X_4 - 0,010 X_3 X_5 - 0,062 X_4^2 - 0,008 X_4 X_5 - 0,073 X_5^2. \quad (24)$$

Olingan regressiya tenglamalari tahlilidan ko'rinib turibdiki, barcha omillar baholash mezonlariga sezilarli ta'sir ko'rsatgan.

(20) – (24) regressiya tenglamalarida Y_1 mezon, ya'ni ishlov berish chuqurligi 4-6 cm oralig'ida bo'lishi, Y_2 mezon, ya'ni ishlov berish chuqurligining o'rtacha kvadratik chetlanishi ± 2 cm dan katta bo'lmasligi, Y_3 mezon, ya'ni tuproqning uvalanish darajasi 80 foizdan kam bo'lmasligi, Y_4 mezon, ya'ni boronaning tortishga qarshiligi minimal qiymatga ega bo'lish hamda Y_5 mezon, ya'ni dala yuzasidagi notekisliklar balandliklarining o'rtacha kvadratik chetlanishi ± 2 cm dan katta bo'lmasligi shartlaridan kelib chiqib MS Excel dasturi bo'yicha birgalikda yechilib, takomillashtirilgan tishli borona 6-9 km/h harakat tezliklarida ishlaganda kam energiya sarflagan holda tuproqqa agrotexnika talablari darajasida ishlov berishi uchun uning oldingi va orqangi seksiyasining tishlari uzunligi mos ravishda 47,26-56,25 mm va 82,87-93,49 mm, o'tkirlanish burchagi 68-73°, izlar orasining kengligi 47,97-49,36 mm oralig'ida bo'lishi lozimligi aniqlandi.

Omillarning ushbu aniqlangan qiymatlarida Y_1 mezon 2,88–5,09 cm, Y_2 mezon 0,99–1,11 cm, Y_3 mezon 90,66–93,46% va Y_4 mezon 1,02–1,32 kN, Y_5 mezon 1,27–1,35 cm ni tashkil etdi.

Dissertatsiyaning «**Takomillashtirilgan tishli boronaning tajriba nusxasi va uning sinovlari natijalari hamda texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari**» deb nomlangan to‘rtinchi bobida takomillashtirilgan tishli boronaning tavsiya etilayotgan parametrlari, uning qisqacha texnik tavsifi, dala sinovlari natijalari hamda texnik iqtisodiy ko‘rsatkichlarining hisobi keltirilgan.

Sinovlar Namangan viloyati Chust va Namangan tumani fermer xo‘jaliklarida o‘tkazildi. Sinovlarda ishlab chiqilgan takomillashtirilgan tishli borona belgilanagan texnologik jarayonni ishonchli bajardi va uning ish ko‘rsatkichlari unga qo‘yilgan talablarga to‘liq mos keldi.

O‘tkazilgan hisoblar shuni ko‘rsatadiki, yerlarga ekish oldidan ishlov berishda takomillashtirilgan tishli borona mashinasi qo‘llanilganda bir gektar uchun sarflanadigan ekspluatatsion xarajatlar 15-20 foizga kamayadi. Bunda bitta mashinaga mavsumiy iqtisodiy samara **1824662** so‘mni tashkil etadi.

XULOSA

«Tebranma tishli boronani takomillashtirish va parametrlarini asoslash» mavzusidagi falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar natijalari asosida quyidagi xulosalar taqdim etildi:

1. Olib borilgan tahlillarimiz hamda adabiyotlar va patent-informatsion materiallar tahlili dala yuzasidagi notekisliklarga to‘liq moslashadigan, ish jarayonida tebranib turadigan va qo‘shimcha prujinalar yordamida tebranma harakat beradigan hamda bir o‘tishda yerlarni ekishga tayyorlay olishi uchun ikki qator qilib o‘rnatilgan tishlardan iborat bo‘lgan borona konstruksiyasini ishlab chiqish imkonini yaratdi.

2. Takomillashtirilgan tishli boronaning oldingi qator tishining uzunligi 5,0-6,25 cm, orqangi qator tishining uzunligi 10,0-12,5 cm oralig‘ida, o‘tkirlanish burchagi 55-60° oralig‘ida, tishning qalinligi esa 2,26 cm, pastki o‘tkirlangan uchining uzunligi 2,32 cm, tishlar izlarining kengligi – ko‘pi bilan 5 cm bo‘lishini, tishlar orasidagi ko‘ndalang masofa 100 mm, bo‘ylama masofa 160 mm, hamda ishchi zvenolarning tortqilari orasidagi ko‘ndalang masofa 277 mm, ularni bog‘lab turuvchi xalqa diametri 90 mm bo‘lishi kam energiya sarflagan holda tuproqqa belgilangan agrotexnik talablar bo‘yicha ishlov berish imkonini beradi.

3. Takomillashtirilgan tishli borona oldingi qator ishchi zvenosining tebranishlari uning keltirilgan massasi, tuproq tomonidan unga ta‘sir etuvchi reaksiya kuchlari, ishchi zvenoning tinch turgan hamda harakatdagi paytdagi solishtirma qarshilik koeffitsiyenti, siqiluvchi prujinaning bikirligi va agregat harakat tezligiga bog‘liq bo‘lib berilgan ish sharoiti va harakat tezligida tishlarning belgilangan chuqurlikka botib ishlashi uning massasini to‘g‘ri tanlash hisobiga ta‘minlanadi.

4. 6-9 km/h harakat tezliklarida takomillashtirilgan tishli borona ishlaganda kam energiya sarflagan holda dala yuzasiga talab darajasida ishlov berishini

ta'minlashi uchun oldingi va orqangi seksiyasining tishlari uzunligi mos ravishda 47,26-56,25 mm va 82,87-93,49 mm, o'tkirlanish burchagi 68-73°, izlar orasining kengligi 47,97-49,36 mm oralig'ida takomillashtirilgan boronaning tortishga solishtirma qarshiligi 1,54 – 1,98 kN/m oralig'ida bo'lishi lozim.

5. Olib borilgan tadqiqotlar asosida ishlab chiqilgan takomillashtirilgan tishli borona qo'llash orqali yerlarni boronalashda har bir gektar uchun sarflanadigan ekspluatatsion xarajatlar 15-20 foizga kamaytirish va bir mavsumda iqtisodiy samara **1824662** so'mni tashkil etadi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD. 03/30.12.09.2019.Т.90.01 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ НАМАНГАНСКОМ
ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ**

НАМАНГАНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

ИМОМОВ МУКИМЖОН ХАБИБЖОНОВИЧ

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ
КОЛЕБАТЕЛЬНО ЗУБОВОЙ БОРОНЫ**

**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 под номером B2023.3.PhD/T3984.

Докторская диссертация выполнена в Наманганском инженерно-строительном институте. Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу: www.namngi.uz и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Научный руководитель:

Умурзаков Акрамжон Хакимович
доктор технических наук, доцент

Официальные оппоненты:

Тожиёв Расулжон Жумабаевич
доктор технических наук, профессор

Насриддинов Ахмаджон Абдухамидович
кандидат технических наук, профессор

Ведущая организация:


Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологий


Защита диссертации состоится 31 май 2025 г. в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета PhD.03/30.12.09.2019.T.90.01 при Наманганском инженерно-строительном институте (Адрес: 160103, г. Наманган, ул. Ислама Каримова, 12. Тел.: (+99869) 234-15-23, факс: (+99869) 234-15-23, e-mail: namngi_info@edu.uz).


С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Наманганского инженерно-строительного института (регистрационный номер 5). Адрес: 160103, г. Наманган, ул. Ислама Каримова, 12. Тел.: (+99869) 234-15-23, факс: (+99869) 234-15-23, e-mail: namngi_info@edu.uz.

Автореферат диссертации разослан 14 май 2025 года.
(Протокол рассылки № 65 31 янв 2025 года).




Н.Г. Байбобоев
Председатель научного совета по присуждению ученой степени, д.т.н., профессор


В.М. Турдалиев
Ученый секретарь научного совета по присуждению ученой степени, д.т.н., профессор


А.Х. Умурзаков
Председатель научного семинара при научном совете по присуждению ученой степени, д.т.н., доцент

ВВЕДЕНИЕ (аннотация докторской (PhD) диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире ведущее место занимает разработка и внедрение машин для поверхностной обработки почвы с целью оптимизации процессов предпосевной обработки сельскохозяйственных культур и достижения энерго и ресурсосбережения в этих процессах. «Если учесть, что в настоящее время по всему миру для посева семян сельскохозяйственных культур в год обрабатывается 1,6 млрд гектаров площадей»³, одной из важных задач является внедрение современных и эффективных технических средств в данную сферу. В этом направлении ряд развитых стран, таких как США, Россия, Германия, Франция, Турция, Англия, Китай, Италия и Индия, достигли положительных результатов и уделяют большое внимание разработке современной сельскохозяйственной техники, способной обрабатывать поля за один проход в соответствии с установленными агротехническими требованиями.

В мире ведутся целенаправленные научно-исследовательские работы, направленные на разработку научно-технических основ по созданию ресурсосберегающих технологий качественной предпосевной обработки почвы и новых видов машин и устройств для их осуществления, модернизации существующих, а также снижению материалоемкости. В частности, при подготовке почвы к посеву особое внимание уделяется разработке новой конструкции зубовой бороны для формирования тонкого слоя с сохранением влаги, научному обоснованию параметров и технологических процессов работы.

В сельскохозяйственном производстве республики осуществляются комплексные меры по снижению затрат труда и энергии, ресурсосбережению, возделыванию сельскохозяйственных культур на основе передовых технологий и разработке высокопроизводительных сельскохозяйственных машин, в частности особое внимание уделяется разработке технических средств, обеспечивающих надежное и качественное выполнение заданных технологических процессов подготовки полей к посеву с минимальными затратами энергии. В стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы намечены задачи в частности, «... внедрение механизмов снижения государственного участия и повышения инвестиционной привлекательности в сфере, предусматривающих увеличение притока частного инвестиционного капитала для поддержки 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»⁴. При выполнении этих задач, важным является получение высокого урожая сельскохозяйственных культур и

³ <https://www.zerno-ua.com>.

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

снижение их себестоимость за счет технического и технологического усовершенствования машин для качественной обработки почвы перед посевом семян.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года «Стратегия развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы», Постановлении № ПП-4410 от 31 июля 2019 года «О мерах по ускоренному развитию сельскохозяйственного машиностроения, государственной поддержке обеспечения аграрного сектора сельскохозяйственной техникой», а также 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 П. «Энергетика, энергия и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. В стране исследования по зубovým боронам и зубovým приспособлениям, установленные на различные почвообрабатывающие машины для образования мульчирующего слоя почвы на поверхности поля, проводились В.П.Кондратюком, Р.И.Байметовым, А.Тухтакузиевым, Э.С.Курбановым, Д.А.Абдувахобовым, Х.Г.Абдулхаевым, М.М.Халиловым и другими. В этом направлении за рубежом исследования проводились В.В.Суриным, Х.Джалалом, Х.А.Хачатряном, В.В.Удовеня, Ф.И.Новиковым, U.Yegül, M.V.Eminoğlu, O.Orel, A.Çolak и другими учеными. Результаты этих исследований в определенной степени пользуются в практике сельскохозяйственного производства. Однако, в указанных исследованиях недостаточно проведены научно-исследовательские работы по разработке и обоснованию параметров усовершенствованной колебательной зубовой бороны.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательской работы высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Данная диссертационная работа выполнена в рамках прикладного проекта плана научно-исследовательских работ при Наманганском инженерно-строительном институте по теме АЛ-5121081266 «Разработка конструкций почвообрабатывающей сельскохозяйственной техники нового поколения, основанных на принципах вибрационной механики» (2022-2024).

Цель исследования является совершенствование конструкции зубовой бороны и повышение качества работы и производительности при подготовке почвы к посеву, снижение расхода топлива и других затрат путем разработки зубовой бороны, дополнительно колеблющейся при работе с помощью сжимаемых пружин и обрабатывающей почву в два слоя за один проход.

Задачи исследования состоит из следующего:

разработка технологического процесса работы и конструктивной схемы усовершенствованной зубовой бороны путем анализа технологий,

применяемых при предпосевной обработке почвы в условиях Узбекистана и машин для их осуществления;

определение влияния горизонтальных колебаний рабочего звена усовершенствованной зубовой бороны на показатели ее работы;

изучить закономерности изменения агротехнических и структурных характеристик рабочей усовершенствованной зубовой бороны в зависимости от ее параметров и скорости движения, получить регрессионные уравнения, выражающие эти зависимости, и на их основе определить оптимальные значения параметров;

подготовка опытный образец усовершенствованной зубовой бороны, провести ее полевые испытания.

Объект исследования является физико-механические свойства почвы, конструкция усовершенствованной зубовой бороны и процессы взаимодействия ее с почвой.

Предмет исследования математические модели и аналитические выражения, описывающие процессы взаимодействия усовершенствованной зубовой бороны с почвой, закономерности изменения агротехнических и энергетических показателей орудия в зависимости от его параметров и скорости движения.

Методы исследования. В процессе исследования использованы высшая математика и теоретическая механика, математическое планирование экспериментов и методы тензометрирования, а также методы, указанных в существующих нормативных документах (ГОСТ 20915-11, O'z DST 3412:2019, O'z DST 3193.2017, ГОСТ 53056-2008).

Научная новизна исследования состоит из следующего:

разработана конструкция горизонтально колеблющейся зубовой бороны, копирующая рельеф поля для поверхностной обработки почвы в два слоя с целью создания мягкого слоя;

разработано выражение, позволяющее определить тяговое сопротивление колеблющейся зубовой бороны, обрабатывающей почву в два слоя, с учетом коэффициента эффективного трения (f^*);

обоснован метод определения длины передних коротких и задних длинных зубов виброзубой бороны с двухслойной обработкой, исходя из условия погружения их в почву на заданную глубину;

оптимальные значения геометрических, кинематических и энергетических параметров горизонтально-колеблющейся зубовой бороны для двухслойной обработки почвы, определены методом математического планирования экспериментов, исходя из условий качественного выполнения предъявляемых к ней агротехнических требований.

Практические результаты исследования заключаются в следующем: разработана новая конструкция горизонтально-колеблющейся зубовой бороны с низким тяговым сопротивлением при двухслойной обработке почвы;

при применении зубовой бороны для поверхностной обработки почвы

в двух слоях достигнуто снижение расхода топлива в 1,5 раза и эксплуатационных затрат на 15-20%.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследований подтверждается тем, что научные исследования проводились с применением современных методов и средств измерений, широко применяемых на практике, при теоретическом обосновании параметров борона, соблюдались основные законы и правила высшей математики, теоретической механики, результаты экспериментов обрабатывались методами математической статистики, адекватностью результатов теоретических и экспериментальных исследований, положительными результатами полевых испытаний разработанной усовершенствованной зубовой борона на основе проведенных исследований и внедрением в практику.

Научно-практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследований заключается в получении аналитических зависимостей, описывающих зависимость качественных и энергетических показателей усовершенствованной зубовой борона от ее параметров, а также разработкой ее конструктивной схемы и определением закономерностей изменения показателей работы в зависимости от параметров и скорости движения.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что при применении разработанной усовершенствованной зубовой борона достигается качественная обработка почвы на уровне агротехнических требований, снижение затрат труда и горюче-смазочных материалов, а также эксплуатационных расходов, повышение производительности.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов исследований по теме совершенствования и обоснования параметров колебательной зубчатой борона:

получен патент на изобретение от «Агентства по интеллектуальной собственности» на зубовую борона с взаимно колеблющимися рабочими звеньями, обеспечивающую двухслойную обработку почвы и копирующая рельеф поля («Зубовая борона» IAP 07340 - 16.03.2023 г.). В результате создана возможность разработки конструкции зубовой борона с горизонтальным колебательным движением, образующей на поверхности почвы мягкий слой;

проектно-конструкторская документация и методы расчета для освоения производства зубовой борона с двухслойной поверхностной обработкой почвы, копирующая рельеф поля, внедрены в АО «ВМКВ-Агromash» (справка Национального центра знаний и инноваций в сельском хозяйстве Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан от 7 августа 2024 года № 05/04-04-366). В результате создана возможность производства зубовой борона с горизонтально колеблющимися рабочими звеньями;

разработанная зубовая борона с горизонтально колеблющимися между

собой рабочими звеньями для поверхностной обработки почвы в двух слоях внедрена в фермерских хозяйствах «Хабибулло Абдуллаев» Чустского района и «Кумуш тола ёғдуси» Наманганского района Наманганской области (справка Национального центра знаний и инноваций в сельском хозяйстве Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан от 7 августа 2024 года № 05/04-04-366). В результате при поверхностной обработке почвы расход топлива снизился в 1,5 раза по сравнению с существующими боронами и эксплуатационные расходы сократились на 15-20%.

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

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 11 научных работ, из них в научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, для публикации основных научных результатов диссертаций – 4, в том числе 3 – в республиканских и 1 – в зарубежных журналах, а также получен патент на изобретение от Агентства по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 111 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновываются актуальность и востребованность проведенного исследования, сформулированы цель и задачи, характеризуются объект и предмет исследования, показано соответствие работы приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрываются их научная и практическая значимость, приводятся сведения по внедрению в практику результатов исследования, апробации результатов работы, опубликованным работам и структуре диссертации.

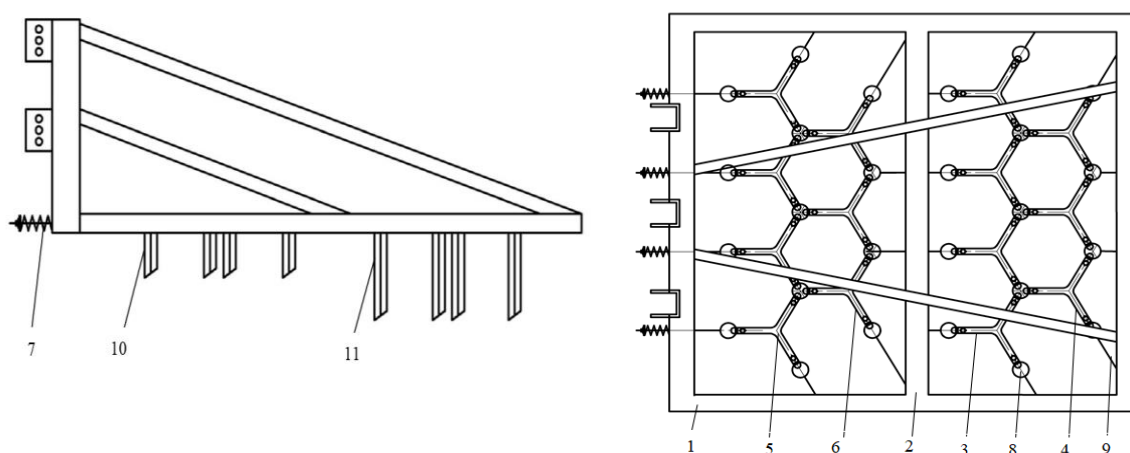
В первой главе диссертации **«Постановка вопроса. Цель и задачи исследования»** приведены технологии предпосевной обработки почвы в условиях нашей республики, цель боронования полей, анализ технических средств предпосевной обработки почвы на полях, анализ ранее выполненных научно-исследовательских работ по теме, агротехнические требования к боронованию полей, а также цели и задачи исследования.

Во второй главе диссертации **«Обоснование параметров усовершенствованной зубовой бороны»** приведены результаты теоретического исследования по разработке конструктивной схемы усовершенствованной зубовой бороны, обоснованию исследуемых параметров усовершенствованной зубовой бороны: длина зуба, угол заточки

зуба, толщина зуба, длина нижней заостренной части зуба, ширина междуследьев зубьев, тяговое сопротивление усовершенствованной зубовой бороны, колебаний рабочего звена в продольном направлении.

Согласно анализу литературы и проведенных исследований, разработана конструктивная схема усовершенствованной зубовой бороны для обработки поверхности почвы (рис.1).

Зубовая борона состоит из рамы 1 с навесным устройством, поперечной балки 2, оснований рабочих звеньев 3-4 заднего ряда, оснований рабочих звеньев 5-6 переднего ряда и соединяющих их колец 8, тяги 9, соединяющей рабочие звенья с рамой, и зубьев 10-11, изготовленных из отливок к основаниям рабочих звеньев. В передней части рамы путем механической обработки просверлены отверстия, через них проведены тяги. Рама состоит из пружины 7 сжатия, прижимающая тягу снаружи.



1-рама, оборудованная навесным устройством; 2-продольная балка; 3, 4-задние рабочие звенья; 5, 6-передние рабочие звенья; 7-пружины сжатия; 8-кольцо; 9-тяги; 10-короткий зуб, установленный на переднее звено; 11- длинный зуб, установленный на заднее звено

Рис.1. Конструктивная схема усовершенствованной зубовой бороны

Зубовая борона работает следующим образом: при тяге бороны трактором, зубья 10 первых двух передних рядов рабочих звеньев частично разрыхляют поверхность почвы. Пружины 7 сжатия, установленные на раму, снаружи совершают параллельно-продольное движение относительно к направлению движения.

В результате движения агрегата, сила сопротивления почвы действует на передний ряд рабочих звеньев. При равенстве силы упругости пружины 7 в состоянии покоя с силой сопротивления происходит резкое движение (внезапное смещение) переднего ряда рабочего звена 5-6. За счет того, что сила сопротивления в состоянии покоя намного больше чем силы сопротивления в движении, а пружина 7 сжатия периодически сжимается и снова возвращается в исходное положение, образуются горизонтальные автоколебания. Из-за того, что зубья 11 заднего ряда рабочих звеньев изготовлены в два раза длиннее, чем зубья 10 переднего ряда, обеспечивается полное копирование рельеф поля, и в следствие чего повышается качество

обработки почвы, т.е. повышается степень крошения почвы, а также снижается расход энергии за счет уменьшения силы тягового сопротивления.

Следующие параметры являются основными параметрами, влияющие на показатели работы усовершенствованной зубовой бороны: длина зубьев переднего и заднего ряда (L_1, L_2), м; угол заострения зуба, $(2\gamma)^\circ$; толщина зуба (S) м; длина нижней заостренной части зуба (l_0), м; ширина междуследья зубьев (a), м; поперечное расстояние между зубьями рабочих звеньев (a_T), м; продольное расстояние между зубьями рабочих звеньев (L_b), м; поперечное расстояние между тягами рабочих звеньев (a_k), м; диаметр колец, связывающих между собой рабочих звеньев (dx), м; жесткость пружины сжатия, Н/м (рис.2).

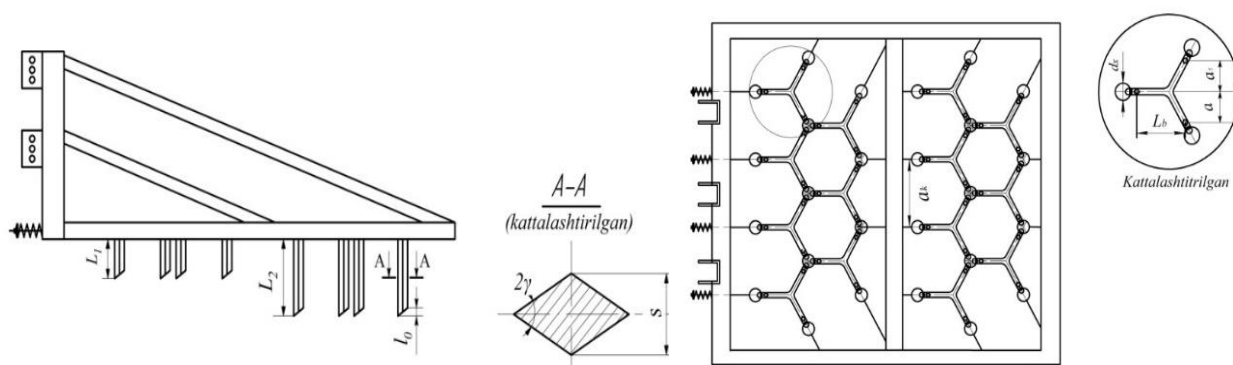


Рис.2. Исследуемые параметры усовершенствованной зубовой бороны

Длина зуба. Этот параметр зависит от глубины обработки бороной, и его рекомендуется определять по следующему эмпирическому выражению.

$$L = (2,0 \div 2,5)h, \quad (1)$$

где L – длина зуба, м; h - глубина обработки, м. На основе выражения (1)

$$L_1 = (1,0 \div 1,25)h, \quad (1, a)$$

и

$$L_2 = (2,0 \div 2,5)h \quad (1, б)$$

принимая $h=5$ см, по выражениям (1, а) и (1, б) в пределах $L_1=(5,0-6,25)$ см и $L_2=(10,0-12,5)$ см определяем, что так и должно быть.

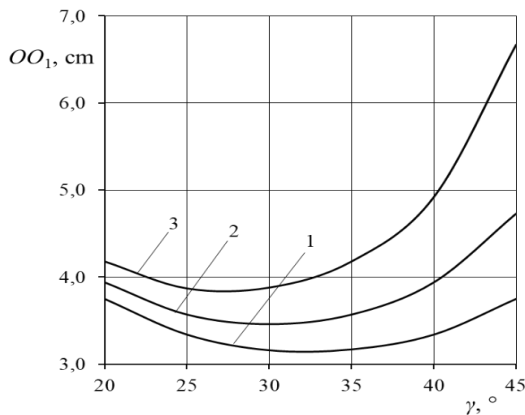
Для определения угла заострения зуба, рассмотрим процесс деформации почвы под его воздействием в горизонтальной плоскости (рис.3). Пусть в процессе работы при переходе зуба из состояния I во II , и произойдет процесс разрушения почвы.

Пусть зуб в процессе работы переходит от положения I переходит в положение II и происходит процесс разрушения почвы. Где степень крошения почвы и тяговое сопротивление зуба зависит от расстояния, которая она проходит от положения I до положения II , т.е. от расстояния OO_1 , где проходит почва до начала процесса разрушения. Чем меньше это расстояние, тем выше степень крошения почвы, тем меньше тяговое сопротивление зуба.

приведенное на рис.5 по следующему выражению.

$$l_0 = \frac{1}{2} s \operatorname{ctg}(\psi_{\tilde{\epsilon}} - \Delta), \quad (8)$$

где $\psi_{\tilde{\epsilon}}$ – угол бокового прилом-ления почвы, градус; Δ – угол между заостренной частью зуба и стенкой разрыхленной борозды, градус.



1 – $\varphi=25^\circ$, 2 – $\varphi=30^\circ$ va 3 – $\varphi=35^\circ$

Рис.4. График изменения расстояния OO_1 в зависимости от γ

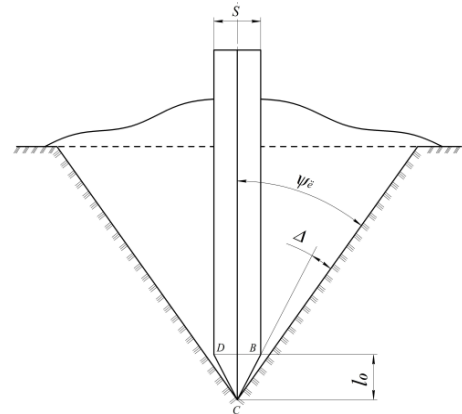


Рис.5. Схема к определению длины нижней заостренной части зуба

Подставляя вышеопределенных и приведенных значения S и Δ в выражение (8), а также принимая $\psi_{yo}=30-35^\circ$ определяем, что длина нижней заостренной части зуба должен быть $l_0=2,32$ см.

Ширину междуследия зубьев определяем по следующему выражению из условия, что высота неровностей, образующихся на дне обрабатываемого ими слоя, не должна превышать допустимой

$$a = 2K_x^{-1} \Delta h_p \operatorname{tg} \psi_{\tilde{\epsilon}}, \quad (9)$$

где K_x – коэффициент, учитывающий, фактическую высота неровностей, образующихся в дне обрабатываемого слоя зубьями, которая должна быть меньше их теоретической высоты; Δh_r – допустимые значения высоты неровностей, образуемых на дне обрабатываемого слоя зубьями, м;

Расчеты, проведенные по выражению (9) при $K_x=0,25$, $\Delta h_r=0,01$ м и $\psi_{yo}=32^\circ 30'$ показали, что ширина междуследия зубов усовершенствованной зубовой бороны должны быть не более 5 см.

Поперечное и продольное расстояния между зубьями рабочих звеньев, поперечное расстояние между тягами рабочих звеньев, диаметр кольца, соединяющего рабочие звенья, определяем по следующим выражениям

$$a_T = 2a = 4K_x^{-1} \Delta h_p \operatorname{tg} \psi_{\tilde{\epsilon}}; \quad (10) \quad L_{\sigma} = 4\sqrt{3}K_x^{-1} \Delta h_p \operatorname{tg} \psi_{\tilde{\epsilon}}; \quad (11)$$

$$a_K = 12K_x^{-1} \Delta h_p \operatorname{tg} \psi_{\tilde{\epsilon}}; \quad (12) \quad d_x = 2 \left(\frac{4K_x^{-1} \Delta h_p \operatorname{tg} \psi_{\tilde{\epsilon}}}{\sqrt{3}} - \delta_{i.zveno} \right) \quad (13)$$

где $\delta_{i.zveno}$ – расстояние между кольцами, соединяющим рабочие звенья, и

отверстием, в котором установлен зуб, м.

Поставляя вышеприведенные значения K_x , Δh_r , ψ_{y0} в выражения (10)-(13) и принимая $\delta_{i.zveno}=0,025$ м определим, что поперечное расстояние между зубьями рабочего звена должно составлять 100 мм, продольное – 160 мм, поперечное расстояние между зубьями рабочего звена – 277 мм, диаметр кольца, соединяющего их – 90 мм.

Получено выражение (14) для определения удельного тягового сопротивления усовершенствованной зубовой бороны, т.е. его удельного сопротивления на один метр ширины захвата

$$R_c = \left\{ f^* m_c g a + \left[\frac{s^2 (2h - l_0)^2 q_0 \cos \varphi}{16h \sin \gamma \cos (\gamma + \varphi)} + 2,25 \rho h^2 v^2 \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \left(1 + \frac{W}{100} \right) \sin \gamma \operatorname{tg} \psi_{\varepsilon} \right] \frac{\sin (\gamma + \varphi)}{\cos \varphi} \right\} / [a(1 + f^* \operatorname{tg} \alpha)] , \quad (14)$$

где m_c – масса, соответствующая каждому метру ширины захвата усовершенствованной зубовой бороны, кг/м.

Принимая $f^* = 0,3$, $m_c = 105$ кг/м, $g = 9,8$ м/с², $a = 0,05$ м, $S = 2,3$ см $h = 0,05$ м, $l_0 = 2,3$ см, $p = 1100$ кг/м³, $\gamma = 30^\circ$, $\psi_{y0} = 35^\circ$, $q_0 = 5 \cdot 10^6$ Н/м³, $W = 16$ %, $\alpha = 10^\circ$ проведенные расчеты по выражению (13) показали, что удельное тяговое сопротивление усовершенствованной зубовой бороны при скорости 1,6-2,5 м/с составляет 1,54 – 1,98 кН/м.

Так как рабочие звенья бороны, расположенные в первом ряду, соединены с рамой посредством пружин сжатия из-за изменчивости физических и механических свойств почвы, в процессе работы совершает колебательные движения в продольном направлении, т.е. в направлении движения и считая, что нижняя часть зубьев рабочего звена заострена можно пренебречь силы трения, создаваемой на дне борозды и получены следующие уравнения

$$m_i \ddot{x} + (n_t b_t + b_p) \dot{x} + (n_t c_t + c_p) x = H \sin(pt + \delta), \quad (15)$$

Решение уравнения (14), описывающего вынужденных колебаний рабочего звена, будет иметь вид

$$x = A \sin(pt + \delta - \varepsilon), \quad (16)$$

при этом

$$A = \frac{H}{m_i \sqrt{\left(\frac{n_t c_t + c_p - p^2}{m_i} \right)^2 + \left(\frac{n_t b_t + b_p}{m_i} \right)^2} p^2} \quad (17)$$

и

$$\varepsilon = \operatorname{arctg} \frac{(n_t b_t + b_p) p}{n_t c_t + c_p - m_i p^2}. \quad (18)$$

Учитывая (17) и (18) уравнение (16) будет иметь следующий вид

$$x = \frac{H}{m_i \sqrt{\left(\frac{n_t c_t + c_p}{m_i} - p^2\right)^2 + \left(\frac{n_t b_t + b_p}{m_i}\right)^2 p^2}} \sin \left(pt + \delta - \operatorname{arctg} \frac{(n_t b_t + b_p) p}{n_t b_t + c_p - m_i p^2} \right), \quad (19)$$

где m_i – масса рабочего звена, кг; \ddot{x} – ускорение колебательного движения рабочего звена в продольном направлении, м/с²; \dot{x} – скорость рабочего звена при колебательном движении в продольном направлении, м/с; x – переход рабочего звена из положения равновесия при колебательном движении в продольном направлении, м; n_t – количество зубьев в рабочем звене, шт.; b_t – коэффициент диссипации грунта, приведенное на один зуб рабочего звена, $\frac{H \cdot c}{m(\text{штук})}$; b_p – коэффициент диссипации пружины $\frac{H \cdot c}{m}$; c_t – жесткость почвы, приведенное на один зуб рабочего органа, Н/м; c_n – жесткость пружины сжатия, Н/м; H – амплитуда вынужденной силы, Н; p – частота вращения изменения вынужденной силы, рад/с; t – время, с; δ – начальная фаза, рад.

Анализ выражения (19) показал, что при определенных параметрах зубовой борона и показатель его работы на уровне требований к заданным условиям работы обеспечиваются в основном за счет правильного выбора жесткости пружин сжатия.

$H=2 \cdot 10^2$ Н, $m_i=6,2$ кг, $n_t=3$ штук, $c_t=2 \cdot 10^3$ Н, $p=2,5 \text{ с}^{-1}$, $b_t=4 \cdot 10^2$ Нс/м(штук), $b_p=0,6 \cdot 10^2$ Нс/м, а расчеты, проведенные по выражению (19), показывают жесткость пружин сжатия от $6 \cdot 10^3$ Н/м до $12 \cdot 10^3$ Н/м. Увеличение показало уменьшение амплитуды колебаний рабочих звеньев борона в продольном направлении с 16 мм до 11 мм (рис.6).

В третьей главе диссертации «**Результаты экспериментальных исследований**» приведены программа проведения экспериментальных исследований, условия и методы проведения экспериментальных исследований; разработке лабораторно-полевого устройства для проведения экспериментальных исследований, результаты одно и многофакторных исследований по изучению передних и задних секций усовершенствованной зубовой борона, угла заточки зуба борона, ширины междуследия зубьев, влияния пружины сжатия и скорости движения на его агротехнические и энергетические показатели работы.

Подготовлена лабораторно-полевая установка усовершенствованной зубовой борона для проведения экспериментального исследования, позволяющие изменять ширину междуследия зубов, рабочие звенья, а также зубья борона с различной длиной, толщиной и углами заточки, а также выбрать пружины сжатия с тремя различными жесткостями (рис.7).

Многофакторные эксперименты проведены по плану «Хартли-5».

При проведении многофакторных экспериментов в качестве критериев оценки приняты глубина обработки и его среднеквадратическое отклонение, степень крошения почвы, т.е. количество фракции размером менее 25 мм, тяговое сопротивление бороны, а также среднеквадратическое отклонение неровностей на поверхности поля.

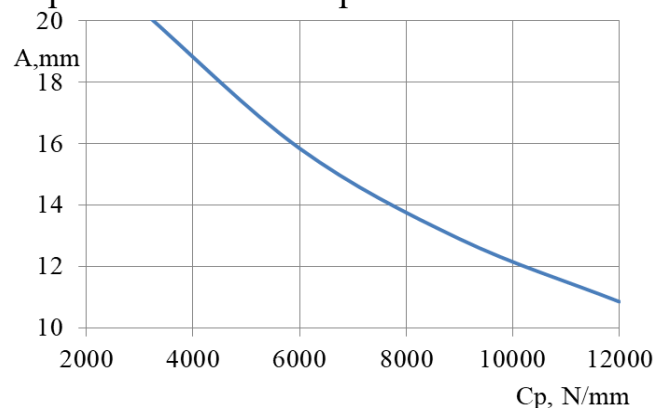


Рис 6. К амплитуде колебаний сжимающих пружин связанный график



1-рама; 2, 3-передний и задний ряд рабочих звеньев; 4-кольца; 5-тяги; 6-зубья; 7-поперечная балка; 8-пружина сжатия

Рис 7. Общий вид лабораторно-полевой установки

Результаты эксперимента были обработаны, и получены следующие уравнения регрессии, адекватно описывающие критерии оценки:

по глубине обработки (см)

$$Y_1 = 4,16 + 0,945 X_1 + 1,203 X_2 + 0,341 X_3 - 0,322 X_4 - 0,388 X_5 - 0,281 X_1^2 - 0,080 X_1 X_3 + 0,120 X_1 X_4 + 0,113 X_1 X_5 - 0,238 X_2^2 - 0,112 X_2 X_3 + 0,087 X_2 X_4 + 0,080 X_2 X_5 - 0,584 X_3^2 + 0,064 X_3 X_4 + 0,126 X_4^2 - 0,083 X_4 X_5 + 0,161 X_5^2; \quad (20)$$

по среднеквадратическому отклонению глубины обработки (см)

$$Y_2 = 1,079 + 0,152 X_1 + 0,180 X_2 + 0,015 X_3 + 0,141 X_4 + 0,124 X_5 + 0,087 X_1^2 - 0,019 X_1 X_2 + 0,023 X_1 X_3 + 0,021 X_1 X_4 - 0,039 X_1 X_5 + 0,076 X_2^2 + 0,039 X_2 X_3 + 0,023 X_2 X_5 + 0,078 X_3^2 + 0,019 X_3 X_5 - 0,054 X_4^2 + 0,017 X_4 X_5 + 0,041 X_5^2; \quad (21)$$

по степени крошения почвы в обработанном слое (%)

$$Y_3 = 92,065 - 0,862 X_1 - 0,688 X_2 - 0,633 X_3 - 3,003 X_4 + 1,846 X_5 - 0,840 X_1^2 + 0,581 X_1 X_2 + 0,644 X_1 X_3 + 0,671 X_1 X_5 - 1,140 X_2^2 - 0,671 X_2 X_3 - 0,643 X_2 X_5 - 1,140 X_3^2 - 0,580 X_3 X_5 + 0,862 X_4^2 - 0,841 X_5^2; \quad (22)$$

по тяговому сопротивлению усовершенствованной зубовой бороны (кН)

$$Y_4 = 1,128 + 0,045 X_1 + 0,081 X_2 + 0,062 X_3 + 0,066 X_4 + 0,157 X_5 - 0,047 X_1 X_1 + 0,018 X_1 X_2 + 0,036 X_1 X_3 + 0,019 X_1 X_4 - 0,013 X_1 X_5 - 0,052 X_2 X_2 + 0,033 X_2 X_3 + 0,016 X_2 X_4 - 0,016 X_2 X_5 - 0,052 X_3 X_3 + 0,037 X_3 X_4 + 0,000 X_3 X_5 + 0,031 X_4 X_4 - 0,016 X_4 X_5 + 0,107 X_5 X_5; \quad (23)$$

по среднеквадратическому отклонению неровностей на поверхности поля (см)

$$Y_5 = 1,000 + 0,052 X_1 + 0,077 X_2 + 0,071 X_3 + 0,147 X_4 - 0,151 X_5 + 0,057 X_1^2 + 0,010 X_1 X_2 + 0,004 X_1 X_3 + 0,006 X_1 X_4 + 0,074 X_2^2 - 0,004 X_2 X_5 + 0,074 X_3^2 + 0,005 X_3 X_4 - 0,010 X_3 X_5 - 0,062 X_4^2 - 0,008 X_4 X_5 - 0,073 X_5^2 . \quad (24)$$

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

Решая совместно уравнения регрессии (20) – (24) по программе MS Excel исходя из условий, что усовершенствованная зубовая борона обрабатывает почву на уровне агротехнических требований с минимальными затратами энергии при рабочей скорости движения 6-9 км/ч, при критерии Y_1 , т.е. глубина обработки почвы должна быть в пределах 4-6 см, критерии Y_2 , т.е. среднее квадратичное отклонение глубины обработки почвы не должно превышать ± 2 см, критерии Y_3 , т.е. степень крошения почвы не должна быть менее 80%, критерии Y_4 , т.е. тяговое сопротивление бороны должно быть минимальным, а критерий Y_5 , т.е. среднеквадратичное отклонение высот неровностей поверхности поля не должно быть более ± 2 см установлено длина зубьев ее передней и задней секций должна быть в пределах соответственно – 47,26-56,25 мм и 82,87-93,49 мм, угол заточки 68-73°, ширина междуследия – 47,97-49,36 мм.

При этих определенных значениях факторов критерий Y_1 составил 2,88–5,09 см, критерий Y_2 – 0,99-1,11 см, критерий Y_3 – 90,66-93,46%, а критерий Y_4 – 1,02-1,32 кН, критерий Y_5 – 1,27-1,35 см. В четвертой главе диссертации **«Экспериментальный образец усовершенствованной зубовой бороны и результаты его испытаний, а также технико-экономические показатели»**, приведены рекомендуемые параметры усовершенствованной зубовой бороны, краткая техническая характеристика, результаты полевых испытаний и расчеты технико-экономических показателей.

Испытания были проведены в фермерских хозяйствах Чустского и Наманганского районов Наманганской области. При испытаниях разработанная усовершенствованная зубовая борона, надежно выполнила заданный технологический процесс, а ее показатели работы полностью соответствуют предъявляемым требованиям.

Проведенные расчеты показали, что применении усовершенствованной зубовой бороны при предпосевной обработке полей эксплуатационные расходы на один гектар снижаются на 15-20%. При этом сезонный экономический эффект на одну машину составляет 1824662 сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе результатов проведенных исследований по диссертации доктора философии (PhD) на тему «Усовершенствование и обоснование параметров колебательно зубовой бороны» представлены следующие

ВЫВОДЫ:

1. Проведенный анализ литератур и патентно-информационных материалов позволил разработать конструкцию бороны, состоящую из зубьев, установленных в два ряда, адаптируемые полностью к неровностям на поверхности поля, колеблющихся в процессе работы и с использованием дополнительных пружин придают колебательное движение, а также с возможностью подготовить поле к посеву за один проход.

2. При длине зуба переднего ряда усовершенствованной зубовой бороны в пределах 5,0-6,25 см, длине зуба заднего ряда – в пределах 10,0-12,5 см, угле заострения – в пределах 55-60°, толщине зуба – 2,26 см, длине нижнего заостренной части – 2,32 см, ширине междуследья зубов – не более 5 см, поперечном расстоянии между зубьями – 100 мм, продольном расстоянии – 160 мм, а также поперечном расстоянии между тягами рабочих звеньев – 277 мм, диаметре кольца, соединяющая их – 90 мм позволяют обрабатывать почву в соответствии с установленными агротехническими требованиями с минимальными затратами энергии.

3. Колебания рабочего звена усовершенствованной зубовой бороны переднего ряда зависят от приведенной массы, сил реакции почвы, действующих на него, коэффициента удельного сопротивления рабочего звена в покое и в момент движения, жесткости пружины сжатия и скорости движения агрегата, а для заглубления зубьев на заданную глубину обработки при определенных условиях работы и скорости движения, обеспечиваются за счет правильного выбора его массы.

4. Для обеспечения требуемой поверхностной обработки поля усовершенствованной зубовой бороной с рабочей скорости 6-9 км/ч при минимальных затратах энергии длина зубьев передней и задней секций должны быть соответственно в пределах 47,26-56,25 мм и 82,87-93,49 мм, угол заострения – в пределах 68-73°, ширина междуследья – в пределах 47,97-49,36 мм, удельное тяговое сопротивление – в пределах 1,54-1,98 кН/м.

5. При бороновании полей с помощью усовершенствованной зубовой бороной, разработанной на основе исследований, эксплуатационные затраты на один гектар снижаются на 15-20%, и экономический эффект за один сезон составляет 1824662 сумов.

**SCIENTIFIC COUNCIL TO AWARDING OF THE
SCIENTIFIC DEGREES PhD.03/30.12.2019.T.90.01 AT
NAMANGAN ENGINEERING-CONSTRUCTION INSTITUTE**

NAMANGAN ENGINEERING-CONSTRUCTION INSTITUTE

IMOMOV MUKIMJON XABIBJONOVICH

**IMPROVEMENT AND JUSTIFICATION OF PARAMETERS FOR AN
OSCILLATORY GEAR HARROW**

**05.07.01 - Agricultural and meliorative machinery.
Mechanization of agricultural and reclamation work**

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

Namangan – 2025

The theme of the doctoral of philosophy (PhD) dissertation is registered by at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher education, science and innovations of the Republic of Uzbekistan under № B2023.3.PhD/T.3984.

The dissertation was completed at Namangan engineering construction institute.

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

Scientific supervisor: **Umurzakov Akramjon Xakimovich**
doctor of technical sciences, docent

Official opponents: **Tojiyev Rasuljon Jumabayevich**
doctor of technical science, professor

Nasritdinov Axmadjon Abduxamidovich
candidate of technical science, professor


Leading organization: **Andijan institute of Agriculture and Technologies**


The defense of the dissertation will be held at 14⁰⁰ on «31» may 2025 year at the scientific council meeting №. PhD.03/30.12.2019.T.90.01 at the Namangan engineering construction institute (at the address: 12, Islam Karimov street, Namangan, 160103. Tel: (+99869) 234-15-23; Fax: (+99869) 234-15-23, e-mail nammqi_info@edu.uz.)


The dissertation is available at the Information-resource center of the Namangan engineering construction institute (registration number 5). (Address: Namangan engineering construction institute (at the address: 12, Islam Karimov Street, Namangan, 160103. Tel: (+99869) 234-15-23 Fax: (+99869) 234-15-23, e-mail: nammqi_info@edu.uz.)

Abstract of the dissertation sent out on «14» may 2025 year.
(Distribution protocol registry № 65 on «31» January 2025 year.




N.G. Bayboboyev
Chairman of the scientific council for awarding of scientific degrees, doctor of technical sciences, professor


V.M. Turdaliyev
Scientific secretary of scientific council awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor


A.X. Umurzakov
Chairman of the scientific seminar under the scientific council awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, docent

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The purpose of the research work is to develop an improved oscillating gear harrow to create a fine soil layer on the field surface, ensure the removal of weeds, increase work efficiency, and reduce energy consumption.

As an the object of the research includes the physico-mechanical properties of the soil and the interaction process between the soil and the improved gear harrow.

The scientific novelty of the research is as follows:

a design of a horizontally oscillating toothed harrow that provides surface tillage in two layers, adapting to field relief and forming a fine soil layer, has been developed;

an expression for determining the draft resistance force of the oscillating toothed harrow performing two-layer tillage has been formulated, considering the effective friction coefficient (f^*);

the method for determining the length of the front short and rear long teeth of a two-layer oscillating tooth harrow is substantiated, based on the condition of their penetration into the soil to a specified depth;

the optimal values of the geometric, kinematic, and energy parameters of the horizontal oscillatory-toothed harrow for two-layer soil cultivation were determined by the method of mathematical planning of experiments, based on the condition of high-quality fulfillment of the agrotechnical requirements imposed on it.

Implementation of research results. Based on the results obtained from the research on «Improvement and justification of parameters for an oscillatory gear harrow»:

a patent for the invention has been obtained from the «Intellectual Property Agency» for a flexible-to-field-relief, two-layer surface tillage oscillating toothed harrow with reciprocating working links («Toothed Harrow», IAP 07340 - 16.03.2023). As a result, the opportunity to develop a horizontally oscillating toothed harrow capable of forming a fine soil layer on the surface has been created;

design and engineering documentation, along with calculation methods, for the production of a flexible-to-field-relief oscillating-tooth harrow designed for two-layer surface tillage, have been implemented at «BMKB-Agromash» JSC (as per Certificate № 05/04-04-366 dated August 7, 2024, issued by the National Center for Knowledge and Innovation in Agriculture under the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan). As a result, the capability to manufacture a horizontal oscillating-tooth harrow with interdependent working elements has been established;

the developed horizontal oscillating-tooth harrow, designed for two-layer surface tillage with interdependent working elements, has been implemented in the «Khabibullo Abdullayev» farm of Chust district and the «Kumush Tola Yo'g'dusi» farm of Namangan district, Namangan region (as per Certificate № 05/04-04-366 dated August 7, 2024, issued by the National Center for Knowledge and

Innovation in Agriculture under the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan). As a result, fuel consumption has been reduced by 1.5 times, and operational costs have decreased by 15-20% compared to conventional harrows in surface tillage.

The structure and scope of the dissertation. The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, general conclusions, a list of references, and appendices. The total length of the dissertation is 111 pages.

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

I bo'lim (часть I; part I)

1. O'zR patenti, № IAP 07340. Tishli borona / Umurzakov A.X., Turdaliyev V.M., Abduvaxobov D.A., Imomov M.X. // B.I. – 2023. №4. – B. 54-57.
2. Umurzakov A.X., Imomov M.X. Theoretical based on teeth lengths and angle of shaft of an improved oscillator gear // Journal of Mechanical and Production Engineering. – India, 2024. – №2. – pp. 33-40. (05.00.00 №35).
3. Umurzaqov A.X., Qosimov A.A., Imomov M.X., Homidov Q.A. Tishli borona ishchi organlarini aktiv ishchi organlarga aylantirishni nazariy tadqiq etish // NamMQI “Mexanika va texnologiya ilmiy jurnali”. – Namangan, 2022. – № 2. – B. 25-30. (05.00.00; O'zR Oliy attestatsiya komissiyasi Rayosatining 2022 yil 1 fevraldagi №311/6 qarori).
4. Umurzaqov A.X., Qosimov A.A., Imomov M.X., Nabijanov O.A. Ikki qatlamda ishlov beradigan tebranma tishli borona parametrlarini maqbullashtirish // NamMQI “Mexanika va texnologiya ilmiy jurnali”. – Namangan, 2023. – № 3. – B. 99-103. (05.00.00; O'zR Oliy attestatsiya komissiyasi Rayosatining 2022 yil 1 fevraldagi №311/6 qarori).
5. Umurzakov A.X., Imomov M.X. The effect of agrotechnical and energy performance of rear section teeth lengths of a two-stage vibratory gear hardware for land // FarPI ilmiy-texnik jurnali. – Farg'ona, 2023. – Maxsus son № 4. – B. 62-65. (05.00.00; №20).

II bo'lim (часть II; part II)

6. Umurzaqov A.X., Abduvaxobov D.A., Imomov M.X. Tuproqqa ishlov berish mashinalari ishchi organlarida avtotebranishlar hosil bo'lishi // Qishloq xo'jaligida ishlab chiqarish, fan va ta'limning integratsiyasiga innovatsion texnologiyalarni tadqiq etishda xalqaro fermerlarning roli. Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. – Namangan, NamMTI, 2020. – B. 270-273.
7. Umurzakov A.X., Qosimov A.A., Imomov M.X., and Xamidov K.A. Theoretical study of the formation of relaxation autovibration in the working organs of a toothed harrow // «Ekologik texnologiyalar va barqaror rivojlanish uchun muhandislik (ETESD-2022)». – International conference. Tashkent 2022. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1112/1/012048/pdf>.
8. Imomov M.X. Tishli borona konstruksiyalarida tebranishlarni xosil bo'lishi // “Texnika va texnologiyalar rivojining istiqbollari: muammolar va echimlar” mavzusidagi Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to'plami – II. – Namangan, NamMQI, 2023. – B. 25-29.
9. Umurzakov A.X., Imomov M.X., Maxmudov F.R. and Mamasoliyeva S.X.. The influence of the front section teeth lengths on the agrotechnical and energy performance of a two-stage vibratory gear hardware for land //

«Ekologik texnologiyalar va barqaror rivojlanish uchun muhandislik (ETESD-2023)». - International conference. Tashkent,–2023
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/17551315/1284/1/012025/pdf>

10. Umurzaqov A.X., Imomov M.X., Maxmudov F.R., Sodig‘aliev F.F. Yerlarga ikki bosqichda ishlov beradigan tebranma tishli borona tishining o‘tkirlanish burchagining agrotexnik va energetik ish ko‘rsatkichiga ta’siri // «Fan va innovatsiya – 2023: Rivojlanish va ustuvor yo‘nalishlari» Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to‘plami 2-qism. – Namangan, 2023. – B. 221-225.

11. Abduvaxobov D.A., Imomov M.X., Mamasolieva S.X., Yerlarga ikki bosqichda ishlov beradigan tebranma tishli boronaning orqa seksiya tish uzunliklarining agrotexnik va energetik ish ko‘rsatkichiga ta’siri // «Fan va innovatsiya – 2023: Rivojlanish va ustuvor yo‘nalishlari» Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to‘plami 2-qism. – Namangan, 2023. – B. 65-69.

Avtoreferat Namangan muhandislik-qurilish instituti “Mexanika va texnologiya”
ilmiy jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi va o‘zbek, rus hamda ingliz
tillaridagi mosligi tekshirildi (_____ 2025)

Bosishga ruxsat etildi 2025 y.
Bichimi 60x84/16. «Times New Roman»
garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bocma tabog‘i 2,5. Adadi 100 nusxa.
Buyurtma № 85

«Fazilat orgtex servis» x/k bosmaxonasida chop etildi.
Namangan shahar, Navoiy ko‘chasi 72-uy.

