

**ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ
ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
PhD.05/13.05.2020.Т.112.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ
ИНСТИТУТИ**

МАХМУДОВ РАФИКЖОН ЮСУПОВИЧ

**МОДУЛИ ПЛУГ УЧУН КОРПУС ТУРИ ВА
ПАРАМЕТРЛАРИНИ АСОСЛАШ**

**05.07.01 – Қишлоқ хўжалиги ва мелиорация машиналари. Қишлоқ хўжалиги ва
мелиорация ишларини механизациялаш**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

ГУЛБАҲОР – 2021

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)
диссертацияси автореферати мундарижаси**

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

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

Махмудов Рафикжон Юсупович

Модулли плуг учун корпус тури ва параметрларини асослаш..... 3

Махмудов Рафикжон Юсупович

Обоснование типа и параметров корпуса для модульного плуга 19

Makhmudov Rafikjon Yusupovich

Justification of the type and parameters of the housing for a modular plow 35

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works..... 38

**ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ
ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
PhD.05/13.05.2020.Т.112.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ
ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ**

МАХМУДОВ РАФИКЖОН ЮСУПОВИЧ

**МОДУЛЛИ ПЛУГ УЧУН КОРПУС ТУРИ ВА
ПАРАМЕТРЛАРИНИ АСОСЛАШ**

**05.07.01 – Қишлоқ хўжалиги ва мелиорация машиналари. Қишлоқ хўжалиги ва
мелиорация ишларини механизациялаш**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вази́рлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.2.PhD/Т1467 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Қишлоқ хўжалигини механизациялаш илмий-тадқиқот институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифаси www.uzmei.uz ва «ZiyoNeb» Ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Бойметов Рустам Исаевич
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Имомқулов Қутбиддин Боқижонович
техника фанлари доктори, катта илмий ходим

Абдуваҳобов Дилшод Абдувоҳидович
техника фанлари бўйича PhD, доцент

Етакчи ташкилот:

Қишлоқ хўжалиги техникаси ва
технологияларини сертификатлаш ва
синаш маркази

Диссертация ҳимояси Қишлоқ хўжалигини механизациялаш илмий-тадқиқот институти ҳузуридаги илмий даражалар берувчи PhD.05/13.05.2020.Т.112.01 рақамли илмий кенгашнинг 2021 йил « 3 » ноябр соат 15⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 110801, Топкент вилояти, Янгийўл тумани, Гулбаҳор шаҳарчаси, Самарқанд кўчаси, 41-уй. Тел.: (+99870) 601-07-04, факс: (+99870) 601-07-04, e-mail: qabulxona@uzmei.uz).

Диссертация билан Қишлоқ хўжалигини механизациялаш илмий-тадқиқот институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (45⁰⁰ рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 110801, Топкент вилояти, Янгийўл тумани, Гулбаҳор шаҳарчаси, Самарқанд кўчаси, 41-уй. Тел.: (+99870) 601-07-04, факс: (+99870) 601-07-04, e-mail: qabulxona@uzmei.uz.

Диссертация автореферати 2021 йил « 15 » октябрь кун тарқатилади.
(2021 йил « 14 » октябрь даги № 14 рақамли реестр баённомаси).



[Handwritten signature]

М.Т. Тошболтаев
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
раиси, т.ф.д., профессор

А.А. Ибрагимов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
илмий котиби, т.ф.д., к.и.х.

[Handwritten signature]

А.Тўхтақўзиев
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги
илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда энергия-ресурстежамкор ва иш унуми юқори бўлган тупроққа ишлов бериш машиналарини ишлаб чиқариш етакчи ўринни эгалламоқда. «Дунё миқёсида қишлоқ хўжалиги экинларини етиштириш учун ҳар йили 1,6 млрд. гектардан ортиқ майдонга ишлов берилиши»¹ ни ҳисобга олсак, иш сифати ва унуми юқори тупроққа ишлов бериш машина ва қурилмаларини ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан ҳисобланади. Ушбу йўналишда ривожланган хорижий давлатларда, жумладан АҚШ, Германия, Франция, Англия, Россия Федерацияси ва Хитойда маълум натижаларга эришилган ва юқори қувватли тракторлардан самарали фойдаланиш учун улар билан агрегатландиган модулли плугларни ишлаб чиқишга катта эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда ерларга асосий ишлов беришнинг ресурстежамкор технологиялари ва уларни амалга оширадиган техника воситаларининг илмий асосларини ишлаб чиқиш ҳамда юқори қувватли тракторлардан самарали фойдаланишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бунда кам энергия сарфлаган ҳолда ерларни шудгорлашни сифатли амалга оширадиган модулли плугнинг конструктив схемасини ишлаб чиқиш ва ишчи қисмларини тупроқ билан таъсирлашишда ресурстежамкорликни таъминлайдиган параметрларини асослаш бўйича мақсадли илмий изланишлар олиб бориш долзарб масалалардан ҳисобланмоқда.

Республикамиз қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида меҳнат ва энергия сарфини камайтириш, ресурсларни тежаш, барча экинларни илғор технологиялар асосида етиштириш ва юқори унумли қишлоқ хўжалик машиналарини ишлаб чиқиш юзасидан кенг қамрашли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «...пахта ва бошоқли дон экиладиган майдонларни қисқартириш, бўшаган ерларга картошка, сабзавот, озуқа ва ёғ олинадиган экинларни экиш, шунингдек, янги интенсив боғ ва узумзорларни жойлаштириш ҳисобига экин майдонларини янада оптималлаштириш, қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқариши соҳасига интенсив усулларни, энг аввало, сув ва ресурсларни тежайдиган замонавий агротехнологияларни жорий этиш, унуми юқори бўлган қишлоқ хўжалиги техникаларидан кенг фойдаланиш»² вазифалари белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни амалга оширишда юқори қувватли ғилдиракли тракторлар учун экинлар етиштириладиган далаларни кам энергия сарфлаган ҳолда сифатли шудгорлайдиган модулли плугларни техник ва технологик жиҳатдан такомиллаштириш ҳисобига экинлардан юқори ҳосил олиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 31 июлдаги ПҚ-4410-сон «Қишлоқ хўжалиги машинасозлигини жадал ривожлантириш, аграр секторни қишлоқ хўжалик техникалари билан таъминлашни давлат томонидан

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

² Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги Фармони.

қўллаб қувватлашга оид чора-тадбирлар тўғрисида», 2020 йил 28 январдаги ПҚ-4575-сон «Ўзбекистон Республикаси қишлоқ хўжалигини ривожлантиришнинг 2020-2030 йилларга мўлжалланган стратегиясида белгиланган вазифаларни 2020 йилда амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида» ва 2020 йил 11 майдаги ПҚ-4709-сон «Республика ҳудудларини қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини етиштиришга ихтисослаштириш бўйича кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация иши муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологияларни ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик» ва Вазирлар Маҳкамасининг 2021 йил 24 апрелда тасдиқланган «Қишлоқ хўжалигининг устувор йўналишлари, глобал, минтақавий ва ҳудудий муаммоларининг илмий ечимларини тадқиқ қилиш бўйича 2022-2026 йилларга мўлжалланган дастур» да келтирилган устувор йўналишга мос келади.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Тупроққа асосий ишлов беришда қўлланиладиган машиналарни яратиш ва қўллаш, уларнинг иш кўрсаткичларини ўрганиш ва параметрларини асослаш, шунингдек плуг корпуси билан тупроқнинг ўзаро таъсирлашиш жараёнларини ўрганиш бўйича хорижда J.Chaussade, П.Е.Никифоров, К.И.Лихоеденко, А.А.Вильде, Н.С.Терешченко, А.Т.Вагин, Е.И.Зенкевич, А.Т.Параев, С.А.Тростянский, В.О.Наумова, Е.В.Краля, В.И.Талалаев, И.К.Захаров, Ю.А.Кузнецов, С.Н.Кущенко, С.Г.Липицкий, В.М.Бойков ва бошқалар томонидан тадқиқотлар ўтказилган.

Ушбу йўналишда республикада Г.М.Рудаков, Р.И.Бойметов, М.Мурадов, А.Тўхтақўзиев, Ф.М.Маматов, А.Б.Тукубаев, Ф.И.Решетников, И.Т.Эргашев, Р.И.Ибраимов, Н.Мурадов, Б.В.Хушвақтов, А.Р.Нормирзаев, М.Т.Мансуров, К.Исаев, Ҳ.А.Равшанов, Б.Дехқонов, А.Ҳамрақулов, Д.Абдуллаев, Ш.У.Ишмурадов, Б.Ш.Ғайбуллаев ва бошқа олимлар томонидан илмий-тадқиқот ишлари олиб борилган.

Кўрсатилган тадқиқотлар натижалари асосида яратилган машина ва қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида муайян ижобий натижаларга эришилган ҳолда қўлланилиб келинмоқда. Аммо, бу тадқиқотларда юқори қувватли филдиракли ҳайдов тракторлари учун модулли плугнинг кам энергия сарфлаган ҳолда юқори иш сифатини таъминлайдиган параметрларини асослаш масалалари етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Қишлоқ хўжалигини механизациялаш ва электрлаштириш илмий-тадқиқот институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг КХА-15-022 «Тупроққа асосий ва экиш олдидан ишлов бериш учун энергия-ресурстежамкор ҳамда юқори иш унумига эга бўлган машиналар

ишлаб чиқиш» мавзусидаги (2009-2011) амалий лойиҳаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади юқори қувватли ҳайдов тракторлари билан агрегатланадиган модулли плугнинг агротехника талаблари даражасидаги иш сифатини кам энергия сарфлаган ҳолда таъминлайдиган параметрларини асослашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

юқори қувватли ғилдиракли ҳайдов тракторлари билан агрегатланадиган модулли плугнинг конструктив схемасини ишлаб чиқиш;

юқори қувватли ғилдиракли ҳайдов трактори билан агрегатланадиган модулли плугнинг кам энергия сарфлаган ҳолда юқори иш сифатини таъминлайдиган параметрларини назарий тадқиқ этиш;

юқори қувватли ғилдиракли ҳайдов тракторлари билан агрегатланадиган модулли плугнинг параметрлари ҳамда агрегат ҳаракат тезлигини унинг агротехник ва энергетик иш кўрсаткичларига таъсирини ўрганиш;

тажрибаларни математик режалаштириш усулини қўллаб плуг параметрларининг мақбул қийматларини асослаш;

асосланган параметрларга эга бўлган модулли плуг дала синовлари натижаларининг агротехника талабларига мослигини баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида юқори қувватли тракторлар билан агрегатланадиган модулли плуг ҳамда унинг иш органлари олинган.

Тадқиқотнинг предмети модулли плуг иш органларининг тупроқ билан ўзаро таъсирлашиш жараёнлари ва уларни ифодаловчи математик моделлар ва аналитик ифодалар ҳамда плуг агротехник ва энергетик иш кўрсаткичларини унинг параметрлари ва агрегат ҳаракат тезлигига боғлиқ равишда ўзгариш қонуниятларидан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида модулли плуг параметрларини назарий жиҳатдан асослашда назарий механика, деҳқончилик механикаси, математик статистиканинг қонун ва қоидалари, экспериментларни математик режалаштириш ва тензометрия усуллари ҳамда мавжуд меъёрий ҳужжатларда (ГОСТ 10677-2001, ГОСТ 20915-11, O'z DST 3412:2019, O'z DST 3193:2017, РД Уз 63.03-98) белгиланган усуллардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

юқори қувватли ғилдиракли ҳайдов тракторлари билан агрегатланадиган модулли плугнинг конструктив схемаси унга ўрнатиладиган корпуслар сони тракторнинг тортиш кучи ва тупроқнинг хоссаларига боғлиқ равишда ўзгартирилишини ҳисобга олган ҳолда ишлаб чиқилган;

модулли плугнинг параметрлари тупроқ хоссалари, унинг уваланиш даражаси белгиланган меъёрдан кам бўлмаслиги, ўсимлик қолдиқлари чуқур ва тўлиқ кўмилиши ҳамда плугнинг тортишга қаршилиги минимал бўлишини ҳисобга олган ҳолда аниқланган;

модулли плуг таянч ғилдирагининг диаметри ва тўғинининг кенглиги унинг шудгорлаш чуқурлигининг нотекислиги белгиланган меъёрдан катта бўлмаслигини ҳисобга олган ҳолда асосланган;

модулли плугнинг корпуслари орасидаги бўйлама масофа, корпуснинг

камраш кенглиги ва агрегат ҳаракат тезлиги уларнинг агротехник ва энергетик иш кўрсаткичларига таъсирини баҳоловчи регрессия тенгламаларини биргаликда ечиш орқали аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

Республикада қўлланилаётган юқори қувватли ғилдиракли ҳайдов тракторлари билан агрегатланадиган модулли плуг ишлаб чиқилган ва талаб даражасидаги иш сифатини кам энергия сарфлаган ҳолда таъминлайдиган параметрлари асосланган.

ишлаб чиқилган модулли плуг қўлланилганда энергия ва ресурс сарфлари камайиши таъминланган.

Тадқиқот натижаларини ишончилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончилиги изланишларнинг замонавий усуллар ва воситалардан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, модулли плугнинг параметрларини назарий жиҳатдан асослашда олий математика, назарий механиканинг асосий қоида ва усулларига амал қилинганлиги, тажрибалар натижаларига математик статистика усуллари билан ишлов берилганлиги, назарий ва амалий тадқиқотлар натижаларининг ўзаро адекватлиги, бажарилган тадқиқотлар асосида ишлаб чиқилган модулли плуг дала синовларининг ижобий натижалари ва амалиётга жорий этилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти юқори қувватли ғилдиракли ҳайдов тракторлари билан агрегатланадиган модулли плуг ишлаб чиқилганлиги ва унинг кам энергия сарфлаган ҳолда талаб даражасидаги иш сифатини таъминловчи параметрлари асосланганлиги ҳамда бунда олинган аналитик боғланишлардан бошқа шунга ўхшаш машиналарнинг параметрларини асослашда қўллаш мумкинлиги билан изоҳланади.

Олинган натижаларнинг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган модулли плуг қўлланилганда ёнилғи ва моддий харажатлар ҳамда меҳнат сарфи камайиши ва иш унуми ошиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Модулли плуг учун корпус тури ва параметрларини асослаш бўйича олинган натижалар асосида:

юқори қувватли ғилдиракли ҳайдов трактори билан агрегатланадиган модулли плуг Андижон вилояти Пахтаобод тумани фермер хўжаликларида жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 23 декабрдаги 02/023-4558-сон маълумотномаси). Натижада ўсимлик қолдиқларининг кўмилиш тўлиқлигини 3,9 фоизга ва иш унумини 1,1-1,2 мартага оширишга эришилган;

модулли плуг Андижон вилояти Избоскан тумани фермер хўжаликларида жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 23 декабрдаги 02/023-4558-сон маълумотномаси). Натижада ерларни шудгорлашда ҳар бир гектар ерга сарфланадиган меҳнат ва эксплуатацион харажатларни мос равишда 6,3 ва 15,5 фоизгача камайтириш имкони яратилган;

юқори қувватли ғилдиракли ҳайдов тракторлари учун модулли плугни ишлаб чиқаришни ўзлаштириш учун лойиҳа-конструкторлик ҳужжатлари (техникавий шартлар ва чизмалар) «ВМКВ-Agromash» АЖ да лойиҳалаш

жараёнига жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 23 декабрдаги 02/023-4558-сон маълумотномаси). Натижада юқори қувватли ғилдиракли ҳайдов тракторлари учун модулли плугни ишлаб чиқариш имкони яратилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари, жумладан 2 та халқаро ва 8 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 16 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 6 та мақола, жумладан, 5 таси республика ва 1 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, умумий хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 106 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

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

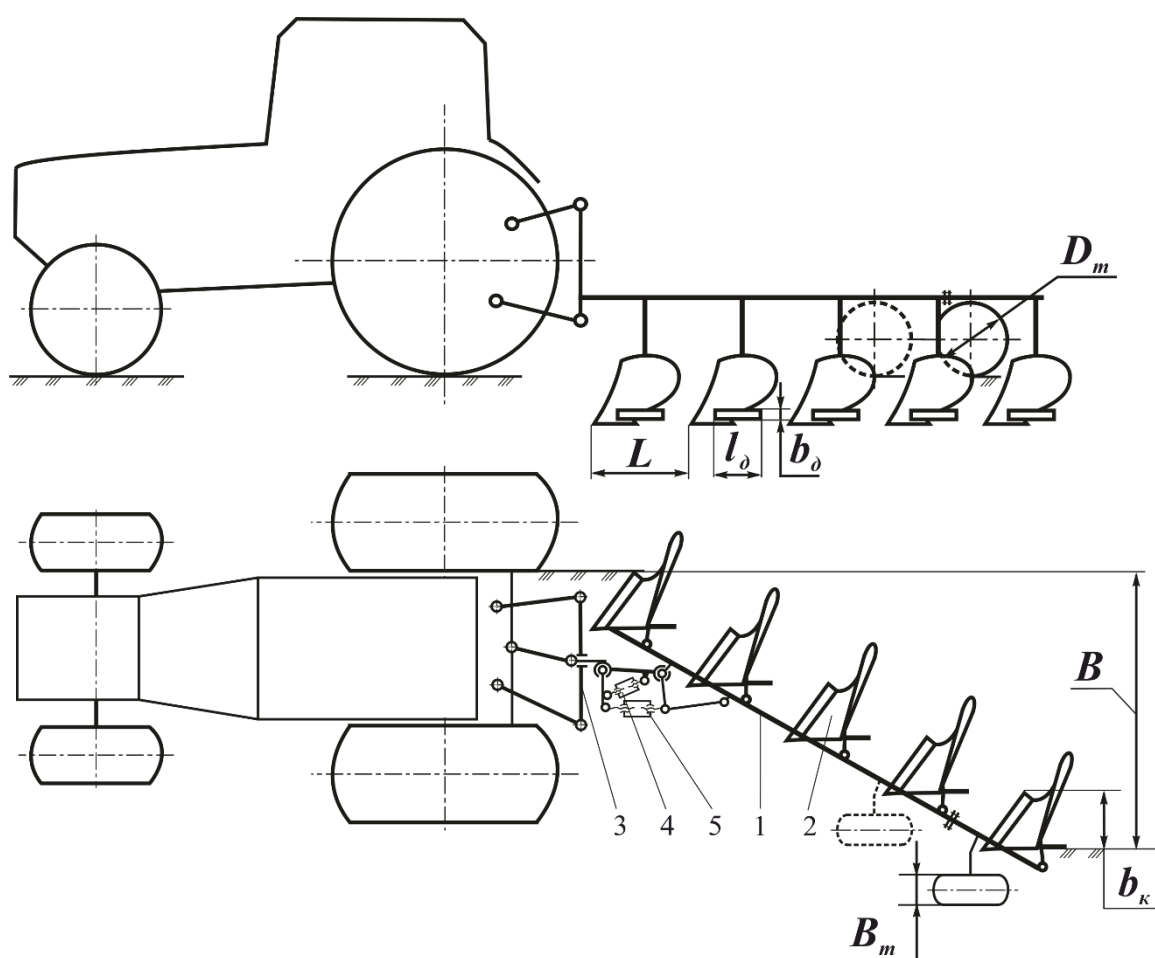
Диссертациянинг «**Масаланинг қўйилиши. Тадқиқот ишининг мақсади ва вазифалари**» деб номланган биринчи бобида республикамиз шароитида ерларга ағдариб ишлов бериш усуллари ва уларни амалга оширадиган куроллар тўғрисида умумий маълумотлар, умумий ишларга мўлжалланган плуглар конструкцияларининг қисқача таҳлили, тупроққа асосий ишлов беришда қўлланиладиган техника воситаларининг параметрларини асослаш бўйича олиб борилган илмий-тадқиқот ишлари таҳлил этилган ва улар асосида тадқиқотнинг вазифалари шакллантирилган.

Кейинги йилларда республикамизда икки ярусли плуглар билан бир қаторда умумий ишларга мўлжалланган плуглар ҳам кенг қўлланилади. Аммо бу плуглар чет мамлакатлардан келтирилган бўлиб, улар Республикамиз шароитида ерларни шудгорлашга қўйиладиган талабларга тўлиқ жавоб бермайди. Бундан ташқари уларнинг баҳоси юқори бўлиб, етиштирилаётган қишлоқ хўжалик экинларининг таннархи ошишига олиб келади. Шунинг учун Республикамизда кенг қўлланилаётган юқори қувватли ғилдиракли тракторлар учун умумий ишларни бажаришга мўлжалланган модулли плугларни ишлаб чиқиш ҳамда параметрларини асослаш ечилиши лозим бўлган долзарб масала бўлиб, махсус тадқиқотларни ўтказишни талаб этади.

Диссертациянинг «**Модулли плугнинг параметрларини назарий асослаш**» деб номланган иккинчи бобида юқори қувватли ғилдиракли ҳайдов

тракторлари билан агрегатладиган модулли плугнинг конструктив схемасини ишлаб чиқиш ва унинг параметрларини асослашга доир назарий тадқиқотлар натижалари келтирилган.

Ўтказилган илмий-тадқиқот ишларининг таҳлили асосида юқори қувватли ғилдиракли ҳайдов тракторлари билан агрегатладиган модулли плуг рама, осиш қурилмаси, корпуслар, таянч ғилдираги, биринчи корпус қамраш кенглигини ростлаш механизми ҳамда тортиш чизиғи йўналишини ўзгартириш учун қурилмадан ташкил топган ва қуйидагилар унинг энергетик ва агротехник иш кўрсаткичларига таъсир этадиган асосий параметрлари ҳисобланади (1-расм): B – плугнинг қамраш кенглиги, м; b_k – плуг корпусининг қамраш кенглиги, м; l_d – дала тахтасининг узунлиги, м; b_d – дала тахтасининг кенглиги, м; L – корпуслар орасидаги бўйлама масофа, м; B_m – таянч ғилдирак тўғинининг кенглиги, м; D_m – таянч ғилдиракнинг диаметри, м.



1-рама; 2-корпус; 3-осиш қурилмаси; 4-биринчи корпус қамраш кенглигини ростлаш механизми; 5-тортиш чизиғи йўналишини ўзгартириш учун винт

1-расм. Юқори қувватли ғилдиракли ҳайдов трактори билан агрегатладиган модулли плугнинг конструктив схемаси ва параметрлари

Плугнинг қамраш кенглигини қуйидаги ифода бўйича аниқланди:

$$B = \eta P / (k a_{\max}), \quad (1)$$

бунда η – тракторнинг тортиш кучидан фойдаланиш коэффициентини; P – тракторнинг номинал тортиш кучи, Н; κ – тупроқнинг шудгорлашга солиштирма қаршилиги, Па; a_{max} – максимал ишлов бериш чуқурлиги.

Плуг корпусининг қамраш кенглигини қуйидаги ифода бўйича аниқланди:

$$b_{\kappa} < \frac{a \cos \beta_{\kappa}}{\cos \frac{1}{2}(\alpha_{\kappa} + \varphi_1 + \varphi_2)}, \quad (2)$$

бунда β_{κ} – корпус лемехи тиғини эгат деворига нисбатан ўрнатилиш бурчаги, градус; α_{κ} – лемехни эгат тубига нисбатан ўрнатилиш бурчаги, градус; φ_1 – тупроқни металлга ишқаланиш бурчаги, градус; φ_2 – тупроқни тупроққа ишқаланиш бурчаги, градус

Ҳозирги пайтда республикамизда тортиш кучи бўйича 4-5 классга мансуб ва номинал тортиш кучи 40-50 кН бўлган юқори қувватли тракторлар қўлланилади. Буни ҳисобга олиб ва $\eta = 0,9$; $\kappa = 65$ кПа, $a_{max} = 35$ см, $\beta_{\kappa} = 40^\circ$, $\alpha_{\kappa} = 30^\circ$, $\varphi_1 = 30^\circ$ ва $\varphi_2 = 40^\circ$ қабул қилиб, (1) ва (2) ифодалар бўйича республикамизда мавжуд юқори қувватли тракторлар билан ишлатиш учун мўлжалланган плуг тўрт-беш корпусли, яъни модулли бўлиб, унинг ҳар бир корпусининг қамраш кенглиги 40 см дан бўлиши лозим.

Плуг корпуслари орасидаги бўйлама масофа ишлов берилаётган палахсанинг деформацияланиш зонаси олдинги корпуснинг конструктив элементларига етиб бормаслиги шартидан қуйидаги ифода бўйича аниқланди (2-расм):

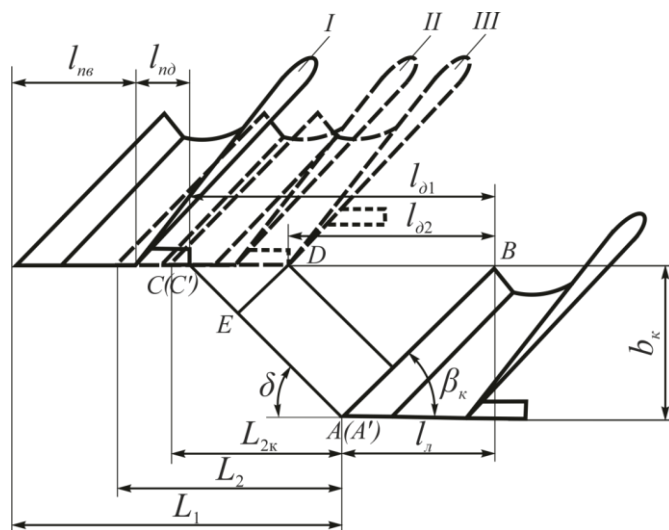
$$L_1 \geq l_{n\delta} + l_{n\delta} + b_{\kappa} \operatorname{ctg} \delta, \quad (3)$$

бунда $l_{n\delta}$ – корпуснинг лемехли-ағдаргичли сирти дала кесимини олдинга чиқиши, м; $l_{n\delta}$ – корпус дала тахтасининг ағдаргичдан орқага чиқиб турган қисмининг узунлиги, м; δ – палахсани горизонтал текисликда ёрилиш бурчаги, градус.

$l_{n\delta} = 35$ см; $l_{n\delta} = 15$ см; $a = 35$ см; $b_{\kappa} = 40$ см ва $\delta = 50^\circ$ бўлганда (3) ифода бўйича ўтказилган

ҳисоблашлар умумий ишларга мўлжалланган плуг корпуслари орасидаги бўйлама масофа 88 см дан кам бўлмаслиги лозимлигини кўрсатди.

Плуг корпуси дала тахталарининг баландлиги ва узунлиги иш жараёнида у ёнбошга оғмасдан ишлаши шартидан қуйидаги ифодалар бўйича аниқланди:



2-расм. Плуг корпуслари орасидаги бўйлама масофани аниқлаш учун схема

$$b \geq \frac{2}{3}a \quad (4)$$

ва

$$l_{\partial} \geq 3 \left\{ \left\{ \chi T t_l \frac{1}{\sin \beta_{\kappa}} + \tau b_{\kappa} \left[\sin \frac{1}{2}(\alpha_{\kappa} + \varphi_1 + \varphi_2) + \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. + f \cos \frac{1}{2}(\alpha_{\kappa} - \varphi_1 - \varphi_2) \cos \alpha_{\kappa} \right] \frac{1}{2 \cos \beta_{\kappa} \sin \frac{1}{2}(\alpha_{\kappa} + \varphi_1 + \varphi_2)} + \right. \right. \\ \left. \left. + \rho a \frac{\sin(\alpha_1 + \varphi_1)}{\cos \varphi_1} \left[c g \frac{\cos^2 \alpha_{\kappa}}{\sin \beta_{\kappa}} + 2V^2 \sin \alpha_1 \cdot \sin \beta_{\kappa} \right] \right\} + \varepsilon a V^2 \right\} \times \\ \times \frac{\sin(\beta \pm \alpha)}{a[p] \sqrt{1 + f^2} \cos(\rho_1 \pm \alpha + \varphi_1) \cos \beta}, \quad (5)$$

бунда χ – лемех тиғининг шаклини ҳисобга олувчи коэффициент (тўғри чизиқли тиғ учун $\chi=1$); T – тупроқнинг қаттиқлиги, Па; t_l – лемех тиғининг қалинлиги, м; τ – тупроқ палахсасини силжишга бўлган солиштирма қаршилиги, Па; f – тупроқнинг дала тахтасига ишқаланиш коэффициенти; ρ – тупроқнинг зичлиги, кг/м³; c – лемех ишчи сиртининг кенглиги, м; g – эркин тушиш тезланиши, м/с²; V – агрегат ҳаракат тезлиги, м/с; ε – ағдаргич ишчи сиртининг шакли ва тупроқнинг физик-механик хоссаларига боғлиқ бўлган коэффициент; $[p]$ – дала тахтасининг эгат деворига рухсат этиладиган босим, Па; β – агрегат ҳаракат тезлиги ва R_{xy} кучининг йўналиши орасидаги бурчак, градус; α – плуг тортиш кучи билан унинг ҳаракат йўналиши орасидаги бурчак, градус; ρ – дала тахтасининг эгат деворига нисбатан горизонтал текисликдаги ўрнатилиш бурчаги, градус

$\chi = 1,0$, $T = 2 \cdot 10^6$ Па, $t_l = 0,001$ м, $\beta_{\kappa} = 40^\circ$, $\tau = 27,5 \cdot 10^3$ Па, $b_{\kappa} = 0,4$ м, $\alpha_{\kappa} = 30^\circ$, $\varphi_1 = 30^\circ$, $\varphi_2 = 40^\circ$, $\rho = 1400$ кг/м³, $a = 0,35$ м, $\alpha_1 = 20^\circ$, $c = 0,14$ м, $g = 9,81$ м/с², $f = 0,5$, $\varepsilon = 1500$ Н с²/м⁴, $\beta = 20^\circ$, $\alpha = 10^\circ$, $\rho = 3^\circ$ бўлганда (4) ва (5) ифодалар бўйича ҳисоблашлар корпусларининг қамраш кенглиги 40 см ва ҳайдаш чуқурлиги 35 см бўлган плуг дала тахтасининг кенглиги 25 см, узунлиги эса 46 см дан кам бўлмаслиги кераклигини кўрсатди.

Плуг ҳайдов чуқурлиги бўйича бир текис юриши учун 3-расмда келтирилган схемага биноан қуйидаги шарт бажарилиши лозим:

$$mgl_1 > R_{XZ}l_2 + F_Xl_3, \quad (6)$$

бунда m – плугнинг массаси, кг; R_{XZ} – бўйлама-тик текисликда плуг корпусларининг ишчи (лемехли-ағдаргичли) юзаларига таъсир этувчи кучларнинг тенг таъсир этувчиси, Н; F_X – дала тахталарини эгат деворига

ишқаланиш кучи, Н; l_1, l_2, l_3 – кучларнинг трактор осиш механизмини оний айланиш марказига нисбатан елкалари, м.

(6) шарт бажарилганда ҳайдов чуқурлиги асосан таянч ғилдирагининг тупроққа ботиш чуқурлигини ўзгариши ҳисобига ўзгаради ва унинг бир текислиги куйидаги шарт бажарилганда таъминланади:

$$h_0 < \Delta h, \quad (7)$$

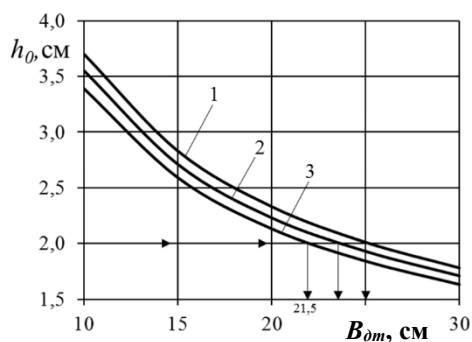
бунда h_0 – таянч ғилдирагини тупроққа ботиш чуқурлиги, м; Δh – ҳайдов чуқурлиги нотекислигини рухсат этилган катталиги, м.

h_0 ни аниқлаш учун куйидаги ифода олинди:

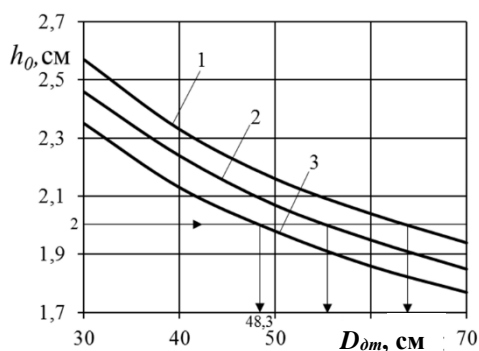
$$h_0 = \sqrt[3]{\frac{9(mgl_1 - R_{XZ}l_2 - F_Xl_3)^2}{4[q_0(1 + kV^2)]^2 B_\kappa^2 D(l_4 + \mu l_5)^2}}, \quad (8)$$

бунда l_4 – таянч ғилдиракдан плугнинг оний айланиш марказигача бщлган бщйлама масофа, м. l_5 – таянч ғилдиракнинг айланиш маркази ва плуг осиш қурилмасининг пастки тақиш нуқтаси орасидаги тик масофа, м; μ – плуг таянч ғилдирагининг юмалаш коэффиценти.

4-расмда келтирилган графиклардан кўриниб турибдики, таянч ғилдиракнинг диаметри ва кенглиги ортиши билан h_0 ни қиймати камаяди ва демак ҳайдов чуқурлигининг бир текислиги яхшиланади.



а)



б)

1, 2, 3 – мос равишда ҳаракат тезлиги 6, 7 ва 8 км/соат бўлганда

4-расм. Турли ҳаракат тезликларида плуг таянч ғилдирагининг тупроққа ботиш чуқурлиги h_0 ни унинг тўғини кенглиги (а) ва диаметри (б) га боғлиқ равишда ўзгариш графиклари

Амалдаги агротехник талабларга мувофиқ $\Delta h = 2$ см. Плугнинг таянч ғилдирагини ботиш чуқурлиги ушбу қийматдан кўп бўлмаслиги учун

4-расмдаги маълумотлар бўйича 6-8 км/соат ҳаракат тезлигида таянч ғилдирак тўғинининг кенглиги 21,5 см дан, диаметри – 48,3 см дан кичик бўлмаслиги лозим.

Плуг корпусининг тортишга қаршилиги қуйидаги ифода бўйича аниқланди:

$$R_k = b_k \left\{ \left\{ K_1 T t_{\tau} \frac{1}{\sin \beta_k} + \tau b_k \cdot \left[\sin \frac{1}{2} (\alpha_k + \varphi_1 + \varphi_2) + f \cos \frac{1}{2} (\alpha_k - \varphi_1 - \varphi_2) \cos \alpha_k \right] \times \right. \right. \\ \times \frac{1}{2 \cos \beta_k \sin \frac{1}{2} (\alpha_k + \varphi_1 + \varphi_2)} + \rho a \frac{\sin(\alpha_1 + \varphi_1)}{\cos \varphi_1} \left(c g \frac{\cos^2 \alpha_k}{\sin \beta_k} + 2V^2 \sin \alpha_1 \sin \beta_k \right) \left. \right\} + \\ \left. + \varepsilon a b_k V^2 \right\} \times \left[1 + \frac{\sin(\beta \pm \alpha) \cos \rho}{\sqrt{1 + f^2} \cos(\rho \pm \alpha + \varphi_1) \cos \beta} \right]. \quad (9)$$

Ушбу ифода бўйича $b_k=40$ см, $K_1=1,0$, $T=2 \cdot 10^6$ Па, $t_{\tau}=0,001$ м, $\beta_k=40^\circ$, $\tau=35,0 \cdot 10^3$ Па, $\alpha_k=30^\circ$, $\varphi_1=30^\circ$, $\varphi_2=40^\circ$, $\rho=1400$ кг/м³, $a=0,35$ см, $c=0,14$ м, $f=0,5$, $\varepsilon=1500$ Н·с²/м⁴ бўлганда ўтказилган ҳисоблашлар кўрсатишича, ҳаракат тезлиги 6-8 км/соат оралиғида бўлганда корпуснинг тортишга қаршилиги 9,69-10,41 кН ни ташкил этади.

Диссертациянинг «**Экспериментал тадқиқотлар усуллари ва натижалари**» деб номланган учинчи бобида ишлаб чиқилган модулли плуг параметрларининг мақбул қийматларини асослаш бўйича ўтказилган экспериментал тадқиқотларнинг натижалари келтирилган.

Экспериментал тадқиқотларда плуг корпусининг тури, дала тахтасининг узунлиги, корпуслар орасидаги бўйлама масофа, корпуснинг қамраш кенглиги ҳамда иш тезлигини ишлов бериш чуқурлиги, тупроқнинг уваланиш сифати, ўсимлик қолдиқларининг кўмилиш тўлиқлиги ва чуқурлиги ҳамда корпуснинг солиштирма қаршилигига таъсири ўрганилди. Модулли плугнинг иш кўрсаткичларини аниқлаш бўйича тажрибалар буғдой ва маккажўхоридан бўшаган далаларида ўтказилди. Тажрибалар ўтказилишидан олдин тупроқнинг 0-10, 10-20, 20-30 ва 30-40 см қатламлардаги намлиги мос равишда 11,9; 15,3; 16,8; 14,7 фоиз, зичлиги 1,19; 1,28; 1,36; 1,29 г/см³, қаттиқлиги эса 0,63; 1,82; 2,88; 1,78 МПа ни ташкил этди.

Ўтказилган синовлар натижаларига кўра асосий иш кўрсаткичлари бўйича ПОТ 01.000 корпуси яхши натижаларни берди, яъни бу корпус ПОМ 01.000 ва К 30 R корпусларига нисбатан ўсимликлар қолдиқларини 4-5 см чуқур ва 12-15 фоиз тўлиқ кўмди, тортишга солиштирма қаршилиги эса 6-13 фоизга кам бўлди.

Юқорида баён қилинганлардан келиб чиқиб, модулли плугга ўрнатиш учун ПОТ 01.000 корпуси тавсия қилинди ва кейинги олиб борилган тадқиқотлар ушбу корпусдан фойдаланиб ўтказилди.

Жадвалда келтирилган маълумотлардан кўриниб турибдики, корпуслар орасидаги бўйлама масофани 700 мм дан 900 мм гача ўзгариши ўсимликлар қолдиқларининг кўмилиш чуқурлиги ва тўлиқлиги ортишига, тупроқни

уваланиш сифати яхшиланишига ва корпуснинг тортишга солиштирма қаршилигини камайишига олиб келган. Кейинчалик бўйлама масофа 1100 мм гача оширилганда ушбу кўрсаткичлар деярли ўзгармади. Буни, бўйлама масофа 900 мм дан кам бўлганда тупроқ палахсасини корпуслар орасидан эркин ўтиши таъминланмаслиги ва натижада плугнинг технологик иш жараёни бузилиши ва унинг тиқилиб қолиши билан тушунтириш мумкин.

Корпуслар орасидаги бўйлама масофани плугнинг агротехник ва энергетик иш кўрсаткичларига таъсири

а) тупроқнинг уваланиш сифати ва плугнинг тортишга солиштирма қаршилиги

Корпуслар орасидаги бўйлама масофа, мм	Қуйидаги ўлчамли(мм)тупроқ фракцияларининг миқдори,%			Корпуснинг солиштирма қаршилиги, кПа
	>100	100-50	<50	
$V = 8$ км/соат				
700	11,2	14,7	74,1	86,6
800	10,7	11,4	77,9	72,5
900	9,4	11,5	79,1	70,8
1000	9,5	11,8	78,7	71,7
1100	10,2	11,0	78,8	71,3

б) ўсимлик қолдиқларининг кўмилиш тўлиқлиги ва чуқурлиги ҳамда плугнинг ишлов бериш чуқурлиги

Корпуслар орасидаги бўйлама масофа, мм	Ўсимлик қолдиқларининг кўмилиш		Ишлов бериш чуқурлиги, см
	тўлиқлиги, %	чуқурлиги, см	
$V = 8$ км/соат			
700	84,8	11,3	34,7
800	91,0	14,7	34,4
900	96,1	17,4	35,1
1000	96,1	17,0	34,7
1100	95,8	16,1	34,8

Корпуслар орасидаги бўйлама масофани 700 дан 1100 мм гача ўзгартириш ишлов бериш чуқурлиги ва унинг бир текислигига деярли таъсир кўрсатмади.

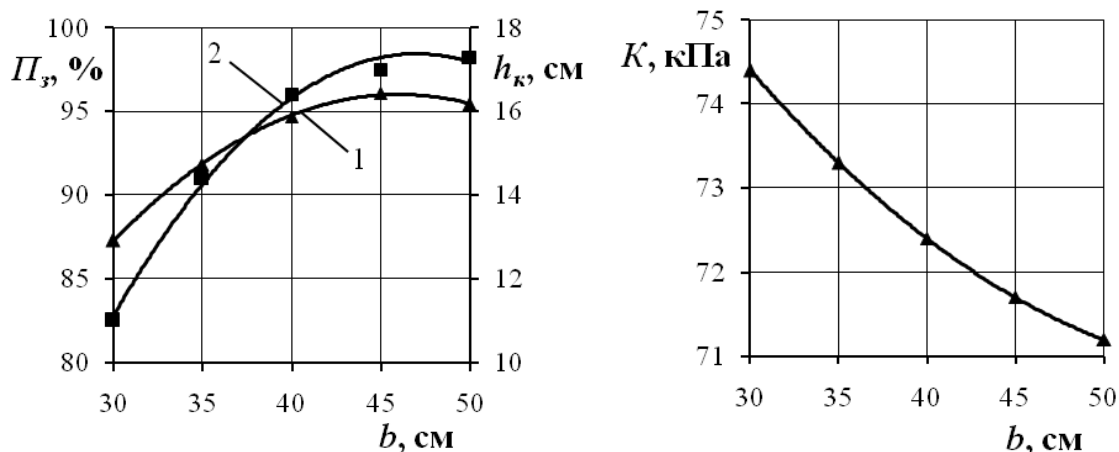
Хулоса қилиб айтганда, плугнинг агротехник ва энергетик кўрсаткичлари унинг корпуслари орасидаги бўйлама масофага боғлиқ бўлиб, технологик жараёни бузмасдан кам энергия сарфлаган ҳолда юқори иш сифатини таъминлаш учун бу масофа 900 мм дан кам бўлмаслиги лозим.

5-расмда берилган график боғлиқликларни кўрсатишича, корпуснинг қамраш кенглиги 30 дан 50 см гача оширилганда ўсимликлар қолдиқларини кўмилиш чуқурлиги 7,3 см га, кўмилиш тўлиқлиги эса 8,1 фоизга ортади. Буни корпус қамраш кенглигини ишлов бериш чуқурлигига нисбати ортиши билан

тушунтириш мумкин, бу эса ўз навбатида корпус томонидан ишлов берилаётган тупроқ палахсасининг ағдалиши яхшиланишига олиб келади.

Бироқ, тажрибаларни кўрсатишича, корпус қамраш кенглигини 30 дан 50 см гача ошиши тупроқни уваланиш сифатини ёмонлашишига олиб келади. Бунда 50 мм дан кичик ўлчамдаги фракциялар 4,4 фоизга камайган.

Корпус қамраш кенглигини 30 дан 50 см гача ўзгариши корпуснинг солиштирма қаршилигини 5,6 фоизга камайишига олиб келди.



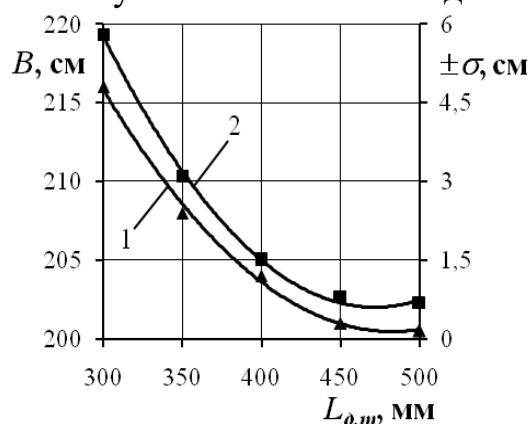
1-кўмилиш тўлиқлиги; 2-кўмилиш чуқурлиги

5-расм. Корпуснинг қамраш кенглигини ўсимлик қолдиқларининг кўмилиш тўлиқлиги (P_3) ва чуқурлиги (h_k) ҳамда тортишга солиштирма қаршилиги (K) га таъсири

5-расмда келтирилган маълумотлар бўйича ўсимликлар қолдиқларининг кўмилиш чуқурлиги ва тўлиқлиги талаб даражасида ва тортишга солиштирма қаршилиқ минимал қийматга эга бўлиши учун корпуснинг қамраш кенглиги 40 см бўлиши лозим.

6-расмда келтирилган график боғлиқликларни кўрсатишича, дала тахталарининг узунлиги ошиши билан плугнинг ҳақиқий қамраш кенглиги камайди ва $l_0 = 400-500$ мм бўлганда у конструктив қамраш кенглигига тенг бўлди. Дала тахталарининг узунлиги 400 мм дан кам бўлганда уларнинг таянч юзаси етарли даражада бўлмаганлиги сабабли плуг ёнга оғиб ишлади ва шунинг учун уни ҳақиқий қамраш кенглиги конструктив қамраш кенлигидан кўп бўлди.

Корпуслар дала тахталарини узунлигини ошириш плуг қамраш кенглиги бир текислигини яхшиланишига олиб келди, яъни унинг ўртача квадрат четланиши камайди. Уларнинг узунлиги 300 дан 400 мм гача оширилганда плуг қамраш кенглигини ўрта квадратик четланиши жадал суръатда 5,1 дан 1,1 см гача камайди, кейинчалик дала тахталарининг узунлиги 500 мм гача



6-расм. Плуг қамраш кенглиги(1) ва унинг ўрта квадратик четланиши(2)ни дала тахталари узунлигига боғлиқ равишда ўзгариш графиги

оширилганда у деярли ўзгармади.

Демак, плугнинг ҳақиқий қамраш кенглиги конструктив қамраш кенглигига тенг ҳамда у қамраш кенглиги бўйича бир текис юришини таъминлаш учун корпусларга баландлиги 20 см бўлганда узунлиги 40 см дан кам бўлмаган дала тахталарини ўрнатиш лозим.

Плуг параметрларини унинг иш кўрсаткичларига биргаликдаги таъсирларини ўрганиш ҳамда уларнинг мақбул қийматларини аниқлаш мақсадида Хартли-3 режаси бўйича уч омилли тажрибалар ўтказилди. Бунда плугнинг иш жараёнига таъсир кўрсатадиган омиллар сифатида қуйидагилар танланди: корпуслар орасидаги бўйлама масофа (X_1), корпуснинг қамраш кенглиги (X_2) ҳамда агрегатнинг ҳаракат тезлиги (X_3) танланди.

Кўп омилли экспериментларни ўтказишда баҳолаш мезони сифатида плугнинг тортишга солиштирма қаршилиги ва ўсимлик қолдиқларининг кўмилиш чуқурлиги қабул қилинди.

Тажрибаларда олинган маълумотларга ишлов берилиб, мезонларни адекват ифодаловчи ушбу регрессия тенгламалари олинди:

- корпуснинг солиштирма қаршилиги бўйича (кПа)

$$Y_1 = 71,451 - 1,250 X_1 - 3,117 X_2 + 2,033 X_3 + 2,628 X_1^2 - 1,642 X_1 X_2 + 0,842 X_1 X_3 + 5,078 X_2^2 + 1,295 X_3^2; \quad (11)$$

- ўсимлик қолдиқларининг кўмилиш чуқурлиги бўйича, (см)

$$Y_2 = + 17,063 + 1,111 X_1 + 1,850 X_2 + 0,217 X_3 - 2,658 X_1^2 + 0,367 X_1 X_2 - 0,533 X_1 X_3 - 1,441 X_2^2. \quad (12)$$

Олинган регрессия тенгламаларидан кўриниб турибдики, барча омиллар баҳолаш мезонларига сезиларли таъсир кўрсатган.

Регрессия тенгламалари Y_1 мезон минимал қийматга эга бўлиши, Y_2 мезон 15 см дан кам бўлмаслиги шартларидан MS Excel ва Planex дастурлари бўйича биргаликда ечилди.

Олинган натижалар бўйича юқори қувватли ғилдиракли ҳайдов трактори билан агрегатланадиган модулли плуг 6-9 км/соат иш тезликларда кам энергия сарфлаган ҳолда юқори иш сифатини таъминлаши учун корпуслар орасидаги бўйлама масофа 896-924 мм, корпуснинг қамраш кенглиги 391-412 мм оралиғида бўлиши лозим.

Диссертациянинг «Тажрибавий плуг таққослов синовларининг натижалари ва уни қўллашдан олинадиган иқтисодий самарадорлик» деб номланган тўртинчи бобида ишлаб чиқилган модулли плуг тажриба нусхасининг қисқача техник тавсифи, дала синовлари натижалари ва унинг иқтисодий самарадорлиги келтирилган.

Синовларда ишлаб чиқилган модулли плугнинг тажриба нусхаси белгиланган жараёни ишончли бажарди ва унинг иш кўрсаткичлари унга қўйилган талабларга тўлиқ мос бўлди.

Ўтказилган техник-иқтисодий кўрсаткичлар шуни кўрсатадики, ишлаб чиқилган модулли плуг қўлланилганда мавжуд DAM.GP-4+4·16-4+1 плуги қўлланилганга нисбатан иш унуми 1,05 мартага ортади, меҳнат сарфи 5,4 фоизга ва 1 гектар ерга сарфланадиган эксплуатацион харажатлар эса 10,7 фоизга камади. Бунда битта плугга йиллик иқтисодий самара

ХУЛОСА

«Модулли плуг учун корпус тури ва параметрларини асослаш» мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Ерларга асосий ишлов беришда қўлланиладиган техник воситалар конструкцияларининг таҳлили ҳамда улар иш жараёнларини такомиллаштириш бўйича ўтказилган тадқиқотларни ўрганиш шуни кўрсатадики, ҳозирги даврда Республикамизда кенг қўлланилаётган юқори қувватли ғилдиракли ҳайдов тракторларига мўлжалланган модулли плугларни ишлаб чиқиш ва параметрларини асослаш ерларни шудгорлашда иш сифати ва унумини ошириш ҳамда энергия сарфини камайтириш имконини беради.

2. Ҳозирги даврда республикамизда қўлланилаётган юқори қувватли ғилдиракли ҳайдов тракторлари билан ишлатиш учун умумий ишларни бажаришга мўлжалланган модулли плугни тўрт-беш корпусли ва қамраш кенглигини 40 см дан бўлиши уларни тўлиқ юкланиш билан ишлатиш ва юқори иш унумига эришиш имконини беради.

3. Плуг корпуслари орасидаги бўйлама масофани 89-93 см оралиғида бўлиши палахсаларни улар орасига тикилишини бартараф этиш, ўсимлик қолдиқларини талаб этилган чуқурликка (камида 15 см) минимал энергия сарфлаган ҳолда кўмиш имконини беради.

4. Дала тахталарининг баландлиги ва узунлиги мос равишда камида 20 см ва 40 см бўлганда унинг горизонтал текисликда тўғри чизикли ва турғун ҳаракат қилишига имконият яратилади.

5. Плуг таянч ғилдирагининг кенглиги камида 21,5 см, унинг диаметри камида 48,3 см бўлганда шудгорлаш чуқурлигини талаб этиладиган бир текислигини таъминлаш учун имконият яратилади.

6. Ҳаракат тезлиги 6-8 км/соат бўлганда плуг корпусининг тортишга қаршилиги 9,69-10,41 кН ни ташкил этади.

7. Таклиф этилаётган модулли плугни ПОТ 01.000 корпуси билан жиҳозланиши ўсимлик қолдиқларини чуқур ва тўлиқ кўмилиши, тупроқнинг сифатли уваланиши ҳамда далаларни ҳайдашга сарфланадиган энергияни камайтириш имконини беради.

8. Ишлаб чиқилган модулли плугни қўллаш амалдаги плугга нисбатан меҳнат сарфини 5,4 фоизга ва эксплуатацион харажатларни 10,7 фоизга камайтириш ва буни ҳисобига битта плугдан йилига 18207129,36 сўм иқтисодий самара олиш имконини беради.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD. 05/13.05.2020.Т.112.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ
ИНСТИТУТЕ МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

МАХМУДОВ РАФИКЖОН ЮСУПОВИЧ

**ОБОСНОВАНИЕ ТИПА И ПАРАМЕТРОВ КОРПУСА
ДЛЯ МОДУЛЬНОГО ПЛУГА**

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

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

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за В2021.2.PhD/Т467.

Диссертация выполнена в Научно-исследовательском институте механизации сельского хозяйства.

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

Научный руководитель:

Байметов Рустам Исаевич
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Имомкулов Кутбиддин Бокижонович
доктор технических наук, с.н.с.

Абдувахобов Дилшод Абдувохидович
PhD по техническим наукам, доцент

Ведущая организация:


**Центр сертификации и испытаний
сельскохозяйственной техники и
технологий**


Защита диссертации состоится 3 ноября 2021 г. в 15⁰⁰ часов на заседании Научного совета PhD.05/13.05.2020.Т.112.01 при Научно-исследовательском институте механизации сельского хозяйства (Адрес: 110801, Ташкентская область, Янгиюльский район, пос. Гульбахор, ул. Самаркандская, 41. Тел.: (+99870) 601-07-04, факс: (+99870) 601-07-04, e-mail: qabulxona@uzmei.uz).


С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства (регистрационный номер 452). Адрес: 110801, Ташкентская область, Янгиюльский район, пос. Гульбахор, ул. Самаркандская, 41. Тел.: (+99870) 601-07-04, факс: (+99870) 601-07-04, e-mail: qabulxona@uzmei.uz.

Автореферат диссертации разослан 15 октября 2021 года
(Протокол рассылки № 14, от 14 октября 2021 года)




М.Т. Тошболтаев
Председатель научного совета по присуждению
ученых степеней, д.т.н., профессор


А.А. Ибрагимов
Ученый секретарь научного совета по присуждению
ученых степеней, д.т.н., с.н.с.


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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире ведущее место занимает производство энерго-ресурсосберегающих и высокопроизводительных почвообрабатывающих машин. «Если учесть, что в мировом масштабе площадь земель, обрабатываемых перед севом, составляет 1,6 млрд. гектаров»¹, то важной задачей считается разработка почвообрабатывающих машин и орудий с высоким качеством работы и производительностью. В этом направлении в развитых зарубежных странах, в частности США, Германии, Франции, Англии, Российской Федерации и Китае были достигнуты определенные результаты и особое внимание уделяется разработкам модульных плугов, агрегируемых с энергонасыщенными тракторами для их эффективного использования.

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на разработку ресурсосберегающих технологий основной обработки почвы и научные основы технических средств для их осуществления, а также эффективное использование энергонасыщенных тракторов. При этом проведение целенаправленных научных исследований по разработке конструктивной схемы модульных плугов, осуществляющих качественную вспашку почвы при минимальных затратах энергии, и обоснованию параметров его рабочих частей, обеспечивающих ресурсосбережения в процессе взаимодействия с почвой, является актуальным.

В сельскохозяйственном производстве республики проводятся широкомасштабные мероприятия по снижению затрат труда и энергии, экономии ресурсов возделыванию всех культур на основе передовых технологий и разработки высокопроизводительных сельскохозяйственных машин. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы намечены задачи, в частности, «...сокращение площадей под хлопчатник и зерновые, посев картофеля, овощей, продовольственных и масленых культур на освобожденные поля, также дальнейшая оптимизация посевных площадей за счет размещения новых интенсивных садов и виноградников, прежде всего внедрение современных водо- и ресурсосберегающих агротехнологий, широкое использование высокопроизводительной сельскохозяйственной техники»². При выполнении этих задач, важным является получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур и снижение их себестоимости за счет технической и технологического совершенствования модульных плугов к энергонасыщенным колесным тракторам для вспашки полей при минимальных затратах энергии.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-4410 от 31 июля 2019 года «О мерах по ускоренному развитию

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

² Указ Президента Республики Узбекистан № УП 4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан»

сельскохозяйственного машиностроения, государственной поддержке обеспечения аграрного сектора сельскохозяйственной техникой», УП-4575 от 28 января 2020 года «О мерах по реализации в 2020 году задач, определенных в стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы» и УП-4709 от 11 мая 2020 года «О дополнительных мерах по специализации регионов республики на производстве сельскохозяйственной продукции» а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики II. «Энергетика, энергия и ресурсосбережение» и «Программы исследования научных приоритетов сельского хозяйства, глобальных, региональных и территориальных проблем, намеченных на 2022-2026 годы», утвержденной Кабинетом Министров от 24 апреля 2021 года.

Степень изученности проблемы. Созданием и применением почвообрабатывающих машин, исследованием их показателей работы и обоснованием параметров, а также процессов взаимодействия корпуса плуга с почвой зарубежом занимались J.Chaussade, П.Е.Никифоров, К.И.Лихоеденко, А.А.Вильде, Н.С.Терешченко, А.Т.Вагин, Е.И.Зенкевич, А.Т.Параев, С.А.Тростянский, В.О.Наумова, Е.В.Краля, В.И.Талалаев, Ю.А.Кузнецов, И.К.Захаров, С.Н.Кущенко, С.Г.Липицкий, В.М.Бойков и другие.

В этом направлении в республике научно-исследовательские работы были проведены Г.М.Рудаковым, Р.И.Байметовым, М.Мурадовым, А.Тухтакузиевым, Ф.М.Маматовым, А.Б.Тукубаевым, Ф.И.Решетниковым, И.Т.Эргашевым, Р.И.Ибраимовым, Н.Мурадовым, Б.В.Хушвактовым, А.Р.Нормирзаевым, М.Т.Мансуровым, К.Исаевым, Х.А.Равшановым, Б.Дехкановым, А.Хамракуловым, Д.Абдуллаевым, Ш.У.Ишмурадовым, Б.Ш.Гайбуллаевым и другими учеными.

Созданные в результате этих исследований машины и орудия применяются с определенными положительными результатами в сельскохозяйственном производстве. Однако в этих исследованиях недостаточно изучены вопросы обоснования параметров модульного плуга для энергонасыщенных колесных пахотных тракторов, обеспечивающих высокое качество работы при минимальных затратах энергии.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства по научному проекту КХА-15-022 «Разработка энергоэффективных и высокопроизводительных машин для основной и предпосевной обработки почвы» (2009-2011).

Целью исследования является обоснование параметров модульного плуга к энергонасыщенным пахотным тракторам, обеспечивающего качество работы по агротехническим требованиям при минимальных затратах энергии.

Задачи исследования:

разработка конструктивной схемы модульного плуга, агрегируемого с энергонасыщенными колесными пахотными тракторами;

теоретическое исследование параметров модульного плуга к энергонасыщенным колесным пахотным тракторам, обеспечивающего высокое качество работы при минимальных затратах энергии.

определение влияния параметров модульного плуга, агрегируемого с энергонасыщенными пахотными тракторами и скорости движения агрегата на агротехнические и энергетические показатели его работы;

обоснование оптимальных значений параметров плуга, применяя метод математического планирования экспериментов;

оценка соответствия результатов полевых испытаний модульного плуга с обоснованными параметрами агротехническим требованиям.

Объектом исследования являются модульный плуг, агрегируемый с энергонасыщенными тракторами, а также его рабочие органы.

Предметом исследования являются математические модели и аналитические зависимости, описывающие процесс взаимодействия рабочих органов модульного плуга, а также закономерности изменения агротехнических и энергетических показателей работы плуга в зависимости от его параметров и скорости движения агрегата.

Методы исследования. В процессе исследований параметров модульного плуга применены законы и правила теоретической механики, земледельческой механики, математической статистики, методы математического планирования экспериментов и тензометрирования, а также методы, приведенные в существующих нормативных документах (ГОСТ 10677-2001, ГОСТ 20915-11, О'z DST 3412:2019, О'z DST 3193:2017, РД Уз 63.03-98).

Научная новизна исследования заключается в следующем:

конструктивная схема модульного плуга, агрегируемого с энергонасыщенными колесными пахотными тракторами разработана с учетом изменения количества корпусов, устанавливаемых на него, в зависимости от силы тяги трактора и свойств почвы;

параметры модульного плуга определены с учетом свойств почвы, степени ее крошения не менее допустимой нормы, полноты и глубины заделки растительных остатков, а также минимальности тягового сопротивления;

диаметр и ширина обода опорного колеса модульного плуга обоснованы с учетом, что неравномерность глубины вспашки не превышала допустимого предела;

продольное расстояние между корпусами модульного плуга, ширина захвата корпуса и скорость движения агрегата были определены путем совместного решения уравнений регрессии, оценивающих влияние на

агротехнические и энергетические показатели его работы.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработан модульный плуг, агрегируемый с энергонасыщенными колесными пахотными тракторами, применяемыми в республике, и обоснованы параметры, обеспечивающие качество работы на уровне требований при минимальных затратах энергии;

обеспечено снижение энерго-ресурсозатрат при применении разработанного модульного плуга.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования подтверждается тем, что исследования проведены с применением современных методов и средств измерений, при теоретическом обосновании параметров модульного плуга соблюдались правила и методы теоретической механики и высшей математики, обработкой результатов экспериментов методами математической статистики, адекватностью полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований, положительными результатами полевых испытаний и внедрением в практику разработанного модульного плуга.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в разработке модульного плуга, агрегируемого с энергонасыщенными колесными пахотными тракторами, в обосновании его параметров, обеспечивающих требуемое качество работы при минимальных затратах энергии, а также возможности применения полученных аналитических зависимостей при обосновании параметров других подобных машин.

Практическая значимость результатов исследования заключается в снижении расхода топлива и материальных затрат, а также затрат труда и повышении производительности при применении разработанного модульного плуга.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов по обоснованию типа и параметров корпуса для модульного плуга:

модульный плуг, агрегируемый с энергонасыщенными колесными пахотными тракторами внедрен в фермерские хозяйства Пахтаабдского района Андижанской области (справка Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан №02/023-4558 от 23 декабря 2020 г.). В результате полнота заделки растительных остатков увеличилась на 3,9%, а производительность – в 1,1-1,2 раза;

модульный плуг внедрен в фермерские хозяйства Избосканского района Андижанской области (справка Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан №02/023-4558 от 23 декабря 2020 г.). В результате создана возможность снижения трудовых и эксплуатационных расходов при вспашке каждого гектара поля соответственно на 6,3 и 15,5%;

для освоения разработок модульного плуга, агрегируемого с энергонасыщенными колесными пахотными тракторами, проектно-

конструкторская документация (технические условия и чертежи) были внедрены в процессы проектирования в АО «ВМКВ-Agromash» (справка Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан №02/023-4558 от 23 декабря 2020 г.). В результате создана возможность изготовления модульного плуга, агрегируемого с энергонасыщенными колесными пахотными тракторами.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 2 международных и 8 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 16 научных работ, из них в научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций – 6, в том числе 5 – в республиканских и 1 – в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 106 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

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

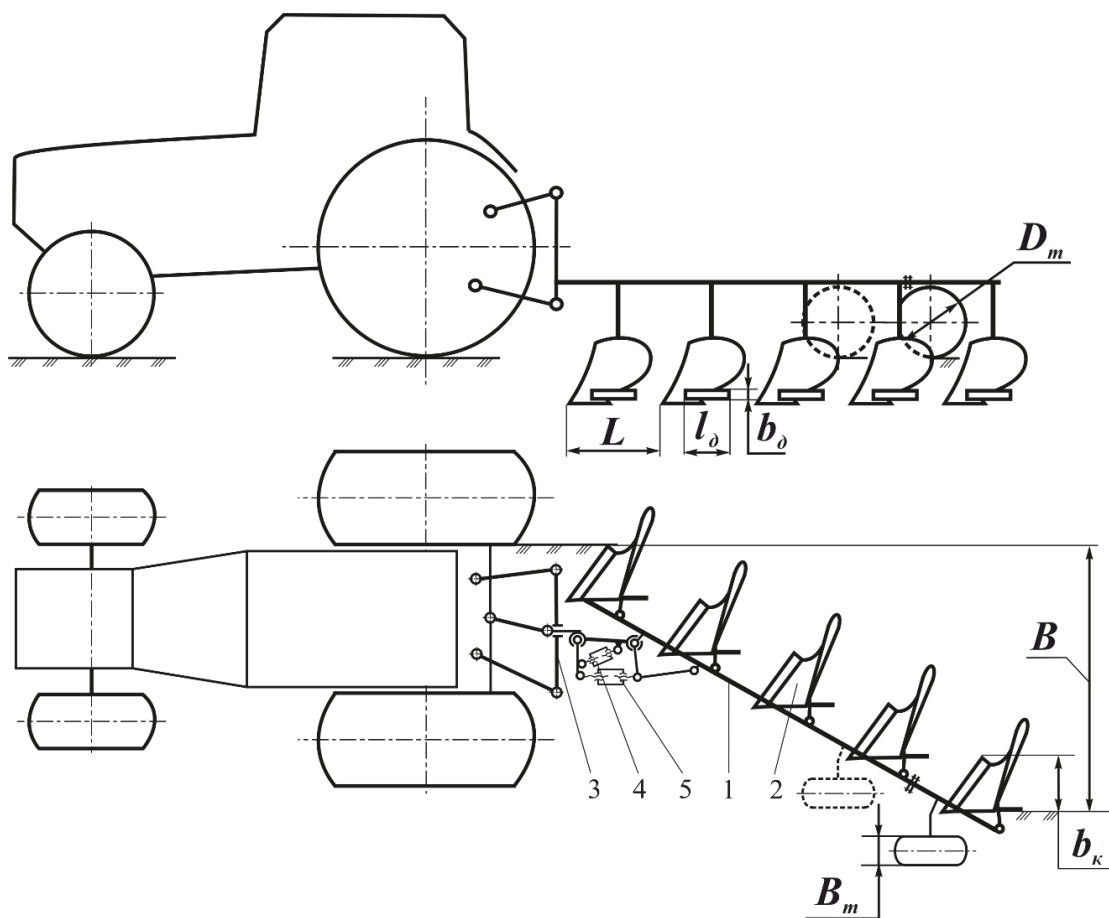
В первой главе диссертации «**Постановка задачи. Цели и задачи исследования**» проведены общие сведения о способах отвальной обработки полей в условиях республики и орудиях, осуществляющих их, краткий анализ конструкций плугов общего назначения, анализ научно-исследовательских работ по обоснованию параметров технических средств, применяемых при основной обработке почв, и на их основе сформулированы задачи исследования.

В последние годы в нашей республике наряду с двухъярусными плугами широко применяются плуги общего назначения. Но эти плуги импортируются из-за рубежа и они не в полной мере отвечают требованиям, предъявляемым вспашке почвы в условиях нашей республики. Кроме того, высокая их цена приводит к увеличению себестоимости выращиваемой сельскохозяйственной культуры. Поэтому разработка и обоснование параметров модульных плугов общего назначения к энергонасыщенным колесным тракторам, применяемых

широко в республике является актуальной задачей, требующей проведения специальных исследований.

В третьей главе «Теоретическое обоснование параметров модульного плуга» приведены результаты теоретических исследований по разработке конструктивной схемы модульного плуга, агрегируемого с энергонасыщенными колесными пахотными тракторами и обоснованию его параметров.

На основе анализа проведенных научно-исследовательских работ модульный плуг, агрегируемый с энергонасыщенными колесными тракторами, состоит из рамы, навесного устройства, корпусов, механизма регулировки ширины захвата первого корпуса, а также устройства для изменения направления линии тяги и основными параметрами (рис.1) его, влияющие на энергетические и агротехнические показатели работы являются следующие: B – ширина захвата плуга, м; b_k – ширина захвата корпуса плуга, м; l_d – длина полевой доски, м; b_d – ширина полевой доски, м; L – продольное расстояние между корпусами, м; B_m – ширина обода опорного колеса, м; D_m – диаметр опорного колеса, м.



1-рама; 2-корпус; 3-навесное устройство; 4-механизм регулировки ширины захвата первого корпуса; 5-винт для изменения направления линии тяги

Рис.1. Конструктивная схема и параметры модульного плуга, агрегируемого с энергонасыщенными колесными пахотными тракторами

Ширина захвата плуга определена из следующего выражения:

$$B = \eta P / (\kappa a_{\max}), \quad (1)$$

где η – коэффициент использования тягового усилия трактора; P – номинальное тяговое усилие трактора, Н; κ – удельное сопротивление почвы при вспашке, Па; a_{\max} – максимальная глубина обработки, м.

Ширина захвата корпуса плуга определена по следующему выражению:

$$b_{\kappa} < \frac{a \cos \beta_{\kappa}}{\cos \frac{1}{2}(\alpha_{\kappa} + \varphi_1 + \varphi_2)}, \quad (2)$$

где β_{κ} – угол установки лезвия лемеха корпуса относительно стенки борозды, градус; α_{κ} – угол установки лемеха относительно дна борозды, градус; φ_1 – угол трения почвы о металл, градус; φ_2 – угол трения почвы о почву, градус.

В настоящее время в нашей республике применяются энергонасыщенные тракторы, относящиеся по тяговому усилию 4-5 классу с номинальным тяговым усилием 40-50 кН. Учитывая это и принимая $\eta = 0,9$; $\kappa = 65$ кПа, $a_{\max} = 35$ см, $\beta_{\kappa} = 40^{\circ}$, $\alpha_{\kappa} = 30^{\circ}$, $\varphi_1 = 30^{\circ}$ и $\varphi_2 = 40^{\circ}$ по выражениям (1) и (2), получим, что для использования плуги с энергонасыщенными тракторами, существующими в республике они должны быть четырех-пятью корпусными, т.е. модульными, с шириной захвата каждого корпуса по 40 см.

Продольное расстояние между корпусами плуга определено из условия, чтобы зона деформации обрабатываемого пласта не доходила до конструктивных элементов впереди расположенного корпуса и получено следующее выражение (рис.2):

$$L_1 \geq l_{нв} + l_{нд} + b_{\kappa} \operatorname{ctg} \delta, \quad (3)$$

где $l_{нв}$ – вылет полевого обреза лемешно-отвальной поверхности корпуса, м; $l_{нд}$ – длина части полевой доски корпуса, выступающая назад за отвал, м; δ – угол раскалывания пласта в горизонтальной плоскости, градус.

Выполненные расчеты по выражению (3) при $l_{нв}=35$ см; $l_{нд}=15$ см; $a=35$ см; $b_{\kappa}=40$ см и $\delta=50^{\circ}$ показали, что продольное

расстояние между корпусами плуга общего назначения должно быть не менее 88 см.

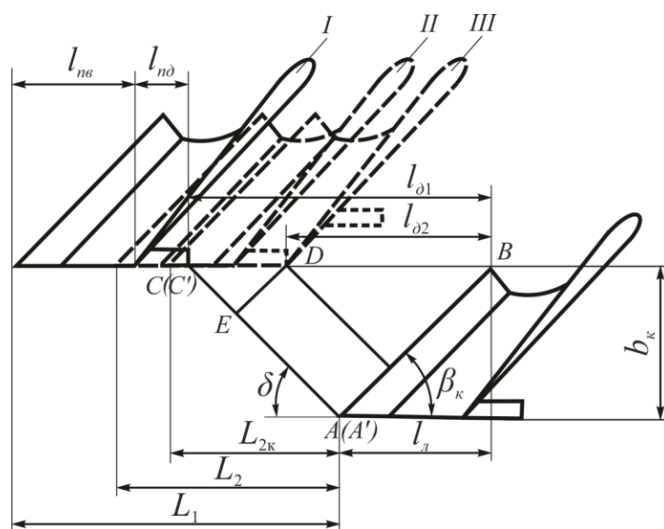


Рис.2. Схема к определению продольного расстояния между корпусами плуга

Высота и длина полевой доски корпуса плуга определены по условию, чтобы в процессе работы он работал без бочения, т.е. без бокового заноса из следующих выражений:

$$b_{\partial} \geq \frac{2}{3} a \quad (4)$$

и

$$l_{\partial} \geq 3 \left\{ \left\{ \chi T t_l \frac{1}{\sin \beta_{\kappa}} + \tau b_{\kappa} \left[\sin \frac{1}{2} (\alpha_{\kappa} + \varphi_1 + \varphi_2) + \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. + f \cos \frac{1}{2} (\alpha_{\kappa} - \varphi_1 - \varphi_2) \cos \alpha_{\kappa} \right] \frac{1}{2 \cos \beta_{\kappa} \sin \frac{1}{2} (\alpha_{\kappa} + \varphi_1 + \varphi_2)} + \right. \right. \\ \left. \left. + \rho a \frac{\sin (\alpha_1 + \varphi_1)}{\cos \varphi_1} \left[c g \frac{\cos^2 \alpha_{\kappa}}{\sin \beta_{\kappa}} + 2V^2 \sin \alpha_1 \cdot \sin \beta_{\kappa} \right] \right\} + \varepsilon a V^2 \right\} \times \\ \times \frac{\sin (\beta \pm \alpha)}{a[p] \sqrt{1 + f^2} \cos (\rho_1 \pm \alpha + \varphi_1) \cos \beta}, \quad (5)$$

где χ – коэффициент, учитывающий форму лезвия лемеха ($\chi=1$ для прямолинейного лезвия); T – твердость почвы, Па; t_l – толщина лезвия лемеха, м; τ – удельное сопротивление пласта почвы к сдвигу, Па; f – коэффициент трения почвы о полевую доску; ρ – плотность почвы, кг/м³; c – ширина рабочей поверхности лемеха, м; g – ускорение свободного падения, м/с²; V – скорость движения агрегата, м/с; ε – коэффициент, зависящий от формы рабочей поверхности отвала и физико-механических свойств почвы; $[p]$ – допустимое давление полевой доски к стенке борозды, Па; β – угол между скоростью движения агрегата и направлением силы R_{xy} , градус; α – угол между силой тяги плуга и направлением его движения, градус; ρ – угол установки полевой доски в горизонтальной плоскости относительно стенки борозды, градус.

Расчеты при $\chi = 1,0$, $T = 2 \cdot 10^6$ Па, $t_l = 0,001$ м, $\beta_{\kappa} = 40^{\circ}$, $\tau = 27,5 \cdot 10^3$ Па, $b_{\kappa} = 0,4$ м, $\alpha_{\kappa} = 30^{\circ}$, $\varphi_1 = 30^{\circ}$, $\varphi_2 = 40^{\circ}$, $\rho = 1400$ кг/м³, $a = 0,35$ м, $\alpha_1 = 20^{\circ}$, $c = 0,14$ м, $g = 9,81$ м/с², $f = 0,5$, $\varepsilon = 1500$ Н с²/м⁴, $\beta = 20^{\circ}$, $\alpha = 10^{\circ}$ и $\rho = 3^{\circ}$ по выражениям (4) и (5) показали, что при ширине захвата корпусов 40 см и глубине вспашки 35 см, ширина полевой доски плуга должна быть 25 см, а длина не менее 46 см.

Для равномерного хода плуга по глубине вспашки согласно схеме, приведенной на рис. 3, должно быть выполнено следующее условие:

$$mgl_1 > R_{xz}l_2 + F_x l_3, \quad (6)$$

где m – масса плуга, кг; R_{XZ} – равнодействующая сил, действующих на рабочие (лемехо-отвальные) поверхности корпусов плуга в продольно-вертикальной плоскости, Н; F_X – сила трения полевых досок о стенку борозды, Н; l_1, l_2, l_3 – плечи сил механизма навески трактора относительно центра мгновенного вращения, м.

При выполнении условия (6) глубина вспашки изменяется в основном за счет изменения глубины погружения опорного колеса в почву, и ее равномерность обеспечивается при выполнении следующего условия:

$$h_0 < \Delta h, \quad (7)$$

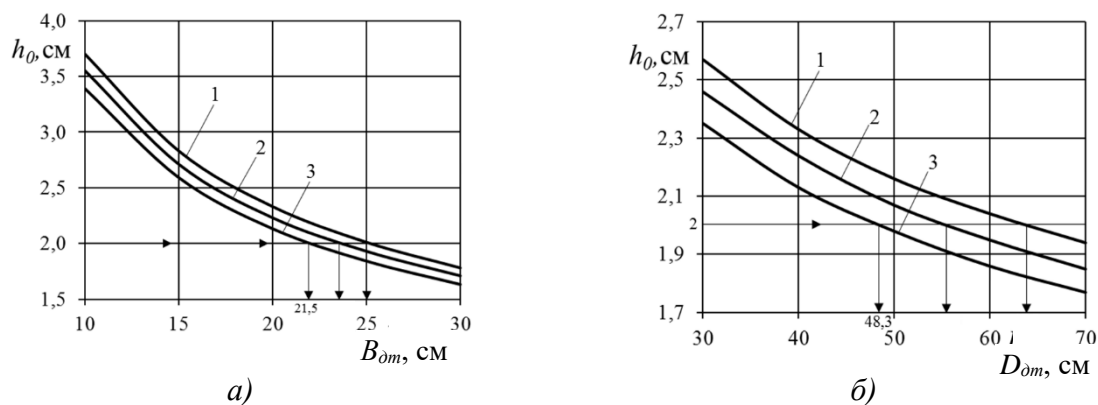
где h_0 – глубина погружения опорного колеса в почву, м; Δh – допустимая величина неровностей глубины вспашки, м.

Для определения h_0 получено следующее выражение:

$$h_0 = \sqrt[3]{\frac{9(mgl_1 - R_{XZ}l_2 - F_Xl_3)^2}{4[q_0(1 + kV^2)]^2 B_\kappa^2 D(l_4 + \mu l_5)^2}}, \quad (8)$$

где l_4 – продольное расстояние от опорного колеса до мгновенного центра вращения плуга, м; l_5 – вертикальное расстояние между центром вращения опорного колеса и нижней точкой присоединения навесного устройства плуга, м; μ – коэффициент качения опорного колеса плуга.

Как показывают графики, приведенные на рис.4, при увеличении диаметра и ширины опорного колеса значение h_0 уменьшается, а значит, улучшается равномерность глубины вспашки.



1, 2, 3 – соответственно при 6, 7 и 8 км/ч

Рис.4. Графики изменения глубины (h_0) погружения опорного колеса плуга в почву в зависимости от ширины (а) и диаметра (б) его обода при различных скоростях движения

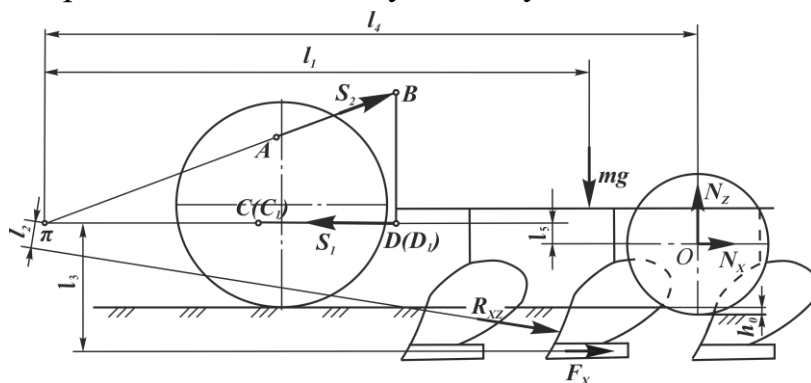


Рис.3. Схема сил, действующих на плуг в продольно-вертикальной плоскости

В соответствии с действующими агротехническими требованиями $\Delta h = 2$ см. Для того чтобы глубина погружения опорного колеса плуга не превышал этой величины, по данным на рис. 4 ширина обода опорного колеса при скоростях движения 6-8 км/ч должна быть 21,5 см, а диаметр – не менее 48,3 см.

Тяговое сопротивление корпуса плуга было определено по следующему выражению:

$$R_k = b_k \left\{ \left\{ K_1 T t_n \frac{1}{\sin \beta_k} + \tau b_k \cdot \left[\sin \frac{1}{2} (\alpha_k + \varphi_1 + \varphi_2) + f \cos \frac{1}{2} (\alpha_k - \varphi_1 - \varphi_2) \cos \alpha_k \right] \times \right. \right. \\ \times \frac{1}{2 \cos \beta_k \sin \frac{1}{2} (\alpha_k + \varphi_1 + \varphi_2)} + \rho a \frac{\sin(\alpha_1 + \varphi_1)}{\cos \varphi_1} \left(c g \frac{\cos^2 \alpha_k}{\sin \beta_k} + 2V^2 \sin \alpha_1 \sin \beta_k \right) \left. \right\} + \\ + \varepsilon a b_k V^2 \left. \right\} \times \left[1 + \frac{\sin(\beta \pm \alpha) \cos \rho}{\sqrt{1 + f^2} \cos(\rho \pm \alpha + \varphi_1) \cos \beta} \right]. \quad (9)$$

Расчеты по этому выражению при $b_k=40$ см, $K_1 = 1,0$, $T=2 \cdot 10^6$ Па, $t_n=0,001$ м, $\beta_k=40^\circ$, $\tau = 35,0 \cdot 10^3$ Па, $\alpha_k = 30^\circ$, $\varphi_1 = 30^\circ$, $\varphi_2 = 40^\circ$, $\rho = 1400$ кг/м³, $a=0,35$ см, $c=0,14$ м, $f=0,5$, $\varepsilon=1500$ Н·с²/м⁴ показали, что тяговое сопротивление корпуса при скоростях движения 6-8 км/ч составляет 9,69-10,41 кН.

В третьей главе диссертации «**Методы и результаты экспериментальных исследований**» приведены результаты проведенных экспериментальных исследований по обоснованию оптимальных значений параметров разработанного модульного плуга.

В экспериментальных исследованиях были изучены влияния типа корпуса плуга, длины полевой доски, продольного расстояния между корпусами, ширины захвата корпуса, а также рабочей скорости на глубину обработки, качество крошения почвы, полноту и глубину заделки растительных остатков, и удельное сопротивление корпуса. Эксперименты по определению показателей работы модульного плуга проводились на полях, освободившихся от зерновых культур и кукурузы.

В горизонтах 0-10, 10-20, 20-30 и 30-40 см влажность почвы перед проведением экспериментов составляла соответственно 11,9; 15,3; 16,8 и 14,7%, плотность – 1,19; 1,28; 1,36 и 1,29 г/см³, а твердость – 0,63; 1,82; 2,88 и 1,78 МПа.

По результатам проведенных испытаний по основным показателям работы корпус ПОМ 01.000 дал хорошие результаты, т.е. глубина и полнота заделки растительных остатков корпусом ПОМ 01.000 по сравнению с корпусами К 30 R были соответственно на 4-5 см и на 12-15% больше, а удельное тяговое сопротивление меньше на 6-13%.

Исходя из вышеизложенного, корпус ПОТ 01.000 был рекомендован для установки на модульный плуг, и дальнейшие исследования были проведены с использованием этого корпуса.

Как видно, из приведенных в таблицах данных, изменение продольного расстояния между корпусом от 700 до 900 мм привело к повышению глубины и полноты заделки растительных остатков, улучшению качества крошения почвы и снижению удельного тягового сопротивления корпуса. При дальнейшем увеличении продольного расстояния до 1100 мм эти показатели практически не изменились. Это можно объяснить тем, что при продольном расстоянии менее 900 мм не обеспечивается свободный проход пласта почвы между корпусами и, в результате нарушается технологический процесс работы плуга и происходит ее забой.

Влияние продольного расстояния между корпусами на агротехнические и энергетические показатели плуга

а) степень крошения почвы и удельное тяговое сопротивление плуга

Продольное расстояние между корпусами, мм	Следующие размеры (мм) фракции почвы, %			Тяговое сопротивление плуга, кПа
	>100	100-50	<50	
$V = 8$ км/соат				
700	11,2	14,7	74,1	86,6
800	10,7	11,4	77,9	72,5
900	9,4	11,5	79,1	70,8
1000	9,5	11,8	78,7	71,7
1100	10,2	11,0	78,8	71,3

б) полнота и глубина заделки растительных остатков, а также глубина вспашки

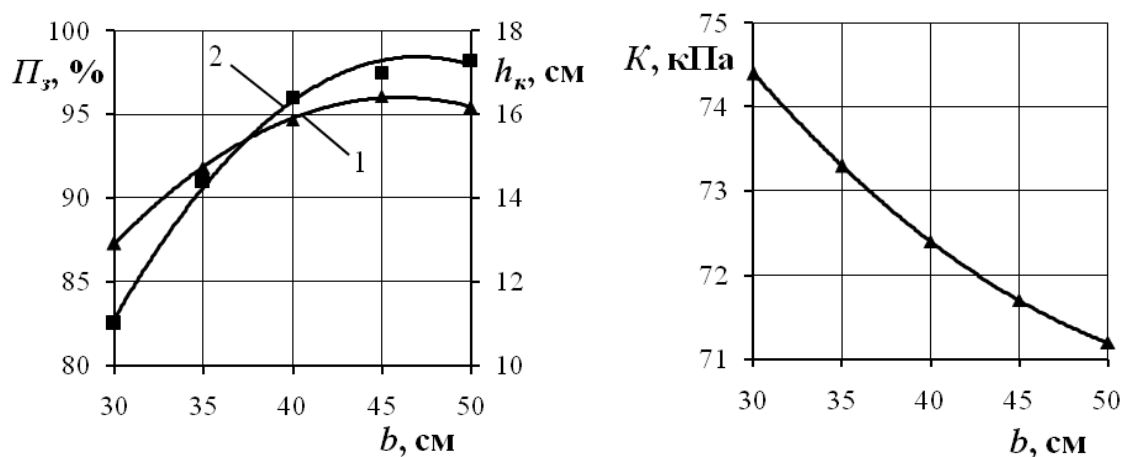
Продольное расстояние между корпусами, мм	Заделка растительных остатков		Глубина вспашки, см
	полнота, %	глубина, см	
$V = 8$ км/соат			
700	84,8	11,3	34,7
800	91,0	14,7	34,4
900	96,1	17,4	35,1
1000	96,1	17,0	34,7
1100	95,8	16,1	34,8

Изменение продольного расстояния между корпусами от 700 до 1100 мм на глубину обработки и ее равномерность влияние не оказывало.

В заключении можно сделать вывод, что агротехнические и энергетические показатели плуга зависят от продольного расстояния между его корпусами, и это расстояние должно быть не менее 900 мм для обеспечения высокого качества работы при меньших затратах энергии не нарушая технологического процесса.

Как показывают графические зависимости, приведенные на рис. 5, при увеличении ширины захвата корпуса от 30 до 50 см глубина заделки растительных остатков увеличивается на 7,3 см, а полнота заделки на 8,1%. Это объясняется увеличением отношения ширины захвата корпуса к глубине обработки, что в свою очередь, приводит к улучшению оборота пласта почвы, обрабатываемого корпусом.

Однако, как показали эксперименты увеличение ширины захвата корпуса от 30 до 50 см приводит к ухудшению качества крошения почвы. При этом фракции размером менее 50 мм уменьшились на 4,4%.



1 – полнота заделки; 2 – глубина заделки

Рис.5. Влияние ширины захвата корпуса на полноту (P_z) и глубину (h_k) заделки растительных остатков и удельное тяговое сопротивление (K)

Изменение ширины захвата корпуса от 30 до 50 см привело к снижению его удельного сопротивления на 5,6%.

По данным, приведенным на рис.5, для того, чтобы глубина и полнота заделки растительных остатков была на требуемом уровне, а удельное тяговое сопротивление – минимальным, ширина захвата корпуса должна быть 40 см.

Графические зависимости, приведенные на рис. 6, показывают, что с увеличением длины полевых досок действительная ширина захвата плуга уменьшалась, а при $l_d = 400-500$ мм она была равной конструктивной ширине захвата. При длине полевой доски меньше 400 мм, из-за не достаточной его опорной поверхности плуг работал бочением и связи с этим действительная ширина захвата превышал конструктивную ширину его захвата.

Увеличение длины полевых досок корпусов привело к улучшению равномерности ширины захвата плуга, т. е. ее среднее квадратическое отклонение

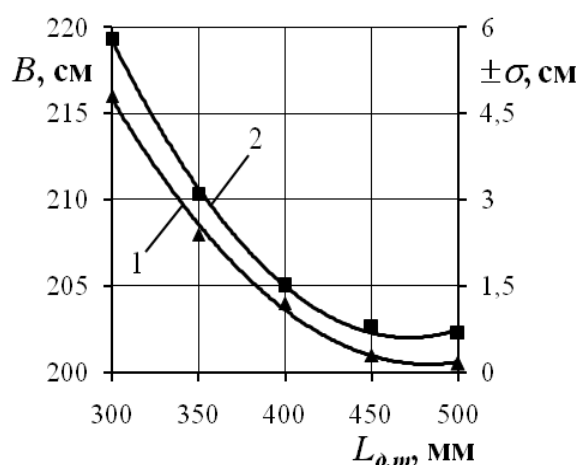


Рис.6. График изменения ширины захвата плуга (1) и его среднее квадратического отклонения (2) в зависимости от длины полевых досок

уменьшилось. При увеличении их длины от 300 до 400 мм среднее квадратическое отклонение ширины захвата плуга уменьшилось ускоренными темпами от 5,1 до 1,1 см, затем при увеличении длины полевых досок до 500 мм оно почти не изменилось.

Следовательно, для обеспечения действительной ширины захвата плуга равной конструктивной ширине захвата, а также его равномерного хода по этой ширине захвата, в корпуса должны быть установлены полевые доски длиной не менее 40 см.

С целью изучения совместного влияния параметров плуга на показатели его работы и определения их оптимальных значений были проведены многофакторные эксперименты по плану Хартли-3. При этом в качестве факторов, влияющих на процесс работы плуга, были выбраны следующие: продольное расстояние между корпусами (X_1), ширина захвата корпуса (X_2), а также скорость движения агрегата (X_3).

При проведении многофакторных экспериментов в качестве критериев оценки были приняты удельное тяговое сопротивление плуга и глубина заделки растительных остатков.

После обработки результатов экспериментов были получены следующие уравнения регрессии, адекватно описывающие критерии оценки:

- по удельному сопротивлению корпуса (кПа)

$$Y_1 = 71,451 - 1,250 X_1 - 3,117 X_2 + 2,033 X_3 + 2,628 X_1^2 - 1,642 X_1 X_2 + 0,842 X_1 X_3 + 5,078 X_2^2 + 1,295 X_3^2; \quad (11)$$

- по глубине заделки растительных остатков, см

$$Y_2 = + 17,063 + 1,111 X_1 + 1,850 X_2 + 0,217 X_3 - 2,658 X_1^2 + 0,367 X_1 X_2 - 0,533 X_1 X_3 - 1,441 X_2^2. \quad (12)$$

Анализ полученных уравнений регрессии показал, что все факторы оказывали существенное влияние на критерии оценки.

Уравнения регрессии решались совместно по программам MS Excel и Planex, из условий, чтобы критерий Y_1 имел минимальное значение и критерий Y_2 был не менее 15 см.

По полученным результатам при скоростях движения 6-8 км/ч для обеспечения требуемого качества обработки почвы с минимальными затратами энергии продольное расстояние между корпусами плуга должно быть в пределах 896-924 мм, а ширина захвата корпуса – 319-344 мм.

В четвертой главе диссертации **«Результаты сравнительных испытаний экспериментального плуга и экономическая эффективность от его применения»** приведены краткая техническая характеристика разработанного экспериментального образца модульного плуга, результаты полевых испытаний и его экономическая эффективность.

При испытаниях разработанный модульный плуг надежно выполнил заданный технологический процесс и показатели его работы полностью соответствовали предъявляемым требованиям.

Проведенные расчеты показали, что при применении разработанного модульного плуга производительность повышается в 1,05 раза по сравнению с

существующим плугом DAM.GP-4+4·16-4+1, затраты труда снижаются на 5,4%, а эксплуатационные расходы 1 гектар площади снижаются на 10,7 %. При этом годовой экономический эффект на один плуг составляет 18207129,36 сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе результатов проведенных исследований по диссертации доктора философии (PhD) на тему «Обоснование типа и параметров корпуса для модульного плуга» были представлены следующие выводы:

1. Изучение состояния и тенденций развития конструкций технических средств для основной обработки почвы, а также проведенных исследований по совершенствованию технологического процесса их работы показали, что разработка модульных плугов к энергонасыщенным тракторам, используемым широко в настоящее время в республике и обоснование его параметров позволяет повысить качество работы и производительность труда при вспашке полей, а также снизить затраты энергии.

2. Применение модульного плуга общего назначения с четырьмя-пятью корпусами, шириной захвата 40 см позволяет использовать энергонасыщенные колесные тракторы, используемые в настоящее время в республике, с полной нагрузкой и достичь высокую производительность.

3. При продольном расстоянии между корпусами плуга в пределах 89-93 см исключается забивание пластов между ними и заделку растительных остатков на необходимую глубину (не менее 15 см) с минимальными затратами энергии.

4. При высоте и длине полевых досок соответственно 20 и 40 см создается возможность прямолинейного и устойчивого движения его в горизонтальной плоскости.

5. При ширине опорного колеса плуга менее 21,5 см и диаметре 48,3 см создается возможность обеспечения требуемой равномерности глубины вспашки.

6. При скоростях движения 6-8 км/ч тяговое сопротивление корпуса плуга составляет 9,69-10,41 кН.

7. Оборудование предлагаемого модульного плуга с корпусами ПОТ 01.000 позволяет обеспечить глубокую и полную заделку растительных остатков, качественное крошение почвы, а также снизить затраты энергии на вспашку полей.

8. Применение разработанного модульного плуга по сравнению с существующим плугом дает возможность снизить трудовые затраты на 5,4 % и эксплуатационные расходы на 10,7%, за счет этого годовой экономический эффект на один плуг составляет 18207129,36 сум.

**SCIENTIFIC COUNCIL TO AWARDING OF THE SCIENTIFIC
DEGREES PhD. 05/13.05.2020.T.112.01 AT THE SCIENTIFIC-RESEARCH
INSTITUTE OF AGRICULTURE MECHANIZATION**

**SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE
MECHANIZATION**

MAKHMUDOV RAFIKJON YUSUPOVICH

**JUSTIFICATION OF THE TYPE AND PARAMETERS OF THE
HOUSING FOR A MODULAR PLOW**

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

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

Gulbahor – 2021

The theme of the doctoral of philosophy (PhD) dissertation is registered in the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under No. B2021.2.PhD/T1467.

The dissertation was carried out at the Scientific Research Institute of Agriculture Mechanization.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific council (www.uzmei.uz) and at the Information and educational portal «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Scientific supervisor:

Baymetov Rustam Isaevich
doctor of technical science, professor

Official opponents:

Imomkulov Kutbiddin Bokijonovich
doctor of technical science, s.s.e

Abduvahobov Dishod Abduvohidovich
PhD of technical science, docent

Leading organization:


**Center for Certification and Testing of
Agricultural Machinery and Technologies**


The defense of the dissertation will be held at 15⁰⁰ on «3» november 2021 year at the scientific council meeting No.PhD.05/13.05.2020.T.112.01 at the Scientific Research Institute of Agriculture Mechanization (at the address: 41, Samarkand st., Gulbahor urban village, Yangiyul district, Tashkent region 110801. Tel: (+99870) 601-07-04; Fax: (+99870) 601-07-04, e-mail: qabulxona@uzmei.uz).


The dissertation is available at the Information-resource center of the Scientific Research Institute of Agriculture Mechanization (registration number 452). Address: 41, Samarkand st., Gulbahor urban village, Yangiyul district, Tashkent region 110801. Tel: (+99870) 601-07-04; Fax: (+99870) 601-07-04, e-mail: qabulxona@uzmei.uz).

The abstract from the thesis is distributed «15» october 2021.
(Mailing protocol No. 14 on october 14», 2021).




M.T. Toshboltaev
Chairman of the scientific council for awarding of
scientific degrees, doctor of technical sciences, professor


A.A. Ibragimov
Scientific secretary of scientific council awarding
scientific degrees, doctor of technical sciences, s.s.e.


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

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is to substantiate the parameters of a modular plow for energy-saturated arable tractors, which ensures the quality of work according to agrotechnical requirements with minimal energy costs.

The object of research is a modular plow, aggregated with energy-saturated tractors, as well as its working bodies.

The scientific novelty of the research is as follows:

the design scheme of a modular plow aggregated with energy-saturated wheeled arable tractors has been developed taking into account changes in the number of housings installed on it, depending on the tractor traction force and soil properties;

the parameters of the modular plow are determined taking into account the properties of the soil, the degree of its crumbling not less than the permissible norm, the completeness and depth of embedding of plant residues, as well as the minimality of traction resistance;

the diameter and width of the rim of the support wheel of the modular plow are justified taking into account that the unevenness of the plowing depth did not exceed the permissible limit;

the longitudinal distance between the modular plow hulls, the width of the hull and the speed of the unit were determined by jointly solving regression equations that assess the impact on the agrotechnical and energy performance of its operation.

Implementation of the research result. Based on the results obtained to substantiate the type and parameters of the housing for a modular plow:

a modular plow, aggregated with energy-saturated wheeled arable tractors, has been introduced into the farms of the Pakhtaabad district of the Andijan region (reference of the Ministry of Agriculture No.02/023-4558 of December 23, 2020). As a result, the completeness of sealing plant residues increased by 3.9%, and productivity – by 1.1-1.2 times;

the modular plow was introduced into the farms of the Izboskan district of the Andijan region (reference of the Ministry of Agriculture No.02/023-4558 of December 23, 2020). As a result, it is possible to reduce labor and operating costs when plowing each hectare of the field respectively by 6.3 and 15.5%;

to master the development of a modular plow aggregated with energy-saturated wheeled arable tractors, design documentation (technical specifications and drawings) were introduced into the design processes at BMKB-Agromash JSC (reference of the Ministry of Agriculture No.02/023-4558 of December 23, 2020). As a result, the possibility of manufacturing a modular plow aggregated with energy-saturated wheeled arable tractors has been created.

The structure and volume of the thesis. The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, list of references and appendices. The volume of the dissertation is 106 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I част; I part)

1. Тўхтақўзиев А., Махмудов Р.Ю. Обоснование ширины захвата корпуса плуга // Фарғона политехника институти илмий техника журнали. – Фарғона, 2002. - №2. – Б. 91-93. (05.00.00; №20).

2. Махмудов Р.Ю. Плуг параметрлари ва иш режимининг мақбул кийматларини асослаш // О'zbekiston qishloq xo'jaligi журнали. – Тошкент, 2014. – №8. – Б. 30. (05.00.00; №3).

3. Махмудов Р.Ю. Плуг корпуслари орасидаги бўйлама масофани аниқлаш // Agroilm. – Тошкент, 2014. Махсус сон. – Б. 65. (05.00.00; №3).

4. Tukhtakuziyev A., Makhmudov R. Justification for Plough Body Grip Width // IJARSET. International journal of advanced research in science, engineering and technology. – India, Volume 7, Issue 2, January 2020. – pp. 12766-12768. (05.00.00; №8).

5. Абдимоминов И., Махмудов Р.Ю. Плуг корпуслари орасидаги бўйлама масофани тадқиқ этиш // Фарғона политехника институти илмий-техник журнали. – Фарғона, 2020. Том 24, – №6. – Б. 249-252. (05.00.00; №20).

6. Тўхтақўзиев А., Расулжонов А.Р., Махмудов Р.Ю. Плуг ҳайдов чуқурлиги бўйича бир текис юришини тадқиқ этиш // Наманган муҳандислик-технология институти илмий техник журнали. – Наманган, 2020. – Б. 211-215. (05.00.00; №33).

II бўлим (II част; II part)

7. Махмудов Р.Ю. Умумий ишларга мўлжалланган плугнинг ўлчамларини асослаш бўйича экспериментал тадқиқотлар натижалари // Қишлоқ хўжалигида илғор технологиялар Андижон тажрибаси: Республика илмий амалий конференцияси. – Андижон, 2002. – Б. 84-88.

8. Тўхтақўзиев А., Хушвақтов Б., Махмудов Р.Ю. Теоретические передпосылка к обоснованию параметров плуга общего назначения // Қишлоқ хўжалигида илғор технологиялар Андижон тажрибаси: Республика илмий амалий конференцияси. – Андижон, 2002. – Б. 80-84.

9. Абдуллаев Д., Махмудов Р.Ю. Корпус камров кенглигини унинг иш кўрсаткичларига таъсири // Қишлоқ хўжалик маҳсулотлари етиштириш ва қайта ишлаш ҳажмини кўпайтиришнинг табиий экологик ташкилий ҳуқуқий техник-технологик ва ижтимоий-иқтисодий омиллари: Республика илмий-амалий анжумани. – Андижон, 2008. – Б. 243-245.

10. Абдуллаев Д., Махмудов Р.Ю. Корпуслар орасидаги бўйлама масофани плуг ишининг сифат ва энергетик кўрсаткичларига таъсири // Қишлоқ хўжалик маҳсулотлари етиштириш ва қайта ишлаш ҳажмини кўпайтиришнинг табиий экологик ташкилий ҳуқуқий техник-технологик ва ижтимоий-иқтисодий омиллари: Республика илмий-амалий анжумани. – Андижон, 2008. – Б. 241-243.

11. Абдуллаев Д., Хамракулов А., Махмудов Р.Ю. Турли вариантдаги плуг

корпусларини таққослов синовлари натижалари // Фаргона водийси тупрок иқлим шароитида қишлоқ хўжалигида янги ва хорижий техника ва технологиялардан самарали фойдаланиш: Республика илмий-техник конференцияси. – Андижон, 2009. – Б. 171-173.

12. Махмудов Р.Ю. Умумий ишларни бажаришга мулжалланган плугнинг параметрлари ва иш режимини макбуллаштириш // Фаргона водийси тупрок иқлим шароитида қишлоқ хўжалигида янги ва хорижий техника ва технологиялардан самарали фойдаланиш: Республика илмий-техник конференцияси. – Андижон, 2009. – Б. 173-175.

13. Махмудов Р.Ю., Абдумаликов У., Назиржонов И. Экспериментал тадқиқотларни ўтказиш шароитини ўрганиш // Қишлоқ хўжалигида экологик тоза маҳсулотлар етиштиришнинг ташкилий, ҳуқуқий ва ижтимоий-иқтисодий механизмларини такомиллаштириш: Республика илмий-амалий анжумани. – Андижон, 2014. – Б. 228-230.

14. Абдуллаев Д., Махмудов Р.Ю. Плуг корпуси қаршилигини аниқлаш // Қишлоқ хўжалигида экологик тоза маҳсулотлар етиштиришнинг ташкилий, ҳуқуқий ва ижтимоий-иқтисодий механизмларини такомиллаштириш: Республика илмий-амалий анжумани. – Андижон, 2014. – Б. 230-231.

15. Абдуллаев Д., Абдимоминов И., Махмудов Р.Ю. Дала тахтасини эгат девори билан ўзаро таъсирланиши // Conference on AGRICULTURE, REGIONAL INNOVATION AND INTERNATIONAL COOPERATION. – Samarkand, 2017. – Б. 285-287.

16. Абдуллаев Д., Махмудов Р.Ю. Влияние угла установки лемеха корпуса к стенке баразды на качество всташки и его тяговое сопротивление при работе его с недорезом пласта // Аграр сохани истиқболли ривожлантиришда ресурстежовчи инновацион технологиялардан самарали фойдаланиш: Халқаро илмий-техник анжумани. – Андижон, 2019. – Б. 103-106.

Босишга рухсат этилди: 13.10.2021 йил.
Бичими 60x45 1/8 «Times New Roman»
Гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи 2,75. Адади 70. Буюртма № 63.
ТТЕСИ босмаҳонасида чоп этилди.
Тошкент шаҳри, Шохжаҳон кўчаси, 5 уй.

