

**ТОШКЕНТ АВТОМОБИЛЬ ЙЎЛЛАРИНИ ЛОЙИХАЛАШ, ҚУРИШ ВА
ЭКСПЛУАТАЦИЯСИ ИНСТИТУТИ, ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ, ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ
ИНСТИТУТИ, ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ ВА
ЭЛЕКТРЛАШТИРИШ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ,
ТОШКЕНТ ШАҲРИДАГИ ТУРИН ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ФАН ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ
14.07.2016.Т.07.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ
ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ ВА
ЭЛЕКТРЛАШТИРИШ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ**

ИМОМҚУЛОВ ҚУТБИДДИН БОҚИЖОНОВИЧ

**КАМ ЭНЕРГИЯ САРФЛАБ ТУПРОҚҚА ИШЛОВ
БЕРАДИГАН МАШИНАЛАРНИ ЯРАТИШ**

**05.07.01 – «Қишлоқ хўжалиги ва мелиорация машиналари. Қишлоқ хўжалиги ва
мелиорация ишларини механизациялаш»
(техника фанлари)**

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

ТОШКЕНТ – 2016

Докторлик диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата докторской диссертации
Content of the abstract of doktoral dissertation

Имомқулов Қутбиддин Боқижонович

Кам энергия сарфлаб тупроққа ишлов берадиган машиналарни яратиш. 3

Имомкулов Кутбиддин Бокижонович

Создание малоэнергоемких машин для обработки почвы 27

Imomkulov Kutbiddin Bokizhonovich

Creation little power-hungry machines for soil tillage. 51

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works 74

**ТОШКЕНТ АВТОМОБИЛЬ ЙЎЛЛАРИНИ ЛОЙИХАЛАШ, ҚУРИШ ВА
ЭКСПЛУАТАЦИЯСИ ИНСТИТУТИ, ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ, ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ
ИНСТИТУТИ, ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ ВА
ЭЛЕКТРЛАШТИРИШ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ,
ТОШКЕНТ ШАҲРИДАГИ ТУРИН ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ФАН ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ
14.07.2016.Т.07.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ
ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ ВА
ЭЛЕКТРЛАШТИРИШ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ**

ИМОМҚУЛОВ ҚУТБИДДИН БОҚИЖОНОВИЧ

**КАМ ЭНЕРГИЯ САРФЛАБ ТУПРОҚҚА ИШЛОВ
БЕРАДИГАН МАШИНАЛАРНИ ЯРАТИШ**

**05.07.01 – «Қишлоқ хўжалиги ва мелиорация машиналари. Қишлоқ хўжалиги ва
мелиорация ишларини механизациялаш»
(техника фанлари)**

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

ТОШКЕНТ – 2016

Докторлик диссертация мавзуси Ўзбекистон республикаси вазирлар маҳкамаси ҳузуридаги олий аттестация комиссиясида №30.09.2014/в2014.3-4.т77 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Қишлоқ хўжалигини механизациялаш ва электрлаштириш илмий-тадқиқот институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз) Илмий кенгаш веб-саҳифаси www.tayi.uz ва «ZiyoNet» ахборот-таълим портали www.ziynet.uz манзилларига жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:	Маматов Фармон Муртозевич техника фанлари доктори, профессор
Расмий оппонентлар:	Ахметов Адилбек Агабекович техника фанлари доктори
Тўхтақўзиев Абдусалим техника фанлари доктори, профессор	Муродов Нусрат Муртазаевич техника фанлари доктори

Етакчи ташкилот: «ВМКВ – Agromash» АЖ

Диссертация ҳимояси Тошкент автомобиль йўлларини лойиҳалаш, қуриш ва эксплуатацияси институти, Тошкент давлат техника университети, Тошкент ирригация ва мелиорация институти, Қишлоқ хўжалигини механизациялаш ва электрлаштириш илмий-тадқиқот институти, Тошкент шаҳридаги Турин политехника университети ҳузуридаги 14.07.2016.Т.07.01 рақамли илмий кенгашнинг 2016 йил «___» _____ соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100060, Тошкент, А.Темур шоҳ кўчаси 20 уй. Тел./факс: (99871) 2321439, e-mail: tadi_info@edu.uz).

Докторлик диссертацияси билан Тошкент автомобиль йўлларини лойиҳалаш, қуриш ва эксплуатацияси институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (___ рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100060, Тошкент, А.Темур шоҳ кўчаси 20 уй. Тел./факс: (99871) 2321439.

Диссертация автореферати 2016 йил «___» _____ куни таркатилди.
(2016 йил «___» _____ даги №_____ рақамли реестр баённомаси).

А.А.Рискулов

Фан доктори илмий даражасини берувчи
илмий кенгаш раиси, т.ф.д.

К.Д.Астанакулов

Фан доктори илмий даражасини берувчи
илмий кенгаш котиби, т.ф.д., к.и.х.

М.Т.Тошболтаев

Фан доктори илмий даражасини берувчи
илмий кенгаш қошидаги илмий семинар
раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (Докторлик диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Ҳозирги кунда дунё амалиётида энергия ва ресурслардан самарали фойдаланиш, уларни тежайдиган технология ва техника воситаларини ишлаб чиқиш ҳамда амалиётга жорий этиш етакчи ўринни эгаллаган. Ерларга ишлов бериш қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида энг кўп энергия талаб қиладиган жараён бўлиб, қишлоқ хўжалик экинлари ҳосилини етиштириш ва йиғиб олишга сарфланаётган умумий энергиянинг 40–50 фоизи ушбу жараённи бажариш учун сарфланади. Агар дунё миқёсида турли қишлоқ хўжалиги экинлари ҳосилини етиштириш учун ҳар йили 1,6 миллиард гектардан ортиқ майдонга ишлов берилишини ҳисобга олсак¹, энергия-ресурстежамкор тупроққа ишлов бериш машиналарини яратиш ниҳоятда долзарб муаммолардан бири ҳисобланади. Бу борада ривожланган чет эл мамлакатларида, жумладан АҚШ, Германия, Англия, Италия ва бошқа давлатларда маълум ютуқларга эришилган бўлиб, уларда кам энергияҳажмдор тупроққа ишлов бериш технологиялари, машина ва иш органларини қўллашга алоҳида эътибор қаратилмоқда².

Ўзбекистон қишлоқ хўжалигида тупроққа ишлов беришда энергия сарфини камайтириш ва юқори самарадорликка эга бўлган модернизациялашган машиналарни ишлаб чиқиш ва жорий этишни ташкил этишга қаратилган кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. Бу борада, жумладан, энергия ва ресурсларни тежаш ҳисобига ёқилғи-мойлаш материаллари, меҳнат сарфи ва бошқа харажатларни камайтириш, иш унумдорлигини ошириш мақсадида ерларга ишлов беришнинг минимал технологиялари ҳамда уларни амалга оширадиган машиналарни яратишга бағишланган қатор илмий-тадқиқот ишлари олиб борилган.

Жаҳонда тупроққа ишлов бериш учун сарфланадиган энергия миқдорини камайтириш учун тупроққа ишлов бериш машиналарининг тортишга қаршилигини, уларнинг иш органлари тупроқ билан очиқ кесиш шароитида таъсирлашишларини, яъни улар ёнбошида очиқ эгат ёки юмшатиш зоналар мавжуд бўлган тупроқ палахсаларига таъсир этишларини таъминлаш асосида такомиллаштириш ҳисобига камайтириш муҳим аҳамият касб этмоқда. Бу борада мақсадли илмий-тадқиқотларни, жумладан, қуйидаги йўналишлардаги илмий изланишларни амалга ошириш муҳим вазифалардан ҳисобланади: ерларга ишлов беришда тупроқни кам энергия сарфлаб деформациялаш ва парчалашнинг янги усулларини ишлаб чиқиш; тупроқни деформациялаш ва парчалашнинг янги усуллари ҳамда унга ишлов бериш воситаларини уйғунликда қўллаш асосида тупроққа ишлов беришда энергия сарфини камайтириш; кам энергия сарфлаб тупроққа ишлов

берадиган техника воситалари ва машиналарни яратиш; ерларга асосий (чуқур) ишлов берадиган машиналар учун тупрокни кам энергия сарфлаб

¹ www.fao.org/docrep/018/i1688r/i1688r03.pdf

² www.agroru.com/blog/novinki_agromislennoy_kompleksa

парчалайдиган пассив ва фаол турдаги иш органларини ишлаб чиқиш; тупроққа ишлов беришда иш органларини очиқ кесиш шароитида ишлашини таъминлайдиган машина ва техника воситаларини ишлаб чиқиш. Юқорида келтирилган илмий-тадқиқотлар йўналишида бажарилаётган илмий изланишлар мазкур диссертация мавзусининг долзарблигини изоҳлайди.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2012 йил 21 майдаги ПҚ-1758-сон «2012 – 2016 йилларда қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини янада модернизация қилиш, техник ва технологик жиҳатдан қайта жиҳозлаш дастури тўғрисида»ги қарори, Республика Вазирлар Маҳкамасининг 2012 йил 14 июлдаги 215-сон “2012 – 2016 йилларда қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини янада модернизация қилиш, техник ва технологик жиҳатдан қайта жиҳозлаш дастури амалга оширилишини таъминлаш чора-тадбирлари тўғрисида” қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи³.

Тупроққа ишлов бериш машиналари иш органларининг таъсири остида тупроқни деформацияланиш ва парчаланиш жараёнларини ўрганиш ва улар энергия ҳажмдорлигини камайтириш усуллари ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасалари, жумладан, Cornell University, Harvard University, University of Wisconsin-Madison, Texas A & M University (АҚШ), The Institute of agricultural engineering (Англия), University of Hohenheim, University of Göttingen (Германия), University Bologna, Institute for agricultural mechanization (Италия), China Agricultural University (Хитой), Бутунроссия механизация институти, Челябинск қишлоқ хўжалигини механизациялаш ва электрлаштириш илмий-тадқиқот институти (Россия Федерацияси), Беларус қишлоқ хўжалигини механизациялаш миллий академияси (Беларус), Украина қишлоқ хўжалигини механизациялаш илмий-тадқиқот институти (Украина), Қозоғистон механизациялаш ва электрлаштириш илмий-тадқиқот институти (Қозоғистон), Қишлоқ хўжалигини механизациялаш ва электрлаштириш илмий-тадқиқот институти, Тошкент Давлат аграр университети, Андижон ва Самарқанд қишлоқ хўжалиги институтлари, Тошкент ирригация ва мелиорация институти ва Қарши муҳандислик иқтисодиёт институти (Ўзбекистон) томонидан кенг қамровли илмий-

³Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи <http://www.greatplainsag.com/ru/354/vertical-tillage-fall>; <https://www.uni-hohenheim.de/institution/institut-fuer-agrartechnik>; http://study.com/agriculture_schools.html; http://www.agr.unizg.hr/en/article/337/departement_of_agricultural_engineering; https://en.wikipedia.org/wiki/Texas_A%26M_University; <https://www.tamu.edu/>; <http://english.cau.edu.cn/col/col5408/index.html> ва бошқа манбалар асосида фойдаланилган.

6

тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Ерларга ишлов беришда тупроқни деформацияланиш ва парчаланиш жараёнларини ўрганиш ва энергия тежамкорликни таъминлашга оид жаҳонда олиб борилган тадқиқотлар натижасида қатор, жумладан, қуйидаги илмий натижалар олинган: тупроқни икки ва уч ёқли пона кўринишидаги иш органлари таъсири остида деформацияланиш ва парчаланиш жараёнлари ўрганилган ва унга турли деформациялар (чўзиш, сиқиш, бураш, эгиш ва силжиш) ҳисобига ишлов берадиган машиналар яратилган (Бутунроссия механизация институти, Беларус қишлоқ хўжалигини механизациялаш миллий академияси); тупроққа ағдармасдан ишлов берувчи машина ва техника воситалари ишлаб чиқилган (Бутунроссия деҳқончилик ва тупроқни эрозиядан ҳимоялаш институти, Қозоғистон механизациялаш ва электрлаштириш илмий-тадқиқот институти); намлиги юқори зоналар учун айланувчи ишчи сиртларга эга тупроққа ишлов бериш машиналари яратилган (Челябинск қишлоқ хўжалигини механизациялаш ва электрлаштириш илмий тадқиқот институти, Украина қишлоқ хўжалигини механизациялаш илмий тадқиқот институти); тупроққа ишлов беришдаги энергия сарфи ва унинг ташкил этувчилари аниқланган ва уларни камайтириш усуллари ва қўлланиладиган техника воситалари ишлаб чиқилган (Cornell University, Harvard University, Texas A & M University АҚШ), Қишлоқ хўжалик техникаси институти (Англия), University of Göttingen (Германия), Қишлоқ хўжалигини механизациялаш институти (Италия)); ағдаргичли плуглар ўрнига чизелли плугларни қўллаш усуллари ва турли технологик жараёнларни биргаликда бажарадиган комбинациялашган машиналар тизими ишлаб чиқилган (China Agricultural University (Хитой), Lemken Ltd (Германия), John Deere (АҚШ), Kverneland Ltd (Норвегия), The company of Kuhn (Франция), Nardi (Италия)).

Дунёда ерларга ишлов беришда тупроқнинг деформацияланиш ва парчаланиш жараёнларини ўрганиш ва энергия сарфини камайтириш бўйича бир қатор, жумладан, қуйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: тупроқни деформацияланиш ва парчаланиш жараёнларини энергия тежамкорлигини таъминлаш йўналишида тадқиқ этиш; тупроққа мумкин қадар кам таъсир этадиган машина ва техника воситаларини ишлаб чиқиш; тупроққа ишлов беришда ишқаланувчи сиртларни айланувчи ишчи сиртларга алмаштириш имконини берадиган иш органларини яратиш; кам ҳажмдаги тупроққа ишлов берилишини таъминловчи технологияларни ишлаб чиқиш; пассив ва фаол иш органларига эга комбинациялашган машиналарни яратиш; тупроққа чуқур ағдариб ишлов бериш ўрнига

ағдармасдан ишлов берадиган машиналарни ишлаб чиқиш.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Машиналар иш органларининг таъсири остида тупроқ ва грунтнинг деформацияланиш ва парчаланиш жараёнларини ўрганиш ва улар асосида кам энергия сарфлаб тупроққа сифатли ишлов берувчи машина ва техника воситаларини яратишнинг назарий ва амалий масалаларини ишлаб чиқиш, бу жараёнларга таъсир этувчи турли хил омилларни инобатга олиш имконини берадиган

7

аналитик ва эмпирик боғлиқликларни ишлаб чиқиш, тортишга қаршилиги кам бўлган машина ва техника воситаларини яратиш бир қатор олимлар, жумладан, В.П.Горячкин, В.А.Желиговский, А.Н.Зеленин, Г.Н.Синеоков, В.В.Бородкин, В.Г.Кирюхин, А.Ј.Кoolen, J.V.Stafford ва бошқаларнинг ишларида кўриб чиқилган. Бу тадқиқотларда иш органи таъсирида тупроқ силжиш ёки узилиш деформацияси ҳисобига парчаланари деб қаралган.

Тупроқни ёпиқ кесиш шароитида ишлайдиган икки ва уч ёкли пона кўринишидаги фаол ва пассив иш органлари таъсири остида деформацияланиш жараёнини тадқиқ этиш асосида иш сифати юқори, энергия-ресурстежамкор машиналарни ишлаб чиқиш билан боғлиқ тадқиқотлар А.Т.Вагин, А.С.Кушнарев, П.Н.Бурченко, Ю.Ф.Новиков, А.И.Дерепаскин, В.П.Дьяков, G.Baraldi, F.Perri, W.R.Gill, A.Geikie, J.Lucius, E.Mekyes, K.Kromer, R.Soucek, S.Anisch, S.Woif, R.Koller, G.Sitkei, Р.И.Бойметов, М.М.Мурадов, А.Х.Хаджиев, В.А.Сергиенко ва бошқалар томонидан олиб борилган. Бу тадқиқотлар натижасида яратилган машина ва техника воситалари қишлоқ хўжалиги соҳасида қўлланилмоқда ва бу йўналишда маълум даражада ижобий натижаларга эришилган.

Тортишга қаршилиги ва энергия сарфи кам бўлган тупроққа чуқур ва саёз ишлов берадиган машиналарни яратиш масалаларига бағишланган тадқиқотлар К.Аraya, К.Kawanishi, И.Б.Борисенко, В.В.Бледных, В.И.Ветохин, А.Тўхтақўзиев, Ф.М.Маматов, И.Т.Эргашев, А.А.Ахметов, Н.М.Муродов, Б.С.Мирзаев, А.А.Насритдинов, Б.В.Хушвақтов ва бошқа олимлар томонидан ўтказилган. Уларда янги конструктив схема ва техник ечимларга эга бўлган тупроққа ишлов бериш машиналари ишлаб чиқилиб, мақбул параметрлари ва иш режимлари аниқланган. Аммо мазкур тадқиқотларда тупроқни очик кесиш шароитида ишлаётган иш органлари таъсири остида деформацияланиш ва парчаланиш жараёнлари тадқиқ этилмаган ҳамда бунда энергияҳажмдорлик даражаси камайишининг сабаблари очиб берилмаган ва шу асосда кам энергия сарфлаб тупроққа ишлов бериш машиналарини ишлаб чиқиш масалалари етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Қишлоқ хўжалигини механизациялаш ва электрлаштириш илмий тадқиқот институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг ҚХ-4Ф «Қишлоқ хўжалиги» фундаментал тадқиқотлар дастури доирасидаги ҚХ-4Ф-09 «Тупроқни кам энергия сарфлаб деформациялаш ва

парчалаш жараёнининг механик-технологик асосларини ишлаб чиқиш» (2007–2011) мавзусидаги фундаментал ва И-2 «Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик» инновация ишлари дастури доирасидаги ҚХИ-2-004-2014 «Энергия-ресурстежамкор чизел-култиваторнинг саноат нусхаларини ишлаб чиқаришга жорий этиш» (2014–2015) мавзуларидаги илмий лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади тупроқ билан очик кесиш шароитида таъсирлашадиган иш органларига эга энергия ва ресурстежамкор тупроққа ишлов бериш машиналарини ишлаб чиқишдан иборат.

8

Тадқиқотнинг вазифалари:

ерларга кам энергия сарфлаб, сифатли ишлов берадиган машиналарни яратиш ва тадқиқ қилиш назарияси ҳамда амалиётининг замонавий ҳолатини тизимли таҳлил этиш;

тупроқни очик кесиш шароитида ишлаётган иш органлари таъсири остида деформацияланиш ва парчаланиш жараёнларининг механик математик моделларини ишлаб чиқиш;

ерларга асосий ишлов беришда иш органлари тупроқ билан очик кесиш шароитида таъсирлашадиган энергия-ресурстежамкор яссикескич-чуқур юмшаткични ишлаб чиқиш;

тупроққа юза ишлов беришда қўллаш учун иш органлари тупроқ билан очик кесиш шароитида таъсирлашадиган энергия-ресурстежамкор чизел култиваторни ишлаб чиқиш;

энергия-ресурстежамкор тупроққа ишлов бериш машиналарининг тажриба нусхаларини тайёрлаш ва синовларидан ўтказиш;

ишлаб чиқилган энергия-ресурстежамкор тупроққа ишлов бериш машиналарини тупроққа асосий ва юза ишлов беришда қўллаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида тупроқ, тупроқ билан очик кесиш шароитида таъсирлашадиган иш органлари, улар билан тупроқни деформациялаш ва парчалаш жараёнлари ҳамда энергия-ресурстежамкор тупроққа ишлов бериш машиналари олинган.

Тадқиқотнинг предмети тупроқни очик кесиш шароитида ишлаётган иш органлари таъсири остида деформацияланиш ва парчаланиш жараёнлари, уларни ифодаловчи механик-математик моделлар ва аналитик боғланишлар, тупроқ билан очик кесиш шароитида таъсирлашаётган иш органлари параметрлари ҳамда уларнинг сифат ва энергетик кўрсаткичларини ўзгариш қонуниятлари.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқотларни ўтказишда тизимли таҳлил, назарий механика ва олий математиканинг фундаментал қонун ва қоидалари, пона назарияси ҳамда аналитик, графо-аналитик, тезкор тасвирга тушириш ва тензометрия усуллари қўлланилган ва мавжуд меъёрий ҳужжатлардан (Tst 63.02.2001, Tst 63.04.2001, Tst 63.03.2001) фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

тупроқни очик кесиш шароитида ишлаётган уч ёкли ва тик пона кўринишидаги иш органлари таъсири остида деформациялаш ва парчалаш

учун техник ечимлар ишлаб чиқилган;

тупроққа экиш олдидан ишлов берувчи ва иш органлари очик кесиш шароитида ишлайдиган энергиятежамкор чизел-култиваторнинг технологик ва конструктив схемалари ишлаб чиқилган;

тупроққа ағдармасдан чуқур ишлов берувчи кам энергия сарфига эга яссикескич-чуқурюмшаткичнинг технологик ва конструктив схемалари ишлаб чиқилган;

тупроқни очик кесиш шароитида ишлайдиган уч ёқли ва тик пона кўринишидаги иш органлари таъсири остида деформацияланиш ва

9

парчаланиш жараёнлари учун математик моделлар ва аналитик боғланишлар мажмуаси яратилган;

тупроқ билан очик кесиш шароитида таъсирлашаётган иш органлари сифат ва энергетик кўрсаткичларини уларнинг параметрлари, ишлов бериш чуқурлиги ва ҳаракат тезлигига боғлиқ равишда ўзгариш тавсифлари аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижаси қуйидагилардан иборат: тупроққа экиш олдидан ишлов беришда энергия сарфини камайтириш ва иш унумини ошириш имконини берадиган энергиятежамкор чизел култиватор ишлаб чиқилган;

дон, такрорий ва ем-хашак экинлари уруғи экиладиган ерларга ағдармасдан чуқур ишлов берувчи кам энергия сарфлайдиган ресурстежамкор яссикескич-чуқурюмшаткич ишлаб чиқилган;

ишлаб чиқилган энергия-ресурстежамкор чизел-култиватор ва яссикескич-чуқурюмшаткич фермер хўжаликларида қўлланилганда ёқилғи ва бошқа харажатларни камайтириш ҳамда иш унумини ортишига эришилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги ўтказилган назарий тадқиқотлар амалий механика ва олий математиканинг фундаментал қонун ва қоидаларига асосланганлиги, тажрибавий тадқиқотларни ўтказишда замонавий услуб ва воситалар қўлланилганлиги, уларда олинган натижаларнинг бир-бирига мослиги, хулоса, таклиф ва тавсияларни амалиётда жорий этилганлиги, олинган натижалар ваколатли ташкилотлар томонидан тасдиқланганлиги, бажарилган тадқиқотлар асосида ишлаб чиқилган энергия-ресурстежамкор чизел-култиватор ва яссикескич чуқурюмшаткич-нинг синовлари натижалари билан изоҳланади. **Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот бўйича олинган натижаларнинг илмий аҳамияти тупроққа экиш олдидан ва ағдармасдан ишлов беришда иш органлари очик кесиш шароитида ишлайдиган ва кам энергия сарфлаб, сифатли ишлов берадиган машиналарнинг технологик ва конструктив схемалари ҳамда уларнинг иш жараёнида тупроқнинг деформацияланиш ва парчаланишининг моҳиятини очиб берувчи механик-математик моделлар ва аналитик боғлиқликлар ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Олинган натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган энергия

ресурстежамкор тупроққа ишлов бериш машиналарини қўллаш ёқилғи ва моддий харажатлар ҳамда меҳнат сарфини камайитириш ва иш унумини оширишидан иборат. Очик кесиш шароитида ишлайдиган иш органлари билан тупроқни кам энергия сарфлаб деформациялаш ва парчалаш жараёнини фойдаловчи механик-математик моделлар ва аналитик боғлиқликлар энергия-ресурстежамкор тупроққа ишлов бериш машиналари тизимини яратишда кенг қўламда қўлланилиши мумкин.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Кам энергия сарфлаб тупроққа ишлов берадиган машиналарни ишлаб чиқиш бўйича олинган натижалар асосида:

10

даладан бир ўтишда унинг юқори қатламини юмшатиб, текислаб уруғ экиш учун майин қатлам ҳосил қилиб кетадиган КМ–3,0 комбинациялашган машинанинг саноат нусхаси ишлаб чиқилган (Ўзбекистон Республикаси «Ўзагромашсервис» уюшмасининг 2016 йил 4 октябрдаги 02/13-2016-сон маълумотномаси). Олинган натижалар асосида ишлаб чиқилган комбинациялашган машинани қўллаш ерларга экишдан олдин ишлов беришда эксплуатацион харажатлар камайишини таъминлайди;

тупроққа асосий ва юза ишлов беришда қўлланиладиган энергия ресурстежамкор чизел-култиватор ва яссикескич-чуқурюмшаткичлар ишлаб чиқилиб, улар Тошкент вилоятининг Янгийўл ва Қуйи Чирчиқ туманларидаги фермер хўжаликларида жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлигининг 2016 йил 8 апрелдаги 02/23-511-сон маълумотномаси). Натижаларнинг амалиётга жорий қилиниши ерларга ишлов беришда ёқилғи сарфини 1,3–1,4 мартага, моддий харажатлар сарфини 19,1–22,8 фоизга камайиши ва иш унумини 1,3–1,5 мартага ортишига олиб келади;

тупроқни очик кесиш шароитида ишлайдиган уч ёқли ва тик пона кўринишидаги иш органлари таъсири остида деформацияланиш ва парчаланишига доир янги илмий техник ечимлар ҚХФ-2-003 «Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида турли технологик жараёнларни қўшиб бажарадиган мобил энергия-ресурстежамкор агрегатларни яратишнинг илмий асосларини ишлаб чиқиш» грант лойиҳасида (2012-2016 йй.) тракторнинг олди ва орқасига осиладиган секциялардан иборат ерларга экиш олдидан ишлов берувчи комбинациялашган машина иш органларининг тури ва шаклини танлаш, уларни рамада мақбул жойлаштириш, иш органлари орасидаги бўйлама ва кўндаланг масофалар, уларнинг ўрнатилиш бурчаклари ва қамраш кенлиги ҳамда агрегат ҳаракат тезлигини аниқлашда фойдаланилган (Ўзбекистон Республикаси Фан ва технологияларни ривожлантиришни мувофиқлаштириш қўмитасининг 2016 йил 7 октябрдаги ФТК 03/13-671-сон маълумотномаси). Илмий натижанинг қўлланилиши тупроққа ишлов берувчи янги машиналарнинг энергия ва материал ҳажмдорлигини камайитириш, иш органларининг мустаҳкамлигини таъминлаш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари ҳар йили Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги илмий-ишлаб чиқариш маркази ва Қишлоқ хўжалигини механизациялаш ва электрлаштириш илмий-тадқиқот институтининг кўриқдан ўтказиш комиссияси томонидан кўриб чиқилиб, ижобий баҳоланган, ҳисоботлар институтнинг Илмий ва Илмий-техник кенгашларида муҳокама этилган. Шунингдек, 21 та илмий-амалий конференцияларда, шу жумладан, 3 та халқаро миқёсдаги – «European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches» (Stuttgart, 2013), «Машинасозликда замонавий материаллар, техника ва технологиялар» (Андижон, 2014), «Современные тенденции развития аграрного комплекса» (Соленое Займище, 2016) ва 18 та республика анжуманларида маъруза кўринишида баён этилган ҳамда апробациядан ўтказилган.

11

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 36 та илмий иш чоп этилган, шулардан, 1 та монография, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 11 та мақола, жумладан, 3 таси хорижий ва қолганлари республикамиз журналларида нашр қилинган.

Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши. Диссертация таркиби кириш, олтита боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 191 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқот объекти ва предметлари аниқланган, республика фан ва технологияси тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён этилган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, уларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий қилинганлиги, ишнинг апробация натижалари, эълон қилинган ишлар ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Ерларга ишлов беришда энергия-ресурстежам корликни таъминлаш асослари**» деб номланган биринчи бобида тупроққа механик, яъни машина ва қуроллар билан ишлов берилганда энергия қандай жараёнларни бажаришга сарфланиши, улар (яъни машина ва қуроллар) иш органларининг таъсири остида тупроқни деформацияланиш ва парчаланиш жараёнларини ўрганиш ҳамда мавзу бўйича илгари бажарилган тадқиқотлар таҳлил этилган.

Маълумки, тупроққа ишлов бериш машиналарининг иш органлари рамада жойлашиш ўрни ҳамда шаклига қараб тупроқ билан ёпиқ, ярим ёпиқ ва очиқ кесиш шароитларида таъсирлашади. Иш органи тупроқ билан ёпиқ кесиш шароитда таъсирлашганда у ишлов бераётган палахсанинг ҳар иккала

томонида ҳам яхлит тупроқ, ярим ёпиқ кесиш шароитида таъсирлашганда палахсанинг у ёки бу (ўнг ёки чап) томонида очик эгат ёки юмшатиш зона, бошқа томонида эса яхлит тупроқ, очик кесиш шароитида таъсирлашганда эса палахсанинг ҳар иккала томонида ҳам очик эгат ёки юмшатиш зона мавжуд бўлади.

А.Н.Зеленин, Ю.А.Ветров, П.А.Лукашевич, В.Я.Зельцер, В.В.Шкипау, Г.Н.Синеоков, И.М.Панов, Л.С.Орсик, Г.В.Плющев, Г.Н.Прокопенко, В.А.Лим ва бошқалар томонидан ўтказилган тадқиқотлардан маълумки, иш органи тупроқ билан очик кесиш шароитида таъсирлашганда унинг тортишга қаршилиги ёпиқ ва ярим ёпиқ кесиш шароитида таъсирлашаётган иш органларининг тортишга қаршилигидан 1,5-2,5 марта кам бўлади. Бу ўз навбатида энергия ва ёқилғи-мойлаш материаллари сарфини кескин камайтиради. Демак, ерларга ишлов беришда энергия сарфини камайтириш

12

учун тупроққа ишлов бериш машиналарининг иш органлари томонидан мумкин қадар кўп ҳажмдаги тупроққа очик кесиш шароитида ишлов берилиши лозим. Аммо юқорида таъкидланганидек ҳозирги кунгача тупроққа ишлов бериш машиналари иш органларини тупроқ билан очик кесиш шароитида таъсирлашишини таъминлаш йўллари етарли даражада ишлаб чиқилмаган ҳамда шундай шароитда иш органлари томонидан тупроқни деформацияланиш ва парчаланиш жараёнлари қай тарзда кечиши деярли ўрганилмаган, нима учун бунда энергияҳажмдорлик камайтириш тўлиқ очиб берилмаган.

Диссертациянинг «**Очик кесиш шароитида ишлаётган иш органи таъсирида тупроқнинг деформацияланиш ва парчаланиш жараёнлари**» деб номланган иккинчи бобида очик кесиш шароитида уч ёкли ва тик пона кўринишидаги иш органлари томонидан тупроқни деформацияланиш ва парчаланиш жараёнларини ўрганиш бўйича махсус тадқиқотларнинг натижалари келтирилган. Бунда биринчи навбатда экспериментал тадқиқотлар ўтказилди. Таҷрибалар 28-30 см чуқурликка шудгорланган ва кейин жорий текисланиб ҳамда ёппасига суғорилиб, тупроғи яхлит ҳолга келтирилган ва етилгандан сўнг юза қисмида 4-5 см қалинликдаги нам сақловчи қатлам ҳосил қилинган майдонда ўтказилди.

60

А А 400

Таҷрибалар иккита	бўлиб, улар ўқёйсимон
юмшатувчи ва битта	панжа очик кесиш
ўқёйсимон панжалар	шароитида ишлашини
қўлланилиб ўтказилди	таъминлаш учун ёнбош
(1-расм). Бунда	юмшатиш зоналарни
юмшаткич панжалар	ҳосил қилиб кетади.
ҳаракат йўналиши	Таҷрибалар 6,0 км/соат
бўйича	тезликда, иш органлари
биринчи	20 см ишлов бериш
жойлаштирилган	

120⁰

1-расм. Юмшатувчи ва ўқёйсимон панжаларни ўзаро жойлашиш схемаси чуқурлигига ўрнатилган тарзда

ўтказилди.

Тажрибаларда иш органлари томонидан юмшатиш қатлам туби

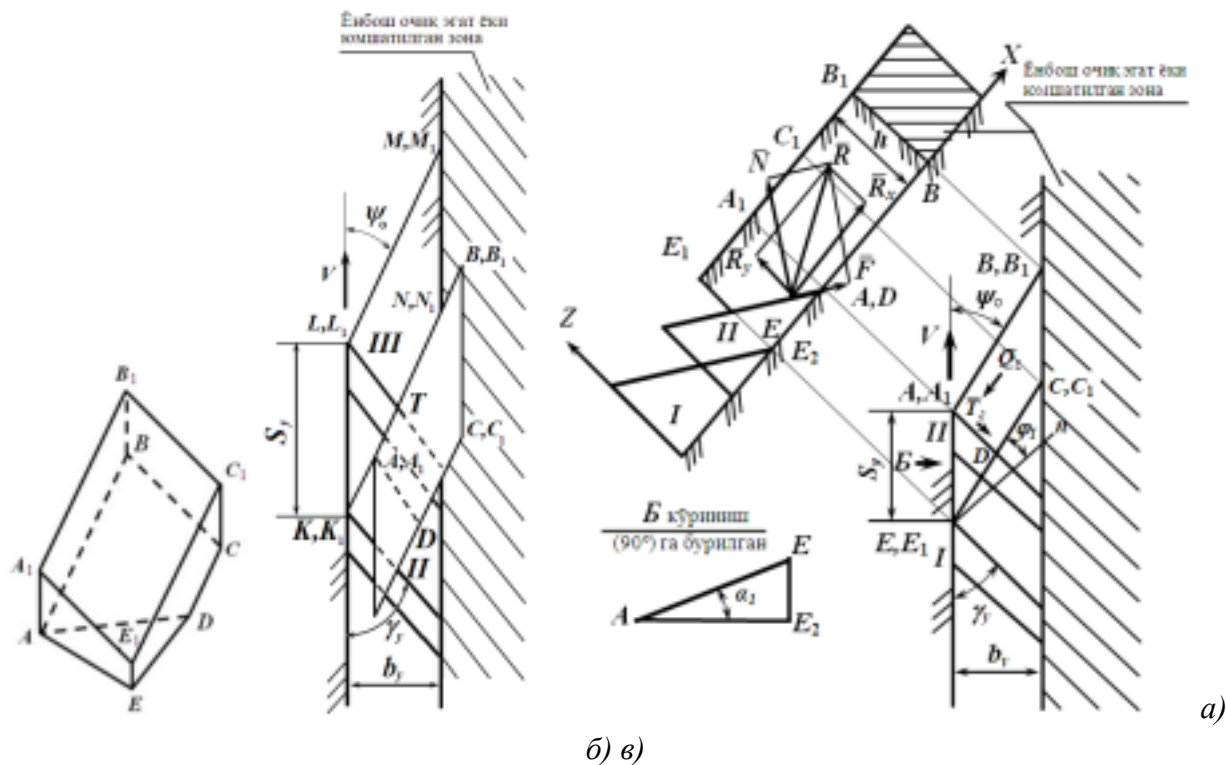
кўндаланг профилининг юмшаткич ва ўқёйсимон панжалар орасидаги кўндаланг масофа (A) га (1-расмга қаралсин) боғлиқ равишда ўзгариши ўрганилди ҳамда тезкор киносуратга тушириш усули билан ўқёйсимон панжа томонидан тупроқни деформацияланиш ва парчаланиш жараёнлари тасвирга туширилди. Юмшаткич ва ўқёйсимон панжалар орасидаги масофа 5 см оралиқ билан 25 см дан 40 см гача ўзгартирилди.

Тажрибаларда олинган маълумотлар очиқ кесиш шароитида ишлаётган иш органларининг таъсири остида тупроқнинг парчаланиши ҳозиргача қаралиб келаётганидек, яъни горизонтга нисбатан маълум бурчак остида жойлашган текислик бўйича эмас, балки ёнбош юмшатиш зона томонга йўналган горизонтал текислик бўйича силжиш ҳисобига юз беришини

13

кўрсатди.

Тажрибаларда аниқланган натижаларга асосланган ҳолда очиқ кесиш шароитида ишлаётган уч ёкли ва тик пона кўринишидаги иш органлари таъсири остида тупроқ деформацияланиш жараёнининг назарий жиҳатлари кўриб чиқилди. Очиқ кесиш шароитида h чуқурликда V тезлик билан ҳаракатланаётган бир томонлама уч ёкли пона кўринишидаги иш органи I ҳолатдан II ҳолатга ўтганда (2,а-расм) тупроқнинг ADE қисми унга таъсир этувчи нормал N ва ишқаланиш F кучларининг таъсири остида сиқилади ҳамда унда ҳосил бўладиган кучланишлар критик қийматга етганда ҳаракат йўналишига ψ_0 бурчак остида йўналган $ABCD$ силжиш текислиги ҳосил бўлади. Натижада тупроқдан унинг $ABCDEE_1A_1B_1C_1$ бўлаги ажралиб чиқади (2,б- расм). Иш органининг кейинги ҳаракатида ажралиб чиққан бўлак унинг ишчи сирти бўйлаб кўтарилади ва ёнбош очиқ эгат ёки юмшатиш зона томонга сурилади. Шу билан биргаликда тупроқнинг кейинги қисми сиқилиб, ундан $LMNTKK_1L_1M_1N_1$ бўлак ажралиб чиқади (2,в-расм). Тупроқнинг деформацияланиш ва парчаланиш жараёнларининг кейинги босқичлари ҳам худди шу кетма-кетликда S_y қадам билан давом этади.



2-расм. Очик кесиш шароитида уч ёкли пона кўринишидаги иш органи таъсири остида тупроқнинг деформацияланиш ва парчаланиш жараёнлари

Силжиш текислигининг йўналиши иш органи тиғига ўтказилган нормал n дан ҳаракат йўналиши томонга қараб тупроқнинг ташқи ишқаланиш бурчаги ϕ_1 га оғган бўлади, яъни ()₁

$$\psi_0 = 90 - \gamma_y + \phi, (1)$$

0

бунда γ_y – иш органи тиғини ҳаракат йўналишига нисбатан ўрнатилиш бурчаги, градус.

14

Очик кесиш шароитида ишлаётган уч ёкли пона кўринишидаги иш органи томонидан тупроқнинг парчаланиш қадами S_y аниқланди ва уни горизонтал текислик бўйича силжиш шартлари кўриб чиқилди.

Уч ёкли пона кўринишидаги иш органи таъсири остида тупроқнинг парчаланиш қадами S_y ни аниқлаш учун 2-расмда келтирилган схемадан фойдаланиб, иш органи томонидан тупроққа таъсир этувчи нормал куч унинг силжиш ва эзилишга кўрсатадиган қаршиликлари орқали ифодаланиб, қуйидаги ифода олинди

$$tg \alpha \alpha \phi \sin() \left[\begin{array}{l} | \\ | \end{array} \right] +$$

2
уу

$$S_{kqbk} = \frac{1}{4} \cos^2 \gamma + \frac{k}{\cos \gamma} \cos(\alpha - \gamma) + \frac{b}{\cos \gamma} \cos(\alpha - \gamma) \cos \phi_1$$

$$: [\sin \sin(\gamma)], (2) q \tan$$

$$\alpha_y \alpha \phi$$

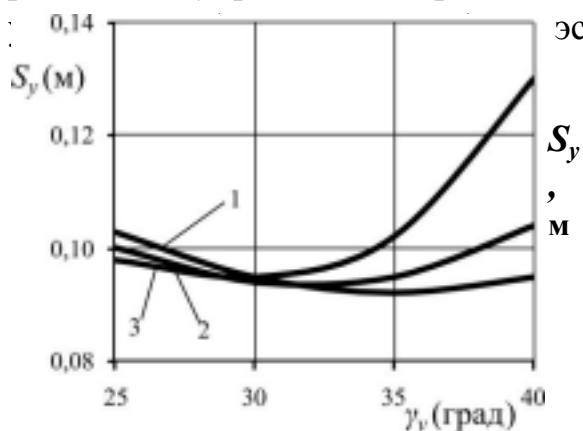
бунда k_c – тупроқнинг силжишга солиштирма қаршилиги, Па;

q_o – тупроқнинг ҳажмий эзилиш коэффиценти, Н/м³;

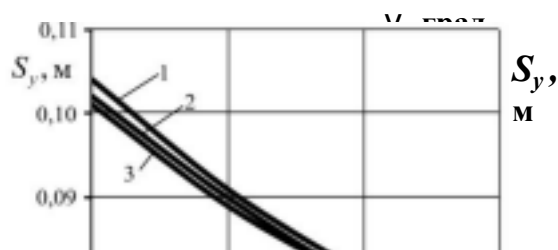
b_y – иш органининг қамраш кенглиги ёки унинг учидан ёнбош юмшатиш зонагача бўлган кўндаланг масофа, м; α_y – уч ёқли понанинг тупроққа кириш бурчаги, градус.

(2) ифода таҳлилидан кўриниб турибдики, очик кесиш шароитида ишлаётган уч ёқли пона таъсири остида тупроқнинг парчаланиш қадами ва демак очик кесиш шароитида ишлаётган иш органининг сифат ва энергетик кўрсаткичлари асосан унинг тупроққа кириш ва ҳаракат йўналишига нисбатан ўрнатилиш бурчаклари, қамраш кенглиги ҳамда тупроқнинг физик механик хусусиятларига боғлиқ экан.

3-расмда (2) ифода бўйича S_y ни α_y ва γ_y га боғлиқ равишда ўзгариш графиклари қурилган. Улардан кўриниб турибдики, γ_y бурчакка боғлиқ равишда тупроқнинг парчаланиш қадами парабола қонунияти бўйича эса камайган.



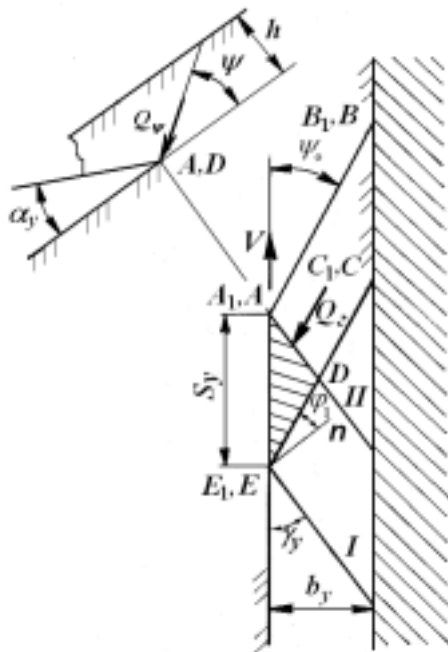
α_y , град



а) б)

1,2,3-мос равишда $\phi_1=25, 30$ ва 35° бўлганда

3-расм. Тупроқ парчаланиш қадами S_y ни γ_y (а) ва α_y (б)га боғлиқлик равишда ўзгариш графиклари



15

Ўз-ўзидан равшанки тупроқнинг силжиши горизонтал йўналишда рўй бериши учун уни шу йўналишда силжишга кўрсатадиган қаршилик кучи Q_c (4-расм) унга (горизонтга) нисбатан ψ бурчак остида жойлашган текислик бўйича силжишга кўрсатадиган қаршилик кучи Q_ψ дан кам бўлиши лозим, яъни

$$Q_c < Q_\psi \quad (3)$$

Q_c ва Q_ψ лар иш органининг параметрлари ва тупроқнинг физик-механик хоссалари орқали ифодаланиб, қуйидаги натижага эга бўлинди

$$Q_c = \frac{1}{2} \left[\frac{b}{k} \cos(\alpha) + \frac{q}{k} \sin(\alpha) \right] \times \left[\frac{1}{\sin(\psi)} \right]$$

0

4-расм. Тупроқ горизонтал

$\phi \gamma \phi$

текислик бўйича парчаланишини таъминлаш шартларини аниқлашга доир схема

$$Q_c = \frac{1}{2} \left[\frac{b}{k} \cos(\alpha) + \frac{q}{k} \sin(\alpha) \right] \times \left[\frac{1}{\sin(\psi)} \right]$$

+

y

$$\begin{aligned}
& \sin(\cos \sin \cos) \alpha \phi \gamma \gamma \gamma \\
& + \\
& \left| \right| \\
& \rho \\
& \left| \right| \\
& \left\{ \right\} \\
& h b h g \\
& + \\
& \gamma \gamma t g \\
& + \cos(\cos \sin \sin) \alpha \alpha \phi \gamma \alpha \\
& - \\
& \gamma \gamma \gamma \gamma \\
& \left| \right| \\
& \left| \right| \\
& \left\{ \right\} \\
& []; (5) \\
& \sin \sin \sin(\cos) \\
& \gamma \alpha \phi \gamma \gamma \alpha \\
& + + \\
& t g c t g \\
& + W^2 \left| \right| \gamma \gamma \gamma \gamma \gamma \gamma \\
& \left| \right| \left\{ + 1 \right. \\
& \alpha \phi \gamma \\
& - \sin \left| \right| 100 \\
& \left| \right|
\end{aligned}$$

б) очик кесиш шароитида ишлаётган уч ёкли пона кўринишидаги иш органи учун

$$\begin{aligned}
& \left| \right| \left\{ \right\} t g \alpha \alpha \phi \sin() + \left| \right| \left\{ \right\} \\
& \left| \right| \left\{ \right\} \\
& = + - \\
& 2 \sin() \cos() \cos \left| \right| \left\{ \right\} + +
\end{aligned}$$

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{c} | \\ | \end{array} \begin{array}{c} | \\ | \end{array} - \\
 k \, q \, k \, b \\
 + \\
 4 \\
 k \\
 \begin{array}{c} \gamma \, \phi \, \phi \\ c \, o \, c \, y \end{array} \qquad \cos \cos (\,) \, \phi \, \begin{array}{c} \gamma \, \phi \\ c \, y \\ 1 \end{array} \\
 R \qquad T t \, b \,_{Ty} \qquad k \, b \,_{c \, y} \qquad \begin{array}{c} \gamma \, \gamma \\ + \\ 1 \end{array} \qquad \times \\
 \begin{array}{c} \gamma \\ q \, tg \, \sin \, _1 \gamma \, _{o \, y \, y} \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{c} | \\ | \end{array} \begin{array}{c} | \\ | \end{array} \\
 \gamma \\
 \begin{array}{c} | \\ | \end{array} \begin{array}{c} | \\ | \end{array} \\
 \begin{array}{c} | \\ | \end{array} \begin{array}{c} | \\ | \end{array} \qquad \begin{array}{c} | \\ | \end{array} \begin{array}{c} | \\ | \end{array} \qquad + \\
 \alpha \, \alpha \, \phi
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c} tg \\ \alpha \, \alpha \, \phi \end{array}$$

$$\begin{array}{c} | \\ | \end{array} \begin{array}{c} | \\ | \end{array} \qquad \sin (\,) \\
 \begin{array}{c} | \\ | \end{array} \begin{array}{c} | \\ | \end{array} - \, _2 \, 1
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 k \, q \, k \, b \qquad \gamma \, \gamma \\
 + \qquad 4 \qquad k \\
 c \, o \, c \, y \qquad \begin{array}{c} 1 \, 1 \\ y \end{array} \\
 c \qquad \times \\
 \cos \cos (\,) \\
 \phi \, \gamma \, \phi \\
 + \\
 \times \sin \sin (\,) \, q \, tg
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \gamma \, \alpha \, \alpha \, \phi \\
 + \\
 o \, y \, y \, y \qquad \begin{array}{c} 1 \\ 2 \end{array} \\
 \times \, \gamma \, _y + \phi + \gamma \, _y \\
 \phi \, \phi \, _1 + \, h \rho b \, _y \times \\
 [\sin (\,) \cos \sin \,] \cos \\
 _1 \, 1
 \end{array}$$

$$\sin \left(\cos \sin \cos \right)$$

$$\alpha \, \gamma \, \gamma \, \gamma \, \alpha \, \phi$$

$$+ \, +$$

$$ctg\,tg\, \left\{ \begin{matrix} | \\ | \\ | \end{matrix} \right\} +$$

$$y y y y y$$

$$h\,g\,\alpha_y\,tg$$

$$\times_y(\cos\sin\sin)$$

$$\alpha\,\gamma\,\alpha\,\phi$$

$$\left\{ \begin{matrix} | \\ | \end{matrix} \right\}_2$$

$$- \frac{y y y}{tg_1}$$

$$\left\{ \begin{matrix} | \\ | \end{matrix} \right\}$$

$$[\,] \, . \, (6)$$

$$\left\{ \begin{matrix} | \\ | \end{matrix} \right\}$$

$$\sin\sin\sin\,(\cos)\,\gamma\,\alpha\,\gamma\,\gamma\,\alpha\,\phi\,+\,+$$

$$ctg\,tg$$

$$+W$$

$$y y y y y$$

$$_2$$

$$_1$$

$$(1\, +$$

$$V_{yy}ctg\,tg$$

$$\alpha\,\gamma\,\phi$$

$$- \sin$$

$$_1$$

$$|_J$$

$$100$$

$$|_J$$

учун
в) ёпиқ кесиш шароитида ишлаётган

$$R\,k\,b\,h$$

тик пона кўринишидаги иш органи tg

$$\ddot{e} [\,]$$

$$\phi_1$$

$$= + + + \sin(\,) \sin \cos$$

$$\gamma\,\phi\,\phi\,\gamma$$

$$T$$

$$c\,T\,T\,T$$

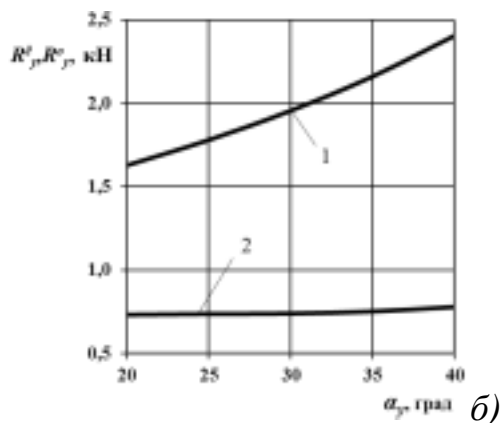
$$1\,1$$

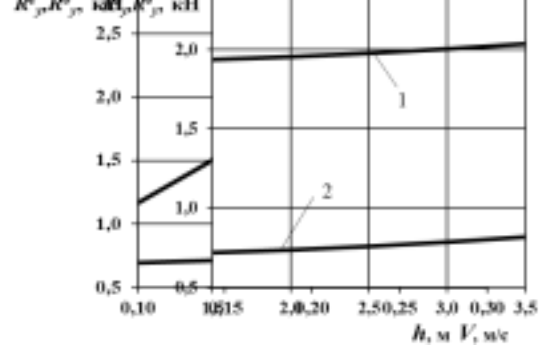
$$\sin \, \gamma_T$$

5 ва 6-расмларда $Rf(\mathcal{E}, \mathcal{H}, V)$ γ ва γ

$$Rf(,h,V)_y^o$$

2-жадвалдаги маълумотлардан кўриниб турибдики, ишлов бериш чуқурлиги 20 см дан 30 см га ортганда очик кесиш шароитида ишлаган ўқёйсимон панжанинг тортишга қаршилиги 1,75-1,78 марта, ёпик кесиш шароитида ишлаган ўқёйсимон панжаники эса 2,21-2,26 мартага ортган, яъни ишлов бериш чуқурлиги ортиши билан очик кесиш шароитида ишлаган иш органининг тортишга қаршилиги ёпик кесиш шароитида ишлаган иш органининг тортишга қаршилигига нисбатан 1,26 мартага кам ортган.

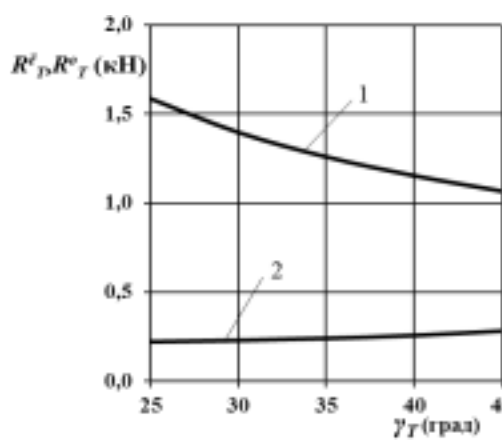




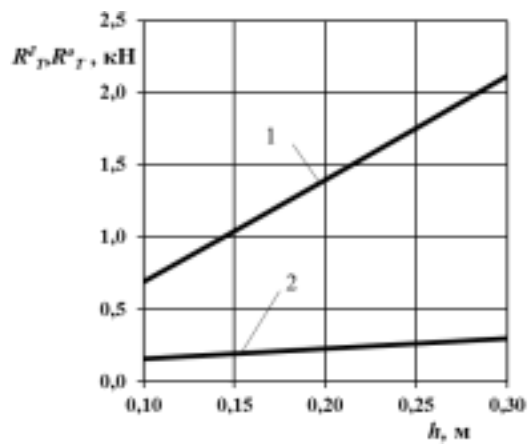
в)

г)

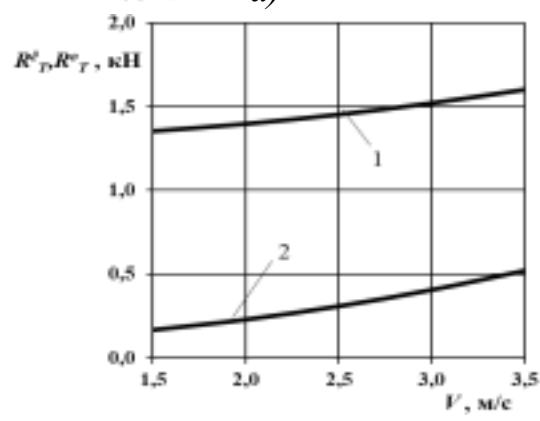
5-расм. $R_y^e(1)$ ва $R_y^o(2)$ ларни $\gamma_y(a)$, $\alpha_y(b)$, $h(в)$ ва $V(г)$ га боғлиқ равишда ўзгариш графиклари



а)



б)



в)

6-расм. R_T^e

ва $R_T^o(2)$ ларни $\gamma_T(a)$, $h(б)$ ва $V(в)$ га боғлиқ равишда ўзгариш графиклари

агрегат ҳаракат тезлигига боғлиқ равишда ўзгариши

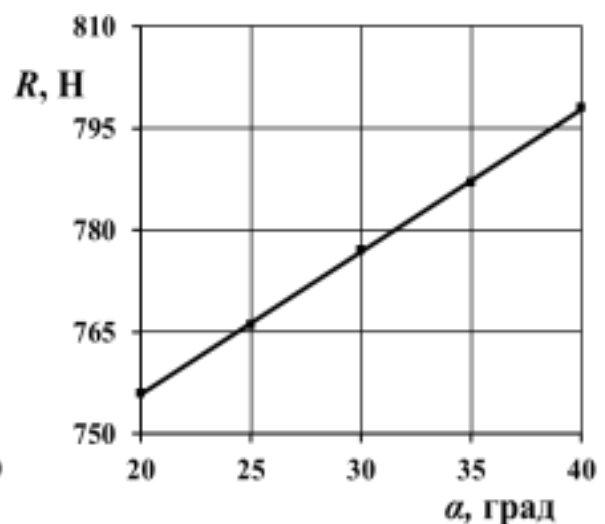
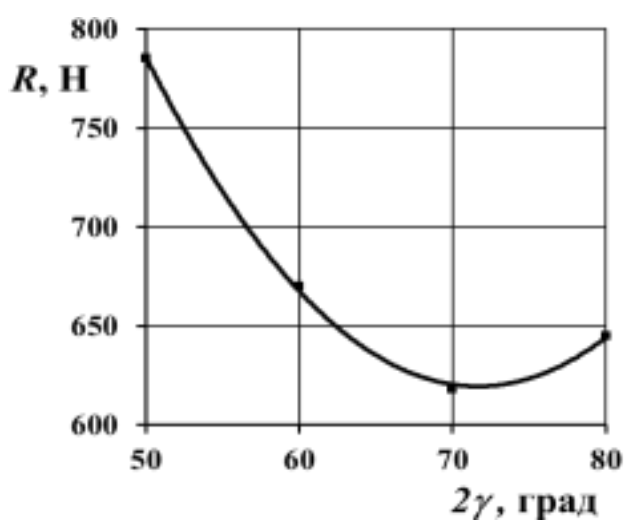
Кўрсаткичлар	Ҳаракат тезлиги, км/соат	
	4,2	8,5
1. Очиқ кесиш шароитида иш органининг тортишга қаршилиги, кН	0,84	1,01
2. Ёпиқ кесиш шароитида иш органининг тортишга қаршилиги, кН	2,12	2,84

2-жадвал.

Очиқ ва ёпиқ кесиш шароитида ўқёйсимон панжанинг тортишга қаршилигини ишлов бериш чуқурлиги ва ҳаракат тезлигига боғлиқ равишда ўзгариши

Кўрсаткичлар	Ҳаракат тезлиги, км/соат	Ишлов бериш чуқурлиги, см	
		20	30
1. Очиқ кесиш шароитида иш органининг тортишга қаршилиги, кН	4,2 8,5	0,89 1,10	1,56 1,96
2. Ёпиқ кесиш шароитида иш органининг тортишга қаршилиги, кН	4,2 8,5	2,38 3,06	5,26 6,91

Экспериментал тадқиқотларда яна очиқ кесиш шароитида ўқёйсимон панжа қанотларининг очилиш ва увалаш бурчакларини унинг тортишга қаршилигига таъсири ўрганилди (7-расм).



а) б)

7-расм. Очик кесиш шароитида ўқёйсимон панжа тортишга қаршилигини у қанотларининг очилиш (а) ва увалаш (б) бурчакларига боғлиқ равишда ўзгариши

20

Келтирилган графикдан кўриниб турибдики (7, а-расм) ўқёйсимон панжа қанотларининг очилиш бурчаги ($2\gamma_y$) 50° дан 80° гача ўзгарганда ўқёйсимон панжанинг тортишга қаршилиги олдин камайган, кейин эса ортган, яъни $50-70^\circ$ оралиғида камайган, $70-80^\circ$ оралиғида эса ортган. Буни тупроқнинг парчаланиш қадами S_y ни γ_y бурчакка боғлиқ равишда ўзгариш қонунияти билан изоҳлаш мумкин (3, а-расм).

Иш органининг увалаш бурчаги ортиши билан унинг тортишга қаршилиги тўғри чизик қонунияти бўйича ортган (7, б-расм). Бу тупроқни иш органининг ишчи сирти бўйлаб кўтариш учун энергия сарфи ҳамда унинг инерция кучидан ҳосил бўладиган қаршилиқни ортиши ҳисобига юз беради.

Диссертациянинг тўртинчи «**Энергия-ресурстержамкорликни таъмин ловчи**

тупроққа ишлов бериш машиналарининг технологик ва конструктив

схемалари ва уларнинг параметрлари» бобида юқорида олинган

натижалар асосида иш органлари томонидан очик кесиш шароитида ишлов берилаётган тупроқ ҳажми мумкин қадар кўп, ёпиқ кесиш шароитида ишлов

берилаётган тупроқ ҳажми мумкин қадар кам бўлиши шартидан ишлаб чиқилган ва Ўзбекистон Республикасининг №00741, №00889 ва №01095

сонли фойдали моделларга патентлари билан ҳимояланган энергия ресурстержамкор тупроққа ишлов бериш машиналарининг технологик ва конструктив схемалари (8 ва 9-расмлар) ҳамда уларнинг параметрларини асослаш бўйича ўтказилган тадқиқотларнинг натижалари келтирилган.

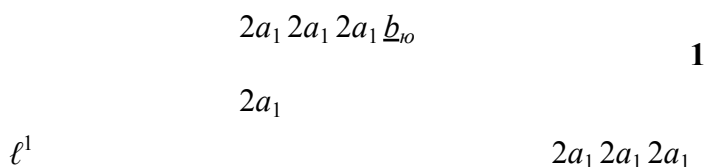
Иш органларини рамага 8-расмнинг I схемасида кўрсатилганидек икки қатор жойлаштирилганда биринчи қатордаги иш органлари яхлит тупроқ палахсасига таъсир этади, яъни ёпиқ кесиш шароитида, иккинчи қаторда жойлаштирилган иш органлари эса ёнбошида биринчи қаторда жойлашган иш органлари томонидан ҳосил қилиб кетилган юмшатиш зоналар бўлган тупроқ палахсаларига таъсир кўрсатади, яъни очик кесиш шароитида ишлайди. Биринчи қаторда жойлашган иш органларининг асосий вазифаси иккинчи қатордаги иш органлари очик кесиш шароитида ишлаши учун ёнбош юмшатиш зоналарни ҳосил қилиб кетишдан иборат. Шу сабабли улар ясси сиртли икки ёқли пона, яъни энсиз ясси сиртли юмшаткич панжа сифатида ишланган. Чунки бунда биринчидан, тупроқ дала юзаси, яъни очик юза томонга деформацияланади, иккинчидан ёпиқ кесиш шароитида деформацияланаётган тупроқ ҳажми камаяди. Бу икки омил ҳам энергия сарфини камайишига олиб келади.

Иккинчи қаторда жойлашган иш органларининг таъсир йўналиши биринчи қатордаги иш органлари юмшатиб кетган зоналарга қаратилишини таъминлаш мақсадида улар уч ёқли пона, яъни ўқёйсимон панжа кўринишида ишланган. Бунда тупроқ ёнбош юмшатиш зоналар томонга

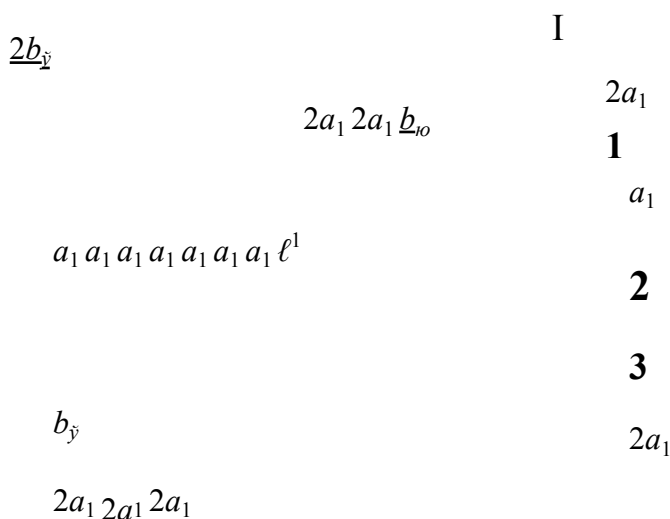
деформацияланиши ва парчаланишига эришилади.

Агар иккинчи қаторнинг чеккаларида жойлаштирилган иш органлари 9-расмнинг II схемасида кўрсатилганидек бир томонлама этиб ишланса, у ҳолда биринчи қаторга жойлаштирилган, яъни ёпиқ кесиш шароитида ишлаётган иш органлари сони I схемадагига нисбатан биттага камаяди. Бу энергия сарфини янада камайишига олиб келади.

21



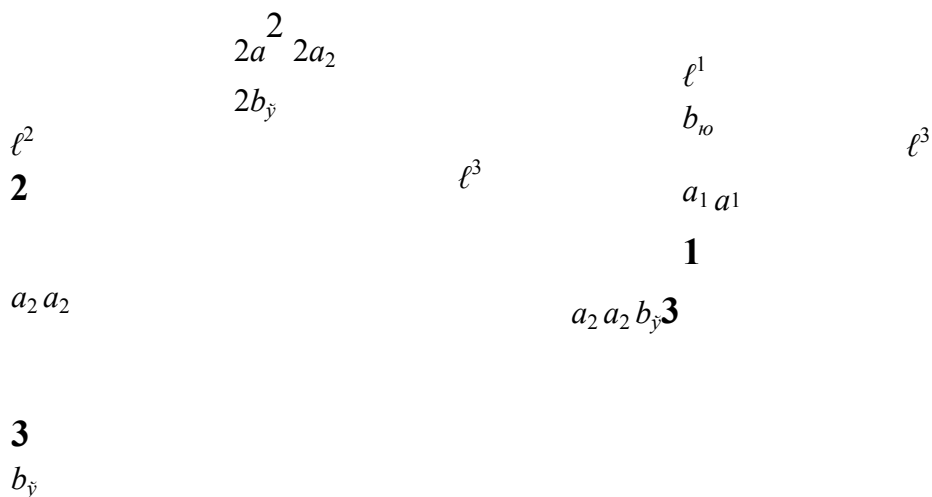
$a_1 a_1 a_1 a_1 a_1 a_1 a_1$ 2



II

1-икки ёқли пона кўринишидаги иш органи; 2, 3-икки ва бир томонлама уч ёқли пона кўринишидаги иш органи

8-расм. Иш органларини рамада икки қатор этиб жойлаштириш схемалари



I II

1-икки ёқли пона кўринишидаги иш органи; 2, 3-икки ва бир томонлама уч ёқли пона кўринишидаги иш органи.

9-расм. Иш органларини рамада Λ -симон шаклда жойлаштириш схемалари

22

Иш органлари рамада 9-расмда кўрсатилганидек, Λ -симон шаклда жойлаштирилса ҳамда бунда ҳаракат йўналиши бўйича биринчи ўрнатилган иш органидан ташқари барча иш органлари иш сирти ўзидан олдин жойлашган иш органи томонга қаратилган бир томонлама уч ёқли пона кўринишида ишланса (9-расмдаги I схема) фақатгина битта иш органи (яъни рамада ҳаракат йўналиши бўйича биринчи бўлиб жойлашган иш органи) ёпиқ кесиш, қолганлари эса очик кесиш шароитида ишлайди. Бу ерда ҳам ҳаракат йўналиши бўйича рамага биринчи бўлиб жойлаштирилган иш органи икки ёқли пона кўринишида ишланса (9-расмдаги II схема) қўшимча энергия тежалади.

Юқорида таъкидланган таҳлиллар асосида шуни таъкидлаш мумкинки иш органлари рамага Λ -симон шаклда жойлаштирилганда улар рамага икки қатор жойлаштирилганга нисбатан кўпроқ энергиятежамкорликка эришилади. Аммо шуни таъкидлаш лозимки, кенг қамровли машиналар иш органларини рамада Λ -симон шаклда жойлаштириш уларни икки қатор этиб жойлаштиришга нисбатан машинанинг узунлиги ҳамда массаси ортиб кетишига олиб келади ва бу эса уни тракторга осиб ишлатиш имкониятларини чеклайди. Бундан ташқари агрегатлар бурилиш майдонларининг ортиб кетиши ҳамда манёврчанлигини пасайишига ҳам сабаб бўлади. Шунинг учун иш органларини рамада Λ -симон шаклда жойлаштиришни қамраш кенглиги кам, масалан тупроққа чуқур ишлов беришга мўлжалланган машиналарда қўллаш мақсадга мувофиқ. Тупроққа саёз ишлов беришга мўлжалланган кенг қамровли машиналарда иш органларини рамасига икки қатор этиб жойлаштириш уларнинг енгил, ихчам ва юқори манёврчан бўлишини таъминлайди.

Қуйидагилар ишлаб чиқилган тупроққа ишлов бериш машиналарининг асосий параметрлари ҳисобланади: $\alpha_{ю}, \alpha_{y}$ — мос равишда юмшаткич ва ўқёйсимон панжаларнинг тупроққа кириш (увалаш) бурчаклари, градус; $2\gamma_y$ —

ўқёйсимон панжа қанотларининг очилиш бурчаги, градус; $b_{ю}$ – юмшаткич панжанинг эни, м; $l_{ю}$ – юмшаткич панжа ишчи сиртининг узунлиги, м; $2b_{\bar{y}}$ – ўқёйсимон панжанинг қамраш кенглиги, м; a_1, a_2 – иш органлари орасидаги кўндаланг масофалар, м; ℓ_1, ℓ_2 ва ℓ_3 – иш органлари орасидаги бўйлама масофалар, м.

Ушбу параметрларни аниқлаш учун назарий тадқиқотлар ўтказилди. Бунда юмшаткич ва ўқёйсимон панжаларнинг тупроққа кириш бурчаклари ишлов берилаётган тупроқ палахсалари уларнинг ишчи сиртлари бўйлаб кўтарилиши ва силжишидан ҳосил бўладиган тортишга қаршилик кучи минимал қийматга эга бўлиши шартидан, юмшаткич панжанинг эни у ишлов бераётган қатлам тубида деворлари зичланган эгат ҳосил бўлмаслиги шартидан, ўқёйсимон панжанинг қамраш кенглиги ишлов берилаётган палахса уни таъсири остида горизонтал текисликлар бўйича парчаланиш шартидан, иш органлари орасидаги кўндаланг масофалар ишлов берилаётган қатлам тўлиқ юмшатилиши шартидан, иш органлари орасидаги бўйлама

23

масофалар эса улар орасига тупроқ, ўсимлик қолдиқлари ва бегона ўтлар тиқилиб қолмаслиги шартларидан келиб чиққан ҳолда аниқланди.

Диссертациянинг «**Энергия-ресурстержамкор тупроққа ишлов бериш машиналарининг тортишга қаршилиги**» деб номланган бешинчи бобида ишлаб чиқилган энергия-ресурстержамкор тупроққа ишлов бериш машиналарининг энергияҳажмдорлигини солиштириш мақсадида уларнинг тортишга қаршилигини аниқлаш имконини берадиган аналитик боғланишлар олинди ва улар бўйича 8 ва 9-расмларда тасвирланган машиналар солиштирма қаршиликларини тезликка боғлиқ равишда ўзгариш графиклари (10-расмга қаралсин) қурилди. Бу графиклардан кўриниб турибдики, энг катта солиштирма қаршилик 9-расмнинг I схемасида тасвирланган машина учун, энг кам солиштирма қаршилик эса 9-расмнинг II схемасида тасвирланган машина учун олинган. 1,5-2,5 м/с тезлик оралиғида 8-расмнинг I схемасида тасвирланган машинанинг солиштирма қаршилиги 6,72-7,73 кН/м ни ташкил этган бўлса, 9-расмнинг II схемасида тасвирланган машинаники 5,72-6,15 кН/м ни ташкил этган, яъни 1,17-1,26 марта кам бўлган. Бу шундан далолат берадики, тупроққа ишлов бериш машина ва қуроқларининг иш органлари томонидан қанчалик кўп ҳажмдаги тупроққа очиқ кесиш шароитида ишлов берилса уларнинг тортишга қаршилиги ва демак, энергияҳажмдорлиги шунчалик кам бўлади.

1,2,3,4-мос равишда 8-расмнинг I ва II ва 9-расмнинг I ва II-схемаларида тасвирланган машиналар учун

10-расм. Ишлаб чиқилган энергия-ресурстежамкор тупроққа ишлов бериш машиналарининг солиштирма қаршилигини ҳаракат тезлигига боғлиқ равишда ўзгариш графиклари

Диссертациянинг «Энергия-ресурстежамкор тупроққа ишлов бериш машиналарининг иқтисодий самараси» деб номланган олтинчи бобида ўтказилган тадқиқотлар асосида ишлаб чиқилган чизел-култиватор ҳамда яссикескич-чуқурюмшаткичнинг тузилиши, параметрлари, дала ва кенг хўжалик синовларининг натижалари ҳамда иқтисодий кўрсаткичлари келтирилган.

24

Синовларда ишлаб чиқилган энергия-ресурстежамкор чизел-култиватор ва яссикескич-чуқурюмшаткич мавжуд чизел-култиватор ва яссикескич чуқурюмшаткичга нисбатан тортишга мос равишда 1,33-1,39 ва 1,44-1,52 марта кам қаршилиқ кўрсатган. Шу сабабли улар қўлланилганда ишлов берилган ҳар бир гектар майдон ҳисобига 3,3-3,4 ва 6,3-7,2 кг кам ёқилғи сарфланган.

Ишлаб чиқилган машиналарнинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини аниқлаш бўйича ўтказилган ҳисоблар шуни кўрсатдики, энергия ресурстежамкор чизел-култиватор ва яссикескич-чуқурюмшаткич қўлланилганда 1 гектар ерга сарфланадиган тўғридан-тўғри харажатлар мос равишда 19,1 ва 22,8 фоизга камайдди. Бунинг натижасида битта машина ҳисобига мос равишда 5863153 ва 16831188 сўм йиллик иқтисодий самарага эришилинади.

ХУЛОСА

«Кам энергия сарфлаб тупроққа ишлов берадиган машиналарни яратиш» мавзусидаги докторлик диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Тупроққа ишлов бериш машиналарининг энергияҳажмдорлиги ва ўз навбатида ерларга ишлов беришда энергия сарфини камайтириш учун уларнинг иш органларини тупроқ билан очик кесиш шароитида таъсирлашишларини, яъни улар ёнбошида очик эгат ёки юмшатиш зоналар мавжуд бўлган палахсаларга таъсир кўрсатишларини таъминлаш мақсадга мувофиқдир.

2. Ўтказилган назарий ва экспериментал тадқиқотларга кўра очик кесиш шароитида ишлаётган иш органларининг таъсири остида тупроқ мавжуд ёнбош очик эгат ёки юмшатиш зона томонга йўналган горизонтал текисликлар бўйича парчаланadi ва бу тупроқни деформациялаш ва парчалашга кетадиган энергия сарфини камайтириб, тупроққа ишлов бериш энергияҳажмдорлиги ва иш органларининг тортишга қаршилигини 1,8-3,5 марта камайтиришга олиб келади.

3. Ишлов бериш тезлиги ва чуқурлиги ортиши билан очик кесиш шароитида ишлаётган иш органларининг тортишга қаршилиги ёпиқ кесиш шароитида ишлаётган иш органларининг тортишга қаршилигидан мос равишда 1,12 ва 1,26 марта кам ортиши уларни тупроққа чуқур ва тезкор усулда ишлов беришда қўллаганда юқори самара беришини кўрсатади.

4. Ерларга ишлов беришда тупроққа ишлов бериш машиналарининг иш органлари тупроқ билан очик кесиш шароитида таъсирлашишларини таъминлаш йўли билан энергияҳажмдорликни камайтиришга уларни рамага икки қатор ва Λ-симон шаклда жойлаштириш, улар тури ва шаклини тўғри танлаш ҳисобига эришилади. Иш органлари рамага икки қатор этиб жойлаштирилганда биринчи қатордаги иш органлари ясси сиртли икки ёкли пона, иккинчи қаторнинг икки чеккасидаги иш органлари ўнг ва чап бир томонлама, улар орасида жойлашганлари эса икки томонлама уч ёкли пона,

25

Λ-симон шаклда жойлаштирилганда эса ҳаракат йўналиши бўйлаб биринчи жойлашган иш органи икки ёкли пона, қолганлари эса ўнг ва чап бир томонлама уч ёкли пона кўринишида ишланиши керак.

5. Иш органлари рамага икки қатор этиб жойлаштиришни тупроққа саёз ишлов беришга мўлжалланган кенг қамровли машиналарда, Λ-симон шаклда жойлаштиришни эса тупроққа чуқур ишлов берадиган кичик қамровли машиналарда қўллаш мақсадга мувофиқ.

6. Тупроққа кам энергия сарфлаган ҳолда сифатли ишлов бериш учун чизел-култиватор юмшаткич панжасининг тупроққа кириш бурчаги 25°, ўқёйсимон панжасининг тупроққа кириш бурчаги 25°, ўқёйсимон панжа қанотларининг очилиш бурчаги 60-80°, юмшаткич панжанинг эни камида 50 мм, ўқёйсимон панжанинг қамраш кенглиги кўпи билан 340 мм, юмшаткич панжа ишчи сиртининг узунлиги камида 160 мм, юмшаткич ва ўқёйсимон панжалар орасидаги кўндаланг масофа кўпи билан 190 мм, юмшаткич ва ўқёйсимон панжалар орасидаги бўйлама масофа камида 660 мм бўлиши тавсия этилади.

7. Яссикескич-чуқурюмшаткич марказий иш органининг тупроққа кириш бурчаги 25°, ёнбош иш органининг тупроққа кириш бурчаги 25°,

ёнбош иш органи қанотининг очилиш бурчаги 30-40°, марказий иш органининг эни камида 75 мм, ёнбош иш органининг қамраш кенглиги кўпи билан 250 мм, марказий иш органи ишчи сиртининг узунлиги камида 190 мм, марказий ва ёнбош иш органлари орасидаги кўндаланг масофа кўпи билан 290 мм, ёнбош иш органлари орасидаги кўндаланг масофа кўпи билан 250 мм, марказий ва ёнбош иш органлари орасидаги бўйлама масофа камида 950 мм, ёнбош иш органлари орасидаги бўйлама масофа камида 760 мм бўлганда тупроққа кам энергия сарфлаб, сифатли чуқур ишлов беришга эришилади.

8. Ишлаб чиқилган чизел-култиватор ва яссикескич чуқурюмшаткичнинг тортишга қаршилиги мавжуд чизел-култиватор ва яссикескич-чуқурюмшаткичга нисбатан мос равишда 1,33-1,39 ва 1,44-1,52 мартага камлиги, уларни қўллаганда ҳар бир гектар ишлов бериладиган майдон ҳисобига ёқилғи сарфини мос равишда 3,3-3,4 ва 6,3-7,2 кг га камайтиришни таъминлайди.

9. Энергия-ресурстержамкор чизел-култиватор ва яссикескич чуқурюмшаткични қўллаш ерларга ишлов бериш учун сарфланадиган тўғридан-тўғри харажатларни мос равишда 19,1 ва 22,8 фоизга камайтириш имконини бериб, бир йилда битта машинага мос равишда 5863153 ва 16831188 сўм иқтисодий самарага эришилади.

ИМОМКУЛОВ КУТБИДДИН БОКИЖОНОВИЧ

**СОЗДАНИЕ МАЛОЭНЕРГОЕМКИХ МАШИН ДЛЯ
ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

**05.07.01 – Сельскохозяйственные и мелиоративные машины.
Механизация сельскохозяйственных и мелиоративных работ
(технические науки)**

АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

ТАШКЕНТ – 2016

27

Тема докторской диссертации зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за №30.09.2014/B2014.3-4.T77

Докторская диссертация выполнена в Научно-исследовательском институте механизации и электрификации сельского хозяйства.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекском, русском, английском) размещен на веб-странице по адресу: www.tayl.uz и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу: www.ziyo.net.

Научный Тухтакузиев Абдусалим

консультант: доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Маматов Фармон Муртозевич** доктор технических наук, профессор

Ахметов Адилбек Агабекович
доктор технических наук

Муродов Нусрат Муртазаевич
доктор технических наук

Ведущая организация: АО «ВМКВ – Agromash»

Защита состоится «__» _____ 2016 г. в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета 16.07.2013.Т.07.01 при Ташкентском институте проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог, Ташкентском государственном техническом университете, Ташкентском институте ирригации и мелиорации, Научно-исследовательском институте механизации и электрификации сельского хозяйства, Туринским политехническим университетом города Ташкента по адресу: 100060, г. Ташкент, пр. А. Темура, 20. Тел./факс: (99871) 232-14-79, e-mail: tadi_info@edu.uz.

Докторская диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентском институте проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог за № __, с которой можно ознакомиться в ИРЦ (адрес: 100060, г. Ташкент, проспект А. Темура, 20. Тел./факс: (99871) 232-14-79).

Автореферат диссертации разослан «__» _____ 2016 года
(Протокол рассылки № __ от «__» _____ 2016 года)

А.А. Рискулов
Председатель Научного совета по присуждению
ученой степени доктора наук, д.т.н.

К.Д. Астанакулов
Ученый секретарь Научного совета по присуждению
ученой степени доктора наук, д.т.н., с.н.с.

М.Т. Тошболтаев
Председатель научного семинара при Научном совете
по присуждению ученой степени доктора наук,
д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация докторской диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. На сегодняшний день в мировой практике ведущее место занимает эффективное использование энергии и ресурсов, разработка и внедрение в практику технологии и технических средств, обеспечивающих их сбережение. Обработка почвы является самым энергоемким процессом в сельскохозяйственном производстве, на которую затрачивается 40-50 % всей

расходуемой энергии на возделывание и уборку сельскохозяйственных культур. Если учесть, что для возделывания различных сельскохозяйственных культур по всему миру каждый год обрабатывается более 1,6 миллиарда гектаров земли¹, создание энерго-ресурсосберегающих почвообрабатывающих машин является одной из актуальных проблем. В этом направлении определенные успехи достигнуты в ведущих странах мира, в том числе, США, Германия, Англия, Италия и др., где уделяется особое внимание применению малоэнергоемких технологий, машин и рабочих органов для обработки почвы².

В сельском хозяйстве Узбекистана проводятся широкомасштабные мероприятия по снижению затрат энергии при обработке почвы и организации разработки и внедрения высокоэффективных модернизированных машин. В этой сфере, в том числе, с целью снижения затрат горючее-смазочных материалов, затрат труда и других издержек за счет сбережения энергии и ресурсов, а также повышения производительности проведен ряд научно-исследовательских работ, направленных на создание минимальных технологий обработки почвы, а также машин для их осуществлению.

В мире для снижения затрачиваемой энергии при обработке почвы важное значение приобретает уменьшение тягового сопротивления почвообрабатывающих машин, за счет их усовершенствования на основе обеспечения воздействия рабочих органов на почву в условиях свободного резания, т.е. за счет обеспечения взаимодействия рабочих органов с пластами почвы, имеющими с боковых сторон открытые борозды или разрыхленные зоны. В этой области осуществление целенаправленных научных исследований является приоритетной задачей, при этом весьма актуальны исследования в следующих направлениях: разработка новых способов деформации и разрушения почвы с меньшими затратами энергии; уменьшение затрат энергии при обработке почвы на основе совместного применения новых способов деформации и разрушения почвы и средств ее обработки; создание технических средств и машин, обеспечивающих обработку почвы с меньшей затратой энергии; разработка менее энергоемких пассивных и активных типов рабочих органов для машин основной (глубокой) обработки почвы; разработка машин и технических средств, рабочие органы, работающих в условиях свободного резания при обработки

¹ www.fao.org/docrep/018/i1688r/i1688r03.pdf

² www.agroru.com/blog/novinki_agromislennogo_kompleksa

почвы. Проведение научных исследований по вышеприведенным научно-исследовательским направлениям подтверждает актуальность темы данной диссертации.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Постановлении Президента Республики Узбекистан № ПП-1758 от 21 мая 2012 г. за «О программе дальнейшей модернизации, технического и технологического

переворужения сельскохозяйственного производства на 2012 – 2016 годы», Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан №215 от 14 июля 2012 года «О мерах обеспечения реализации программы дальнейшей модернизации, технического и технологического перевооружения сельскохозяйственного производства на 2012 – 2016 годы», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

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

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации³. Научные исследования, направленные на изучение процессов деформации и разрушения почвы под воздействием рабочих органов почвообрабатывающих машин и разработку способов снижения их энергоемкости, осуществляются в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира, в том числе, в Cornell University, Harvard University, University of Wisconsin-Madison, Texas A&M University (США), The Institute of agricultural engineering (Англия), University of Hohenheim, University of Göttingen (Германия), University Bologna, Institute for agricultural mechanization (Италия), China Agricultural University (Китай), Всероссийским институтом механизации, Челябинским институтом механизации и электрификации сельского хозяйства (Российская Федерация), Белорусской национальной академией механизации сельского хозяйства (Республика Беларусь), Украинским научно-исследовательским институтом механизации сельского хозяйства (Украина), Казахским научно-исследовательским институтом механизации и электрификации сельского хозяйства (Казахстан), Институтом механизации и электрификации сельского хозяйства, Ташкентским государственным аграрным университетом, Андижанским и Самаркандским сельскохозяйственными институтами, Ташкентским институтом мелиорации и ирригации и Каршинским инженерно-экономическим институтом.

В результате исследований, проведенных в мире по изучению процессов деформации и разрушения почвы и обеспечению энергосбережения при

³Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации осуществлялся на основе: <http://www.greatplainsag.com/ru/354/vertical-tillage-fall>; <https://www.uni-hohenheim.de/institution/institut-fuer-agrartechnik>; http://study.com/agriculture_schools.html; http://www.agr.unizg.hr/en/article/337/departament_of_agricultural_engineering; https://en.wikipedia.org/wiki/Texas_A%26M_University; <https://www.tamu.edu/>; <http://english.cau.edu.cn/col/col5408/index.html> и других источниках.

обработке земель получены ряд научных результатов, в том числе: созданы почвообрабатывающие машины, воздействующие на почву за счет различных деформации (растяжения, сжатия, скручивания, изгиб и смятие) на основе изучения процессов деформации и разрушения почвы под воздействием рабочих органов в виде двухгранного и трехгранного клиньев

(Всероссийский институт механизации, Беларуская национальная академия механизации сельского хозяйства); разработаны машины и технические средства для безотвальной обработки почвы (Всероссийский институт земледелия и защиты почвы от эрозии, Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства); созданы почвообрабатывающие машины с вращающимися рабочими органами для переувлажненных зон (Челябинский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, Украинский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства); разработаны технические средства, применяемые при обработке почвы и определены их составляющие энергозатрат и пути их снижения (Cornell University, Harvard University, Texas A&M University (США), Институт сельскохозяйственной техники (Англия), University of Göttingen (Германия), Институт механизации сельского хозяйства (Италия)); разработаны способы применения чизельных плугов вместо отвальных и система комбинированных машин для совмещенного выполнения различных технологических процессов по обработке почвы (China Agricultural University (Китай), Lemken Ltd (Германия), John Deere (АКШ), Kverneland Ltd (Норвегия), The company of Kuhn (Франция), Nardi (Италия)).

В мире по изучению процессов деформации и разрушения почвы, уменьшению затрат энергии при ее обработке по ряду приоритетных направлений проводятся исследования, в том числе: исследование процессов деформации и разрушения почвы в направлении обеспечения энергосбережения; разработка машин и технических средств, оказывающих минимальное воздействие на почву; создание рабочих органов, обеспечивающих замену трущихся поверхностей рабочих органов вращающимися рабочими поверхностями; разработка технологий, обеспечивающих обработку почвы малого объема; создание комбинированных машин, имеющих пассивные и активные рабочие органы; разработка машин для безотвальной обработки почвы вместо глубокой отвальной обработки.

Степень изученности проблемы. Вопросы по изучению процессов деформации и разрушения почвы и грунта под воздействием рабочих органов машин и разработка на их основе теоретических и практических основ создания машин и орудий, обеспечивающих качественную обработку почвы с минимальными затратами энергии, а также по разработке аналитических и эмпирических зависимостей, учитывающих различные факторы, влияющие на эти процессы и по созданию машин и орудий с меньшим тяговым сопротивлением рассмотрены в работах ряда ученых, в том числе: В.П.Горячкина, В.А.Желиговского, А.Н.Зеленина, Г.Н.Синеокова, В.В.Бородкина, В.Г.Кирюхина, A.J.Koolena, J.V.Stafforda и других. В этих

исследованиях считалось, что разрушение почвы происходит за счет деформации сдвига или разрыва.

Исследования, связанные с разработкой энергоресурсосберегающих машин с высоким качеством работы на основе исследования деформации почвы активными и пассивными рабочими органами в виде двухгранного и трехгранного клина, функционирующими в условиях блокированного резания почвы проведены А.Т.Вагиным, А.С.Кушнаревым, П.Н.Бурченкой, Ю.Ф.Новиковым, А.И.Дерепаскиным, В.П.Дьяковым, G.Baraldi, F.Perri, W.R.Gill, A.Geikie, J.Lucius, E.Mekyes, K.Kromer, R.Soucek, S.Anisch, S.Woif, R.Koller, G.Sitkei, Р.И.Бойметовым, М.М.Мурадовым, А.Х.Хаджиевым, В.А.Сергиенко и другими. Разработанные в результате этих проведенных исследований машины и технические средства применяются в сфере сельского хозяйства и достигнуто в определенной степени положительные результаты в этом направлении.

Исследования, посвященные к вопросам создания машин для глубокой и поверхностной обработки почвы с меньшим тяговым сопротивлением и затратами энергии проведены К.Araya, К.Kawanishi, И.Б.Борисенкой, В.В.Бледныхом, В.И.Ветохиным, А.Тухтакузиным, Ф.М.Маматовым, И.Т.Эргашевым, А.А.Ахметовым, Н.М.Муродовым, Б.С.Мирзаевым, А.А.Насритдиновым, Б.В.Хушвактовым и другими учеными. Ими разработаны почвообрабатывающие машины, имеющие новые конструктивные схемы и технические решения, определены их оптимальные параметры и режимы работы. Однако, в вышеуказанных исследованиях не исследованы процессы деформации и разрушения почвы под воздействием рабочих органов в условиях свободного резания, а также не раскрыта сущность уменьшения их тягового сопротивления в этих условиях и в недостаточной мере изучены вопросы разработки мало энергоемких почвообрабатывающих машин на этой основе.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства по научным проектам КХ-4Ф-09 «Разработка механико-технологических основ процессов деформации и разрушения почвы с наименьшей затратой энергии» (2007-2011) и по КХИ-2-004-2014 «Внедрение в производство промышленных образцов энерго-ресурсосберегающего чизеля-култиватора» (2014-2015).

Целью исследования является разработка энерго-ресурсосберегающих почвообрабатывающих машин с рабочими органами взаимодействующими с почвой в условиях свободного резания.

Задачи исследования:

системный анализ современного состояния теории и практики исследования и создания машин, обеспечивающих качественную обработку почвы при минимальных затратах энергии;

разработка механико-математических моделей процессов деформации и

условиях свободного резания;

разработка энерго-ресурсосберегающего плоскореза-глубококорыхлителя для основной обработки почвы с рабочими органами, взаимодействующими с почвой в условиях свободного резания;

разработка энерго-ресурсосберегающего чизеля-культиватора для предпосевной обработки почвы с рабочими органами, взаимодействующими с почвой в условиях свободного резания;

изготовление экспериментальных образцов энерго-ресурсосберегающих почвообрабатывающих машин и проведение их испытаний; практическая апробация разработанных энерго-ресурсосберегающих почвообрабатывающих машин при основной (глубокой) и предпосевной обработках почвы.

Объектом исследования являются почва, рабочие органы, взаимодействующие с почвой в условиях свободного резания, процессы деформации и разрушения почвы, а также энерго-ресурсосберегающие почвообрабатывающие машины.

Предмет исследования процессы деформации и разрушения почвы под воздействием рабочих органов в условиях свободного резания, описывающие их математические модели и аналитические зависимости, параметры рабочих органов, взаимодействующих с почвой в условиях свободного резания и закономерности изменения качественных и энергетических показателей их работы.

Методы исследования. В проведении исследований применены методы системного анализа, фундаментальные законы и правила высшей математики и теоретической механики, теория клина, а также аналитические, графоаналитические методы, методы скоростной киносъемки и тензометрирования и использованы существующие нормативные документы (Tst 63.02.2001, Tst 63.04.2001 и Tst 63.03.2001).

Научная новизна исследования заключается в следующем:
разработаны технические решения для деформации и разрушения почвы под воздействием рабочих органов в виде трехгранного и вертикального клиньев, работающих в условиях свободного резания;

разработаны технологические и конструктивные схемы энергосберегающего чизеля-культиватора с рабочими органами, функционирующими в условиях свободного резания, применяемого при предпосевной обработке почвы;

разработаны технологические и конструктивные схемы менее энергоемкого плоскореза-глубококорыхлителя, осуществляющий безотвальной глубокой обработки почвы;

создан комплекс аналитических зависимостей и математических моделей для процессов деформации и разрушения почвы под воздействием рабочих органов в виде трехгранного и вертикального клиньев, работающих в условиях свободного резания;

определены характеристики изменения качественных и энергетических

показателей работы рабочих органов, взаимодействующих с почвой в условиях свободного резания, в зависимости от их параметров, глубины обработки и скорости движения.

Практические результаты исследования заключаются в следующем: разработан энерго-ресурсосберегающий чизель-культиватор, обеспечивающий снижение затрат энергии и повышение производительности работы при предпосевной обработке почвы;

разработан малоэнергоемкий ресурсосберегающий плоскорез-глубокорыхлитель для безотвальной глубокой обработки почвы под зерновые, повторные и кормовые культуры;

при применении разработанных энерго-ресурсосберегающих чизеля культиватора и плоскореза-глубокорыхлителя в фермерских хозяйствах достигнуто снижение затрат горючего и других затрат, а также повышение производительности работы.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования подтверждается тем, что проведенные теоретические исследования основаны на фундаментальных законах и правилах теоретической механики и высшей математики, экспериментальные исследования проведены с использованием современных методов и средств измерений, адекватностью полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований, внедрением в практику выводов, предложений и рекомендаций, подтверждением полученных результатов вышестоящими компетентными органами, результатами испытаний разработанных энерго-ресурсосберегающих чизеля-культиватора и плоскореза-глубокорыхлителя.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в разработке технологических и конструктивных схем машин с рабочими органами, функционирующими в условиях свободного резания, обеспечивающих качественную обработку при предпосевной и безотвальной обработке почвы с меньшей затратой энергии, а также механико-математических моделей и аналитических зависимостей, открывающих сущность деформации и разрушения почвы в процессе их работы.

Практическая значимость результатов исследования заключается в снижении затрат расхода топлива, материалов и затрат труда, а также в повышении производительности работы при применении разработанных энерго-ресурсосберегающих почвообрабатывающих машин. Механико-математические модели и аналитические зависимости, описывающие процессы деформации и разрушения почвы рабочими органами, функционирующими в условиях свободного резания могут найти широкое применение при создании системы энерго-ресурсосберегающих почвообрабатывающих машин.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов по разработке малоэнергоемких машин для обработки почвы: разработан

который за один проход разрыхляет верхний слой почвы, выравнивает ее и образует мелкокомковатый слой для сева семян (справка от 4 октября 2016 года №02/13-2016 Ассоциации «Узагромашсервис» Республики Узбекистан). Комбинированная машина, разработанная на основе полученных результатов, при применении на предпосевной обработке почвы обеспечивает снижение эксплуатационных расходов;

разработаны энерго-ресурсосберегающие чизель-культиватор и плоскорез-глубокорыхлитель, применяемые при основной и поверхностной обработке почвы, и внедрены в фермерских хозяйствах Янгиюльского и Куйичирчикского районов Такентского областа (справка от 8 апреля 2016 года №02/23-511 Министерства сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан). Внедрение в практику результатов приведет к снижению расхода горюче-смазочных материалов в 1,3-1,4 раза, материальных расходов на 19,1–22,8 %, а также повышению производительности труда в 1,3-1,5 раза;

новые научно-технические решения по деформации и разрушению почвы под воздействием рабочих органов в виде трехгранного и вертикального клина, работающих в условиях свободного резания использованы в грантовом проекте КХФ-2-003 «Разработка научных основ создания мобильных энерго-ресурсосберегающих агрегатов для одновременного выполнения различных технологических процессов в сельскохозяйственном производстве» (2012-2016 гг.) при выборе типа и формы рабочих органов комбинированной машины для предпосевной обработки почвы, состоящей из секций, навешиваемых на трактор спереди и сзади, оптимальном размещении их на раме, определении продольного и поперечного расстояний между рабочими органами, их установочных углов и ширины захвата, а также скорости движения агрегата (справка от 7 октября 2016 года №ФТК-03-13/671 Комитета координации развития науки и технологий Республики Узбекистан). Применение научного результата дало возможность снизить энергоемкость и материалоемкость новых почвообрабатывающих машин, обеспечить прочность их рабочих органов.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований ежегодно рассматривались апробационной комиссией Узбекского научно производственного центра сельского хозяйства и Научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства и были оценены положительно, отчеты обсуждены на учёном и научно-техническом советах института. Вместе с тем, результаты апробированы на 21 научно-практических конференциях, в том числе на 3 международных: «European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches» (Stuttgart, 2013), «Современные материалы, техника и технологии в машиностроении» (Андижан, 2014), «Современные тенденции развития аграрного комплекса» (Соленое Займище, 2016).

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 36 научных работ. Из них 11 научных статей, в том числе

основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 191 страницу.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновываются актуальность и востребованность проведенного исследования, сформулированы его 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 **«Основы обеспечения энерго ресурсосбережения при обработке почвы»** выполнен анализ составляющих энергозатрат при механической обработке почвы, т.е. при обработке ее машинами и орудиями, а также ранее проведенных исследований по изучению процессов деформации и разрушения почвы под воздействием их рабочих органов и по теме диссертации.

Известно, что в зависимости от места расположения на раме и типа рабочие органы почвообрабатывающих машин взаимодействуют с почвой в условиях блокированного, полублокированного и свободного (деблокированного) резания. При взаимодействии рабочего органа с почвой в условиях блокированного резания с обеих сторон обрабатываемого им пласта будет монолитная почва, в условиях полублокированного резания с одной (правой или левой) стороны пласта будет открытая борозда или разрыхленная зона, а с другой стороны монолитная почва, а в условиях свободного резания с обеих сторон обрабатываемого пласта будет открытая борозда или разрыхленная зона.

По исследованиям, проведенным А.Н.Зелениным, Ю.А.Ветровым, П.А.Лукашевичем, В.Я.Зельцером, В.В.Шкипау, Г.Н.Синеоковым, И.М.Пановым, Л.С.Орсином, Г.В.Плющевым, Г.Н.Прокопенко, В.А.Лим и другими, известно, что при взаимодействии рабочего органа с почвой в условиях свободного резания его тяговое сопротивление в 1,5-2,5 раза меньше, чем при взаимодействии в условиях блокированного и полублокированного резания. Это в свою очередь приводит к существенному снижению затрат энергии и горюче-смазочных материалов на обработку почвы. Следовательно, для уменьшения затрат энергии на обработку почвы необходимо обеспечить такие условия, чтобы в процессе работы

почвообрабатывающих машин возможно больший объем почвы обрабатывался рабочими органами в условиях свободного резания. Однако, как было отмечено выше, до сих пор пути обеспечения взаимодействия рабочих органов почвообрабатывающих машин с почвой в условиях свободного резания недостаточно исследованы, а также не

36

изучены процессы деформации и разрушения почвы рабочими органами и не раскрыта сущность снижения их тягового сопротивления при работе в этих условиях.

Во второй главе диссертации **«Процессы деформации и разрушения почвы под воздействием рабочего органа в условиях свободного резания»** приведены результаты специальных исследований по изучению процесса деформации почвы рабочим органом в виде трехгранного и вертикального клиньев в условиях свободного резания. При этом первоначально были проведены экспериментальные исследования.

С целью создания однородного фона опытный участок перед проведением экспериментов вспахали на глубину 28-30 см, разравнивали, а затем поливали. После поспевания почвы на поверхности поля создавали

60

А А

120⁰

мульчирующий слой толщиной 4-5 см для предотвращения ее высыхания в процессе проведения опытов.

400

Рис. 1. Схема взаимного расположения рыхлительных и стрельчатой лап

Эксперименты проводились с применением двух рыхлительных лап и одной стрельчатой лапы (рис.1). При этом рыхлительные лапы по ходу движения

располагались впереди стрельчатой лапы и образовывали боковые разрыхленные зоны для того, чтобы стрельчатая лапа работала в условиях свободного резания.

Эксперименты проводились при скорости движения 6,0 км/ч и глубине хода рабочих органов 20 см. В экспериментах изучалось

изменение поперечного профиля дна разрыхленного рыхлительными и стрельчатой лапами слоя почвы в зависимости от поперечного расстояния А между ними, а также методом скоростной киносъемки фиксировались процессы деформации и разрушения почвы стрельчатой лапой.

При проведении экспериментов расстояние между рыхлительными и стрельчатой лапами изменялось от 25 см до 40 см с интервалом 5 см. Результаты полученных экспериментальных данных показали, что в условиях свободного резания разрушение почвы под воздействием рабочих органов происходит путем сдвига по горизонтальным плоскостям, направленным в сторону боковых разрыхленных зон, а не по плоскостям расположенным под

углом к горизонту как до сих пор считалось. Основываясь на данных, полученных в экспериментах, рассмотрены теоретические аспекты процесса деформации почвы под воздействием рабочего органа в виде трехгранного и вертикального клиньев при работе в условиях свободного резания. Пусть рабочий орган в виде одностороннего трехгранного клина перемещаясь на глубине h со скоростью V взаимодействует с пластом, имеющим с боковой стороны разрыхленную зону. При перемещении его из положения I в положение II (рис. 2,а) часть

37

$АДЕ$ пласта под действием нормальной силы N и силы трения F сначала сжимается и когда напряжения, возникающие в нём, достигают критических значений, образуется плоскость сдвига $АВСД$, направленная горизонтально под углом ψ_0 к направлению движения. В результате этого от почвы отделяется ее часть $АВСДЕЕ_1A_1B_1C_1$ (рис. 2,б). При дальнейшем движении рабочего органа (положение III) сколотая часть почвы поднимается по его рабочей поверхности и перемещается в сторону боковой разрыхленной зоны. Вместе с этим вновь происходит смятие почвы и отделение следующей ее части $LMNTKK_1L_1M_1N_1$ (рис. 2,в). Последующие этапы процессов деформации и разрушения почвы происходят в такой же последовательности с шагом S_y .

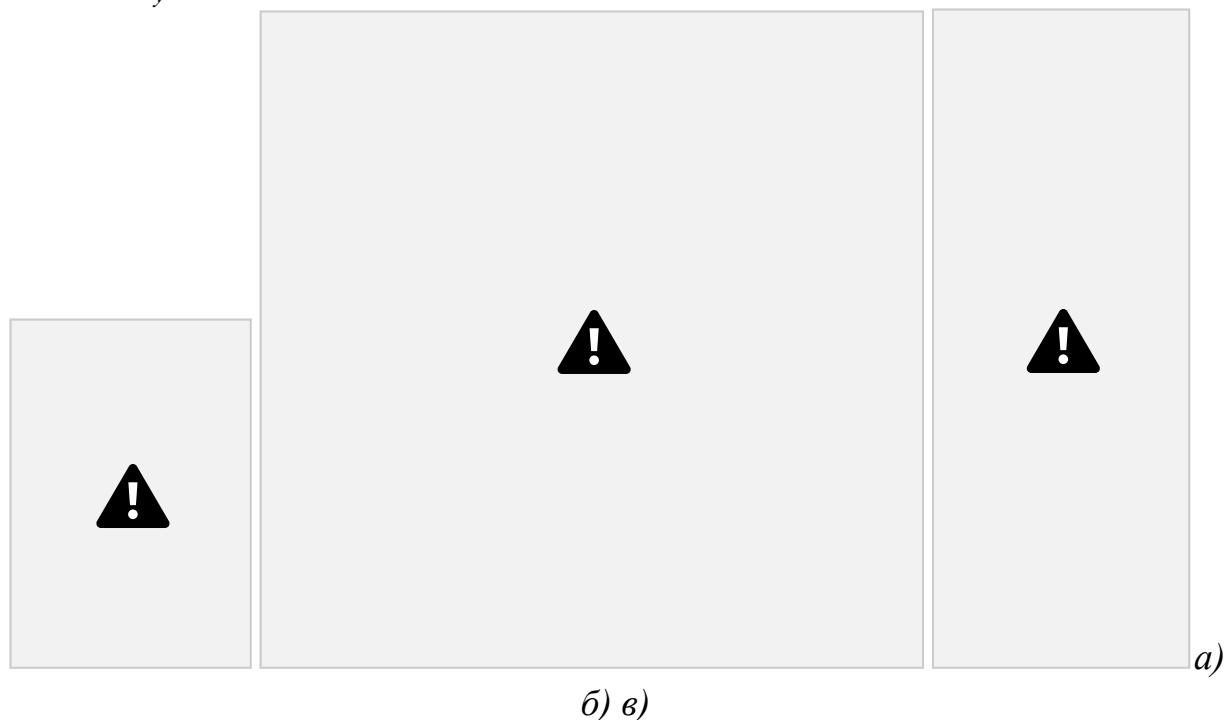


Рис.2. Процессы деформации и разрушения почвы под воздействием рабочего органа в виде трехгранного клина в условиях свободного резания

Направление плоскости сдвига отклонено от нормали n , проведенной к лезвию рабочего органа на внешний угол трения почвы ϕ_1 в сторону движения, т.е. $\left(\right)_1$

$$\psi_0 = 90 - \gamma_y + \phi_1, (1)$$

$S_y, \mathbf{M}$ $\alpha_y, \text{град}$

1,2,3-соответственно при $\phi_1=25, 30$ и 35°

Очевидно, что для того, чтобы разрушение почвы происходило в горизонтальном направлении сила сопротивления ее сдвигу в этом направлении Q_c (рис.4) должна быть меньше силы сопротивления Q_ψ по плоскости, расположенной под углом ψ (где ψ -угол наклона плоскости скалывания в условиях заблокированного резания) к горизонту, т.е.



$$Q_2 < Q_\psi \quad (3)$$

Выражая Q_c и Q_ψ через параметры рабочего органа и физико-механические свойства почвы, получим

$$\frac{1}{\Gamma} \left(\frac{\alpha}{\beta} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \sin(\phi) + \frac{1}{\Gamma} \left(\frac{\alpha}{\beta} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \cos(\phi)$$

$$\begin{aligned}
& \frac{2}{3} \frac{4}{1} \frac{1}{1} \\
& \frac{b}{k} \frac{q}{b} \frac{b}{k} \cos \cos () \\
& \frac{y}{c} \frac{y}{c} k - + c \\
& 0 \\
& \frac{\phi}{\gamma} \frac{\phi}{\gamma} \\
& + \\
& | \\
& | \\
& y \\
& \frac{\gamma}{\phi} \frac{\phi}{\gamma} \\
& \cos () \cos \\
& y + \frac{1}{1} \\
& \times \sin () \alpha \alpha \phi + \\
& < \\
& q \operatorname{tg} \\
& 0 \frac{1}{y} y \\
& \frac{\gamma}{\phi} \\
& 2 \cos () \\
& + \\
& \frac{1}{h_y} \cdot (4) \\
& \cos) \cos \\
& \alpha \phi \phi \phi (\\
& \text{разрушения почвы по} \quad \text{горизонтальной плоскости} \\
& y \quad + + \\
& 2 \quad 1 \ 2 \ 1
\end{aligned}$$

Из этого выражения следует, что в условиях свободного резания под воздействием рабочего органа в виде трехгранного клина сдвиг почвы по горизонтальной плоскости при заданных условиях работы и глубине обработки обеспечивается в основном за счет правильного выбора ширины его захвата.

Процессы деформации и разрушения почвы под воздействием рабочего органа в виде вертикального клина в условиях свободного резания также происходят по горизонтальной плоскости.

В третьей главе диссертации «**Причины снижения энергоемкости рабочих органов в условиях свободного резания**» выведены аналитические зависимости, позволяющие определить тяговое сопротивление рабочих

органов в виде трехгранного и вертикального клиньев при работе в условиях блокированного и свободного резания. Полученные зависимости имеют следующий вид:

а) для рабочего органа в виде трехгранного клина при работе в условиях блокированного резания

$$T_t R b_{\epsilon} \left\{ \begin{matrix} l \\ l \end{matrix} \right\} x \left\{ \begin{matrix} l \\ l \end{matrix} \right\} h$$

$$= +_y k$$

$$\sin \gamma \cos 1 (\alpha \phi \phi)$$

$$\left\{ \begin{matrix} l \\ l \end{matrix} \right\} 1 \begin{matrix} + + \\ 1 2 \end{matrix}$$

$$\left\{ \begin{matrix} l \\ l \end{matrix} \right\} 2 \begin{matrix} 1 \end{matrix}$$

$$\left\{ \begin{matrix} l \\ l \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} l \\ l \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} l \\ l \end{matrix} \right\}$$

$$\times + + + + -$$

$$\sin \alpha \phi \phi \phi \phi \phi \alpha \alpha$$

$$(\) \cos tg_{yy12112} (\) \cos +$$

$$2$$

$$2$$

$$\left\{ \begin{matrix} l \\ l \end{matrix} \right\}$$

40

$$\rho \left\{ \begin{matrix} l \\ l \end{matrix} \right\} \gamma \gamma \alpha + +$$

$$\sin (\cos \sin \cos) \alpha \phi \gamma$$

$$tg ctg_{yy12112}$$

$$hb h g$$

$$+$$

$$+_{yy} tg$$

$$+ \cos (\cos \sin \sin) \alpha \alpha \phi \gamma \alpha$$

$$-$$

$$yyyy$$

$$\sin \alpha \sin \phi \sin (\gamma + \alpha) \\ + \sin \beta \sin \phi \sin (\gamma + \beta) \\ + W^2 |J|_{yyyy}$$

б) для рабочего органа в виде трехгранного клина при работе в условиях свободного резания

[illegible]

$$\left| \begin{matrix} l \\ l \end{matrix} \right|^{-2} \quad 1$$

$$\begin{aligned} & k q k b \quad y y \\ & + \quad 4 \quad k \\ & c o c y \quad 1 1 \\ & c \quad y \\ & \cos \cos () \quad \times \\ & \phi \gamma \phi \\ & + \\ & \times \sin \sin () q t g \end{aligned}$$

$$\gamma \alpha \alpha \phi +$$

$$o y y y$$

$$1$$

$$2$$

$$\times \gamma_y + \phi + \gamma_y$$

$$\phi \phi_1 + h \rho b_y \times$$

$$[\sin () \cos \sin] \cos$$

$$1 1$$

$$\sin (\cos \sin \cos)$$

$$\alpha \gamma \gamma \gamma \alpha \phi$$

$$+ +$$

$$ctg tg$$

$$\left| \begin{matrix} l \\ \} \end{matrix} \right| +$$

$$1$$

$$y y y y y$$

$$h g \alpha_y t g$$

$$\times_y (\cos \sin \sin)$$

$$\alpha \gamma \alpha \phi$$

$$\left| \begin{matrix} l \\ l \end{matrix} \right|$$

$$2$$

$$- y y y$$

$$tg_1$$

$$\left| \begin{matrix} l \\ \} \end{matrix} \right|$$

$$[]) ; (6)$$

$$\left| \begin{matrix} l \\ \} \end{matrix} \right|$$

$$\sin \sin \sin (\cos) \gamma \alpha \gamma \gamma \alpha \phi + +$$

$$ctg\ tg$$

$$+W$$

$$y y y y y$$

$$1$$

$$2$$

$$(1 +$$

$$V_{yy} ctg\ tg$$

$$\alpha\ \gamma\ \phi$$

$$\frac{-}{\sin}$$

$$1$$

$$|_j$$

$$100$$

$$|_j$$

в) для рабочего органа в виде вертикального клина при работе в условиях блокированного резания

$$tg\ R\ k\ b\ h$$

$$\ddot{e}$$

$$[]$$

$$\phi\ 1$$

$$= + + + \sin() \sin \cos$$

$$\gamma\ \phi\ \phi\ \gamma$$

$$T$$

$$1\ 1$$

$$c\ T\ T\ T$$

$$\sin$$

$$\gamma$$

$$T$$

$$\sin()\ \gamma\ \phi$$

$$2$$

$$T$$

$$+$$

$$1$$

$$W$$

$$[]); (7) + + +$$

$$0,5\ 2\ \cos()\ \sin$$

$$\rho\ \psi\ \gamma\ \phi\ \gamma$$

$$V\ h\ b\ tg$$

$$T\ T\ T\ 1\ 1$$

$$(1\ \cos$$

$$\phi_1$$

$$+$$

$$100$$

г) для рабочего органа в виде вертикального клина, работающего в условиях свободного резания

41

$$o$$

$$R\ k$$

$$2$$

$$k_c$$

$$| |$$

$$\times$$

$$T$$

$$\cos$$

$$\phi_1$$

$$= - 2\ 1$$

$$T$$

$$\left| \right|_c$$

$$\left| \right| + +$$

$$2$$

$$q\ h\ tg\ k$$

$$1$$

$$2$$

$$\left| \right| + + + (1) \cos() \sin q$$

$$h \operatorname{tg} k$$

$$\begin{array}{c} 0 \\ T_c \\ 1 \\ 0 \\ \downarrow \\ \phi \\ \phi \gamma \phi \gamma \end{array} \quad \begin{array}{c} T_c T T \\ 1 1 \\ \sin() \\ \gamma \phi \\ + \\ 2 1 T \\ W \end{array}$$

$$[]). (8) \times + + +$$

$$\begin{array}{c} \sin() \sin \cos \sin \\ \gamma \phi \phi \gamma \rho \gamma \\ b h V \\ T T T T 1 1 \end{array} \quad \begin{array}{c} (1 \\ \cos \end{array} \quad \begin{array}{c} \phi \\ 1 \end{array} \quad \begin{array}{c} + \\ 100 \end{array}$$

где T – твердость почвы, Па; t_T – толщина лезвия рабочего органа, м;

внутренний угол трения почвы, градус; h_y – высота подъема почвы по поверхности рабочего органа, м; ρ – плотность почвы, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с²; T

$$\phi_2 -$$

γ – угол установки рабочей поверхности рабочего органа в виде вертикального клина к направлению движения, градус; h_T – высота рабочего органа в виде вертикального клина, м; W – влажность почвы, %.

На рисунках 5 и 6 приведены графики, построенные по формулам (5)-(8), зависимостей $Rf(, h, V)$

$$_y = \gamma \alpha, Rf(, h, V)$$

$$\begin{array}{c} \tilde{e} \\ y y \\ o \end{array}$$

$$\begin{array}{c} y y \\ T = \gamma \Pi \end{array}$$

$$\begin{array}{c} _y = \gamma \alpha, Rf(, h, V) \\ \tilde{e} \\ y \end{array}$$

$T = \gamma$. Анализируя их, можно подчеркнуть следующее: тяговое

$$\begin{array}{c} o \\ Rf(, h, V) \\ y \end{array}$$

сопротивление рабочих органов в виде трехгранного и вертикального клиньев при работе в условиях свободного резания существенно (в 2,7 – 3,75 раза) меньше, чем при работе в условиях блокированного резания. Это происходит в основном в результате уменьшения сопротивления почвы деформации за счет разрушения ее по горизонтальным плоскостям, направленным в стороны боковых разрыхленных зон.

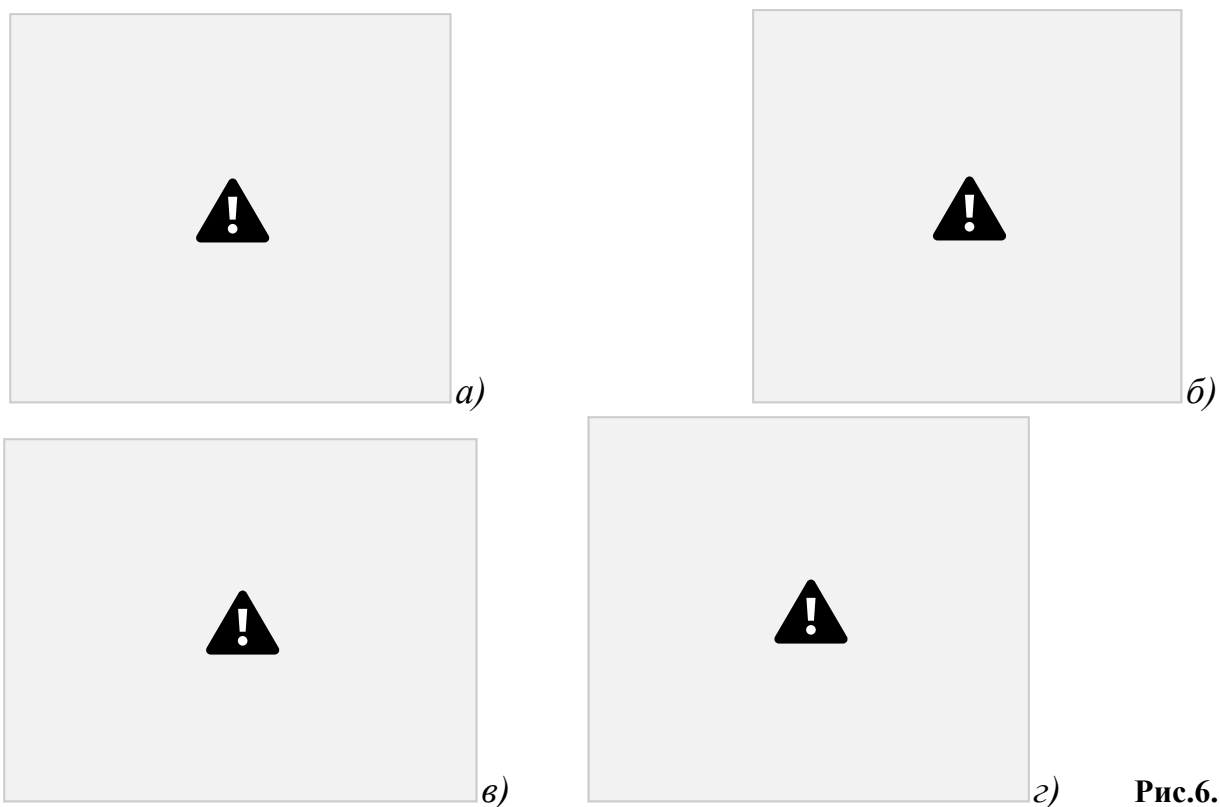


Рис.6.

Графики изменения ${}^{\circ}R_y(1)$ и ${}^{\circ}R_y(2)$ в зависимости от $\gamma_y(a)$, $\alpha_y(б)$, $h(в)$ и $V(z)$

42

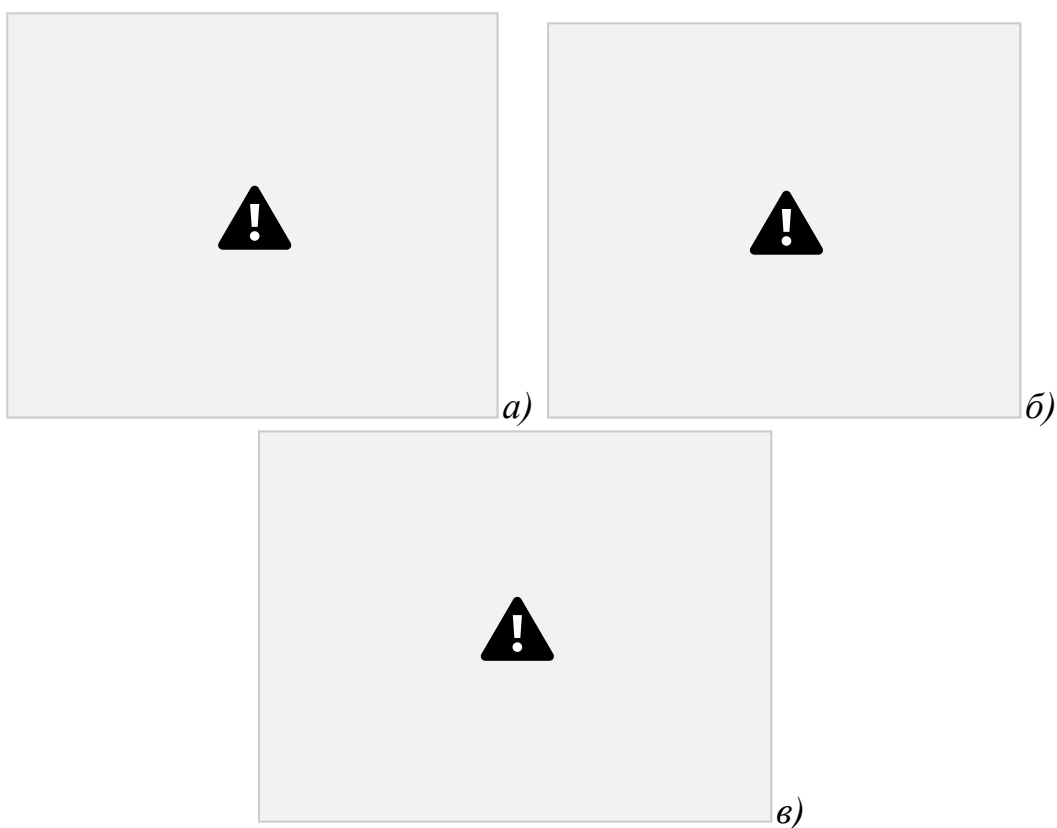


Рис.7. Графики изменения ${}^{\circ}R_T(1)$ и ${}^{\circ}R_T(2)$ в зависимости

от $\gamma_T(a)$, $h(б)$ и $V(в)$

В экспериментальных исследованиях изучалось изменение тягового сопротивления стрелчатой лапы при работе в условиях свободного и заблокированного резания в зависимости от скорости движения (таблица 1) и

глубины обработки (таблица 2).

По данным, приведенным в таблице 1, можно подчеркнуть следующие: во-первых тяговое сопротивление стрелчатой лапы при работе в условиях свободного резания в 2,5-2,8 раза меньше, чем при работе в условиях блокированного резания, во-вторых с увеличением скорости тяговое сопротивление стрелчатой лапы при работе в условиях свободного резания возрастало в 1,2 раза, а при работе в условиях блокированного резания - в 1,34 раза, т.е. при работе в условиях свободного резания тяговое сопротивление рабочего органа возрастает менее интенсивно, чем при работе в условиях блокированного резания.

Из данных таблицы 2 следует, что с увеличением глубины обработки от 20 см до 30 см тяговое сопротивление стрелчатой лапы при работе в условиях свободного резания возрастало в 1,75-1,78 раза, а при работе в условиях блокированного резания - в 2,21-2,26 раза, т.е. с увеличением глубины обработки тяговое сопротивление рабочего органа при работе в условиях свободного резания возрастало в 1,26 раза меньше, чем при работе в условиях блокированного резания. В экспериментальных исследованиях также изучали влияние углов раствора и крошения стрелчатой лапы на ее тяговое сопротивление в условиях свободного резания (рис. 7).

43

Таблица 1.

Изменение тягового сопротивления стрелчатой лапы в условиях свободного и блокированного резания в зависимости от скорости движения

Показатели	Скорость движения, км/ч	
	4,2	8,5
1. Тяговое сопротивление рабочего органа в условиях свободного резания, кН	0,84	1,01
2. Тяговое сопротивление рабочего органа в условиях блокированного резания, кН	2,12	2,84

Таблица 2.

Изменение тягового сопротивления стрелчатой лапы в условиях свободного и блокированного резания в зависимости от глубины обработки и скорости движения

Показатели	Скорость движения, км/час	Глубина обработки, см	
		20	30

1. Тяговое сопротивление рабочего органа в условиях свободного резания, кН	4,2	0,89	1,56
	8,5	1,10	1,96
2. Тяговое сопротивление рабочего органа в условиях блокированного резания, кН	4,2	2,38	5,26
	8,5	3,06	6,91

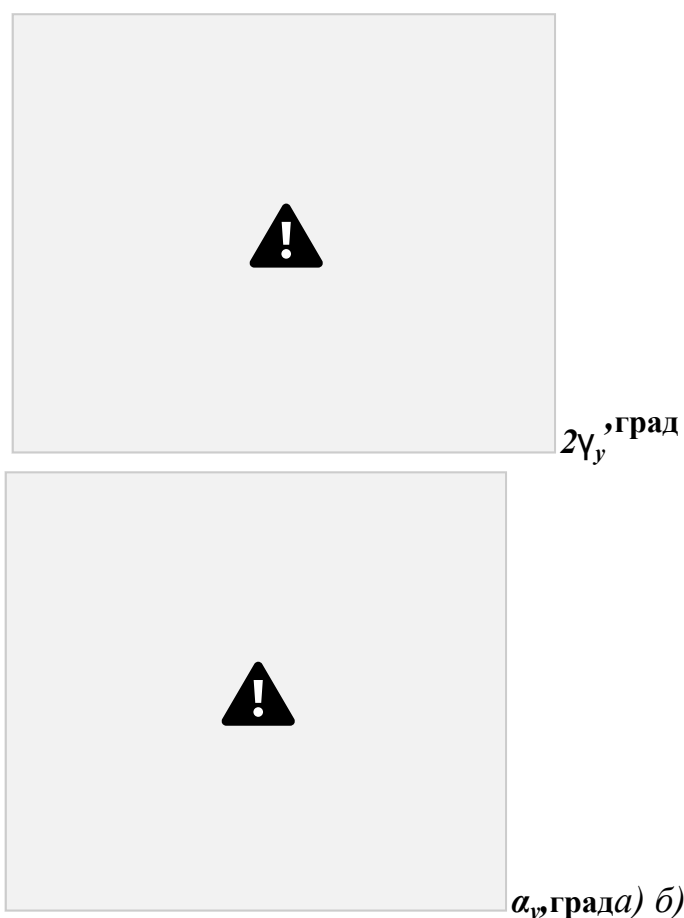


Рис.7. Изменение тягового сопротивления стрелчатой лапы в зависимости от ее углов раствора (а) и крошения (б) в условиях свободного резания

Из графиков на рис. 7 видно, что с изменением угла раствора ($2\gamma_y$) стрелчатой лапы от 50° до 80° тяговое сопротивление стрелчатой лапы сначала (в пределах $50-70^\circ$) снижается, а потом (в пределах $70-80^\circ$)

44

возрастает. Это можно объяснить характером изменения шага разрушения почвы S_y в зависимости от угла γ_y (см. рис.3,а).

С увеличением угла крошения стрелчатой лапы ее тяговое сопротивление возрастало по закону прямой линии (см. рис.7,б). Это происходит в основном за счет возрастания затрат энергии на подъем почвы по ее рабочей поверхности и сопротивления, возникающего от силы ее

инерции.

В четвертой главе диссертации «Технологические и конструктивные схемы энерго-ресурсосберегающих почвообрабатывающих машин и их параметры» приведены разработанные технологические и конструктивные схемы энерго-ресурсосберегающих почвообрабатывающих машин (рис. 8 и 9), разработанных из условия, чтобы объем деформируемой почвы рабочими органами в условиях свободного резания был возможно большим, а объем деформируемой почвы рабочими органами в условиях блокированного резания - возможно меньшим и защищенных патентами РУз №00741, №00889 и №01095 на полезные модели, а также результаты проведенных исследований по обоснованию их параметров.

При расположении рабочих органов на раме в два ряда, как указано на схеме I рис.8, рабочие органы первого ряда действуют на монолитную почву, т.е. работают в условиях блокированного резания, а рабочие органы второго ряда действуют на почвенные пласты, имеющие с боковой стороны разрыхленные зоны, образованные рабочими органами первого ряда, т.е. работают в условиях свободного резания. Основной задачей рабочих органов первого ряда является образование боковых разрыхленных зон, чтобы рабочие органы второго ряда функционировали в условиях свободного резания. Поэтому они выполнены в виде двугранного плоского клина, т.е. в виде узкой рыхлительной лапы с плоской рабочей поверхностью. При этом, во-первых почва деформируется в сторону поверхности поля, т.е. в сторону открытой поверхности, во-вторых уменьшается объем деформируемой почвы в условиях блокированного резания. Эти оба фактора приводят к снижению затрат энергии.

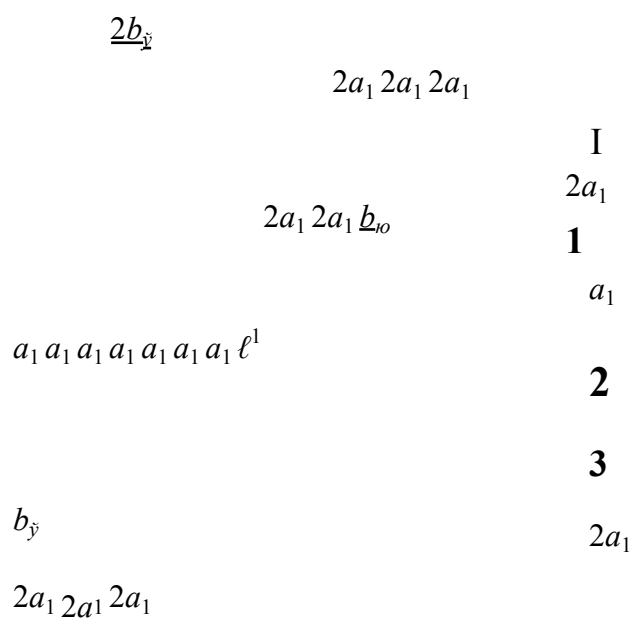
С целью обеспечения направления воздействия в сторону разрыхленных рабочими органами первого ряда зон, рабочие органы второго ряда выполнены в виде трехгранного клина, т.е. в виде стрелчатой лапы. При этом деформация и разрушение почвы рабочими органами второго ряда происходят в сторону зон, разрыхленных рабочими органами первого ряда.

Если крайние рабочие органы второго ряда выполняются односторонними, как указано на схеме II рис. 8, рабочие органы первого ряда, т.е. количество рабочих органов, функционирующих в условиях блокированного резания, на один уменьшается, по сравнению со схемой I на рис. 8. Это дает дополнительное снижение затрат энергии.

При расположении рабочих органов на раме по Λ-образной схеме, как показано на рис. 9, все рабочие органы, кроме первого по направлению движения, выполняются в виде односторонних трехгранных клиньев с

$$2a_1 \ 2a_1 \ 2a_1 \ b_{ю}$$

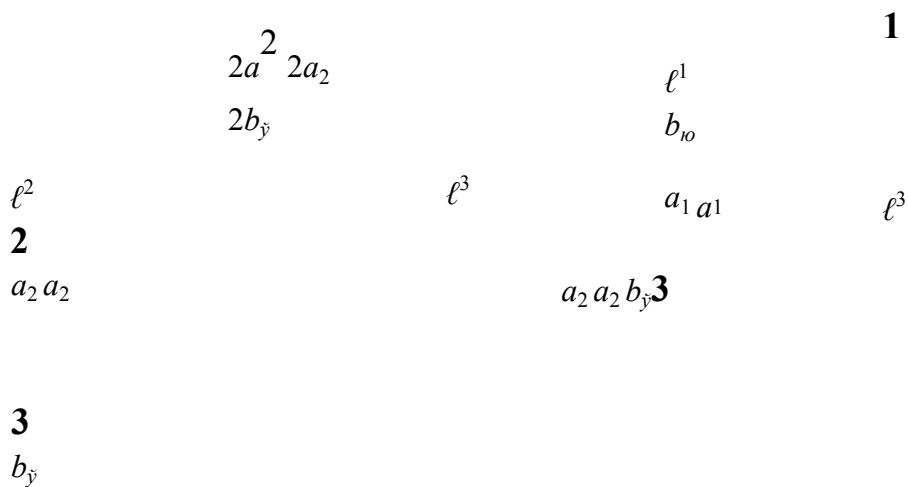
$$\begin{matrix} 2a_1 \\ a_1 \ a_1 \ a_1 \ a_1 \ a_1 \ a_1 \ a_1 \ \ell^1 \end{matrix}$$



II

1-рабочий орган в виде двугранного клина; 2, 3-рабочие органы в виде двухстороннего и одностороннего трехгранного клиньев

Рис.8. Схемы двухрядного расположения рабочих органов на раме



I II

1-рабочий орган в виде двугранного клина; 2, 3-рабочие органы в виде двухстороннего и одностороннего трехгранного клиньев

Рис.9. Схемы Λ -образного расположения рабочих органов на раме

46

рабочими поверхностями, обращенными в сторону впереди расположенных рабочих органов (схема I на рис.9) и только один рабочий орган (т.е. рабочий орган, расположенный первым на раме орудия) работает в условиях блокированного резания, а остальные работают в условиях свободного резания. При этом выполнение рабочего органа, расположенного первым на раме по направлению движения, в виде плоского двугранного клина (схема II на рис.9) дополнительно снижает затраты энергии.

На основе вышеприведенного анализа можно сделать вывод о том, что при Λ -образной схеме расположения рабочих органов по сравнению с двухрядным расположением снижение энергозатрат будет больше. Однако в широкозахватных машинах расположение рабочих органов на раме по Λ -образной схеме приводит к увеличению длины и массы машины, по сравнению с их двухрядным расположением.

Это снижает навесоспособность машин. Кроме того, указанные причины приводят к снижению маневренности и увеличению ширины поворотных полос для агрегатов. Поэтому Λ -образную схему размещения рабочих органов на раме целесообразно применять на машинах с меньшей шириной захвата, например, на машинах для глубокой обработки почвы. Двухрядное размещение рабочих органов на раме широкозахватных машин, предназначенных для поверхностной обработки почвы, делает их легкими, компактными и высокоманевренными.

Основными параметрами разработанных почвообрабатывающих машин являются (рис. 8 и 9): $\alpha_{ю}, \alpha_{\ddot{y}}$ – соответственно углы вхождения в почву (крошения) рыхлительной и стрельчатой лап, градус; $2\gamma_{\ddot{y}}$ – угол раствора стрельчатых лап, градус; $b_{ю}$ – ширина рыхлительной лапы, м; $l_{ю}$ – длина рабочей поверхности рыхлительной лапы, м; $2b_{\ddot{y}}$ – ширина захвата стрельчатой лапы, м; a_1, a_2 – поперечные расстояния между рабочими органами, м; ℓ_1, ℓ_2 и ℓ_3 – продольные расстояния между рабочими органами, м.

Для определения указанных параметров проводились теоретические исследования. При этом углы вхождения в почву рыхлительных и стрельчатых лап определялись из условия, чтобы тяговое сопротивление, возникающее от подъема и перемещения пласта обрабатываемой почвы по их рабочим поверхностям, имело минимальное значение, ширина рыхлительной лапы – из условия исключения образования уплотненной борозды на дне обрабатываемого пласта, ширина захвата стрельчатой лапы – из условия, чтобы разрушение обрабатываемого пласта происходило по горизонтальным плоскостям, поперечные расстояния между рабочими органами – из условия полного разрыхления обрабатываемого пласта, а продольные расстояния между рабочими органами – из условия исключения забивания (накопления) почвы, сорных растений и пожнивных остатков между ними.

В пятой главе диссертации «**Тяговое сопротивление энерго-ресурсосберегающих почвообрабатывающих машин**» с целью сравнения

47

энергоемкости разработанных энерго-ресурсосберегающих почвообрабатывающих машин получены аналитические зависимости, позволяющие определить их тяговое сопротивление и по ним построены графики изменения удельного сопротивления машин, показанных на рис.8 и 9, в зависимости от скорости движения, (рис. 10). Из этих графиков видно, что наибольшее удельное сопротивление имеет машина, показанная на схеме I рис.8, а наименьшее - машина, показанная на схеме II рис.9. При скоростях 1,5-2,5 м/с удельное сопротивление машины, показанной на схеме I рис.8, составляло 6,72-7,73 кН/м, а машины, показанной на схеме II рис.9, составляло 5,72-6,15 кН/м, т.е. в 1,17-1,26 раза меньше. Это свидетельствует о том, что чем больше объем почвы обрабатывается рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий в условиях свободного резания, тем меньше их тяговое сопротивление, а, следовательно и энергоемкость обработки почвы.

1,2,3,4-соответственно для машин, показанных на схемах I и II рис.8
и на схемах I и II рис.9

Рис.10. Графики изменения удельного тягового сопротивления разработанных энерго-ресурсосберегающих машин в зависимости от скорости движения

В шестой главе диссертации «**Экономическая эффективность энерго-ресурсосберегающих почвообрабатывающих машин**» приведены устройства, параметры и результаты полевых и хозяйственных испытаний, а также экономические показатели энерго-ресурсосберегающих чизеля культиватора и плоскореза-глубококорыхлителя, разработанных и изготовленных на основе проведенных исследований и определенных параметров.

В испытаниях тяговое сопротивление разработанных энерго ресурсосберегающих чизель-культиватора и плоскореза-глубококорыхлителя по сравнению с существующим чизелем-культиватором и плоскорезом-

48

глубококорыхлителем в 1,33-1,39 и 1,44-1,52 раза соответственно оказалось меньше. Поэтому при их использовании на каждый гектар обработанной площади было затрачено соответственно на 3,3-3,4 и 6,3-7,2 кг меньше топлива.

Расчеты, проведенные по определению технико-экономических показателей разработанных машин показали, что при применении энерго ресурсосберегающих чизеля-культиватора и плоскореза-глубококорыхлителя прямые затраты на обработку 1 гектара земли снижаются соответственно на 19,1 и 22,8 %. В результате этого годовой экономический эффект от их внедрения составляет соответственно 5863153 и 16831188 сум на одну машину.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по докторской диссертации на тему «Создание малоэнергоемких машин для обработки почвы» представлены следующие выводы:

1. Для снижения энергоемкости почвообрабатывающих машин и следовательно затрат энергии на обработку почвы целесообразно обеспечение взаимодействия их рабочих органов с почвой в условиях свободного резания, т.е. они должны воздействовать на пласты почвы, имеющие с боковых сторон открытые борозды или разрыхленные зоны.

2. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования показали, что в условиях свободного резания почва под воздействием рабочих органов разрушается путем сдвига по горизонтальным плоскостям, направленным в сторону боковых открытых борозд или разрыхленных зон и это, снижая затраты энергии на деформацию и разрушение почвы, приводит к уменьшению энергоемкости обработки почвы и тягового сопротивления рабочих органов в 1,8-3,5 раза.

3. С повышением скорости и глубины обработки тяговое сопротивление рабочих органов, работающих в условиях свободного резания, увеличивается соответственно в 1,12 и 1,26 раза меньше, чем при работе в условиях блокированного резания, а это показывает, что при применении их на глубокой и скоростной обработках почвы дает большой эффект.

4. Уменьшение энергоемкости обработки почвы путем обеспечения функционирования рабочих органов машин в условиях свободного резания возможно за счет двухрядного и Λ -образного размещения их на раме, правильным выбором типа и формы рабочих органов. При двухрядном размещении на раме рабочие органы первого ряда должны быть выполнены в виде двугранного клина с плоской рабочей поверхностью, крайние рабочие

органы второго ряда - в виде правого и левого одностороннего клина, а расположенные между ними рабочие органы - в виде двухстороннего трехгранного клина, а при Λ -образном расположении рабочий орган, расположенный первым по направлению движения, должен быть в виде двугранного клина, а остальные в виде правого и левого одностороннего

49

трехгранного клина.

5. Двухрядное размещение рабочих органов на раме целесообразно применять на широкозахватных машинах, предназначенных для поверхностной обработки почвы, а Λ -образное размещение рабочих органов на машинах, предназначенных для глубокой обработки почвы, имеющих меньшую ширину захвата.

6. Для качественной обработки почвы при минимальных затратах энергии чизелем-культиватором рекомендуется, что бы угол вхождения в почву его рыхлительной лапы составлял 25° , угол вхождения в почву стрелчатой лапы 25° , угол раствора стрелчатой лапы $60-80^\circ$, ширина рыхлительной лапы не менее 50 мм, ширина захвата стрелчатой лапы не более 340 мм, длина рабочей поверхности рыхлительной лапы не менее 160 мм, поперечное расстояние между рыхлительной и стрелчатой лапами не более 190 мм, продольное расстояние между рыхлительной и стрелчатой лапами не менее 660 мм.

7. Плоскорезом-глубокорыхлителем обеспечивается качественная глубокая обработка почвы с меньшими затратами энергии при: угле вхождения в почву центрального рабочего органа 25° , угле вхождения в почву бокового рабочего органа 25° , угле раствора бокового рабочего органа $30-40^\circ$, ширине центрального рабочего органа не менее 75 мм, ширине захвата бокового рабочего органа не более 250 мм, длине рабочей поверхности центрального рабочего органа не менее 190 мм, поперечном расстоянии между центральным и боковым рабочими органами не более 290 мм, поперечном расстоянии между боковыми рабочими органами не более 250 мм, продольном расстоянии между центральным и боковым рабочими органами не менее 950 мм, продольном расстоянии между боковыми рабочими органами не менее 760 мм.

8. Меньшее тяговое сопротивление разработанных энерго-ресурсосберегающих чизеля-культиватора и плоскореза-глубокорыхлителя соответственно в 1,33-1,39 и 1,44-1,52 раза чем у существующих чизеля культиватора и плоскореза-глубокорыхлителя обеспечивает снижение расхода топлива соответственно на 3,3-3,4 и 6,3-7,2 кг на каждый гектар обработанной площади.

9. Применение энерго-ресурсосберегающего чизеля-культиватора и плоскореза-глубокорыхлителя позволяет уменьшить прямые затраты на обработку почвы соответственно на 19,1 и 22,8 %, при этом достигается экономический эффект соответственно 5863153 и 16831188 сум на одну машину в год.

**RESEARCH COUNCIL TO AWARD THE DEGREE OF DOCTOR OF
SCIENCES No. 14.07.2016.T.07.01 UNDER THE TASHKENT INSTITUTE
OF DESIGN, CONSTRUCTION AND MAINTENANCE OF
AUTOMOTIVE ROADS, TASHKENT STATE TECHNICAL
UNIVERSITY, TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION AND LAND
RECLAMATION AND RESEARCH INSTITUTE, SCIENTIFIC
RESEARCH INSTITUTE OF MECHANIZATION AND
ELECTRIFICATION OF AGRICULTURE, TURIN POLYTECHNIC
UNIVERSITY IN TASHKENT
SCIENTIFIC-RESEARCH INSTITUTE OF MECHANIZATION
AND ELECTRIFICATION OF AGRICULTURE**

IMOMKULOV KUTBIDDIN BOKIZHONOVICH

**CREATING LESS POWER-CONSUMING
MACHINES FOR SOIL TILLAGE**

**05.07.01 – Agricultural and meliorative machinery. Mechanization
of agriculture and reclamation work
(technical science)**

ABSTRACT OF DOCTORAL DISSERTATION

TASHKENT – 2016

51

The theme of the doctoral dissertation is registered at the Supreme Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan No.30.09.2014/B2014.3-4.T77.

The doctoral dissertation is implemented at the Scientific-research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture.

The Abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, and English) is posted at www.tayi.uz and Information-education portal «ZioNet» at the address www.zionet.uz.

The scientific Tuhtakuziev Abdusalim consultant Doctor of Technical Science, Professor

The official Mamatov Farmon Murtozevich opponents: Doctor of Technical Science, Professor

Axmetov Adilbek Agabekovich
Doctor of Technical Science

Murodov Nusrat Murtazaevich
Doctor of Technical Science

The leading organization: Association «BMKB-Agromash»

Defending the dissertation will take place on «___» _____ 2016 year at 14⁰⁰ at the scientific council meeting 16.07.2013.T.07.01 at the Tashkent Institute of Design, Construction and Maintenance of Automotive Roads, Tashkent State Technical University, Tashkent Institute of Irrigation and Land Reclamation, Scientific-Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture, Turin Polytechnical University of the City Tashkent at the address: 20. A.Temur street, Tashkent city, 100060. Tel/ fax: (99871) 232-14-79, e-mail: tadi_info@edu.uz.

The doctoral dissertation is registered at the Information-resource center of Tashkent Institute of Design, Construction and Maintenance of Automotive Roads under № __, and may be reviewed in the Information-Resource Center (20. A.Temur str., Tashkent city, 100060. Tel/ fax: (99871) 232-14-79).

The Abstract from the dissertation is posted on «___» _____ 2016.
(Mailing Protocol No dated «___» _____ 2016).

The Abstract from the dissertation is posted on «___» _____ 2016.
(Mailing Protocol No dated «___» _____ 2016).

A.A. Riskulov

The Chairman of the Scientific Council for Awarding the degree
of Doctor of Science, Doctor of Technical Science

K.D. Astanakulov

The Scientific Secretary of the Scientific Council for Awarding the degree
of Doctor of Science, Doctor of Technical Science, s.s.e.

M.T. Toshboltayev

The Chairman of Scientific Seminar at the Scientific Council
for Awarding the degree of Doctor of Science,
Doctor of Technical Science, Professor

52

INTRODUCTION (annotation for Doctoral Dissertation)

The urgency and relevance of the theme of dissertation. Nowadays in world practical person leading place occupies reasonable using the energy and resources, development and introducing the technologies and technical facilities into practice, that provide their saving. Soil tillage is the most power-consuming process in agricultural production, for which 40-50 % of whole spent energy for cultivation and cleaning the pat, as well as other agricultural cultures. If we consider that in effort to grow various types of cultures (crops) all over the world every year the land area¹ of more than 1,6 billion hectares are tilled¹, then creating the power-resources saving soil tillage machines is one of the topical problematic matters. In this sphere a certain successes are achieved in the leading countries of the world such as USA, Germany, England, Italy and etc., where the special attention is paid to application of less-power consuming technologies, machines and operating elements for soil tillage².

In agriculture sphere of Uzbekistan the large-scale activities on reduction the reducing energy costs in soil tillage processes and organizing the creation, as well as introducing the high-performance modernized machines into practice are being implemented. In this sphere, including, in a purpose of reducing the expenditures for fuel and lubricant materials, labour costs and the other expenditures at the account of saving the power (energy) and resources, as well as increasing production capacity a number of the scientific-research works, focused to creation of minimum technology on the soil tillage, as well as machines for its implementation into practice have been performed.

In the world in effort to reduce energy (power) consumption in the process of soil tillage the draught resistance reduction at soil-tillage machines gets an important significance; soil tillage machines enhancement on a base by ensuring the influence its operating elements onto the soil in terms of the free cutting; i.e. at the account of ensuring the interaction of operating elements with soil layers, having open-type furrows or loosened area on lateral sides. In this sphere implementation of the targets-directed scientific researches is a priority task. Herewith currently it is topical to undertake the research studies in the following

spheres: development of new ways of the soil deformation and destructions as well as soil tillage facilities; creating technical facilities and machines ensuring soil tillage with less power expenditure; development of less power-capable passive and active types of operating elements for machines of the major soil tillage; development of the machines and instruments on which operating elements work in condition of the free cutting. Scientific researches on afore-cited scientific research spheres show a topicality of subject of the present dissertation.

The present dissertation research at a certain level serves for implementation of tasks, determined by the Presidential Decree of the Republic of Uzbekistan No. PD-1758 dated May 21st of 2012: «About the Program for further modernization, technical and technological re-equipment of the Agricultural Productions for 2012–

¹ www.fao.org/docrep/018/i1688r/i1688r03.pdf

² www.agroru.com/blog/novinki_agromislennogo_kompleksa

2016 years», Resolution of the Cabinet of Minister of the Republic of Uzbekistan No 215 dated July 14th of 2012 «About measures on ensuring the implementation of the program for further modernization, technical and technological re-equipment of the agricultural production in 2012 – 2016 years», as well as in other law acts, which have been accepted in this sphere.

Relevant research priority areas of science and developing technology of the republic. This research is implemented in accordance with the priority directions of science and technology of the Republic II. «Energy, power and resources saving».

A review of international research on the topic of dissertation³. The scientific researches focused to study of the processes to soil deformation and destructions under influence of operating element of the soil-tillage machines and development of ways in effort to reduce their power-capability, are being implemented in leading scientific centres and high educational institutions of the world, including Cornell University, Harvard University, University of Wisconsin Madison, Texas A&M University (USA), The Institute of agricultural engineering (England), University of Hohenheim, University of Gottingen (Germany), University Bologna, Institute for agricultural mechanization (Italy), China Agricultural University (China), all-Russian Institute of Mechanization, Chelyabinsk Institute to mechanization and Electrification of Agriculture (the Russian Federation), Belarus National Academy of Mechanization of Agriculture (the Republic of Belarus), Ukrainian Research Institute of Mechanization of the Agriculture (the Ukraine), Kazakh Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture (Kazakhstan), Institute of Mechanization and Electrification of the agriculture, Tashkent State Agrarian University, Andijan and Samarkand Agricultural Institute, Tashkent Institute of Land Reclamation and Irrigation and Karshi Engineering-Economic Institute.

As a result of researches implemented all over the world with respect to studying the processes of soil deformation and destructions and to ensure power saving when soil is being tilled, a number of scientific results are achieved, including the following: soil deformation and destructions processes under influence of

operating elements in the manner of dihedral and trihedral wedge and soil-tillage machines influencing onto soil at the account of various deformations (sprain, compression, coiling, camber and collapsing) have been created; (All Russian Institute of Mechanization, Belarus national academy of Mechanization of Agriculture); machines and instruments for undumped soil tillage proceedings (All-Russian Institute on husbandry and protection of soil from erosion, Kazakh Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture) are developed; soil-tillage machines with rotating operating elements for applying at over-humidified zones (Chelyabinsk Institute of Mechanization and Electrification

—³ Review of foreign scientific research on the topic of the thesis is based on: <http://www.greatplainsag.com/ru/354/vertical-tillage-fall>; <https://www.uni-hohenheim.de/institution/institut-fuer-agrartechnik>; http://study.com/agriculture_schools.html; http://www.agr.unizg.hr/en/article/337/departement_of_agricultural_engineering; https://en.wikipedia.org/wiki/Texas_A%26M_University; <https://www.tamu.edu/>; <http://english.cau.edu.cn/col/col5408/index.html> and other sources.

54

of the Agriculture, Ukrainian research Institute of Mechanization of the Agriculture) are developed; energy-consumption components to be used at soil tillage proceedings are determined and ways of reducing it and applicable technical facilities are worked out (Cornell University, Harvard University, Texas A&M University (USA), Institute of Agriculture and Farm machinery (England), University of Gottingen (Germany), Institute to Mechanization of Agriculture (Italy)); ways of using chizelly plow instead of dumped-type one and system of multifunctioning combined machines for performing the different technological processes in tillage works are developed (China Agricultural University (China), Lemken Ltd (Germany), John Deere (USA), Kverneland Ltd (Norway), the company of Kuhn (France), Nardi (Italy)).

Throught the world in studying the soil deformation and destruction processes, in reducing the energy costs when it is tilled, together with a number of the priority directions the reseacrhes are being implemented including: researching with respect to soil deformation and destruction processes in the sphere of ensuring the energy(power)-saving; development of machines and instruments, renderring minimum influence onto the soil; creating the operating elements allowing to replace of rubbing surfaces of the operating elements to rotating working surfaces; development of technology, providing soil tillage in a small volume; creating the multifunction machines, having passive and active operating elements; working out machines of dump-free soil tillage instead of deep soil dumping.

Degree of study of the problem. Issues on studying the processes in respect of soil deformation and destructions under influence of operating element of machines and on their base development of theoretical and practical basis of the creating the machines and istruments, providing qualitative soil tillage operations at minimum power costs; with respect of development the analytical and empirical dependencies considering different factors influencing upon these processes, on creation the machines and instruments having less draught resistance are reviewed at many scientists activities, including: V.P.Goryachkin, V.A.Jeligovskiy, A.N.Zelenin, G.N.Sineokov, V.V.Borodkin, V.G.Kiryuhin, A.J.Koolen,

J.V.Stafford and others. In these study considered that soil destruction occurs due to deforming the displacement or break.

Researches connected with development of energy and resources-saving machines with high qualitative work on a base of studying soil deformation by active and passive operative elements in the manner of dihedral and trihedral wedge, functioning in condition of the blocked cutting of soil are implemented by A.T.Vagin, A.S.Kushnarev, P.N.Burchenko, Yu.F.Novikov, A.I.Derepaskin, V.P.Diyakov, G.Baraldi, F.Perri, W.R.Gill, A.Geikie, J.Lucius, E.Mekyes, K.Kromer, R.Soucek, S.Anisch, S.Woif, R.Koller, G.Sitkei, R.I.Boymetov, M.M.Muradov, A.H.Hadzhiev, V.A.Sergienko and others. The designed machines and instruments as a result of those implemented researches had been applying in the sphere of agriculture and construction and in a certain level the positive results are achieved.

The researches devoted to making the machines for deep and surface tillage at a less draught resistance and energy costs are implemented by K.Araya,

55

K.Kawanishi, I.B.Borisenko, V.V.Blednih, V.I.Vetohin, A.Tuhtakuziev, F.M.Mamatov, I.T.Ergashev, A.A.Ahmetov, N.M.Murodov, B.S.Mirzaev, A.A.Nasritdinov, B.V.Hushvaktov and the other scientists and soil-tillage machines, having new design-engineering schemes and technical solutions are developed in them. Their optimum parameters and running modes are determined. However, in abovesaid researches soil deformation and destruction processes under influence of operating element in condition of the free cutting are reviewed not in sufficient level; as well as essence of reducing their draught resistance under these conditions are not disclosed and issues on development the less power capability tillage machines on this basis are not described.

Communication of the theme of the dissertation with the scientific research works of scientific-research institution, which is the dissertation conducted in:

Dissertation research is performed within the framework of the Scientific Research Works Plan of the Scientific-Research Institute of Mechanization and Electrification of the Agriculture on scientific projects KH-4F-09 «Development mechanical and technological basis of the soil deformation and destructions processes at least energy costs» (2007-2011) and on KHI-2-004-2014 «Introduction the industrial patterns energy and resources-saving chisel-cultivator into production » (2014-2015).

The aim of the research work is development energy and resources-saving soil-tillage machines having operating element interacting with soil in the free cutting condition.

Tasks of research work:

the system analysis of state-of-the-art status of researching theories and practices and creating machines, providing qualitative soil tillage at minimum energy costs;

the development of mechanical-mathematical models of soil deformation and destruction processes under influence of operating elements functioning in free cutting condition;

the development of energy and resources-saving flat-cutter deep loosening device for main tillage proceedings with operating elements, interacting with soil in free cutting condition;

development of energy and resources-saving chisel-cultivator for pre cropping period the soil tillage with operating element, interacting with soil in condition of free cutting;

fabrication of experimental patterns of energy and resources-saving soil tillage machines and undertaking their testing;

practical approbation of designed energy and resources-saving tillage machines at major (deep) and pre-cropping period soil tillage proceedings. **The object of the research work** soil, the operating elements interacting with soil in the free cutting condition; soil deformation and destructions processes, as well as energy and resources-saving soil-tillage machines.

The subject of the research work soil deformation and destruction processes under influence of operating element in condition of the free cutting, describing them, mathematical models and analytical dependencies, parameters of operating

56

elements interacting with soil in the free cutting condition and variation regularities of the qualitative and energy factors of its running.

Methods of research work. In undertaking the researches the methods system analysis, the fundamental laws and rules of high mathematics and theoretical mechanics, theory of wedge, as well as analytical, graphic-analytical methods and methods of speedy film-making, tenzometring and the existing law documents are used (Tst 63.02.2001, Tst 63.04.2001 and Tst 63.03.2001).

Scientific novelty of the research work is as follows:

technical solutions on soil deformation and destruction processes under influence of operating elements in view of trihedral and vertical wedges in terms of free-acted cutting are developed;

technological and design-engineering schemes of energy-saving chisel cultivator having operating elements running in free-acted cutting condition applied in pre-cropping period soil tillage proceedings are developed;

technological and design-engineering schemes of less energy-consuming flat cutter deep loosening device applied in undumped deep soil tillage operations are developed;

complex of the analytical dependencies and mathematical models for processes of soil deformation and destructions by operating elements in the manner of trihedral and vertical wedge, interacting with soil in condition of free cutting condition is created;

regularities of variations qualitative and energy performances of operating elements run, interacting with soil in the free cutting condition; depending on their parameters, tillage depth and movement velocity are determined; **Practical results of the work** are as follows:

energy and resources-saving chisel-cultivator allowing reduction of the energy (power) costs and increasing work capacity at pre-cropping period soil

tillage proceeding is developed;

less energy-consuming flat-cutter deep loosening device for undumped deep loosening of the soil tillage before cropping the grain harvests, the second-harvest and forage crops is worked out;

reduction the expenditures on fuel materials and other costs, as well as increasing work performance capacity when using designed energy and resources saving chisel-cultivator and flat-cutter deep loosening device in farming facilities is achieved.

Reliability of the results the reliability of research results is confirmed by that conducted theoretical studies are based on the fundamental laws and regulations of theoretical mechanics and high mathematics, experimental research conducted using modern methods and measuring instruments, the adequacy of the results obtained in theoretical and experimental studies, the implementation in practice of the conclusions, suggestions and recommendations, confirming the results obtained by higher competent authorities, the results of tests developed by power-saved and chisel-cultivator and flat-cutter deep loosening device.

The oreitikal and practical significance of the study. Scientific significance of the research results is that in development of technological and design-

57

engineering schemes of machines with operating elements, functioning in the free acted cutting condition; they provide qualitative tillage at less energy costs, as well as mechanical-mathematical models and analytical dependencies that open the essence of soil deformation and destruction in the course their running. Practical significance of the research studies is concluded in that that using designed energy and resources-saving soil tillage machines providing the reduction of labor costs and fuel consumption, as well as increasing the labor capacity. The mechanical-mathematical models and analytical dependencies, describing soil deformation and destructions processes by operating elements, functioning in the free-acted cutting condition can find broad application on creating complex of energy and resources-saving soil tillage (processing) machines. **Implementation of the research results.** On base result scientific study on development lowenergy capacity machines for processing of ground: is designed industrial sample of the multifunction machine KM-3,0, which for one passage loosened high layer of ground, justifies it and forms the briefly layer for sowing corn (the reference 02/13-2016 from 04.10.2016 Assotiations "Uzagromashservis" Republics Uzbekistan). The Multifunction machines designed on base got result, when using pre-cropping to processing of ground provides the reduction of the working expenses;

energy-resource saving chisel cultivator and flat-cutter deer-loosening, applicable under the main and surface processing of ground is designed and introduced in farming facilities Yangiyul and Kuyichirchik districts (the reference 02/23-511 from 08.04.2016 Ministry rural and water facilities of the Republic Uzbekistan). Introduction in practical person result enables the reductions of the consumption combustible-lubrificants in 1,3-1,4 times, material costs on 19,1-22,8 %, as well as increasing labour capacity in 1,3-1,5 times;

the new research decisions on deformation and destruction of ground under influence worker organ in the manner of trihedral and vertical wedge, working in condition of the free cutting are used in grant project KHF-2-003 "Development scientific basis creation mobile energy-resource saving unit for simultaneous performing the different technological processes in agricultural production" (2012-2016 gg.) for right choice of the type and the forms worker organ, optimum accomodation them on frame, for determination longitudinal and transverse distance between workers organ, their mounting angles and widths of the seizure, as well as velocities of the unit pre-cropping soil-tillsge multifunction machine, consisting of front and back section, hung on tractor (the reference FTK-03-13/671 from 07.10.2016 Committee to co-ordinations of the development of the science and technology of the Republic Uzbekistan). Using the scientific result enabled the reductions energy-copacite and specific consumptions of materials new soil-tillsge machines, provision to toughness their paradise and worker organ.

Approbation of the research results. The research results each year had been reviewing by approbation commission of the Uzbek Research and Production Centre (UZSPC) and Scientific Research Institute for Mechanization and Electrification of the Agriculture (IMEA) and were evaluated positively; the reports are discussed at academic and scientific–research councils of the Institute.

58

At the same time, results are approbated at 21 scientific-practical conferences, including at 3 international ones: «European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches» (Stuttgart, 2013), «Modern material, technology and technologies in machine building» (Andijan, 2014), «Modern trends of the development agrarian complex» (Soleone Zaymische, 2016).

Publication degree of the research results. With respect to the dissertation subject totally 36 scientific works have been published. Out of them 11 scientific articles, including 8 ones on the national and 3 ones on international journals recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for publication of basic scientific results of the Doctoral Dissertation.

The structure and volume of the dissertation. The Dissertation consists of an introduction, six chapters, conclusion, bibliography and appendices. The volume of the dissertation contains texts covering 191 pages.

MAIN CONTENT OF THE DISSERTATION

In the introduction the following items are described: an topicality and importance of the dissertation are substantiated; the aims and tasks of researches are set up as well as objects and subjects of the research are determined; the correspondence of the research work to priority spheres of development of the science and technology of the Republic is specified; a scientific novelty and practical results of the research are mentioned; the theoretical and practical value is disclosed, and a validity of achieved results is substantiated; introduction of research results into the practice as well as the reference information with respect

to published works and the dissertation structure are specified.

In the Chapter one of the dissertation “**Bases of provision the energy and resourcess saving in soil tillage processes**” analysis of major power costs needed at mechanical treatment of the soil are carried out; that mean when tilling it by machines and instruments; as well as earlier implemented research activities base on dissertation theme.

It is known, that depending on the layout the operating elements on the framework and base on type interact with soil in terms of blocked, semi-blocked and free-acted unlocked cutting. In operating element interaction with a soil in terms of blocked cutting from both sides of layers being tilled by them, there will be monolith type soil; in terms of semi-blocked cutting from the layer’s one (right either left) sides their will be open-type furrow or loosened zone, and from other side monolith type soil; and in terms of free-acted cutting from both sides of the layer being tilled there will be open-type furrow or loosened zone.

According to studies, implemented by A.N.Zelenin, Yu.A.Vetrov, P.A.Lukashevish, V.Ya.Zeltser, V.V.Shkipov, G.N.Sineakev, I.M.Panov, L.S.Orsik, G.V.Plyushev, G.N.Prokopenko, V.A.Lim and others it is known, that in operating elements interaction with a soil in terms of free-acted cutting its draught resistance amounts at 1,5-2,5 times less than it occurs in interacting in terms of blocked-up and semi-blocked cutting. In its turn it will lead to significant

59

reducing in power (energy) costs and expenditures for fuel-lubricant materials to be used for soil tillage. In sequence, in effort to reduce the power costs for soil tillage need to provide such conditions for allowing a number of operating elements of the tillers interact with a soil in terms of free-acted cutting in soil tillage operations. However, as it was painted out, above, the ways for interaction the operating elements of tillers with a soil in terms of free-acted cutting are researched not in a sufficient level; as well as soil deformation and destructions processes by working elements are not studied; and essence for reducing its draught resistance when working at such conditions.

In the chapter two of the dissertation «**Soil deformation and destructions processes under influence of operating element in the free cutting condition**» the results of special researches on studying interaction of operating element in a form of trihedral wedge with soil in terms of free-acted cutting.

60

A A 400

In this case initially the area at a depth of 28-30 experimental researches cm was ploughed, then have been thoroughly graded; and implemented. then it has been watered. After that soil single type background gets on time mulching of experimental site layer at a thickness of area before 4-5 cm was created in implementing the experiments, the land

120⁰

Fig. 1. Scheme of allocation loosening and arrow-type hoes in interaction

the experiments implementing. Experiments were implemented

order for prevent its drying-out while by applying two loosened blades and one arrow-type hoe blade (fig.1). In this case if loosened hoes in the course of movement were lard out at rear side of arrow-type hoes and they form lateral loosened zones in order for arrow-type hoe run in terms of free-acted cutting.

Experiments were implemented at a speed of 6,0 km/h and tillage depth of operating elements at 20 cm.

The experiments investigated variations in cross-section profile of the bottom of the loosened scarifying and sweeps soil, depending on the distance A cross between them, as well as by high-speed movement picture starring the deformation processes and soil destructions lancet fluke.

In the experiments, the distance between the ripper and sweeps ranged from 25 cm to 40 cm at intervals of 5 cm.

Results obtained in the experimental data have shown that in free-acted cutting the soil destructions under influence of operating elements occur by move off throughout horizontal planes directed towards the side of loosened zones.

Based on the data obtained in the experiments, the theoretical aspects of the process of soil deformation under the influence of operating element in a form of a running triangular wedge in a free cutting. Let the operating element in the form of

60

one-sided triangular wedge moving on h speed V is reacted with a depth of formations having a side of loosened zone. When moving it from the position I to position II (Figure 2,*a*) of the ADE formation under the influence of normal force N and friction force F is first compressed and when the voltage occurring in it, reaches a critical value, the shear plane formed $ABCD$ directed horizontally under ψ_0 angle to the direction of movement.

It results in separation of its part $ABCDEF_1A_1B_1C_1$ from the soil (fig. 2,*b*). Furthermore, operating element movement (position III) crumpled part of soil will be raised throughout its surface and move to the side of lateral loosened zone. Meanwhile soil buckling and separation of its following part $LMNTKK_1L_1M_1N_1$ (fig. 2,*c*) will occur again. The sequential stages of deformation processes and soil destructions will happen in such order with S_y stop.

Fig.2. Deformation processes and soil destructions under influence of operating element in a form of trihedral wedge in terms of free-acted cutting. Plane direction of move-off, is deviated from normal n , drawn to the operating element blade, at the outside friction angle of soil to the moving direction, i.e.

$$(\)_1$$

$$\psi_0 = 90 - \gamma_y + \phi, (1)$$

where γ_y - alignment angle of operating element sharp blade to the movement direction, degree.



Fig.2. The deformation processes and soil destructions under influence of the operating element in the form of a triangular wedge in a free cutting

Furthermore, the soil destructions step S_y by operating element in a form of free-acted cutting and its moving-around conditions throughout horizontal plane are reviewed.

61

Using the scheme shown in fig.2, and expressing normal force, attached by the operating element through its resistance to move off and bending to soil the following dependency for determining soil destruction proceeding under influence of operating element in a form of trihedral wedge in free-acted cutting conditions

$$\begin{aligned}
 & \frac{tg \alpha}{\alpha} \sin(\phi) \left[\frac{1}{2} \right] \\
 & + \frac{1}{2} \left[\frac{1}{2} \right] \\
 & - S k q b k \\
 & = + \frac{4}{\cos \cos(\phi) \gamma \phi} \frac{k}{\phi_1} \cos : \\
 & +
 \end{aligned}$$

$$: [\sin \sin(\)], q \, tg$$

$$\gamma \, \alpha \, \alpha \, \phi$$

+

;

σ_{yy}

1

(2)

where k_c - specific soil shear strength, Pa

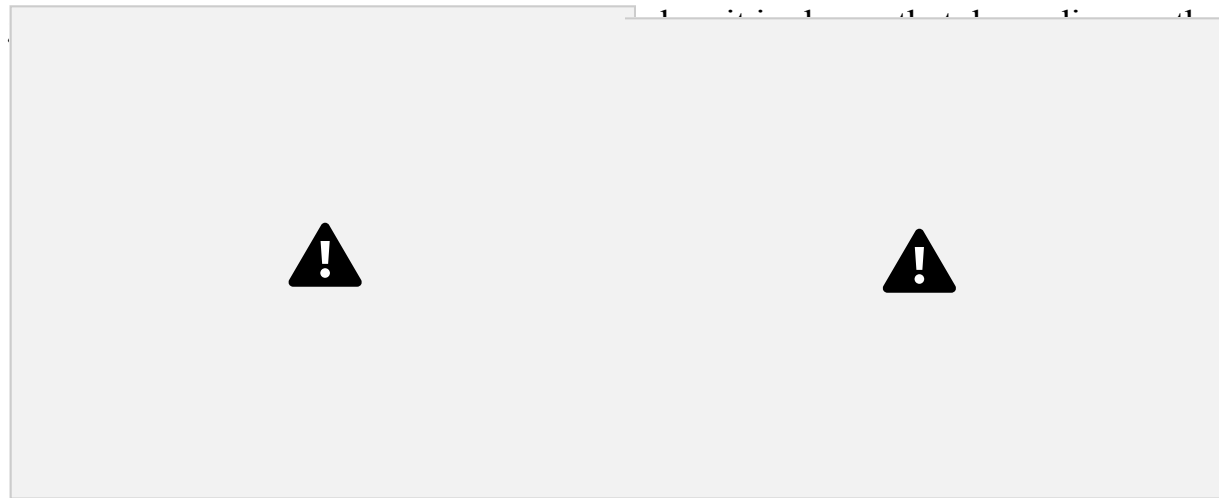
q_o - coefficient of soil collapse volume, N / m^3 ;

b_y - the width of operating element gripping or lateral distance from its nose to the side of loosened zone , m ;

α_y - angle of entry into the soil degree.

From the analysis of the formula (2) shows that the step soil destructions working member in the form of a triangular wedge in a free cutting, hence quality and energy parameters of its operation is largely dependent upon its angle of entry into the soil and the installation angle relative to the direction of movement , the working width as well as the physical and mechanical properties of the soil.

On the Figure 3 there is shown that according to the formula (2) the variation



S_y, m

S_y, m

$\gamma_y, \text{deg.}$

$\alpha_y, \text{deg.}$

a) b) 1,2,3-accordingly in case if $\phi_1=25, 30$ and 35°

Fig.3. Variation graphics of soil destructions move changing S_y depending on $\gamma_y(a)$ and $\alpha_y(b)$

62

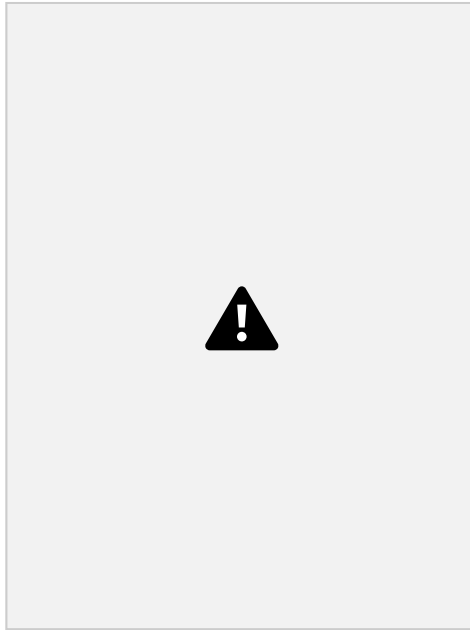


Fig.4.

Scheme for determining the ensured conditions of soil destructions throughout horizontal plane
 angle γ_y soil destructions S_y is changed according to parabola laws, and by increasing angle α_y decreased in accordance with a straight line laws. Obviously, to the soil destructions occurred in the horizontal direction of

$$\alpha \alpha \phi$$

$$2 \ 4_{11}^1$$

$$b \ k \ q \ b \ k$$

$$y \ c \ y \ c \ k - + \ c$$

$$0$$

$$|_l$$

the force of resistance of its shift in this direction Q_z (Figure 4) must be less than the resistance force Q_ψ on a plane angled ψ (where ψ - slope angle of the plane to chipping against horizon in terms of blocked type cutting, that mean

$$. \ Q_z < Q_\psi \ (3)$$

By formulating Q_z and Q_ψ through operating elements parameters and physical mathematical properties of soil we will obtain the following:

$$\left\{ \begin{array}{l} | \{ - \\ \times | | \} \\ \sin() + \end{array} \right.$$

$$y \ y$$

$$\phi \ \gamma \ \phi$$

$$+$$

y

$$\begin{aligned}
& \cos(\gamma) \cos(\phi) \\
& \gamma \phi \phi \\
& \gamma h \\
& + \\
& 2 \cos(\gamma) \gamma \phi \\
& \times \quad 11 \quad \alpha \alpha \phi \sin(\gamma) + < \quad 1 \quad \gamma \\
& q \operatorname{tg} \quad () \cos \alpha \phi \phi \phi \quad + \\
& 01yy \quad \cos \\
& 2 \quad \gamma \\
& + + \quad 121
\end{aligned} \quad (4)$$

From above formula it is noticeable, that in free-acted cutting conditions under influence of operating element in a form of trihedral wedge soil moving around throughout horizontal plane in terms of set running conditions and tillage depth are ensured mainly due to proper selecting of its bike width.

Deformation processes and soil destructions under influence of operating element in a form of vertical wedge in free-acted cutting conditions also occur throughout the horizontal plane.

In the chapter three of the dissertation «**Reasons for the energy-capability reduction of operating elements in the free cutting condition**» the analytical dependences are derived; they allow to determine draught resistance of operating elements in a form of trihedral and vertical wedges when working under blocked type and free-acted cutting. The following formula will be as formation after obtained dependencies:

- a) for operating element in a form of trihedral wedge when working under blocked-type cutting conditions.

63

$$\begin{aligned}
& Tt \quad R b c \quad \left\{ \begin{array}{l} x \\ d \\ h \end{array} \right. \\
& = + \gamma \quad k \\
& \gamma \quad \gamma \quad \cos \quad 1 \quad () \alpha \phi \phi \\
& \sin \quad \gamma \\
& \quad c \\
& \quad 1 \quad 2 \quad + + \quad 1 \\
& \quad \gamma
\end{aligned}$$

$$\times \gamma_y + \phi + \gamma_y$$

$$\phi \phi_1 + h \rho b_y \times$$

$$[\sin(\) \cos \sin] \cos$$

$$\sin (\cos \sin \cos)$$

$$\alpha \gamma \gamma \gamma \alpha \phi$$

$$+ +$$

$$ctg \ tg$$

$$\left. \begin{array}{l} | \\ \{ \end{array} \right\} +$$

$$y y y y y$$

$$h \ g \ \alpha_y t g$$

$$\times_y (\cos \sin \sin)$$

$$\alpha \gamma \alpha \phi$$

$$\left| \right|$$

$$y y y$$

$$t g$$

$$2$$

$$-$$

$$1$$

$$\left| \right\}$$

$$\left| \right\}$$

$$[\]) ; (6)$$

$$\sin \sin \sin (\cos)$$

$$\gamma \alpha \gamma \gamma \alpha \phi$$

$$+ +$$

$$ctg \ tg$$

$$+ W$$

$$y y y y y$$

$$1$$

$$2$$

$$(1$$

$$+$$

$$V_{yy} ctg \ tg$$

$$\alpha \gamma \phi$$

$$- \quad 1$$

$$\sin$$

$$\left| \right\}$$

$$100$$

$$\left| \right\}$$

c) for working element in a form of vertical wedge when working under free acted cutting.

$$tg \ R \ k \ b \ h$$

$$\begin{bmatrix} c \\ \end{bmatrix} \phi_1 = + + + \sin(\) \sin \cos$$

$$\begin{matrix} d \\ \end{matrix} \gamma \phi \phi \gamma \quad \begin{matrix} c d d d \\ 1 1 \\ \end{matrix} \gamma_d \sin$$

$$\begin{matrix} 2 \\ \end{matrix} \quad \begin{matrix} d \\ \end{matrix} \quad + \quad \begin{matrix} 1 \\ \end{matrix} \quad \begin{matrix} W \\ V h b t g \\ \end{matrix} \sin(\) \gamma \phi \quad \begin{bmatrix} \end{bmatrix}); (7) + + +$$

$$0,5 2 \cos(\) \sin \rho \psi \gamma \phi \gamma \quad \begin{matrix} d d d 1 1 \\ (1 \end{matrix} \cos \phi + 100$$

d) for working element in a form of vertical wedge, working under free-acted cutting condition.

$$\begin{matrix} o \\ R k \end{matrix} \quad \begin{matrix} 2 \\ \end{matrix} \quad \begin{matrix} k \\ c \end{matrix} \quad \begin{bmatrix} \end{bmatrix} \quad b \quad T \quad \cos \quad \begin{matrix} 2 \\ \phi_1 \end{matrix} = - 2 1 \quad \times$$

$$\begin{matrix} d \\ \end{matrix} \begin{bmatrix} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \end{bmatrix} + + \quad \begin{matrix} q h t g k \\ 1 \\ 2 \end{matrix} \quad \begin{bmatrix} \end{bmatrix} + + + (1) \cos(\) \sin q \quad \begin{matrix} h t g k \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 0 \\ T c \\ 1 \\ 0 \\ \end{matrix} \quad \begin{bmatrix} \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} \phi \\ \phi \gamma \phi \gamma \end{matrix} \quad \begin{matrix} T c d d \\ 1 1 \\ \end{matrix} \sin(\) \gamma \phi +$$

$$W_{b h V}$$

$$\begin{bmatrix} \end{bmatrix}). (8) \sin(\) \sin \cos \sin$$

$$\begin{matrix} \gamma \phi \phi \gamma \rho \gamma \\ + + + \\ d d d d 1 1 \end{matrix} (1 \cos \phi + 100$$

Where T - soil hardness, Pa ; t_T - thickness of operating element blade, m; φ_2 - internal angle of soil friction, degree; h_y - rising height of soil throughout the operating element surface; m; ρ - soil density, kg/m³; g - acceleration of free γ

-alignment angle of operating element working surface in a form falling, $m/c^2_{,d}$
of vertical wedge to the motion direction, degree; h_T - height of operating element in a form of vertical wedge, m; W - soil humidity, %.

On figures 5 and 6 graphics are drawn-up according formulas (5)-(8),

a) b) γ_y , deg. α_y , deg.

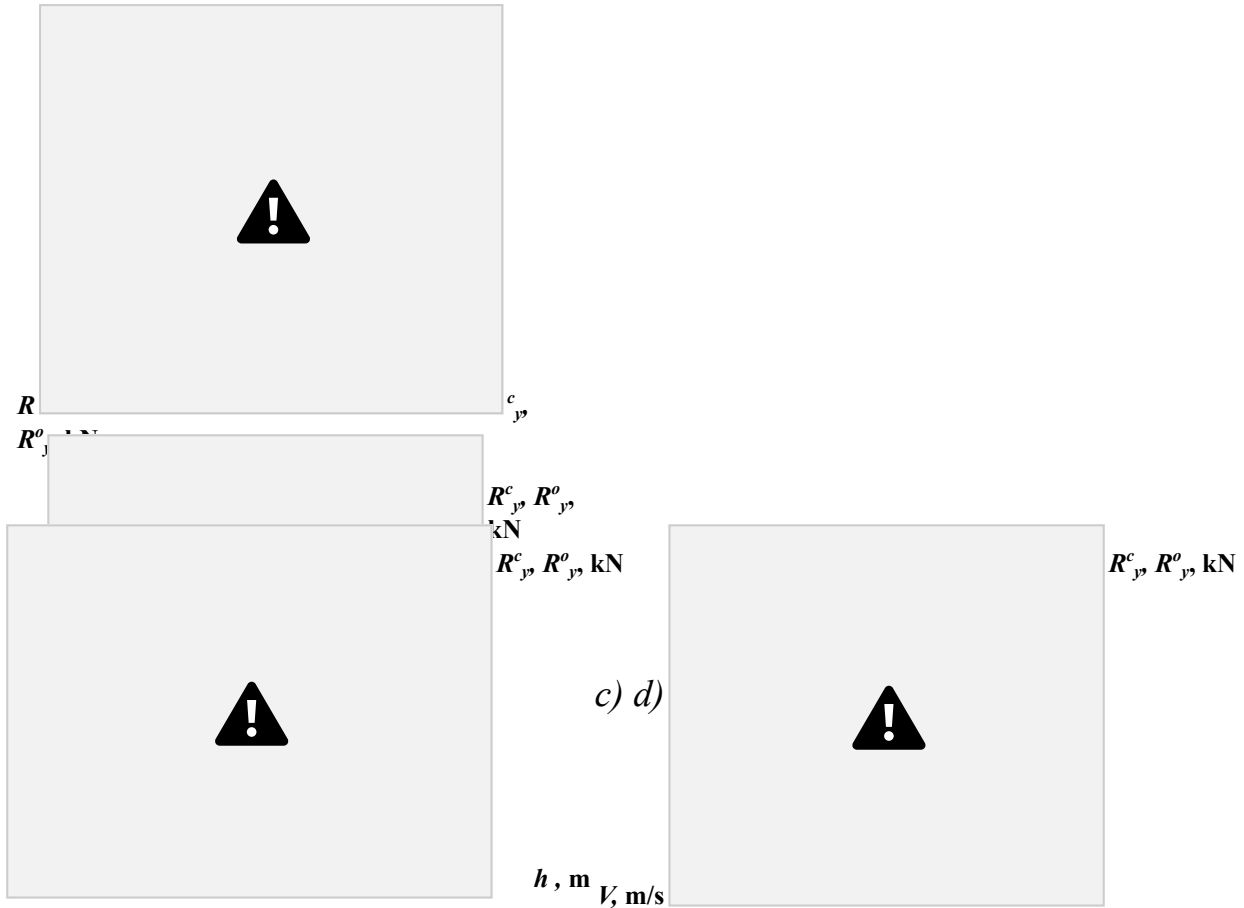
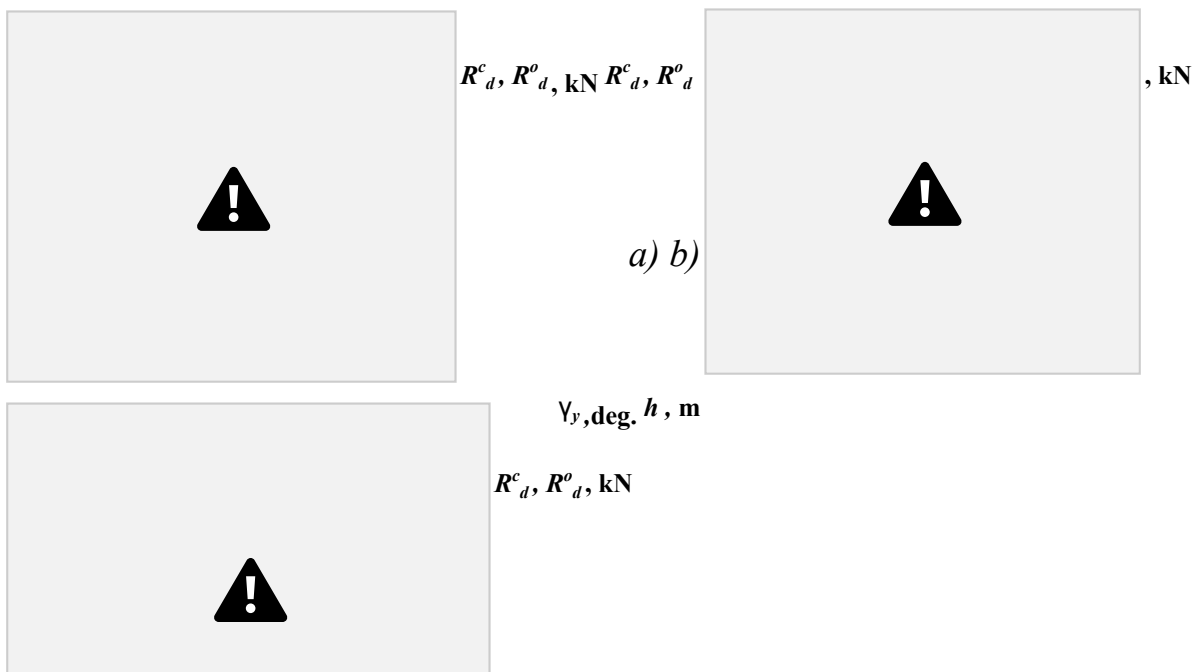


Fig.5. Variation graphics $R_y^c(1)$ and $R_y^o(2)$ depending on $\gamma_y(a)$, $\alpha_y(b)$, $h(c)$ and $V(d)$



c)

$V, \text{ m/s}$

Fig.6. Variation graphics^c $R_d(1)$ and ^o $R_d(2)$ depending on $V_d(a)$, $h(b)$ and $V(c)$ $y = \gamma \alpha$

$$y = \gamma \alpha, R_f(, h, V)$$

dependencies are specified $R_f(, h, V)^{yy}$
yy

$d = \gamma$. After analyzing them all, one can point out

$$d = \gamma \text{ and } R_f(, h, V)^o$$

the following: draught resistance of operating elements in a form of trihedral and vertical wedges when working under free-acted cutting conditions is significantly (at 2,7 – 3,75 times) less than when working under blocked-type cutting condition. It occurs mainly as a result of reducing the resistance of soil destructions due to. That it is destructed throughout horizontal plane forwarded to the side of lateral loosened zones.

In Experimental researches changing the draught resistance of arrow-type hoes when working under free-acted and blocked cutting conditions depending on movement velocity (table 1) and tillage depth (table 2).

Table 1.

Changing the draught resistance of arrow-type hoes when working under free-acted and blocked cutting conditions depending on the movement velocity

Indicators	Movement velocity, km/hr	
	4,2	8,5
1. Draught resistance of operating element when working in free-acted cutting conditions, kN	0,84	1,01
2. Draught resistance of operating element when working in blocked cutting conditions, kN	2,12	2,84

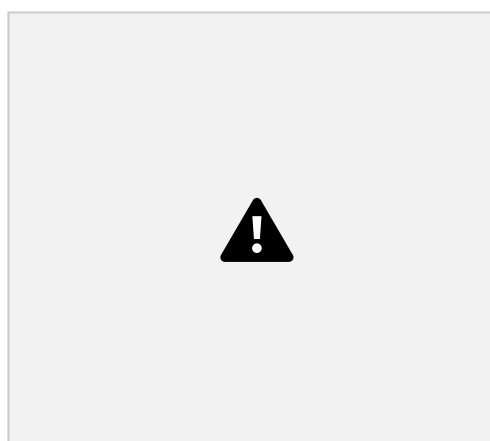
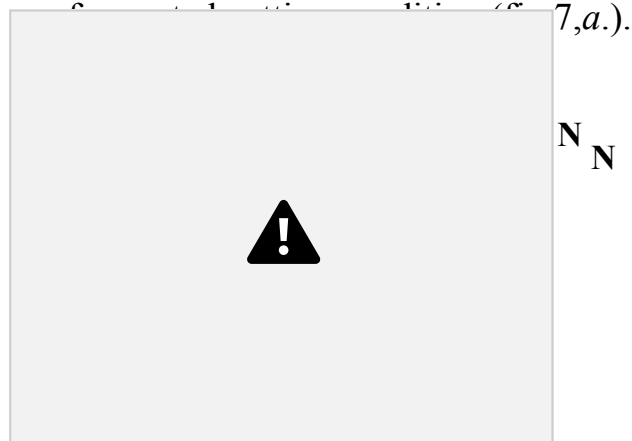
Changing the draught resistance of arrow-type hoes when working under free-acted and blocked cutting conditions depending on the tillage depth and movement velocity

Indicators	Movement speed, km/hr	Depth to be tilled, cm	
		20	30
1. Draught resistance of operating element when working in free acted cutting conditions, kN	4,2 8,5	0,89 1,10	1,56 1,96
2. Draught resistance of operating element when working in blocked cutting conditions, kN	4,2 8,5	2,38 3,06	5,26 6,91

Base on the data, specified on the table 1, there can be pointed out the following: firstly the draught resistance of arrow-type hoe when working in free acted cutting conditions at 2,5-2,8 times less than when working in blocked cutting conditions; secondly by increasing the velocity the draught resistance of arrow type hoe when working in blocked cutting conditions at 1,34 times; that mean when working free-acted cutting conditions the draught resistance of operating element grows less intensively, than when working in blocked cutting conditions.

From the data shown on table 2, one can see as the tillage depth increases from 20 cm to 30 cm the draught resistance of arrow-typed hoe when working in free-acted cutting conditions grew at 1,7-1,78 times; and when working in blocked cutting conditions – at 2,21-2,26 times; that mean as the tillage depth increases the draught resistance of operating element when working in free-acted cutting conditions grew at 1,26 times less than working under the blocked cutting conditions.

In experimental researches an influence of solution angle and crumbling by arrow-type hoe onto its draught resistance have been also studied when working in



$2\gamma_y, \text{ deg.}$ $\alpha_y, \text{ deg.}$

a) b)

Figure 7. Changing the draught resistance of arrow-type hoe depending on its solution angles (a) and crumbling (b) when running under the free-acted cutting conditions

67

From the graphics on the fig.8 one can see by changing the solution angle ($2\gamma_y$) of the arrow-type hoe from 50° to 80° the draught resistance of arrow-type hoe initially, that mean within the range of $50-70^\circ$ is decreased, and then within the range of $50-70^\circ$ grew; but by increasing the crumbling angle the draught resistance of operating element decreased according to the straight line laws. It is explained by according to nature of the changing soil destructions step S_y depending on angles γ_y and α_y (see fig.3,a).

With increase the corner of the cutting the lancet paw its tractive resistance increased under the law direct line (refer to ris.7,b). This occurs basically to account of the increasing the expenseses to energy on ascent of ground on its worker of the surfaces and resistances, appearing from power of its inertias.

In the chapter four of the dissertation «**Technological and design engineering schemes of energy and resourcess saving soil tillage machines and their parameters**» the developed technological and design schemes of power resource saved tillers are specified. (fig.8. and 9); which were worked out from conditions in order for the scope of soil being deformed by the operating elements if free-acted cutting conditions was as much as possible; but scope of soil being deformed by the operating elements in blocked cutting conditions – as less as possible; and copyrighted by patents issued by RUz 00741, № 00889 and № 01095 on useful models, as well as the results of implements researches for substantiating its parameters.

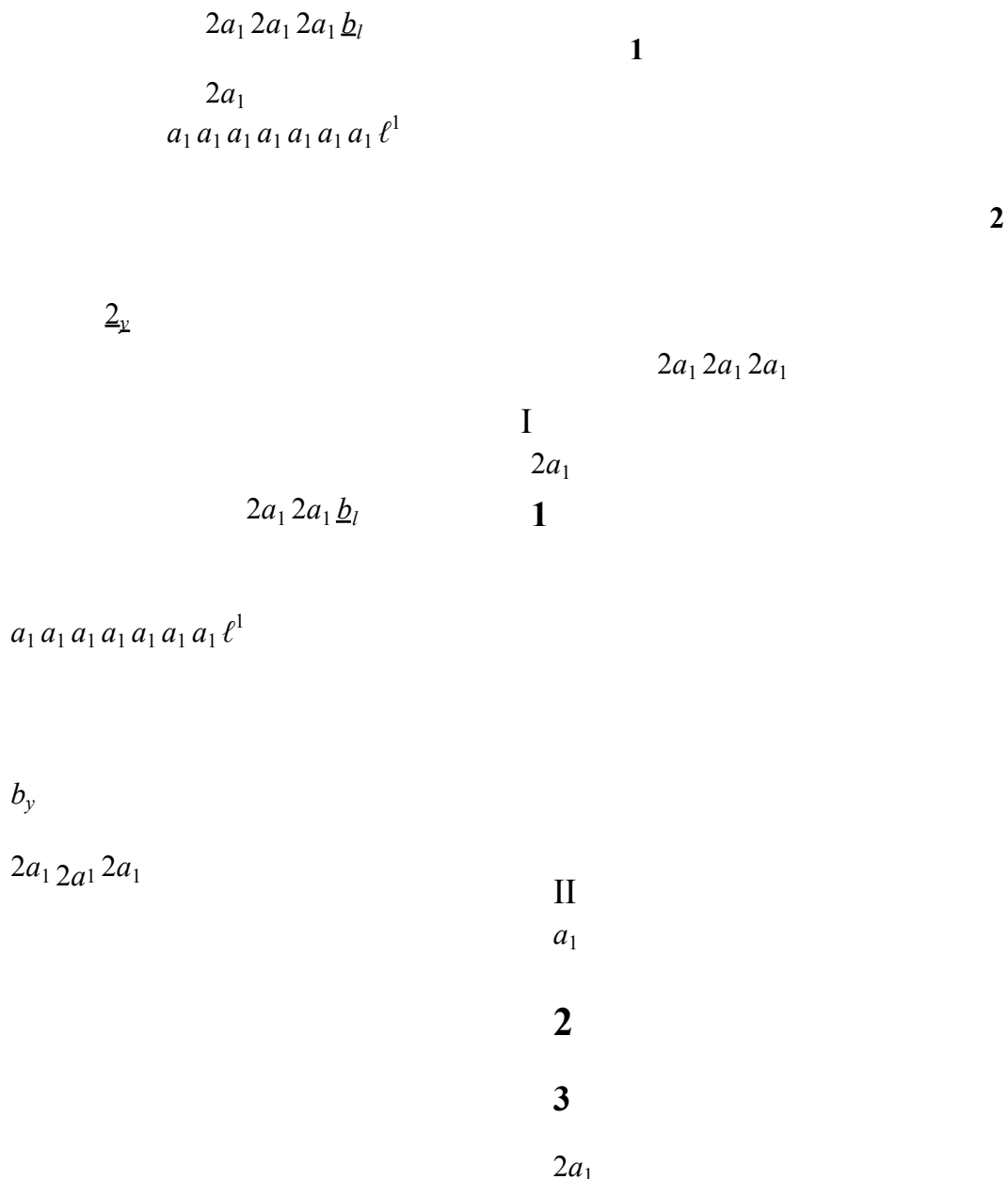
When operating elements are laid out in two rows on the framework as shown on the scheme of fig.8, operating elements on first row will influence on the monolithic soil, that mean they run in blocked cutting conditions; but operating elements of the second row will influence on the soil layers having loosened zones from lateral sides which were formed by the operating elements on the first row in free cutting conditions. The main task of operating elements on the first row is to form lateral loosened zones in order for operating elements on the second row function in free-acted cutting conditions. There fore they are constructed in a form of dihedral plane wedge, that mean in a form of narrow loosening hoe with a plane

working surface. Mean while, firstly soil is deformed to the side of soil surface, that mean to the side of open surface; secondly the scope of being deformed soil will be decreased in blocked cutting conditions. Those factors will lead to reducing the power costs.

In a purpose to ensure the influence direction towards the zones loosened by operating elements of the first row the operating elements of the second row are built-up in a view if trihedral wedge; that mean as arrow-type hoe. In this case soil deformation and destructions by operating elements on the second row will be implemented in the direction of zones loosened by the operating elements on the first raw. It ensures their draught resistance.

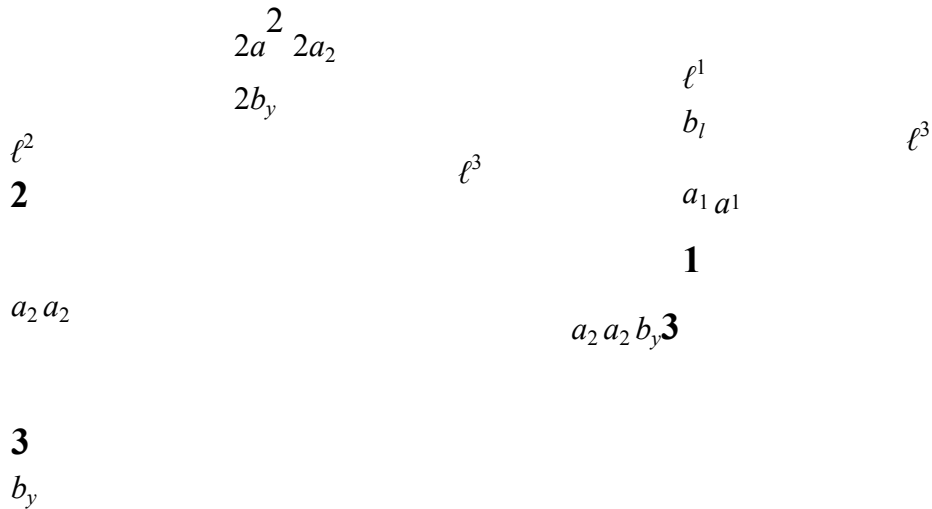
If the operating elements on the edge part of the second row are built-up single-sided as shown on scheme II of fig 8, the operating elements on the first row; i. e. Operating elements running in blocked cutting conditions will be in comparing with scheme I. of fig.8, will be reduced to one. It facilitates for

68



1-operating element in a form of dihedral wedge; 2, 3-operating elements in a form of dual sided and single sided trihedral wedges

Figure 8. Dual row layout schemes of operating elements of the framework



1-operating element in a form of dihedral wedge; 2, 3-operating elements in a form of dual sided and single sided trihedral wedges

Figure 9. Λ -shaped layout schemes of operating elements of the framework

69

additional reducing in power costs.

In the event when operating elements are laid out base on Λ -shaped scheme on the framework as shown on fig. 9; and all operating elements besides the first one towards movement direction, are built-up in a form of single-sided trihedral wedges with working surfaces; which were directed towards the operating elements laid out front side (scheme I shown on fig.9) ; only one operating element (i.e. operating element laid out as first on the instrument framework) will run in blocked cutting conditions and the remaining one run in free-acted cutting conditions. In this case building-up the operating element laid out as the first in the movement direction in a form of plane dihedral wedge (scheme II shown on fig.9) will reduce the power costs additionally.

On the basis of above specified analysis one can conclude that in the event if Λ -shaped lay-out scheme the operating elements in comparing with dual row lay out the more power costs will be reduced. However, in machines having, wide seizure the operating elements allocation base on Λ -shaped scheme on the framework will lead to increasing in machine length and weight than its dual row allocation. It decreases ability of machines to form a shelter. Besides the above specified reasons will lead to reducing maneuverability and increasing in turning stripes width for installations. Therefore, it is reasonable to apply Λ -shaped allocation scheme of operating elements on the framework on the machines having less seizure width; for example, on the machines for deep tillage operations. Dual

allocation of the operating elements on the framework of widely bitable machines purposed for surface tillage, will facilitate to be easy, compactable and highly maneuverable.

The main parameters of developed tillers are the following: (shown on fig.8 and 9): α_b, α_y – appropriately angle of incoming the loosening and arrow-type hoes into the soil (crumbling), degrees; $2\gamma_y$ – solution angle of arrow-type hoes, degrees; b_l – loosening hoe width, m; l_l – length of loosened hoe working surface, m; $2b_y$ – seizure width of arrow-type hoe, m; a_1, a_2 – cross-sectional distances between operating elements, m; l_1, l_2 and l_3 – longitudinal distances between operating elements, m;

In effort to determine above specified parameters theoretical researches were carried out. In this case angle of incoming the loosening and arrow-type hoes into soil have been determined base on term; that draught resistance resulting from rise and move-off of soil layer being processed (tilled) throughout its working surfaces; has minimum value; width of loosening hoe – base on term excluding to form a compacted (sealed) furrow at the bottom part of layer being tilled; seizure width of arrow-type hoe – base on term, that layer destruction being tilled occur throughout the horizontal plane; cross-sectional distances of operating elements – base on term complete loosening of the layer being tilled; but longitudinal distances between operating elements – base on term stacked, gathering a soil, weeds and other remaining parts among them.

In the chapter five of the dissertation «**Draught resistance of energy and resourcess saving soil tillage machines**» for the purpose to compare power

70

consumability of developed power-resources saving tillers the analytical dependencies have been obtained; which facilitate to determine its draught resistance and base on them the variation graphics of machines specific resistance, shown on the fig. 8 and 9; depending on the movement direction specified on fig. 10. From those graphics one can see that the machine shown on scheme I of fig.8 has the most draught resistance but the machine shown on scheme II of fig.9 has the least one. In speeds 1,5-2,5 m/s the machine specific resistance shown on fig.8 amounted in 6,72-7,73 kN/m; but on the machines shown on scheme II of fig.9 it amounted in 5,72-6,15 kN/m, i.e. it is less in 1,17-1,26 times. This acknowledges that as much tillers operating elements and instruments will run in free-acted cutting condition, so less will be its draught resistance certainly the soil tillage power consumability.

In the chapter six of the dissertation «**Economic efficiency of energy and resourcess saving soil tillage machines**» the results of field and farm tests as well as economic performances of power-resources saving chisel-cultivator and flat cutter - deep loosening device are specified. They are developed and fabricated on the basis of implemented researches and determined parameters.

In the course of tests performing on the developed power-resources saving chisel-cultivator and flat-cutter-deep loosening device their draught resistance amounted in 1,33-1,39 and 1,44-1,52 times less than the existing chisel-cultivator

and– deep loosening device has one. There fore, when they were applied fuel for 3,3-3,4 and 6,3-7,2 kg less accordingly was used per each hectare of tilled area.

R , kN/m

V , m/s

1,2,3,4-accordingly for machines, shown on schemes I and II of fig.8 and on schemes I and II of fig.9

Figure 10. Variation graphics of the specific draught resistance of developed power resources saving machines depending on movement speed

Calculations performed on determining the technical and economic indicators of the developed machines, show, when applying power-resources saving chisel–cultivator and flat-cutter–deep loosening device the direct costs for tillage of 1 hectare land area will be reduced accordingly for 19,1 and 22,8 %. Annual

71

economic efficiency after they are introduced, shall amount in accordingly 5863153 and 16831188 UZS per a machine.

CONCLUSION

On a base of the implemented researches on doctoral dissertation on subject «Creating less power-consuming machines for soil tillage» the following conclusions are provided herein:

1. In effort to reduce soil tillage machines energy consumption and consequently the power costs spent for tillage it is reasonable to ensure the interaction of their operating elements with soil in condition of the free cutting i.e. they must influence onto ground layers, having opened furrows or loosened zones at lateral sides.

2. Implemented theoretical and experimental researches showed that in condition of free cutting the soil under influence of operating elements is destructed by moving-off throughout horizontal plane, directed to the side of lateral open-type furrows or loosened zones, and by reducing power costs for deformation and soil destructions this outcomes to reduction of power consumption in soil tillage and draught resistance of operating elements at 1,8-3,5

times.

3. By increasing the tillage velocity and depth reduction the draught resistance of operating elements, working in condition of free cutting will be accordingly 1,12 and 1,26 times less, than working in condition of blocked-type cutting shows that when applying them at deep and speedy soil tillage processes there will be obtained a high efficiency.

4. In a purpose of decreasing the power consumability in soil tillage by ensured running the most operating elements of machines in free-acted cutting condition is possible due to dual row and Λ -shaped allocating them on the framework proper selecting the type and form of operating elements. When the operating elements are laid out on dual row on the framework the operating elements of first row should be built-up in a form of dihedral wedges; operating elements located on the edge of the second row – in a form of right and left single sided; but operating elements laid out between them – in a form of dual sided trihedral wedges; when the operating element is laid out Λ -shaped, the one laid out first in the movement direction, should be in a form of dihedral wedge; and the remaining right and left single-sided trihedral wedges.

5. In the event when operating elements are allocated on dual row on the framework it is reasonable to apply wide-biting machines purposed for performing surface tillage works, but Λ -shaped allocation of operating elements on machines purposed for the deep soil tillage having less bite width.

6. In effort to achieve qualitative soil tillage under minimum power expenditures by chisel-cultivator it is recommended that incoming angle of loosened hoes into the soil must be 25° ; solution angle of the arrow-type hoe - $60-80^\circ$; bite width of loosening hoe – at least 50 mm; bite width of arrow-type hoe – not more than 340 mm; length of working surface of loosening hoe – not less than

72

160 mm; cross-sectional distance between loosening and arrow-type hoes – not more than 190 mm; longitudinal distance between loosening and arrow-type hoes – at least 660 mm.

7. Angle of incoming the central operating element into the soil - 25° ; angle of incoming the lateral operating element into soil - 25° ; solution angle of the central operating element – $30-40^\circ$; width of the central operating element – not less than 75 mm; bite width of lateral operating element – not more than 250 mm; length of working surface of central operating element – not less than 190 mm; cross sectional distance between the central and lateral operating elements – not more than 290 mm; cross-sectional distance between the lateral operating elements – not more than 250 mm; longitudinal distance between the central and lateral operating elements – not less than 950 mm; longitudinal distance between the lateral operating elements – not less than 760 mm; by applying flat-cutter deep loosening device qualitative deep soil tillage at less power costs is ensured.

8. Less draught resistance of designed energy and resources saving chisel cultivator and flat-cutter deep loosening device accordingly will be at 1,33-1,39 and 1,44-1,52 times than existing chisel-cultivator and flat-cutter deep loosening device have ones; provides the reduction in fuel consumption to 3,3-3,4

accordingly and 6,3-7,2 kgs at each hectare of the tilled land area.

9. Applying energy and resources saving chisel-cultivator and flat-cutter deep loosening device allows to reduce in direct expenses on each hectare of tilled land area to 19,1 accordingly and 22,8 %, herewith economic effect shall amount accordingly 5863153 and 16831188 bags on one machine.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Тўхтақўзиев А., Имомқулов Қ.Б. Тупроқни кам энергия сарфлаб деформациялаш ва парчалашнинг илмий –техник асослари / Монография. – Тошкент, 2013. – 120 б.

2. Имомқулов Қ.Б. Чизелли юмшаткич иш органининг шаклини асослаш // Agro ILM. – Тошкент, 2009. –№2(10) 68-69. – Б. 68-69. (05.00.00; №3). 3. Тўхтақўзиев А., Имомқулов Қ.Б., Халилов М. Энергиятежамкор тупроққа ишлов бериш машинаси марказий иш органининг ишчи сирти узунлигини асослаш // Agro ILM. – Тошкент, 2011. –№3(19). – Б.74-75. (05.00.00; №3).

4. Тўхтақўзиев А., Мансуров М.Т., Имомқулов Қ.Б. Тупроқ билан очик кесиш шароитида таъсирлашаётган тик пона кўринишидаги иш органининг тортишга қаршилиги // Фарғона политехника институтининг илмий-техник журнали. – Фарғона, 2011. – №1. – Б.26-29. (05.00.00; №20).

5. Имомкулов Қ.Б. Очиқ кесиш шароитида ишлаётган уч ёкли пона кўринишидаги иш органининг увалаш ва ҳаракат йўналишига нисбатан ўрнатилиш бурчакларини асослаш // Agro ILM. – Тошкент, 2012. – №2(22). – Б.71-72. (05.00.00; №3).

6. Тухтакузиев А., Имомкулов К.Б. Воздействие рабочих органов на почву в условиях свободного резания // Сельскохозяйственные машины и технологии. – Москва, 2013. – №3. – С. 35-37. (05.00.00; №72).

7. Тўхтақўзиев А., Имомкулов Қ.Б., Халилов М.М. Энергиятежамкор тупроққа ишлов бериш машинаси ёнбош иш органлари ишчи сиртларининг ҳаракат йўналишига нисбатан ўрнатилиш бурчакларини асослаш // Механика муаммолари. – Тошкент, 2014. – №2. – Б.85-87. (05.00.00; №6).

8. Тўхтақўзиев А., Имомкулов Қ.Б. Очиқ кесиш шароитида иш органи таъсири остида тупроқнинг деформацияланишини тадқиқ этиш // ТошДТУ Хабарлари. – Тошкент, 2014. – №3. – Б.132-137. (05.00.00; №16).

9. Тўхтақўзиев А., Имомкулов Қ.Б. Ерларга ишлов беришда тупроқни деформациялаш ва парчалашга энергия сарфини камайтириш // Ўзбекистон Республикаси Фанлар академиясининг маърузалари. – Тошкент, 2015. – №1. – Б.37-40. (05.00.00; №9).

10. Imomkulow K.B. Die Bestimmung des Schrittes Der Zerstörung des Bodens unter der Einwirkung des Arbeitsorganes Unter den Bedingungen des freien Schneidens // European Applied Sciences. – ORT Publishing. – Germany, 2015. – № 6. – pp. 64-66. (05.00.00; №2).

11. Тўхтақўзиев А., Имомкулов Қ.Б. Тупроқни очиқ кесиш шароитида ишлаётган тик пона кўринишидаги иш органи таъсири остида деформацияланиш жараёнини тадқиқ этиш // Agro ILM. – Тошкент, 2015. – №5(37). – Б.84-85. (05.00.00; №3).

74

12. Tukhtakuziyev A., Imomkulow K.B. Energy-efficient chisel-cultivator // European science review. – Austria, 2016. – №3-4. – P. 296-297. (05.00.00; №3).

II бўлим (II часть; II part)

13. Патент ЎЗР № FAP 00741. Тупроққа ишлов берувчи курол / Тухтакузиев А., Имомкулов К.Б., Калимбетов М. // Расмий ахборотнома. – 2012. – №8.

14. Патент ЎЗР №FAP 00889. Тупроққа ишлов берувчи курол (вариантлар) / Тўхтақўзиев А., Имомкулов Қ., Мансуров М., Назаров А. // Расмий ахборотнома. – 2014. – №8.

15. Патент ЎЗР №FAP 01095. Тупроққа ишлов берувчи курол / Тўхтақўзиев А., Имомкулов Қ.Б. // Расмий ахборотнома. – 2016. – №6. 16. Тўхтақўзиев А., Имомкулов Қ.Б., Халилов М.М. Тупроққа ишлов бериш машиналари иш органларини далада энергиятежамкорликни таъминлайдиган этиб жойлаштириш схемалари // Фермер хўжаликлари учун агроинженерлик хизматларини ривожлантириш истиқболлари: Республика илмий-амалий конференцияси. – Самарқанд: СамҚХИ, 2008. – Б.22-26. 17. Тўхтақўзиев А.,

Имомкулов Қ.Б., Бурхонов З. Очiq эгат шароитида ишлаётган иш органи таъсири остида тупроқни деформацияланиш ва парчаланиш жараёнларини ўрганиш натижалари // Қишлоқ хўжалиги учун юқори унумли, ресурстежамкор технология ва техника воситалари бўйича илмий тадқиқотларнинг натижалари: Илмий ишлар тўплами. – Гулбаҳор: ЎЗМЭИ, 2009. – Б. 40-46.

18. Тўхтақўзиев А., Имомкулов Қ.Б., Бурхонов З. Ёнбош юмшатиш зона билан туташган тупроқ палахчасини тик пона таъсири остида деформацияланиши // Фарғона водийси тупроқ-иқлим шароитида қишлоқ хўжалигида янги ва хорижий техника-технологияларидан самарали фойдаланиш: Республика илмий-техник конференцияси мақолалари тўплами. – Андижон: АндҚХИ, 2009. – Б. 188-191.

19. Тўхтақўзиев А., Имомкулов Қ.Б., Бурхонов З. Тупроқ билан очiq кесиш шароитида таъсирлашаётган иш органининг тортишга қаршилиги // Рақобатдош кадрлар тайёрлашда мустақил таълим: жаҳон таълим тизими тажрибаси ва олий таълим муассасалари ҳамкорлиги: Республика илмий амалий конференцияси материаллари тўплами. – Наманган: НамМПИ, 2010. – Б.89-92.

20. Тўхтақўзиев А., Имомкулов Қ.Б. Энергия-ресурстежамкор тупроққа ишлов бериш машиналарининг технологик ва конструктив схемалари // Инновацион лойиҳаларни ишлаб чиқаришга тадбиқ этиш муаммолари: III Республика илмий-техник конференцияси. – Жиззах: ЖизПИ, 2011. – Б.310-312.

21. Тўхтақўзиев А., Мансуров М.Т., Имомкулов Қ.Б., Абдимоминов И.И. Очiq кесиш шароитида ишлаётган ўқёйсимон панжа қанотларининг очилиш бурчагини асослаш // Қишлоқ хўжалигида хусусий тадбиркорликни

75

ривожлантириш истиқболлари: Республика илмий-амалий анжумани мақолалар тўплами. – Андижон: АндҚХИ, 2011. –Б.212-215. 22. Имомкулов Қ.Б. Очiq кесиш шароитида ишлаётган ўқёйсимон панжа қанотларининг очилиш ва увалаш бурчакларини унинг тортишга қаршилигига таъсирини ўрганиш натижалари // Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳаларни ишлаб чиқаришга тадбиқ этиш муаммолари: IV Республика илмий техник конференцияси илмий ишлар тўплами 11-12 май, 2012 йил. – Жиззах: ЖизПИ, 2012. – Б.153-155.

23. Имомкулов Қ.Б., Бурхонов З., Абдимоминов И.И. Очiq кесиш шароитида ишлаётган ўқёйсимон панжанинг тортишга қаршилигини ишлов бериш тезлиги ва чуқурлигига боғлиқ равишда ўзгаришини тадқиқ этиш // Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳаларни ишлаб чиқаришга тадбиқ этиш муаммолари мавзусидаги IV Республика илмий техник конференцияси илмий ишлар тўплами 11-12 май, 2012 йил. – Жиззах: ЖизПИ, 2012. – Б.156-157.

24. Tuhtakuziev A., Imomkulov K.B. Technological and constructive scheme

energy savings ground cultivate machines // “European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches” 2nd International scientific conference. – Stuttgart: ORT Publishing, 2013. – p.104-105.

25. Тўхтақўзиев А., Имомкулов Қ.Б., Назаров А.А. Такмиллаштирилган чизел-култиватор // Фан ва ишлаб чиқариш интеграцияси қишлоқ хўжалиги самарадорлигининг муҳим омили: Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. – Самарқанд: СамҚХИ, 2013. – Б.205-207.

26. Тўхтақўзиев А., Имомкулов Қ.Б. Очиқ кесиш шароитида ишлаётган иш органи таъсирида тупроқнинг деформацияланиш жараёнини ўрганиш бўйича ўтказилган тадқиқотларнинг натижалари // Суғорма деҳқончиликда ер-сув ресурсларидан оқилона фойдаланишнинг экологик жиҳатлари: Республика илмий-амалий анжумани материаллари. – Бухоро: ТИМИБФ, 2014. – Б.241-242.

27. Тўхтақўзиев А., Имомкулов Қ.Б. Очиқ кесиш шароитида ишлаётган иш органлари энергияҳажмдорлигини камайиш сабабларини ўрганиш бўйича ўтказилган тадқиқотларнинг натижалари // Современные материалы, техника и технологии в машиностроении: Халқаро илмий-техник конференцияси материаллари. – Андижон: АндМИ, 2014. – Б.161-164.

28. Тўхтақўзиев А., Имомкулов Қ.Б. Очиқ кесиш шароитида ишлаётган иш органи таъсири остида тупроқнинг деформацияланиши // Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳаларни амалиётга тадбиқ этиш муаммолари: Республика илмий-амалий анжумани материаллари. – Жиззах: ЖизПИ, 2014. – Б.5-8.

29. Тўхтақўзиев А., Имомкулов Қ.Б., Игамбердиев Х., Эгамназаров Ғ. Ерларга ишлов беришда энергия сарфини камайтириш йўллари // Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳаларни амалиётга тадбиқ этиш муаммолари: Республика илмий-амалий анжумани материаллари. – Жиззах: ЖизПИ, 2014. – Б.8-11.

76

30. Тўхтақўзиев А., Имомкулов Қ.Б., Халилов М.М., Абдумоминов И.И. Тупроқни деформациялаш ва парчалашга энергия сарфини камайтириш бўйича тадқиқотларнинг натижалари // Қишлоқ хўжалигида экологик тоза маҳсулотлар етиштиришнинг ташкилий-ҳуқуқий ва ижтимоий-иқтисодий механизмларини такомиллаштириш: Республика илмий-амалий анжумани материаллари. – Андижон: АндҚХИ, 2014. – Б. 181-185.

31. Тўхтақўзиев А., Имомкулов Қ.Б., Бурхонов З., Тошпўлатов Б.У. Ёпиқ ва очиқ кесиш шароитида ишлаётган иш органларининг тортишга қаршиликлари // Қишлоқ хўжалигида экологик тоза маҳсулотлар етиштиришнинг ташкилий-ҳуқуқий ва ижтимоий-иқтисодий механизмларини такомиллаштириш: Республика илмий-амалий анжумани материаллари. – Андижон: АндҚХИ, 2014. – Б. 202-208.

32. Тўхтақўзиев А., Имомкулов Қ.Б., Абдумоминов И.И. Ерларга экиш олдида ишлов берувчи комбинациялашган агрегат тупроқни юмшатувчи иш органларининг тортишга қаршилиги // Қишлоқ хўжалигида экологик тоза

махсулотлар етиштиришнинг ташкилий-ҳуқуқий ва ижтимоий-иқтисодий механизмларини такомиллаштириш: Республика илмий-амалий анжумани материаллари. – Андижон: АндҚХИ, 2014. – Б. 197-201.

33. Тўхтақўзиев А., Имомқулов Қ.Б. Ерларга ишлов беришда тупроқни деформациялаш ва парчалашга энергия сарфини камайтириш // Қишлоқ хўжалиги ва транспортда ресурстежамкор техника, технологияларни яратиш, самарали фойдаланиш ва сервис муаммолари: Республика илмий-амалий анжумани материаллари. – Қарши: ҚМИИ, 2015. – Б. 8-11.

34. Имомқулов Қ.Б. Энергия-ресурстежамкор чизел-култиватор синовларининг натижалари // Қишлоқ хўжалиги ва транспортда ресурстежамкор техника, технологияларни яратиш, самарали фойдаланиш ва сервис муаммолари: Республика илмий-амалий анжумани материаллари. – Қарши: ҚМИИ, 2015. – Б. 232-235.

35. Тўхтақўзиев А., Имомқулов Қ.Б. Очиқ кесиш шароитида ишлаётган иш органи таъсирида тупроқнинг деформацияланиш жараёнини ўрганиш бўйича ўтказилган тадқиқотларнинг натижалари // Қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини етиштириш, сақлаш ва қайта ишлашда илғор агротехнологиялардан самарали фойдаланиш, ирригация ва мелиорация тизимларини ривожлантириш: муаммо ва ечимлар: Республика илмий амалий анжумани мақолалари тўплами. – Тошкент: ТошДАУ, 2015. – Б. 288-292.

36. Имомқулов К.Б. Исследование деформации почвы под воздействием рабочих органов почвообрабатывающих машин в условиях деблокированного резания // “Современные тенденции развития аграрного комплекса” мавзусидаги Халқаро илмий-амалий конференцияси материаллари. – Соленое Займище: Прикаспийский НИИ аридного земледелия, 2016. – Б.1226-1228.

Босишга рухсат этилди: 12.10.2016 йил
Бичими 60x45 ¹/₁₆, «Times New Roman»
гарнитурада рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табоғи 5. Адади: 100. Буюртма: № ____.

Ўзбекистон Республикаси ИИВ Академияси,
100197, Тошкент, Интизор кўчаси, 68

«АКАДЕМИЯ НОШИРЛИК МАРКАЗИ» ДУК