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

ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ

КАМБАРОВ БАХТИЁР АКБАРАЛИЕВИЧ

ТЎРТ ҒИЛДИРАКЛИ ЧОПИҚ ТРАКТОРИНИНГ МАНЁВРЧАНЛИГИ ВА ЎТУВЧАНЛИГИНИ ОШИРИШНИНГ ИЛМИЙ-ТЕХНИК АСОСЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

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

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc) ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Гулбаҳор – 2022

УЎК 631.372

Докторлик (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата докторской (DSc) диссертации

Contents of the Doctoral (DSc) Dissertation Abstract

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

ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ

КАМБАРОВ БАХТИЁР АКБАРАЛИЕВИЧ

ТЎРТ ҒИЛДИРАКЛИ ЧОПИҚ ТРАКТОРИНИНГ МАНЁВРЧАНЛИГИ ВА ЎТУВЧАНЛИГИНИ ОШИРИШНИНГ ИЛМИЙ-ТЕХНИК АСОСЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

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

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc) ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2022

Техника фанлари бўйича фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В 2021.4. DSc/Т376 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Қишлоқ хўжалигини механизациялаш илмий-тадқиқот институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.uzmei.uz) ва «Ziyonet» Ахборот таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:	**Ахметов Адилбек Агабекович,** техника фанлари доктори, профессор
Расмий оппонентлар:	**Ауезов Онгарбай Пирлешович,** техника фанлари доктори, профессор
	Мухитдинов Акмал Анварович, техника фанлари доктори, профессор
	Асқарходжаев Тўлқин Ишанович, техника фанлари доктори, профессор
Етакчи ташкилот:	**И.Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети**

Диссертация ҳимояси Қишлоқ хўжалигини механизациялаш илмий-тадқиқот институти ҳузуридаги PhD. 05/13.05.2020.Т.112.01 рақамли илмий кенгаш асосида тузилган фан доктори (DSc) илмий даражасини берувчи бир марталик илмий кенгашнинг 2022 йил «24» июн соат 15⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 110801, Тошкент 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 (460 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 110801, Тошкент вилояти, Янгийўл тумани, Гулбаҳор шаҳарчаси, Самарқанд кўчаси, 41-уй. Тел.: (+99870) 601-07-04.)

Диссертация автореферати 2022 йил «10» июн куни тарқатилди.
(2022 йил «10» июн даги 21 рақамли реестр баённомаси).

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

А.А.Ибрагимов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш котиби, т.ф.д., катта илмий ходим

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

КИРИШ (докторлик (DSc) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳон машинасозлигида универсал-чопиқ тракторлари базасидаги машина-трактор агрегат(МТА)ларининг иш кўрсаткичларини ошириш етакчи ўринни эгалламоқда. «Дунё миқёсида бугунги кунда чопиқталаб экинлардан ғўза 29,2 млн. гектар майдонда экилиб, ҳар йили 22,8 млн. тоннадан ортиқ пахта толаси[1] ва 183,3 млн. гектар майдондаги маккажўхоридан гектарига ўртача 49,0 центнердан[2] ҳосил олинишини» ҳисобга олсак, бундай баланд бўйли экинларни етиштиришда кенг қамровли қишлоқ хўжалик машиналари билан агрегатланадиган агротехник тирқиши баланд, манёврчанлиги ва ўтувчанлиги юқори тўрт ғилдиракли чопиқ тракторларини яратиш, ишлаб чиқариш ва жорий этиш зарурати пайдо бўлмоқда. Шу боис бундай илмий-техник муаммонинг ечимини топишга катта эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда ғўза ва бошқа баланд бўйли экинлар уруғларини экиш, ўсимликларни парваришлаш, қатор ораларига ишлов бериш, ҳосилни йиғиштириш каби тадбирларда фойдаланиш учун агротехник ўтувчанлиги ва манёврчанлиги юқори янги турдаги тўрт ғилдиракли чопиқ трактораларини яратишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Ушбу йўналишда, жумладан тўрт ғилдиракли чопиқ тракторлари учун баланд агротехник тирқишли портал турдаги олдинги ўқ ва етакчи кўприк ҳамда рул юритмаларининг конструкцияларини ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан ҳисобланади.

Республикамиз қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида ресурсларни тежаш, меҳнат ва энергия сарфини камайтириш, қишлоқ хўжалиги экинларини илғор технологиялар асосида етиштириш ва юқори унумли қишлоқ хўжалик машиналарини ишлаб чиқиш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2021 йил 24 апрелда тасдиқланган “Қишлоқ хўжалигининг устувор йўналишлари, глобал, минтақавий ва ҳудудий муаммоларнинг илмий ечимларини тадқиқ қилиш бўйича 2022-2026 йилларга мўлжалланган дастури”да[3] жумладан, “Ғилдиракларнинг кўндаланг базаси 60, 76 ва 90 см кенгликдаги ғўза қатор ораларига мос равишда ростланадиган тўрт ғилдиракли универсал чопиқ тракторининг тажриба нусхасини яратиш” белгилаб қўйилган. Бу илмий-муҳандислик топшириғини бажариш учун тўрт ғилдиракли чопиқ тракторининг манёврчанлиги ва ўтувчанлигини оширишнинг илмий-техник асосларини ишлаб чиқиш, уларни лойиҳалаш ва машинасозлик амалиётига жорий қилиш долзарб ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 23 октябрдаги ПФ-5853-сон «Ўзбекистон Республикаси қишлоқ хўжалигини

---

[1] http://cotcorp.gov.in/shares.aspx
[2] http://www.nue.okstate.edu/Crop_Information/World_Wheat_Production.htm
[3]Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2021 йил 24 апрелда тасдиқланган “Қишлоқ хўжалигининг устувор йўналишлари, глобал, минтақавий ва ҳудудий муаммоларнинг илмий ечимларини тадқиқ қилиш бўйича 2022-2026 йилларга мўлжалланган дастури.

ривожлантиришнинг 2020-2030 йилларга мўлжалланган стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида»ги Фармони, 2018 йил 10 майдаги 3712-сон «Қишлоқ хўжалигини ўз вақтида қишлоқ хўжалиги техникаси билан таъминлаш механизмларини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги 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 шарҳи. Ғилдиракли тракторларнинг конструкцияларини такомиллаштириш ва параметрларини асослаш, улар базасида тузилган МТАларнинг манёврчанлигини ошириш, барқарорлиги ва бошқарувчанлигини яхшилашга йўналтирилган кенг қамровли илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасалари, жумладан University of Arizona, (Tucson, USA), Cornell University (Ithaca, N.Y, U.S.A), Purdue University (Purdue, U.S.A), Kansas State University (Kansas, U.S.A), Nebraska University, Nebraska Tractor Test Laboratory (U.S.A), Hokkaido University (Japan), Seoul National University (Seoul, South Korea), China Agricultural Engineering University (Beijing, China), Harbin Agricultural Mechanization Institute (Harbin, China), Technical University (Berlin, Munchen, Germany), AFRC Institute of Engineering Research (Silsoe, Bedfordshire, United Kingdom), Academy of Agriculture (Wroclaw, Poland), Research Institute of Agricultural Machinery (Prague, Czechoslovakia), Белорусия миллий техника университети, Белорусия қишлоқ хўжалигини механизациялаш миллий академияси, Украина қишлоқ хўжалигини механизациялаш илмий-тадқиқот институти, Н.Э.Бауман номидаги Москва давлат техника университети, «МАМИ», Санкт-Петербург давлат аграр университети ва бошқаларда олиб борилмоқда.

Жаҳонда универсал чопиқ тракторларининг олдинги ўқи, етакчи кўприк ва рул юритмаларининг мақбул параметрларини асослашга оид олиб борилган илмий-тадқиқотларда тракторларнинг манёврчанлиги, ҳаракат барқарорлиги ва бошқарилувчанлик кўрсаткичлари ўрганилган (Nebraska Tractor Test Laboratory, Seoul National University, China Agricultural Engineering University, AFRC Institute of Engineering Research, Белорусия миллий техника университети, Н.Э.Бауман номидаги Москва давлат техника университети), олдинги кўприк рул юритмаларининг ихчамлаштирилган янги турлари, баланд клиренсли олдинги ўқ ва етакчи кўприкларнинг замонавий конструкциялари ишлаб чиқилган (Nebraska University, Purdue University, Munchen Technical University), олд ички ғилдиракларни 55-65° оралиқда бурилиши таъминланган (Nebraska University, Cornell University, China Agricultural Engineering University).

Дунё миқёсида илмий ҳажмдор универсал чопиқ тракторларни ишлаб чиқариш бўйича МТЗ, ВТЗ, ЛТЗ, John Deere, Claas, Case New-Holland, Fiat, Renault, Massey-Ferguson, YTO, Fendt, Deutz-Fahr, McCormick каби фирмалар етакчи ўринни эгаллайди.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Универсал-чопиқ тракторларининг рул юритмалари, олдинги ўқи ва етакчи кўприк конструкция ва параметрларини такомиллаштириш, уларнинг ўтувчанлик хосса ва кўрсаткичларини яхшилаш, агрегатларнинг манёврчанлиги, ҳаракат барқарорлиги ва бошқарувчанлигини ошириш, дала майдонида мақбул ҳаракатланиш усулларини танлаш бўйича хорижда Д.А.Чудаков, Е.В.Михайловский, С.А.Иофинов, В.А.Скотников, В.В.Гуськов, В.Ф.Коновалов, И.И.Трепененков, И.П.Полканов, Г.А.Смирнов, В.Ф.Платонов, В.И.Фортуна, J.Y.Wong, M.G.Bekker, I.Demšar, R.Bernik, J.Duhovnik, M.G.Yisa, H.Terao, K.T.Renius, M.A.Miller, B.L.Steward, M.L.Westphalen, T.Szakács, V.L.Schein, Z.Yu, Z.Zhao, H.Chen, L.A.Smith, R.L.Scharfer, R.E.Young, A.M.Sarhan, H.S.Al-Katary, M.N.El-Awady, Y.Zhang, R.L.Kushwaha, F.W.Bigsby, R.H.Macmillan, L.Victoria, J.Reimpell, Ўзбекистонда Е.Ф.Дворцов, Ю.Л.Колчинский, О.В.Лебедев, С.М.Бозоров, А.И.Кильдеев, С.М.Давшан, И.Марупов, Г.Г.Расулов, Е.М.Кабанова, Т.А.Якубов, Г.Я.Цай, С.В.Мальков, С.Н.Шафигуллин, Х.Х.Хайруллаев, В.П.Логачев, Д.И.Хошимов, И.С.Турсунов, А.А.Ахметов, Ш.А.Ахмедов ва бошқалар томонидан тадқиқотлар олиб борилган.

Бу тадқиқотларда 3К2, 4К2 ва 4К4 ғилдирак формулали чопиқ тракторларининг минимал бурилиш радиусини таъминлайдиган рул юритмаларининг кинематик схемалари, олдинги ўқи, етакчи кўприкларининг асосий параметрлари, уларга таъсир этаётган кучларни назарий ва тажрибавий усуллар орқали аниқлаш бўйича қимматли натижалар олинган. Аммо кенг қамровли қишлоқ хўжалик машиналари билан агрегатланадиган тўрт ғилдиракли (4К2 ва 4К4) пахтачилик чопиқ тракторларининг манёврчанлигини ошириш, шу мақсадда уларнинг баланд агротехник тирқишга эга портал турдаги олдинги ўқи, етакчи кўприги, рул юритмасини такомиллаштириш, тракторларнинг дала боши ва охирида бурилиш усулларини танлаш каби илмий-техник масалалар комплекс тарзда тадқиқ этилмаган ҳамда тизимли равишда ечилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Қишлоқ хўжалигини механизациялаш илмий-тадқиқот институти режасига киритилган КА-3-007 «Кенг қамровли машиналар билан ишлатиладиган 4К2 ва 4К4 универсал пахтачилик чопиқ тракторини манёврчанлик сифатларини ошириш мақсадида портал турдаги олд кўприги ва рул юритмасининг параметрларини илмий асослаш» (2012-2014 йй.), КХА-3-026-2015 «1,4-2,0 синфдаги тўрт ғилдиракли пахтачилик тракторига фаол, баланд клиренсли, портал турдаги олд кўприкнинг конструктив параметрларини ишлаб чиқиш ва 0,9 ва 0,6 m ғўза қатор ораларида унинг агротехнологик тавсифларини тадқиқ этиш» (2015-2017 йй.) мавзусидаги амалий ва ҚХИ-2-006-2016 «1,4 синфдаги тўрт ғилдиракли универсал пахтачилик чопиқ тракторига портал турдаги баланд клиренсли олд кўприкнинг саноат нусхаларини тайёрлаш ва ишлаб чиқаришга жорий этиш» (2016-2017 йй.) мавзусидаги инновация лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади кенг қамровли экиш ва чопиқ агрегатлари таркибида ишлатиладиган тўрт ғилдиракли чопиқ тракторининг манёврчанлиги ва ўтувчанлигини оширишнинг илмий-техник асосларини ишлаб чиқиш ва шу орқали уларнинг иш сифат кўрсаткичлари ҳамда самарадорлигини оширишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

тракторларнинг манёврчанлиги ва ўтувчанлигини ошириш ҳамда улар билан кенг қамровли машиналарни агрегатлаш масалаларини ечиш бўйича илгари бажарилган илмий-тадқиқот ишларини таҳлил этиш;

4К2 ва 4К4 ғилдирак формулали тракторларнинг ўтувчанлиги, турғунлиги ва манёврчанлигини таъминлайдиган портал турдаги олдинги ўқ, етакчи кўприк ва рул юритмалари ҳамда уларнинг бурилиш радиусига доир назарий изланишларни бажариш;

баланд агротирқишли портал турдаги олдинги ўқ ва етакчи кўприкка эга тўрт ғилдиракли (4К2 ва 4К4) тракторларнинг тажриба нусхаларини ишлаб чиқиш;

лаборатория-дала шароитида тажрибавий тракторларнинг манёврчанлигини ўрганиш, уларнинг кенг қамровли сеялка ва култиваторлар таркибида турли хил бурилиш усулларини амалга оширишини, берилган йўналиш бўйича барқарор ҳаракати, бошқарувчанлик сифатларини таъминлаш бўйича тадқиқотларни олиб бориш;

кенг қамровли машиналари билан агрегатланадиган тракторларнинг юриш қисмларига тушаётган тик юкланишларнинг меъёр талабларига мослигини баҳолаш;

баланд агротирқишли чопиқ тракторининг дала синовларини ўтказиш, бунда унинг ғўза қатор ораларига кира олиши, ниҳолларни шикастлаши, ҳосилни тўкиш даражаси каби сифат кўрсаткичларини мавжуд уч ғилдиракли (3К2) тракторники билан таққослаш;

тажрибавий ва мавжуд чопиқ тракторларининг технологик жараёнларни бажаришдаги агротехник, техник-эксплуатацион кўрсаткичлари ва иқтисодий самарадорлигини баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида кенг қамровли сеялка ва култиваторлар билан агрегатлана оладиган баланд агротехник тирқишли, 4К2 ва 4К4 ғилдирак формулали чопиқ тракторлари ва уларнинг таркибий қисмлари олинган.

Тадқиқотнинг предмети тракторнинг олдинги кўприги ҳамда рул юритмаларининг параметрлари ва техник–эксплуатацион кўрсаткичлари ҳамда улар орасидаги муносабатларни ифодаловчи математик моделлар ва аналитик боғланишлар, тракторнинг мақбул бурилиш усуллари, иш сифати ва унумидан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида назарий механика, олий математиканинг асосий қонунлари, математик статистика ва тензометрия усуллари ҳамда мавжуд меъёрий ҳужжатларда (ГОСТ 26025-83, ГОСТ 20915-2011, O'z Dst 3090:2016, ГОСТ 24096-80, ГОСТ 7057-2001, ГОСТ 7463-2003) белгиланган усуллардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

4К2 ва 4К4 ғилдирак формулали чопиқ тракторларининг баланд агротехникавий тирқишли портал турдаги олдинги ўқ ва етакчи кўприк конструкциялари тракторларнинг ғўза қатор ораларига мос тушиши ва етилган ўсимликларни минимал шикастланиш мезонлари асосида ишлаб чиқилган;

тўрт ғилдиракли чопиқ тракторининг манёврчанлик сифатлари йўналтирувчи ғилдираклар, олдинги ўқ ва етакчи кўприк ҳамда рул трапецияларининг параметрларига боғлиқ равишда аниқланган ва баҳоланган;

тўрт ғилдиракли чопиқ трактори базасида тузилган кенг қамровли МТАнинг энг кичик бурилиш радиуси унинг қайрилиш жараёнларини ифодаловчи аналитик боғланишлар ёрдамида топилган;

баланд агротирқишли чопиқ тракторига ўрнатилган шиналарнинг тури ва параметрлари тракторнинг агротехнологик ва кинематик кўрсаткичларига боғлиқ ҳолда ҳолда асосланган;

чопиқ тракторларининг кўндаланг статик турғунлик кўрсаткичлари унинг ғилдирак формулалари асосида аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

тўрт ғилдиракли чопиқ тракторларининг манёврчанлиги ва ўтувчанлигини ошириш мақсадида баланд клиренсли портал турдаги олдинги ўқ ва етакчи кўприк конструкциялари ишлаб чиқилган;

ишлаб чиқилган баланд агротехник тирқишли чопиқ трактори амалиётда қўлланилганда иш унумининг ортиши, меҳнат, энергия ва ресурс сарфларининг камайиши таъминланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги аналитик тадқиқотларни назарий механика ва олий математиканинг қонун ва қоидалари асосида бажарилганлиги, тажрибавий тадқиқотларни самарали усул ва воситалардан фойдаланиб ўтказилганлиги, уларда олинган натижаларнинг бир-бирига мослиги, таклиф ва тавсияларни амалиётга жорий этилганлиги, иш самарасини ваколатли ташкилотлар томонидан тасдиқланганлиги ҳамда баланд клиренсли портал турдаги олдинги ўқ ва етакчи кўприкли тракторлар (4К2 ва 4К4) синовларининг ижобий натижалари билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти портал турдаги олдинги ўқ, етакчи кўприк ва рул юритмасининг параметрларини йўналтирувчи олд ғилдираклар бурилиш бурчаги ва радусига боғлиқлик қонуниятларини очиб берувчи механик-математик моделлар ва аналитик боғлиқликлар олинганлиги ҳамда улардан чопиқ тракторларини такомиллаштиришга доир янги тадқиқотларни ўтказишда методик қўлланма сифатида фойдаланиш мумкинлиги билан изоҳланади.

Баланд агротирқишли олдинги ўқ ва етакчи кўприк билан жиҳозланган 4К2 ва 4К4 формулали чопиқ тракторларининг тажриба нусхаларини ясалганлиги, уларнинг ғўза қаторларига мос тушиши, кўчатларнинг шикастланиш даражасини камайиши, ҳаракат барқарорлиги, бошқарувчанлиги, экологик ва хавфсизлик талабларини бажарилиши ҳамда олти қаторли экиш ва култивациялаш агрегатларининг иш унумини тўрт қаторли аналогларга нисбатан 40-60 фоизгача ошганлиги тадқиқот натижаларининг амалий аҳамиятини белгилайди.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Кенг қамровли машиналар билан агрегатланадиган баланд агротехник тирқишли тўрт ғилдиракли чопиқ тракторларини ишлаб чиқиш бўйича олинган натижалар асосида:

чопиқ тракторларининг олдинги ўқ ва етакчи кўприкларининг янги техник ечимларига Интеллектуал мулк агентлигининг фойдали моделга патент(№FAP 00893, №FAP 00971, №FAP 01531)лари олинган. Натижада кенг қамровли машиналар билан агрегатланадиган, бандлик даражаси юқори 4К2 ва 4К4 ғилдирак формуласидаги истиқболли чопиқ тракторларининг манёврчанлиги, ўтувчанлиги ва барқарор ҳаракатини оширадиган агротехник тирқиши баланд олдинги ўқ ва етакчи кўприкнинг конструктив схемаларини ишлаб чиқиш имкони яратилган;

баланд агротехник тирқишли (4К2 ва 4К4) чопиқ тракторлари Янгийўл ва Қуйичирчиқ туманлари фермер хўжаликлари ва ҚХМИТИ тажриба хўжалиги далаларида жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2021 йил 28 августидаги 02/023-3564-сон маълумотномаси). Натижада ёнилғи сарфи 9 фоизга ва меҳнат сарфи 23,1 фоизга ҳамда тўғридан-тўғри эксплуатацион харажатлар 18,1 фоизга камайган;

4К4 ғилдирак формулали баланд агротехник тирқишга эга чопиқ трактори Қишлоқ хўжалиги техникаси ва технологияларини сертификатлаш ва синаш маркази (ҚТТСМ)да синовлардан ўтган (Ўзбекистон Республикаси Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2021 йил 28 августидаги 02/023-3564-сон маълумотномаси). Натижада тракторнинг кўндаланг турғунлигини меъёр талабларга мослиги ва қатор ораларидаги ниҳолларга зарар етказмасдан ишлов бераолиши исботланган;

баланд агротехник тирқишли олд ўқ ва етакчи кўприк ҳамда рул юритмаларининг лойиҳа-конструкторлик ҳужжатлари (техник топшириқлар ва чизмалар) ва ҳисоблаш усуллари «Тошкент қишлоқ хўжалиги техникаси заводи» АЖ ва «Қишлоқ хўжалиги машинасозлиги конструкторлик-технологик маркази» МЧЖда лойиҳалаш жараёнига жорий этилган («Трактор» Махсус конструкторлик бюросининг 2014 йил 24 декабрдаги

26-534-сон ва «Қишлоқ хўжалиги машинасозлиги конструкторлик-технологик маркази» МЧЖнинг 2020 йил 22 декабрдаги 405-сон маълумотномалари). Натижада тўрт ғилдиракли чопиқ тракторининг манёврчанлиги, ўтувчанлигини ва турғунлигини оширадиган баланд агротехник тирқишли олд ўқ ва етакчи кўприк ҳамда рул юритмаларини ишлаб чиқариш имкони яратилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 16 та халқаро ва 13 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 50 та илмий иш чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 14 та мақола, жумладан, 8 таси республика ва 6 таси хорижий журналларда нашр этилган. Янги илмий-техник ечимлар Ўзбекистон Республикасининг бешта патенти билан ҳимояланган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 196 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари, объекти ва предметлари тавсифланган, республика фан ва технологияси тараққиётининг устувор йўналишига 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 этилганлиги, ишнинг апробация натижалари, эълон қилинган ишлар ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

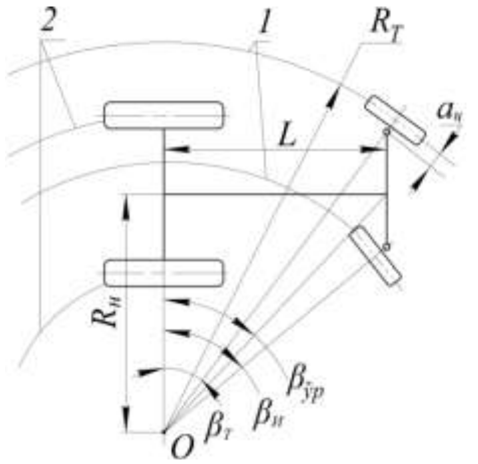
Диссертациянинг **«Муаммонинг қўйилиши ва тадқиқот вазифалари»** деб номланган биринчи бобида чопиқ тракторларининг манёврчанлиги, ўтувчанлиги, ҳаракат барқарорлиги ва бошқарувчанлиги, тўрт ғилдиракли портал турдаги олдинги ўқ ва етакчи кўприклар ҳамда рул юритмалари конструкциялари бўйича мамлакатимиз ҳамда хорижда олиб борилган илмий-тадқиқот ишлари таҳлил этилган ҳамда тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган.

Диссертациянинг **«Чопиқ тракторларининг манёврчанлиги, ўтувчанлиги ва турғунлигини ошириш бўйича назарий тадқиқотлар»** деб номланган иккинчи бобида тўрт ғилдиракли чопиқ тракторларининг олдинги ўқи ва етакчи кўприги ва рул юритмаларининг параметрларини асослаш ва улар асосида тузилган кенг қамровли экиш ва култивациялаш агрегатларининг манёврчанлик хоссаларига, шиналар ўлчамларининг ғилдирак юритмалари кинематик нисбатларига ва кўндаланг статик турғунлик кўрсаткичларига таъсирлари бўйича тадқиқот натижалари келтирилган.

Тўрт ғилдиракли трактор қайрилиш жараёнида дала майдонининг юзасида тўртта алоҳида-алоҳида из ҳосил қилади ва *O* нуқта атрофида бурилади (1-расм). Минимал радиусда қайрилиб олишга тракторнинг орқа етакчи ички ғилдирагини тормозлаш орқали эришиш мумкин. Олд йўналтирувчи ташқи ғилдиракнинг минимал бурилиш радиуси:

$$R_{T\min} = \frac{L}{\sin\beta_T} + a_ц \ (1);\ R_{T\min} = \sqrt{L^2 + \left(R_н + 0{,}5M\right)^2} + a_ц \ (2);\ R_н = L \cdot ctg\left(\beta_{ўр} - \delta_c\right), (3)$$

бунда L –тракторнинг бўйлама базаси, m; $a_ц=(B–M)/2$ – ғилдирак ўртасидан ўтказилган текислик билан бурилиш цапфасигача бўлган масофа, m; B–колея, m; M – буриш цапфалари валлари(шкворенлари)нинг ўқлари орасидаги масофа, m; $R_н$ – номинал бурилиш радиуси, m; δ_c – трактор олдинги ғилдиракларнинг ёнга сурилиш бурчаклари, °.



1-олд ва 2-орқа ғилдиракларнинг излари

1-расм. Тўрт ғилдиракли тракторнинг бурилиш схемаси

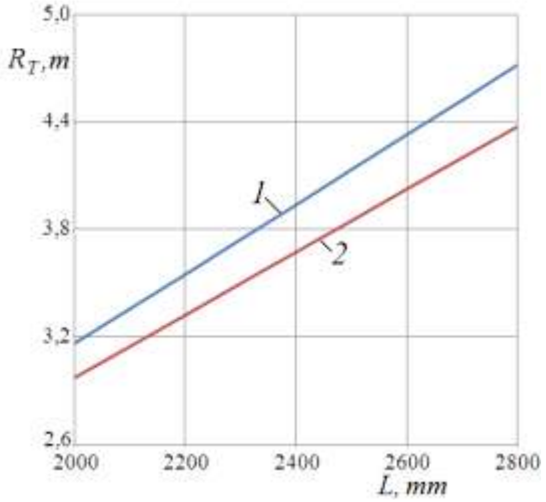
Тўрт ғилдиракли тракторнинг олд кўприк йўналтирувчи ички ғилдираги маълум бир $\beta_И$ бурчакка бурилганда ташқи ғилдирак мос равишда β_T бурчакка бурилади:

$$\beta_T^{наз.} = arcctg\,\frac{M + Lctg\beta_И}{L}. \quad (4)$$

(1), (2), (3) ва (4) ифодалар бўйича тўрт ғилдиракли тракторларнинг асосий параметр(L, B_1, M, $a_ц$) ларидан фойдаланиб, ташқи ғилдиракнинг бурилиш β_T бурчаклари ва бурилиш R_T радиусларининг назарий қийматларини аниқланади.

Кейс 4240X, Беларус 80.1 ва ТТЗ-810 тракторларининг синов натижалари ва техник тавсифлардан уларнинг олд йўналтирувчи кўприк ички ғилдирагининг бурилиш бурчаги $\beta_И$ мос равишда 55°; 40°12′ ва 41°30′ бўлганда (4) ифодага асосан ташқи ғилдиракнинг бурилиш бурчаги β_T мос равишда 36°24′; 29°44′ ва 30°13′ чиқади. (1), (2), (3) ифодаларга биноан олд йўналтирувчи ташқи ғилдиракнинг бурилиш радиус R_T лари тракторлар бўйича мос равишда: орқа етакчи ички ғилдирак тормозланмаганда 3,90 m, 5,19 m ва 4,89 m, тормозланган ҳолат учун эса 3,59 m, 4,70 m ва 4,44 m га тенг бўлади. Ҳисоблаш натижалари билан олд йўналтирувчи ички ғилдиракнинг бурилиш бурчаги $\beta_И$=55° деб қабул қилинди.

Мавжуд ТТЗ-810 (4К2) тракторининг бўйлама базаси L=2000–2800 mm ва колеясининг B=1200-2000 mm оралиқларида бурилиш радиуси R_{Tmin} ни олд йўналтирувчи ғилдиракларни бурилиш бурчакларига боғлиқлиги ўрганилди. Бунда $\beta_И$=55° ва $a_ц$=220 mm деб олиниб, R_{Tmin} нинг қийматлари (1)–(4) ифодалар бўйича аниқланди (2-расм).



Орқа етакчи ички ғилдирак:
1-томозланмаган,
2-тормозланган

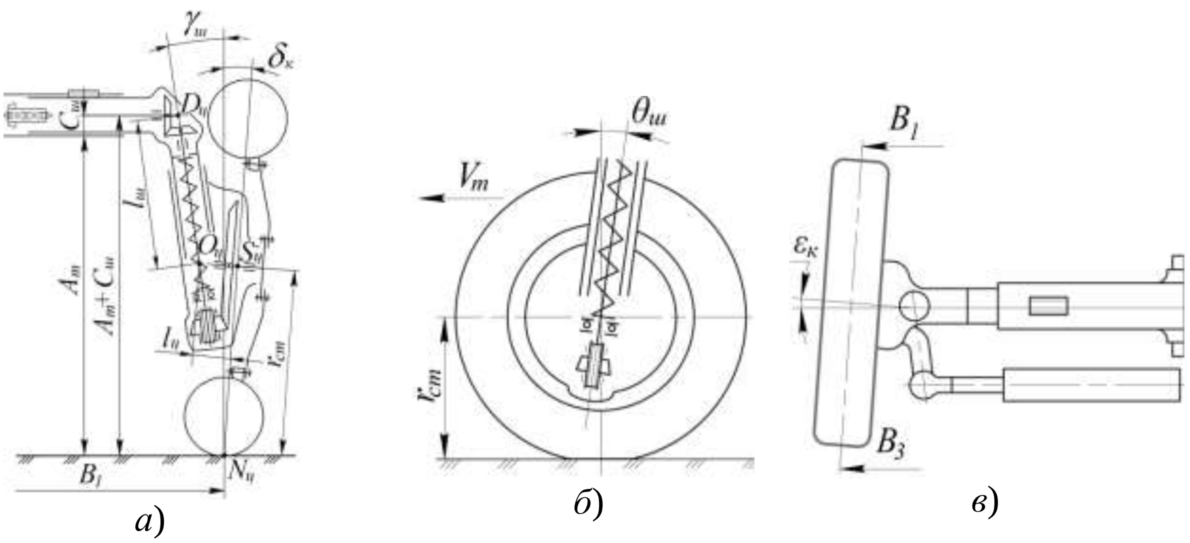
2-расм. Трактор ташқи ғилдирагининг бурилиш радиуси R_T ни унинг бўйлама базаси L га боғлиқ равишда ўзгариш графиклари

Трактор бўйлама базаси L=2000 mm бўлганда бурилиш радиуси R_{Tmin}: орқа етакчи ғилдирак тормозланмаганда – 3,19 м ва тормозланган ҳолат учун эса – 2,99 м. L=2800 mm бўйлама базага тўғри келувчи бурилиш радиуси R_{Tmin}: орқа етакчи ғилдирак тормозланмаганда – 4,72 м ва тормозланганда – 4,37 м. Аммо L=2800 mm бўлганда уни бўйлама габарити ортиб, тракторни манёврчанлиги камаяди ва қайрилиш майдони катталашади.

Тадқиқотлар ва синов натижаларига кўра тракторнинг турғунлигини таъминлаш учун $L=1{,}1L_{min}=1{,}1\cdot 2000=2200$ mm (бунда L_{min}–тракторнинг минимал бўйлама базаси, mm) бўлиши керак. Лекин ишчи машиналарни чопиқ тракторининг бўйлама базаси оралиғига жойлаштириш ва уни турғунлигини ошириш мақсадида бўйлама база L=2300-2500 mm, олд йўналтирувчи ички ва ташқи ғилдиракларининг максимал бурилиш бурчаклари мос равишда $\beta_{Иmax}$=55° ва β_{Tmax}=36°, минимал бурилиш радиуси R_{Tmin}<4,0 m бўлиши мақсадга мувофиқдир.

Кенг қамровли МТАнинг дала боши ва охирида комбинациялашган очиқ сиртмоқли ҳамда сиртмоқсиз ярим айлана бўйича қайрилиб олиши турларида агрегатнинг қайрилиш майдонининг эни $E_б$ =5,02 ва 4,75 m ва қайрилиш йўлининг узунлиги эса $l_б$=15,30 ва 16,70 m. Тракторнинг номинал бурилиш радиуси $R_н$=3,15 m, йўналтирувчи олд ташқи ғилдирак бўйича бурилиш радиуси эса R_T=4,75 ва 4,73 m.

Тўрт ғилдиракли трактор минимал бурилиш R_{Tmin} радиусининг қийматлари олд йўналтирувчи ғилдиракларининг ташқи β_T ва ички $\beta_И$ бурилиш бурчаклари, рул трапецияси ва буриш цапфалари шкворенларининг ўрнатиш бурчаклари ва параметрларига ҳамда бўйлама база ва ғилдираклар орасидаги колеяга боғлиқ бўлиб, экин қатор ораларидаги манёврчанликка сезиларли таъсир кўрсатади (3-расм).



3-расм. Тўрт ғилдиракли трактор йўналтирувчи ғилдираклари ўрнатилиш бурчакларининг схемаси

Тўрт ғилдиракли (4К2 ва 4К4) истиқболли чопиқ тракторларининг олд ўқи ва етакчи кўприги (3–5-расмлар) ҳамда рул юритмасининг параметрлари, яъни ғилдирак ва шкворенни тик текисликка нисбатан ён томонга оғиш бурчаги мос равишда $\delta_к$=3–4° ва $\gamma_ш$=7°, шкворен қувурининг бўйлама текисликка нисбатан оғиш бурчаги олдинга $\theta_ш$=3–4°, ғилдиракларни бир-бирига яқинлашиш бурчаги $\varepsilon_к$=2–3°, олд кўприк ғилдиракларининг яқинлашиш масофаси (B_3–B_1)=4–12 mm, йўналтирувчи ғилдиракнинг буриш цапфаси валини ўқига нисбатан айланиш елкаси a_e=0,5$b_ш$–(10–30) mm (бунда $b_ш$–шина профилининг эни), буриш ричагларини ўрнатилиш бурчаги $\varphi_р$=14–20° ва узунлиги $r_б$=(0,16–0,25) M_{min} бўлиши лозим.

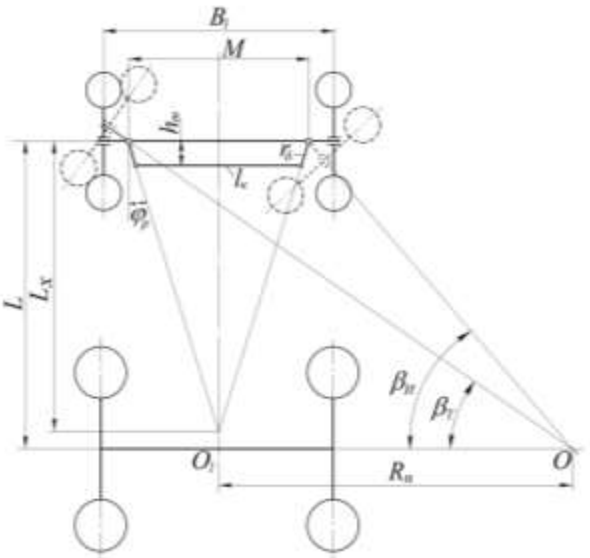
Чопиқ тракторларида рул юритмасининг параметрлари тўғри танланган ва ростланган бўлса, олд ғилдирак шиналарининг ён томонга сурилиши, шатаксираши камайиб манёврчанлик хусусиятлари ортади. Булар олд кўприк рул юритмасига ўрнатилган рул трапециясининг параметрлари $r_б$ ва $l_к$ ҳамда буриш ричагини ўрнатиш бурчаклари $\varphi_р$ нинг мақбул қийматларига боғлиқ (4-расм).

Ҳисобий схемаларга (4 ва 5-расмлар) биноан $\beta_T^{наз}$ ни олдинги кўприк параметрларига боғлиқлиги қуйидагича ёзилади:

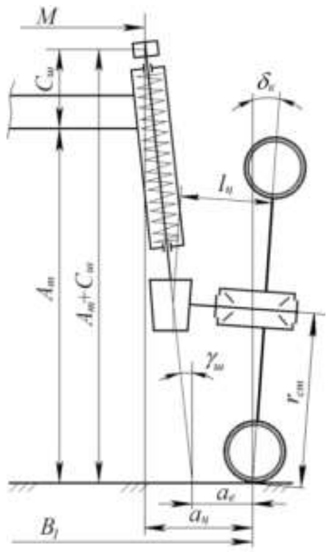
$$\beta_T^{наз.} = arcctg\frac{1}{L}\{B_1 - 2[l_ц(cos\delta_к - sin\delta_к tg\gamma_ш) - r_{ст}(sin\delta_к + cos\delta_к tg\gamma_ш) +$$

$$+ (A_т + C_ш)tg\gamma_ш] + Lctg\beta_И\}, \qquad (5)$$

бунда $l_ц$ – цапфанинг узунлиги, m; r_{cm} – йўналтирувчи ғилдиракнинг статик радиуси, m; $A_т$ – агротехник тирқиш, m; $C_ш$ – кўприкнинг таг қисмидан буриш ричагигача бўлган масофа, m; $\gamma_ш$ – буриш цапфаси шкворенининг тик текисликка нисбатан оғиш бурчаги, °; $\delta_к$ – ғилдиракни тик текисликка нисбатан оғиш бурчаги, °.



4-расм. Ғилдиракли тракторнинг бурилиш схемаси



5-расм. Чопиқ тракторининг олд кўпригидаги йўналтирувчи ғилдиракларни ўрнатилиш параметрлари

Йўналтирувчи ғилдиракларнинг ташқи β_T ва ички $\beta_И$ бурилиш бурчаклари ҳамда рул трапециясининг параметрлари орасида қуйидаги боғлиқлик ҳам мавжуд:

$$\beta_T = \varphi_p + arctg\,\frac{r_б cos(\varphi_p + \beta_И)}{M - r_б sin(\varphi_p + \beta_И)} -$$

$$- arcsin\,\frac{r_б + 2Msin\varphi_p - 2r_б sin^2\varphi_p - M\,sin(\varphi_p + \beta_И)}{\sqrt{M^2 + r_б^2 - 2Mr_б\,sin(\varphi_p + \beta_И)}}. \quad (6)$$

$\beta_T^{наз.}$ ва β_T бурчаклар орасидаги фарқ қанча кам бўлса, йўналтирувчи ғилдиракларнинг бурилиш жараёнидаги «ғилдиракларни тоза думаланиши» шунча юқори бўлади. Демак, рул трапециясининг мақбул параметрларига қуйидаги шарт тўғри келади:

$$\max_{0^o \le \beta_И \le \beta_{И\,max}} \left|\beta_T - \beta_T^{наз.}\right| \to min. \quad (7)$$

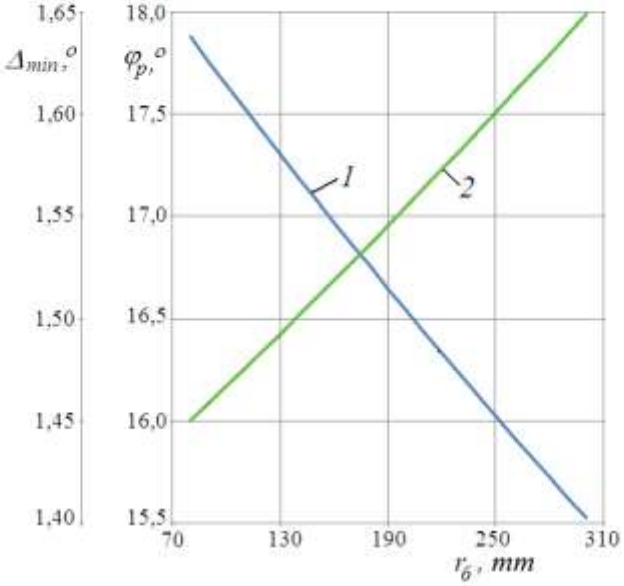
Тадқиқотчилар томонидан йўналтирувчи ғилдиракларнинг ўртача бурилиш бурчаги $\beta_{ўр.}$=5–8° бўлса, унинг ҳақиқий ҳамда назарий қийматлари орасидаги фарқ 2-3 фоиз ва $\beta_{ўр.}$=25–30° бурилганда хатолик тахминан 10 фоиздан ортиқ бўлмаган ҳолатлар рул трапециясини лойиҳалаш учун етарли бўлиши таъкидланган.

(7) шартдан фойдаланиш учун рул трапециясининг кинематикасини белгиловчи иккита асосий конструктив параметр – буриш ричагларининг ўрнатилиш бурчаклари φ_p ва узунликлари $r_б$ маълум бўлиши лозим. 4-расмда келтирилган схемадан фойдаланиб, буриш ричагининг ўрнатилиш бурчагини аниқлаймиз:

$$\varphi_p = arcctg\,\frac{2L_x}{M}, \quad (8)$$

бунда $L_x = \chi L$ – буриш ричаглари бўйлаб ўтказилган ўқ чизиқлар кесишган нуқтадан йўналтирувчи ғилдирак ўқигача бўлган бўйлама масофа, m.

Буриш ричаги узунлиги $r_б$ нинг 80–300 mm оралиқдаги ихтиёрий қийматлари учун унинг ўрнатиш бурчаги φ_p нинг 17°53–15°32′ оралиқдаги қийматлари шундай танланадики, бунда йўналтирувчи ташқи ғилдиракнинг ҳақиқий ҳамда назарий бурилиш бурчаклари орасидаги фарқ Δ_{min} =1°27′–1°39′ бўлиб, Δ_{min} =2° дан ошмайди. $r_б$ қийматларини ортиб бориши билан φ_p ни қийматлари камайиб, Δ_{min} нинг қийматлари ортиб боради (6-расм).



6-расм. φ_p (1) ва Δ_{min} (2) ларни қийматларининг буриш ричагининг узунлиги $r_б$ га боғлиқ равишда ўзгариши

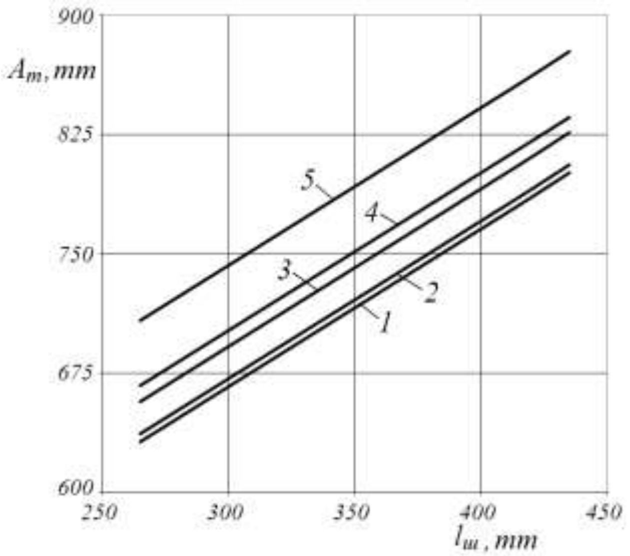
Тўрт ғилдиракли чопиқ тракторининг бўйлама базаси L=2205 mm ва колеяси 1200-2400 mm оралиғидаги ўлчамлари учун симметрик қирқилган рул трапециясининг параметрлари $r_б$=125 mm, r_e=150 mm, $s_ш$=–100 mm, δ_e=75° бўлиб M=886-2086 mm оралиғида ўрнатилганда кўндаланг тортқининг узунлигини $l_к$=416-963,0 mm диапазонда ростланади.

Ғўза тупларининг бўйи биологик етилган паллада 80-125 cm га етади. Уларга шикаст етказмасдан ишлов бериш учун чопиқ тракторларининг олдинги ва орқа кўприкларининг агротехник тирқишлари $A_т$=810±10 mm дан кам бўлмаслиги лозим.

Тўрт ғилдиракли тракторнинг буриш цапфаси тик вали (3-расм) узунлиги $l_ш$ нинг ҳар хил қийматларида ва турли хил ўлчамдаги шиналар учун агротехник тирқишни ифодаловчи қуйидаги боғлиқлик мавжуд:

$$A_т = \frac{l_ш}{\sqrt{tg^2\theta_ш + tg^2\gamma_ш + 1}} + l_ц sin\delta_к + r_{ст} cos\delta_к - C_ш . \qquad (9)$$

(9) ифода орқали тажрибавий олд кўприкнинг қуйидаги ўзгармас бўлган $\theta_ш$=3°, $\gamma_ш$=7°, $\delta_к$=3°30′, $l_ц$ =188 mm ва $C_ш$=65 mm параметрларида унга статик радиуси $r_{ст}$=425 mm бўлган 9,00R20 русумдаги шина ўрнатилганда ҳамда тик валнинг узунлиги $l_ш$=265–435 mm да унинг агротехник тирқиши $A_т$=633–802 mm оралиғида, $r_{ст}$=501 mm ли 11,2R24 шина ўрнатилганда ҳамда тик валнинг узунлиги $l_ш$=265–435 mm оралиқда ўзгарганда агротехник тирқишнинг қиймати $A_т$=709–878 mm бўлиши аниқланди (7-расм).



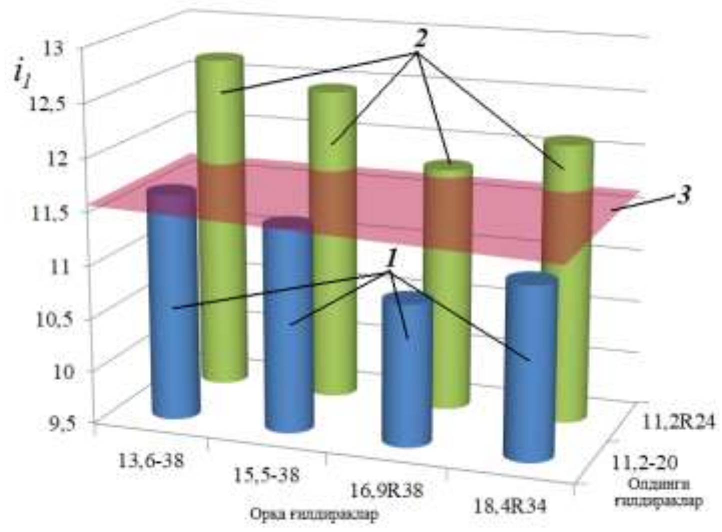
1–9,00R20; 2–9,00-20; 3–11,2R20; 4–11,2-20; 5–11,2R24

7-расм. Турли хил ўлчамдаги шиналарда олд етакчи кўприк остидаги агротехник тирқишни тик валнинг узунлигига боғлиқ равишда ўзгариш графиклари

90 cm кенгликдаги қатор оралари учун чопиқ трактори ғилдираклари шиналари профилининг эни 489 mm (19 дюйм) дан, 60 cm лик қатор оралари учун эса 189 mm (7,4 дюйм) дан ошмаслиги керак. Бундан келиб чиқадики, 60 ва 90 cm ли қатор ораларида тўрт ғилдиракли чопиқ тракторини ғилдиракларига мос равишда энг кўпи билан 7,4 ва 19 дюймли шиналарни ўрнатиб ишлатиш мақсадга мувофиқ.

Баланд агротирқишли 4К4 чопиқ тракторининг олд ва орқа етакчи ғилдиракларига ўрнатиладиган шиналарда ғилдирак юритмалари кинематик нисбатлари таъминланганда улар шатаксирамайди ёки сирпамайди.

Олдинги етакчи кўприк юритмасининг узатиш сони $i_{О.К.Ю}$=11,592 бўлган қийматга кўра 4К4 тажрибавий тракторнинг йўналтирувчи (11,2-20, 11,2R24) ва орқа ғилдирак (13,6-38, 15,5-38, 16,9R38, 18,4R34) шиналарни ўзаро таққослаш орқали ғилдирак юритмаларини назарий кинематик нисбатлари аниқланди (8-расм).



1 – 11,2-20; 2 – 11,2R24; 3 – Конструкторлик ҳужжатлари бўйича

8-расм. 4К4 ғилдирак формуласидаги чопиқ тракторига ўрнатиладиган турли хил шиналарнинг ўлчамларини унинг кинематик нисбатларига таъсири

Тадқиқ этилаётган кенг қамровли машиналари билан агрегатланадиган баланд (830–870 mm) агротехник тирқишли 4К2, 4К4 ва 3К2 ғилдирак формуласидаги тракторларнинг кўндаланг қиялик бурчагининг чегаравий қиймати β_{klim} қуйидагича аниқланади:

$$tg\beta_{\kappa\,lim} = 0{,}5B_2 / h_c, \quad (10) \qquad\qquad tg\beta_{\kappa\,lim} = \frac{L(G_T - R_1)\cdot sin\alpha_{ё}}{G_T h_c} \quad (11)$$

бунда B_2 ва h_c–трактор колеяси ва масса марказининг баландлиги, mm; R_1 – 3К2 тракторнинг олд ғилдирагига тушаётган тик юкланишга қарама-қарши тупроқнинг реакцияси, N; $\alpha_{ё}$ – тракторнинг ағдарилиш ва бўйлама ўқлари орасидаги бурчак, °.

3К2 ғилдирак формуласидаги тракторнинг L=2475 mm, G_T=38,26 kN, R_1=14,22 kN, 0,5B_2=960 mm, h_c=1014 mm ҳамда 4К2 ғилдирак формуласидаги тракторнинг L=2570 mm, G_T=38,94 kN, R_1=14,48 kN, 0,5B_2=960 mm, h_c=1014 mm бўлган параметрларини (10) ва (11) ифодалар бўйича ҳисоблаш натижаларига кўра, ТТЗ-811 (3К2) трактори учун β_{klim}=29°, ТТЗ-811Т (4К2) трактори учун эса β_{klim}= 43°. Демак, кенг қамровли машиналари учун 4К2 ва 4К4 ғилдирак формуласидаги чопиқ трактори мақбул (β_{klim}=43°>[β]=35°).

«Чопиқ тракторини агротехник ўтувчанлигига олд ўқ ва етакчи кўприк параметрлари ва шиналарининг тури ва ўлчамларининг таъсирини тадқиқ этиш» деб номланган учинчи бобида кенг қамровли машиналари билан агрегатланадиган тўрт ғилдиракли (4К2 ва 4К4) чопиқ тракторлари олдинги ўқи ва етакчи кўприкларнинг асосий параметрларини агротехник ўтувчанлигига таъсири, яъни ғўза қатор оралари кенгликларини ҳисобга олган ҳолда кўндаланг габарити, абриси ва уларга ўрнатиладиган шиналарнинг фойдаланиш режимлари, юк кўтарувчанлигини бўйича ўтказилган тадқиқот натижалари келтирилган.

Трактори шиналарининг ўсимликка яқинлашишининг ишончлилик оралиғи:

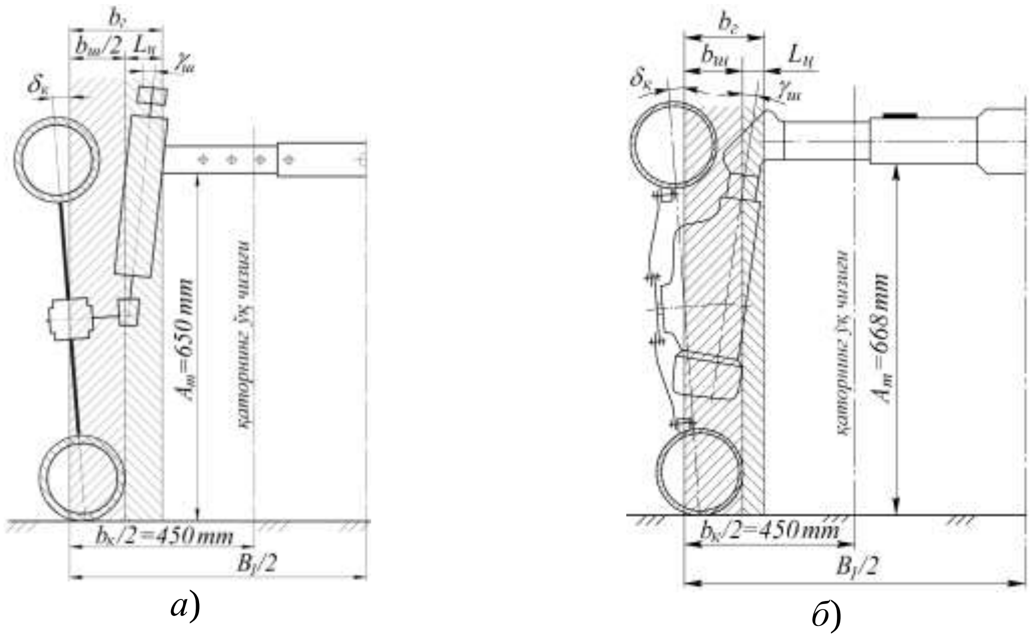
$$\varDelta_{и.о.} = \frac{b_к - b_{ш.и.}}{2} \pm k_э\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}\,, \qquad (12)$$

бунда $b_к$ – қаторларнинг кенглиги, mm; $b_{ш.и.}$ – шина профилининг даладаги кенглиги, $b_{ш.и.}$=1,08$b_ш$ (ГОСТ 7463–2003 бўйича); $k_э$– эҳтимоллик даражасини ҳисобга олувчи коэффициент; σ_1 –ўсимлик қаторларини тўғри чизиқдан оғишининг ўртача квадратик четланиши; σ_2–трактор ғилдиракларини берилган траекториядан ўртача квадратик четланиши.

Тадқиқот натижаларига кўра σ_1=±2,3 cm, σ_2=±3,8 cm. (12) ифода бўйича 90 cm ғўза қатор ораларида ишлатиш учун чопиқ тракторнинг орқа етакчи кўпригига 13,6R38, 15,5R38, 16,9R34, 16,9R38,18,4R30, 18,4R34, 18,4R38 шиналари ўрнатилганда уларнинг ўсимликларга 99,7 фоиздан кам бўлмаган ишончлилик эҳтимоли билан шикаст етказмасдан даладан ўтаолади. 9,5R42 ва 11,2R42 шиналар эса 60 cm қатор ораларидан қониқарли ўтади. 13,6R38 ва 15,5R38 шиналарини ўсимликка яқинлашиш $\varDelta_{и.о.1}$ нинг қийматлари манфий бўлганидан ўсимликларга шикаст етказади. Шу боис уларни 60 cm қатор ораларида ишлатиш чегараланган. 60 cm кенгликдаги ғўза қатор оралиғи учун 9,5R42 ва 11,2R42 шиналари тавсия этилади.

4К2 ва 4К4 чопиқ тракторларининг олд ўқи ва етакчи кўприги йўналтирувчи ғилдиракларига мос равишда 9,00R20, 7,50-20 ва 11,2R20, 11,2R24, 13,6R20, 13,6R24 шиналарни ўрнатиш тавсия этилади.

4К2 ва 4К4 тажрибавий чопиқ тракторларини олдинги ўқи ва етакчи кўприги остидаги бўшлиқнинг катталиги (9-расм) буриладиган цапфанинг кўндаланг габаритига, агротехник тирқишга, йўналтирувчи ғилдиракларидаги шиналарнинг тури ва ўлчамига ҳамда уларни ўрнатилиш параметрларига боғлиқ.



9-расм. Кенглиги 90 cm бўлган қатор ораларида олд ўқ (*а*) ва етакчи кўприк (*б*)даги ғилдирак узелларининг жойлашуви

Бунда ўсимлик қатор орасининг ярмига жойлаштириладиган олд кўприк ғилдирак узелининг кўндаланг габарити $b_г$ эркин ҳолатдаги шина профили $в_ш$ нинг ярми ва шинанинг ички четидан чиқиб турувчи буриладиган цапфа деталлари кенглиги $L_ц$ нинг йиғиндисидан иборат:

$$b_г = в_ш/2 + L_ц\,. \tag{13}$$

(13) ифодага асосан 4К2 – A_m=650 mm, 4К4 – A_m=668 mm бўлганда ғилдирак узелларининг кўндаланг габарити $b_г$ нинг қийматлари мос равишда 220 mm ва 230 mm ни ташкил этиши аниқланди. Тракторлар буриладиган цапфасининг такомиллаштирилган (узайтирилган)даги кўндаланг габарити:

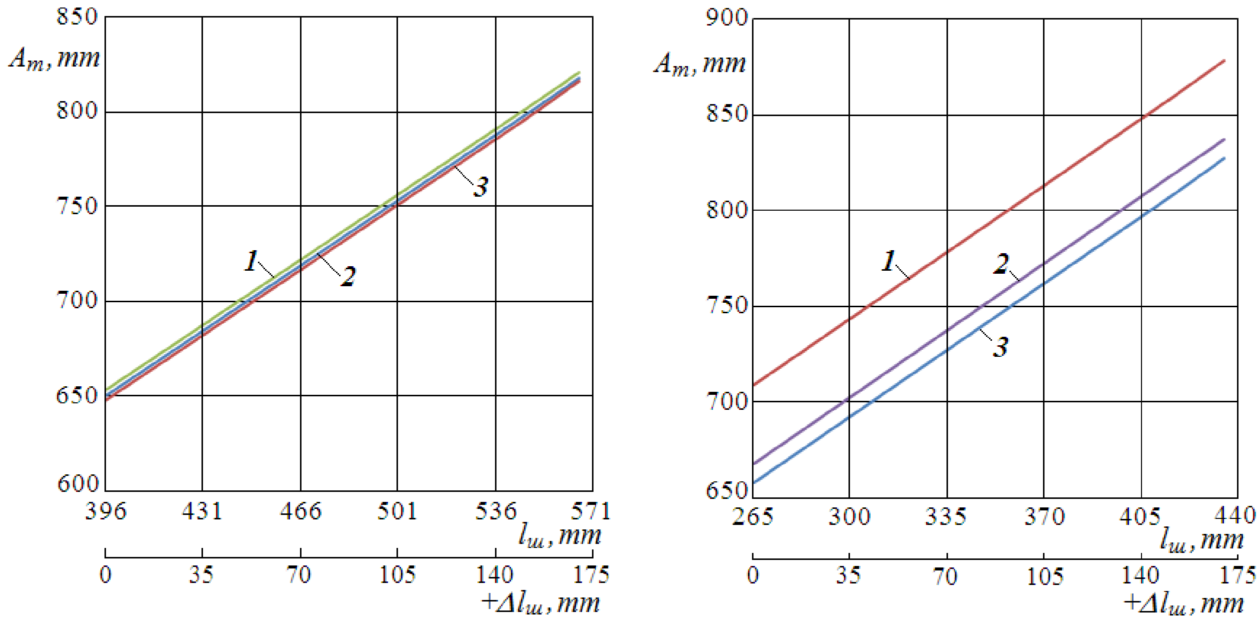
$$b_у = b_п + \left(A_{тп} - A_{ту}\right) tg\gamma_ш\ , \tag{14}$$

бунда $b_у$ - тажрибавий тракторнинг буриладиган цапфасининг кўндаланг габарити, mm; $b_п$ – трактор-прототипнинг буриладиган цапфасининг кўндаланг габарити, mm; $A_{тп}$ – трактор-прототип олд кўприк асоси(корпуси) остидаги агротехник тирқиш, mm; $A_{ту}$ – тажрибавий тракторнинг оширилган агротехник тирқиши, mm; $\gamma_ш$ – буриш цапфаси шкворенининг тик текисликка нисбатан оғиш бурчаги, °.

(9) ва (14) ифодалардан $A_т \geq A_{орқ.к}$ (бунда $A_{орқ.к}$–трактор орқа кўприк ярим ўқ енглари остидаги агротехник тирқиш, m) шартдан фойдаланиб: 4К2 трактори учун 7,50-20 русумдаги $r_{ст}$=427 мм, 9,00R20 – $r_{ст}$=425 mm, 9,00-20 – $r_{ст}$=430 mm бўлган шиналарда $\gamma_ш$=7°, $\delta_к$=3°, $\theta_ш$=4°, $l_ц$ =121 mm, $C_ш$=175 mm; 4К4 трактори учун 11,2R20 – $r_{ст}$=450 mm, 11,2-20 – $r_{ст}$=460 mm, 11,2R24 –

r_{cm}=501 mm шиналарда эса $\gamma_{ш}$ =7°, $\delta_{к}$=3°30′, $\theta_{ш}$=3°, $l_{ц}$ =188 mm, $C_{ш}$ =65 mm га тенглиги аниқланди.

Тажрибавий (4К2 ва 4К4) чопиқ тракторларининг олдинги ўқ ва етакчи кўпригига ўрнатилиши лозим бўлган шиналарни статик радиус r_{cm} ларининг ўлчамларига мос ҳолда буриш цапфаси тик валининг узунлиги $l_{ш}$ ни турли хил қийматларини аниқлаш учун олиб борилган ҳисоб-китоб ишларининг натижалари 10-расмда келтирилган.



а) 1– 9,00-20; 2–7,5-20; 3–9,00R20 *б*) 1–11,2R24; 2–11,2-20; 3–11,2R20

10-расм. Олдинги ўқ (*а*) ва етакчи кўприк (*б*) остидаги агротехник тирқишни буриш цапфаси ва шиналарининг ўлчамларига боғлиқлик графиклари

Бунда турли хил буриш цапфаси тик валининг узунлиги $l_{ш}$ ва амалдаги шиналарнинг ҳар хил ўлчамдаги қийматларида баланд клиренсли этиб такомиллаштирилган цапфа кўндаланг габаритининг кенглиги 4К2 ва 4К4 ғилдирак формуласидаги тажрибавий тракторлари учун мос ҳолда b_y=220–241 mm ва b_y =230–251 mm оралиқда бўлганда тракторларнинг абрис кўрсаткичлари 827-878 mm оралиғида бўлиши аниқланди.

Диссертациянинг **«Тажрибавий тадқиқотлар натижалари»** деб номланган тўртинчи бобида баланд агротирқишли олд ўқ ва етакчи кўприклар ҳамда рул юритмалари билан жиҳозланган 4К2 ва 4К4 тажрибавий чопиқ тракторларнинг йўналтирувчи ғилдиракларни жоиз бурилиш бурчаклари, ушбу тракторларнинг кенг қамровли сеялка ва култиваторлар билан агрегатланишини тадқиқ этиш ва уларни бурилувчанлиги, барқарор ҳаракати, бошқарувчанлик хусусиятлари, манёврчанлиги ҳамда агротехникавий кўрсаткичларини баҳолаш бўйича ўтказилган тадқиқотларнинг натижалари келтирилган.

Тажрибавий чопиқ тракторларнинг бурилувчанлик кўрсаткичларининг назарий ва тажрибавий қийматлари орасидаги фарқ 4К2 ва 4К4 тракторларда мос равишда ΔR_T=0,14–0,38m ва ΔR_T=0,10-0,26m оралиқда ётди. Такомиллаштирилган олд ўқ, етакчи кўприк ва рул бошқармаси йўналтирувчи ташқи ғилдирак минимал бурилиш радиусининг қийматини R_{Tmin}=3,9±0,05 m бўлишини таъминлайди.

Кенг қамровли МТАнинг бошқарувчанлигини ва транспорт ҳолатида минимал бурилиш радиусини таъминлаш учун тўрт ғилдиракли чопиқ трактори олд кўпригига тушаётган масса миқдори ГОСТ 12.2.019-2005 бўйича 20 фоиздан кам бўлмаслиги лозим, акс холда бошқарувчанлик камайиб, ўсимликларга шикаст етади. 4К2 ва 4К4 чопиқ тракторлари кенг қамровли машиналар билан агрегатланганда уларнинг таянч ғилдиракларига тушаётган юкланиш ўзгариб, олдинги кўприкка тушаётган масса камаяди, бу эса манёврчанлик ҳамда бошқарувчанлик кўрсаткичларига салбий таъсир кўрсатади. Тадқиқотларда ушбу кўрсаткичларнинг меъёр талабларга мослигини баҳолаш мақсадида лаборатория тажрибалари ўтказилди. Тажрибаларда транспорт ҳолатида тўрт ғилдиракли тракторларга кенг қамровли сеялка ва култиваторлар агрегатланганда масса марказининг бўйлама координатаси l_T нинг қиймати мос равишда 596 mm ва 537,6 mm ташкил этди (рухсат этилган чегаравий қиймати 496 mm).

Кенг қамровли чигит экиш агрегатининг ҳар бир олдинги ва орқа ғилдирак шиналарига тушаётган юкланиш коэффициенти мос равишда тракторлар бўйича: 4К2 да – 0,563 ва 1,007, 4К4 да – 0,450 ва 1,012 ҳамда чопиқ агрегатида эса 4К2 да – 0,530 ва 1,042, 4К4 да – 0,410 ва 1,052 ташкил этди. Бу қийматлар уларнинг ортиқча юкланмаганлигини билдиради. Тажрибавий тракторга кенг қамровли сеялка арегатланганда олд ва орқа ғилдиракларга юкланишларни тақсимланиши 4К2 да – 23/77 фоиз, 4К4 да – 24/76 фоизни, култиватор агрегатланганда 4К2 да – 21/79 фоиз, 4К4 да – 22/78 фоизни, бошқарувчанлик мезони K_y эса экиш агрегати учун 4К2 да – 0,23, 4К4 да – 0,24 ҳамда чопиқ агрегати учун эса 4К2 да – 0,21, 4К4 да – 0,22 ни ташкил этди.

Қаттиқ асосли фондан тупроқли асосга ўтилганда тажрибавий тракторлар ғилдиракларининг берилган йўналиш бўйича оғиши бир мунча ортганлиги ва ҳаракат тезлигини V_T =2,51; 4,26 ва 7,25 km/h гача ортиши асфалт қопламали юзада ҳам тупроқли асосда ҳам тажрибавий тракторларни амалдаги йўналиш бўйича барқарор ҳаракатининг кўрсаткичларига сезиларли таъсир кўрсатмаслиги ва белгиланган тўғри чизиқдан оғиши (±3σ) ҳимоя зонасининг рухсат этилган қийматларидан, яъни 12-15 cm дан ошмаслиги аниқланди.

Тезликнинг V_T=2,51–7,25 km/h гача ўзгариши тажрибавий тракторнинг бошқарувчанлик кўрсаткичларига жиддий таъсир этмади. Олд йўналтирувчи ғилдиракларининг ҳаракат траекториясини белгиланган траекториядан оғишининг ўрта квадратик четланиши ±σ=2,69-3,82 cm диапазонида бўлиб, белгиланган траектория (5, 10, 15 cm) амплитудасининг камайиши билан бошқарувчанлик кўрсаткичи яхшиланиб борганлиги аниқланди. Чигит қанчалик тўғри экилган бўлса, ғўза қатор ораларига кейинги ишлов бериш шунчалик енгил ва сифатли ўтказилиши таъминланади.

Ғўза қатор ораларига ишлов беришда чопиқ агрегатининг бошқарувчанлик мезонининг сифат кўрсаткичларини баҳолашга доир тадқиқотларда «ҳайдовчи-трактор-белгиланган йўналиш» тизими доирасида V_T=1,3 m/s ҳаракатланиш тезлигида агрегат ҳаракат траекториясининг ўртача квадратик четланиши σ=±(1,64-2,68) cm ни ташкил этади. Амалиётда култивация жараёнида ҳимоя оралиғи 10-15 cm гача ўрнатилади. 95 фоиз ишончлилик даражаси билан $\pm 3\sigma$ нинг қиймати 4,92-8,04 cm га тенг. Демак, тажрибавий трактор кенг қамровли КХУ-6 култиватордан ташкил топган агрегат ғўза қатор ораларидаги ниҳолларга зарар етказмасдан ишлов берилишини таъминлайди.

Қайрилиш майдони чегарасида чопиқ агрегатлари ғилдираклари остида қолган ғўзаларни нобуд бўлиш даражаси барча экин майдонининг чегараси учун ҳисобланганда қуйидагиларга тенг бўлади:

– 3К2 трактор базасидаги 4 қаторли агрегат учун – 0,19–0,36 фоиз;

– 4К2 ва 4К4 трактор базасидаги 6 қаторли агрегат учун – 0,35–0,64 фоиз.

Нобудгарчилик даражаси узун далалар (500 м)да кам, калта далаларда (300 m) эса нисбатан катта қийматларга эга бўлди.

Пахтачиликда энергетик восита сифатида 4К2 ва 4К4 тракторлар базасида 6 қаторли агрегатларини қўлланилиши ҳосилдор майдонларни сезиларсиз даражада йўқотилишига олиб келади ва бунда чигит экилган майдонларда қўшимча йўқотилиш қиймати 0,6 дан ошмайди.

Қатор ораларига мос туша олишини агротехник баҳолаш бўйича ўтказилган тажрибаларда ғўза туплари авж олган паллада чопиқ култиватори билан агрегатланган ҳолда ТТЗ-811 (3К2) трактор – 5,7 km/h ва тажрибавий (4К4) трактор – 6,3 km/h тезликда ҳаракатланиб, ғўза қатор ораларига бир ўтишда ишлов берганда ғўза тупларининг шикастланиши кузатилмади. Лекин ғўза ҳосил элементларининг ерга тўкилиши ТТЗ-811 тракторида – 0,20 фоиз ва тажрибавий тракторида эса – 0,18 фоизни ташкил этди (Дастлабки талаблар бўйича ≥0,2 фоиз).

Диссертациянинг **«Кенг қамровли қишлоқ хўжалик машиналари билан агрегатланадиган тўрт ғилдиракли чопиқ тракторининг техник-иқтисодий самарасини баҳолаш»** деб номланган бешинчи бобида баланд агротирқишга эга 4К2 ва 4К4 ғилдирак формулали тажрибавий чопиқ тракторлар базасидаги кенг қамровли агрегатларнинг қисқа техник тавсифлари ва дала синовларининг натижалари келтирилган.

Кенг қамровли машиналар билан агрегатланадиган баланд агротехник тирқишга эга тўрт ғилдиракли чопиқ тракторнинг тажриба нусхаси синовларда белгиланган технологик жараёнларни ишончли бажарди ва унинг иш кўрсаткичлари қўйилган талабларга тўлиқ мос келди. Баланд агротехник тирқишга эга тўрт ғилдиракли тракторни қўллашда мавжуд 3К2 ғилдирак формуласидаги чопиқ тракторига агрегатланган тўрт қаторли машиналарга нисбатан ёнилғи сарфини 9 фоизга ва меҳнат сарфини 23,1 фоизгача ҳамда фойдаланиш харажатларини 18,1 фоизгача камаяди. Бунда битта баланд агротехник тирқишли олдинги етакчи кўприк билан жиҳозланган чопиқ тракторида 25286,5 минг сўм йиллик иқтисодий самарага эришилади.

ХУЛОСА

«Тўрт ғилдиракли чопиқ тракторининг манёврчанлиги ва ўтувчанлигини оширишнинг илмий-техник асосларини ишлаб чиқиш» мавзусидаги докторлик диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар чиқарилди:

1. Фермер хўжаликлари ва пахта-тўқимачилик кластерларида пахта етиштиришда қўлланилиб келинаётган 3К2 ғилдирак формулали тракторларнинг манёврчанлиги ва ўтувчанлиги юқори бўлишига қарамасдан, уларнинг кўндаланг турғунлиги паст, кенг қамровли қишлоқ хўжалик машиналари билан қўшиб ишлатиш имкониятлари чекланган бўлиб, тупроққа салбий техноген таъсири юқоридир. Бу камчиликларни манёврчанлиги ва ўтувчанлиги оширилган 4К2 ва 4К4 ғилдирак формулали универсал чопиқ тракторларини қўллаш орқали бартараф этиш мумкин.

2. Ғўза туплари авж олиб етилган паллада бўйи 800–1250 mm га етиб, уларга шикаст етказмасдан ишлов бериш учун мавжуд талаблар бўйича чопиқ тракторларининг агротехник тирқишлари 810±10 mm дан кам бўлмаслиги лозим. Тўрт ғилдиракли трактор олдинги етакчи кўприк буриш цапфаси тик валининг базавий узунлигини (265 mm) 170 mm га ошириш эвазига унинг агротехник тирқишини 806–836 mm га етказиб, ушбу тракторларни қатор орасига ишлов беришда қўллаш мумкин.

3. Амалдаги агротехник талабларда белгиланган ғўза туплари ҳимоя зонасининг кенглиги (10–15 cm) ни сақлаб туриш учун 90 cm кенглигидаги қатор ораларида чопиқ трактори шиналари профилининг эни 489 mm (19 дюйм) дан, 60 cm лик қатор ораларида 189 mm (7,4 дюйм) дан ошмаслиги керак. Тўрттала ғилдираклари етакчи бўлган трактор олдинги кўпригига 11,2-20 шина ўрнатилганда орқа кўпригини 13,6-38 ёки 15,5-38 ўлчамдаги шиналар билан, 11,2R24 ўлчамдаги шина ўрнатилганда эса 16,9R38 моделли шиналар билан жиҳозлаш тавсия этилади.

4. ТТЗ-811 (3К2) ҳамда ТТЗ-811Т (4К2) тракторлар қиялик бурчакларининг чегаравий қийматлари мос равишда 29° ва 43° бўлиб, пахтачиликда уч ғилдиракли трактор тўрт ғилдиракли вариантга ўтказилса, унинг ён томонга ағдарилишга қарши турғунлиги Давлат стандартида белгиланган меъёр (35° кам эмас) га жавоб беради.

5. Баланд агротирқишга эга 4К2 ва 4К4 чопиқ тракторлари базасида тузилган кенг қамровли экиш ва чопиқ агрегатларининг олдинги ва орқа ғилдиракларига тушадиган юкланишларнинг тақсимланиши ҳамда агрегатларнинг бошқарувчанлик мезонлари шу жумладан олдинги ғилдиракларга тушадиган юкланиш меъёри бўйича мавжуд (ГОСТ 12.2.019-2005) талабларга (20 фоизидан кам бўлмаслиги лозим) тўлиқ жавоб беради.

6. Баланд агротехник тирқишли тўрт ғилдиракли чопиқ трактори қаттиқ ҳамда тупроқли асосга эга бўлган йўл фонларида ҳаракатланганда ғилдиракларининг белгиланган тўғри чизиқдан оғиши ($\pm 3\sigma$) ҳимоя зонасининг рухсат этилган 12-15 cm қийматларидан ошмайди.

7. Тажрибавий тракторнинг қаттиқ асосли йўлда ўтказилган тажрибаларида йўналтирувчи олдинги ғилдиракларнинг ҳаракат траекториясини белгиланган траекториядан оғиши ±2,69-3,82 cm диапазон ичида ётиб, тезликнинг 2,51 km/h дан 7,25 km/h гача оралиғида ўзгариши тракторнинг бошқарувчанлик кўрсаткичларига салбий таъсир кўрсатмайди.

8. Тажрибавий трактор базасидаги кенг қамровли экиш агрегати сеялка сошниклари изидан униб чиққан ғўзаларнинг ўртача квадратик четланиши (±1,66-2,91 cm) агротехник талаблар (±3 cm) чегарасидан четга чиқмайди.

9. Кенг қамровли култиватор ишчи органлари ҳимоя оралиғининг ўртача квадратик $\pm\sigma$ четланишининг қиймати 1,64-2,68 cm ни, $\pm 3\sigma$ нинг қиймати 95 фоиз ишончлилик билан 4,92-8,04 cm ташкил этиб, ғўза қатор ораларидаги ниҳолларга амалиётдаги ҳимоя зонаси 10-15 cm оралиғида зарар етказмасдан ишлов берилишини таъминлайди.

10. Дала шароитида 3К2 чопиқ тракторининг йўналтирувчи олдинги ғилдираги бўйича қайрилиш майдонининг кенглиги 3,4 m, 4К2 ва 4К4 тракторлар учун 3,80–4,85 m бўлиб, қайрилиш майдонларида йўқотилаётган ўсимликларнинг улуши: 3К2 трактор ва тўрт қаторли машина учун 0,19–0,36 фоиз, 4К2 ва 4К4 тракторлар ва олти қаторли машиналар учун эса 0,35–0,64 фоиз. Бунда агрегатларни бурилиш майдончасида сиртмоқсимон орқага юриб бурилиш усули билан ҳаракатланиши мақсадга мувофиқдир.

11. Баланд клиренсли 4К4 тажрибавий ҳамда мавжуд ТТЗ-811 (3К2) чопиқ тракторларининг ғўза туплари максимал авж олган паллада ўтказилган таққослов дала синовларида ҳосил элементларининг тўкилиши мос равишда 0,18 ва 0,20 фоизни ташкил этиб, дастлабки талабларга тўла жавоб берди.

12. Кенг қамровли машиналари билан агрегатланадиган баланд агротехник тирқишли тажрибавий тракторларни амалиётда қўллаш ёнилғи сарфини 9 фоизга ва меҳнат сарфини 23,1 фоизга ҳамда тўғридан-тўғри эксплуатацион харажатларни 18,1 фоизга камайишини таъминлайди, йиллик иқтисодий самара 25286,5 минг сўмни ташкил этади.

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

НАУЧНО-ИСЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

КАМБАРОВ БАХТИЁР АКБАРАЛИЕВИЧ

РАЗРАБОТКА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ОСНОВ ПОВЫШЕНИЯ МАНЕВРЕННОСТИ И ПРОХОДИМОСТИ ЧЕТЫРЁХКОЛЁСНОГО ПРОПАШНОГО ТРАКТОРА

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

АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ (DSc) ДИССЕРТАЦИИ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ

Гульбахор – 2022

Тема докторской диссертации (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2021.4.DSc/T376.

Диссертация выполнена в Научно-исследовательском институте механизации сельского хозяйства.

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

Научный консультант:	**Ахметов Адилбек Агабекович,** доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	**Ауезов Онгарбай Пирлешович,** доктор технических наук, профессор
	Мухитдинов Акмал Анварович, доктор технических наук, профессор
	Аскарходжаев Тулкин Ишанович, доктор технических наук, профессор
Ведущая организация:	**Ташкентский государственный технический университет имени И.Каримова**

Защита диссертации состоится «24» июня 2022 г. в 15^00 часов на заседании одноразового научного совета по присуждению ученой степени доктора наук (DSc), составленного на основе научного совета PhD. 05/13.05.2020.T.112.01 при Научно-исследовательском институте механизации сельского хозяйства (Адрес: 110801, Ташкентская область, Янгиюльский район, городок 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 460). (Адрес: 110801, Ташкентская область, Янгиюльский район, пос. Гульбахор, ул. Самаркандская, 41. Тел.: (+99370) 601-07-04.)

Автореферат диссертации разослан «10» июня 2022 года.
(Протокол рассылки № 21 от «10» июня 2022 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.Тухтакузиев
Председатель научного семинара при научном совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация к докторской (DSc) диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. Повышение рабочих показателей машинно-тракторных агрегатов (МТА), составленных на базе универсально-пропашных тракторов занимает ведущую роль в мировом машиностроении. «Сегодня в мире пропашные культуры выращиваются на больших площадях, в частности, хлопчатник засевается на площади 29,2 млн. га и ежегодно производится 22,8 млн. тн хлопкового волокна[1], кукуруза засевается на площади 183,3 млн. га и выращивается урожай в среднем 49 ц/га»[2]. Для выращивания таких высокорослых культур возникла необходимость создания, производства и внедрения высокоманевренных четырехколесных тракторов с высокими агротехническим просветом и проходимостью, агрегатируемых с широкозахватными сельскохозяйственными машинами. В связи с этим большое внимание уделяется поиску решения таких научно-технических проблем.

В мире проводятся научно-исследовательские работы по созданию технических средств нового типа, используемых при посеве высокорослых культур и их возделывании, междурядной обработке и уборке урожая. В этом направлении, в частности разработка конструкций передней оси и ведущего моста высококлиренсного портального типа, а также рулевого привода для четырехколесных пропашных тракторов является важней задачей.

В Узбекистане принимаются масштабные меры по ресурсосбережению, снижению трудоемкости и энергозатрат, возделыванию сельскохозяйственных культур на основе передовых технологий и созданию высокоэффективных сельскохозяйственных машин. В «Программе исследований приоритетов сельского хозяйства и нахождения научных решений глобальных, региональных и территориальных проблем, рассчитанной на 2022-2026 годы»[3], утвержденной Кабинетом Министров Республики Узбекистан от 24 апреля 2021 года, в частности определена задача «Создание опытного образца четырехколесного универсально-пропашного трактора с поперечной базой колес, настраиваемой на междурядья хлопчатника шириной соответственно 60, 76 и 90 см». Для выполнения такого научно-инженерного задания актуальным считается разработка научно-технических основ повышения маневренности и проходимости четырехколесного пропашного трактора, его проектирование и внедрение в машиностроительное производство.

Данное диссертационное исследование в определенной мере служит для реализации задач, поставленных в Указе Президента Республики Узбекистан № УП-5853 от 23 октября 2019 года «Об утверждении стратегии развития

---

[1] http://cotcorp.gov.in/shares.aspx
[2] http://www.nue.okstate.edu/Crop_Information/World_Wheat_Production.htm.
[3] «Программа исследования научных приоритетов сельского хозяйства, глобальных, региональных и территориальных проблем на 2022-2026 годы», утвержденной Кабинетом Министров Республики Узбекистан от 24 апреля 2021 года.

сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030 годы», Постановлении Президента Республики Узбекистан № ПП-3712 от 10 мая 2018 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию механизмов своевременного оснащения сельского хозяйства сельскохозяйственной техникой», а также в аналогичных нормативно-правовых документах.

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».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации. В ведущих научных центрах и высших учебных заведениях мира (University of Arizona, (Tucson, USA), Cornell University (Ithaca, N.Y, U.S.A), Purdue University (Purdue, U.S.A), Kansas State University (Kansas, U.S.A), Nebraska University, Nebraska Tractor Test Laboratory (U.S.A), Hokkaido University (Japan), Seoul National University (Seoul, South Korea), China Agricultural Engineering University (Beijing, China), Harbin Agricultural Mechanization Institute (Harbin, China), Technical University (Berlin, Munchen, Germany), AFRC Institute of Engineering Research (Silsoe, Bedfordshire, United Kingdom), Academy of Agriculture (Wroclaw, Poland), Research Institute of Agricultural Machinery (Prague, Czechoslovakia), Белорусский национальный технический университет, Белорусская национальная сельскохозяйственная академия по механизации, Украинский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана, «МАМИ», Санкт-Петербургский государственный аграрный университет и другие) ведутся всесторонние научные изыскания по совершенствованию конструкций колесных тракторов и обоснованию их параметров, а также повышению маневренности, улучшению устойчивости и управляемости МТА, составленных на их базе.

В мире на основе проведенных научных исследований по обоснованию оптимальных параметров передней оси, ведущего моста и рулевого привода изучены показатели маневренности, устойчивости движения и управляемости тракторов (Nebraska Tractor Test Laboratory, Seoul National University, China Agricultural Engineering University, AFRC Institute of Engineering Research, Белорусский национальный технический университет, Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана), новые типы рулевых приводов переднего моста, современные конструкции высококлиренсных передней оси и ведущего моста (Nebraska University, Purdue University, Munchen Technical University), обеспечен поворот переднего внутреннего колеса до 55-65° (Nebraska University, Cornell University, China Agricultural Engineering University).

Мировыми лидерами по производству наукоёмких универсально-пропашных тракторов являются МТЗ, ВТЗ, ЛТЗ, John Deere, Claas, Case New-Holland, Fiat, Renault, Massey-Ferguson, YTO, Fendt, Deutz-Fahr, McCormick и ряд других зарубежных компаний.

Степень изученности проблемы. За рубежом Д.А.Чудаков, Е.В.Михайловский, С.А.Иофинов, В.А.Скотников, В.В.Гуськов, В.Ф.Коновалов, И.И.Трепененков, И.П.Полканов, Г.А.Смирнов, В.Ф.Платонов, В.И.Фортуна, J.Y.Wong, M.G.Bekker, I.Demšar, R.Bernik, J.Duhovnik, M.G.Yisa, H.Terao, K.T.Renius, M.A.Miller, B.L.Steward, M.L.Westphalen, T.Szakács, V.L.Schein, Z.Yu, Z.Zhao, H.Chen, L.A.Smith, R.L.Scharfer, R.E.Young, A.M.Sarhan, H.S.Al-Katary, M.N.El-Awady, Y.Zhang, R.L.Kushwaha, F.W.Bigsby, R.H.Macmillan, L.Victoria, J.Reimpell, в Узбекистане Е.Ф.Дворцов, Ю.Л.Колчинский, О.В.Лебедев, С.М.Бозоров, А.И.Кильдеев, С.М.Давшан, И.Марупов, Г.Г.Расулов, Е.М.Кабанова, Т.А.Якубов, Г.Я.Цай, С.В.Мальков, С.Н.Шафигуллин, Х.Х.Хайруллаев, В.П.Логачев, Д.И.Хошимов, И.С.Турсунов, А.А.Ахметов, Ш.А.Ахмедов и другие проводили исследования по совершенствованию конструкций и параметров рулевых приводов, передней оси и ведущего моста универсально-пропашных тракторов, улучшению их свойств и показателей проходимости, повышению маневренности агрегатов, устойчивости движения и управляемости, выбору оптимальных способов движения на полях.

В этих исследованиях получены ценные результаты по кинематическим схемам рулевых приводов, обеспечивающих минимальный радиус поворота пропашных тракторов 3К2, 4К2 и 4К4, основанию параметров передней оси и ведущего моста, определению сил, действующих на них, теоретическими и экспериментальными способами. Однако, в этих исследованиях научно-технические вопросы по повышению маневренности четырехколесных тракторов (4К2 и 4К4), агрегатируемых с широкозахватными сельскохозяйственными машинами, совершенствованию передней оси и ведущего моста портального типа с высоким агротехническим просветом, а также рулевого привода, выбору способов поворота тракторов в начале и конце гона, и другие идентичные вопросы комплексно не изучены и системно не решены.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом Научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства в рамках выполнения прикладных проектов КА-3-007 «Обоснование параметров портального переднего моста и рулевого привода с целью повышения маневренных качеств универсально-пропашного хлопководческого трактора 4К2 и 4К4 для работы с широкозахватными машинами» (2012-2014 гг.), КХА-3-026-2015 «Разработка конструктивных параметров портального, активного, высококлиренсного переднего моста к хлопководческому трактору 4К4 класса 1,4–2,0 и исследование его агротехнологических характеристик в междурядьях 0,9 и 0,6 м» (2015-2017 гг.) и инновационного проекта ҚХИ-2-006-2016 «Изготовление промышленных образцов и внедрение в производство высококлиренсной передней оси портального типа для четырехколёсного универсально-пропашного хлопководческого трактора класса 1,4» (2016-2017 гг.).

Целью исследования является разработка научно-технических основ повышения маневренности и проходимости четырехколесных тракторов, используемых в составе широкозахватных посевных и пропашных агрегатов, и повышения показателей качества и эффективности их работы таким путем.

Задачи исследования:

анализ ранее выполненных научно-исследовательских работ, направленных на решение задач повышения маневренности и проходимости тракторов, а также агрегатирования с ними широкозахватных машин;

выполнение теоретических изысканий относительно передней оси и ведущего моста портального типа и рулевого привода, обеспечивающих проходимость, устойчивость и маневренность тракторов 4К2 и 4К4, а также их радиусов поворота;

создание опытных образцов четырехколесных тракторов 4К2 и 4К4 с высококлиренсными передней осью и ведущим мостом портального типа;

изучение маневренности опытных образцов тракторов в лабораторно-полевых условиях, проведение исследований по обеспечению реализации ими различных способов поворота в составе широкозахватных сеялки и культиватора, устойчивого движения по заданной прямой, качеств управляемости;

оценка соответствия нормативным требованиям вертикальных нагрузок на ходовые части тракторов, агрегатированных с широкозахватными машинами;

проведение полевых испытаний высококлиренсного пропашного трактора в сравнении с существующим трехколесным (3К2) трактором по таким качественным показателям, как способность копирования междурядья хлопчатника, степень повреждения растений и потери урожая;

оценка технико-эксплуатационных показателей и экономической эффективности опытных и существующих пропашных тракторов при выполнении ими технологических процессов.

Объектом исследования являются пропашные тракторы колесной формулы 4К2 и 4К4 с высоким агротехническим просветом, способные агрегатироваться с широкозахватной сеялкой и культиватором, и их составные части.

Предметом исследования являются параметры переднего моста и рулевого привода трактора и технико-эксплуатационные показатели, а также математические модели и аналитические зависимости, выражающие их взаимозависимость, рациональные способы поворота, качество работы и производительность.

Методы исследования. В процессе исследований использованы основные законы теоретической механики, высшей математики, методы математической статистики и тензометрии, а также существующие нормативные документы (ГОСТ 26025-83, ГОСТ 20915-2011, O’z Dst 3090:2016, ГОСТ 24096-80, ГОСТ 7057-2001, ГОСТ 7463-2003).

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана конструкция передней оси и ведущего моста портального типа с высоким агротехническим просветом на основе критериев вписываемости пропашных тракторов с колесной формулой 4К2 и 4К4 в междурядья хлопчатника и минимальные повреждения зрелых растений;

маневренные качества четырехколесного пропашного трактора определены и оценены с учетом параметров управляемых колес, передней оси, ведущего моста и рулевых трапеций;

минимальный радиус поворота четырехколесного пропашного трактора и составленного на его базе широкозахватного МТА найден с помощью аналитических выражений, описывающих процесс их поворота;

агротехнологические и кинематические показатели высококлиренсного пропашного трактора обоснованы с учетом зависимости параметров установленных на нем шин междурядьям хлопчатника и соотношениям приводов колес;

определены показателей поперечной статической устойчивости пропашных тракторов на основе их колесных формул.

Практические результаты исследования заключаются следующем:

разработаны конструкции высококлиренсных передней оси и ведущего моста портального типа для повышения маневренности и проходимости четырехколесных пропашных тракторов;

при применении на практике разработанного пропашного трактора с высоким агротехническим просветом обеспечено повышение производительности при минимальных трудовых, энергетических и ресурсных затратах.

Достоверность результатов исследования подтверждается тем, что аналитические исследования основаны на законах и правилах теоретической механики и высшей математики, экспериментальные исследования проведены с использованием эффективных методов и средств, адекватностью полученных в них результатов, предложения и рекомендации внедрены в практику, эффективность работ подтверждены компетентными органами, а также положительными результатами испытаний тракторов 4К2 и 4К4 с высококлиренсными передней осью и ведущим мостом портального типа.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования объясняется получением механико-математических моделей и аналитических зависимостей, раскрывающих изменения параметров передней оси и ведущего моста портального типа и рулевого привода от углов поворота передних направляющих колес и радиуса поворота трактора, а также возможностью их применения в новых исследованиях по совершенствованию пропашных тракторов в качестве методического руководства.

Изготовление опытных образцов пропашных тракторов с колесной формулой 4К2 и 4К4, оборудованные передней осью и ведущим мостом с высоким агропросветом, их соответствие междурядьям хлопчатника, уменьшение степени повреждения растений, повышение устойчивости движения и управляемости, выполнение экологических требований и требований безопасности, а также увеличение производительности шестирядных посевных и культиваторных агрегатов на 40-60 процентов по сравнению с четырехрядными аналогами определяет практическую значимость результатов исследования.

Внедрение результатов исследования. По результатам разработки четырехколесных пропашных тракторов с высоким агротехническим просветом, агрегатируемых с широкозахватными машинами:

получены патенты от Агентства интеллектуальной собственности на полезную модель (№FAP 00893, №FAP 00971, №FAP 01531) на новые технические решения передней оси и ведущего моста пропашных тракторов. Данные технические решения дают возможность разработки конструктивной схемы передней оси и ведущего моста с высоким агротехническим просветом, повышенной маневренности, проходимости и устойчивости движения перспективных пропашных тракторов 4К2 и 4К4, агрегатируемых с широкозахватными машинами и имеющего высокую степень занятости;

пропашные тракторы (4К2 и 4К4) с высоким агротехническим просветом внедрены в фермерские хозяйства Янгиюльского и Куйичирчикского районов и опытного хозяйства НИИМСХ (Справка Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан № 02/023-3564 от 28 августа 2021 г.). В результате этого снижены затраты расхода топлива на 9%, трудовые затраты на 23,1% и прямые эксплуатационные расходы на 18,1%;

пропашной трактор 4К4 с высоким агротехническим просветом прошел испытания в Центре сертификации и испытаний сельскохозяйственной техники и технологий (ЦИТТ) (Справка Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан № 02/023-3564 от 28 августа 2021 г.). В результате доказано, что поперечная устойчивость трактора соответствует нормативным требованиям, и междурядная обработка осуществлена без повреждения растений;

проектно-конструкторская документация (технические задания и чертежи) и методики расчета передней оси и ведущего моста с высоким агротехническим просветом, а также рулевых приводов внедрены в процесс проектирования в АО «Ташкентский завод сельскохозяйственной техники» и ООО «Конструкторско-технологический центр сельскохозяйственного машиностроения» (Справки Специализированного конструкторского бюро «Трактор» № 26-534 от 24 декабря 2014 г. и ООО «Конструкторско-технологический центр сельскохозяйственного машиностроения» № 405 от 22 декабря 2020 г.).

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждались на 16 международных и 13 республиканских научнопрактических конференциях.

Публикация результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 50 научных работ, из них 14 статей опубликованы в научных изданиях, рекомендованных высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, в том числе 8 в республиканских и 6 в зарубежных журналах. Новые научно-технические решения защищены пятью патентами Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Содержание диссертации состоит из введения, пяти глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 196 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении диссертации обоснованы актуальность и необходимость проведенных исследований, описаны цели и задачи, объекты и предметы исследования, показано его соответствие приоритетам развития науки и технологий в республике, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыты их теоретическая и практическая значимость, представлена информация о внедрении результатов исследования на практике, результатах апробации работы, опубликованных работах и структуре диссертации.

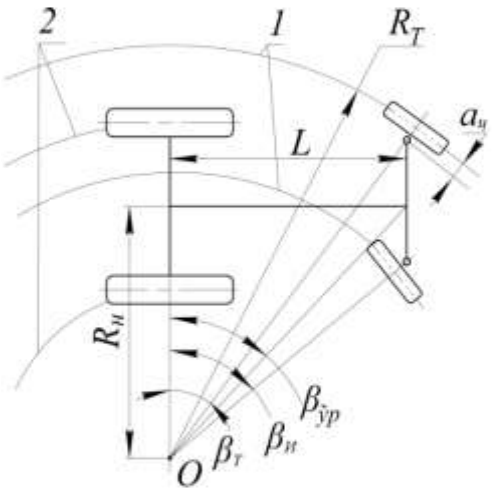
В первой главе диссертации, озаглавленной «**Постановка проблемы и цель исследования**», проанализированы научно-исследовательские работы в стране и за рубежом по маневренности, проходимости, устойчивости движения и управляемости пропашных тракторов, по конструкциям передних осей и ведущих мостов портального типа и рулевых приводов четырехколесных тракторов, а также сформированы цели и задачи исследования.

Во второй главе диссертации, озаглавленной «**Теоретические исследования по повышению маневренности, проходимости и устойчивости пропашных тракторов**» приведены результаты исследований по обоснованию параметров передних осей, ведущих мостов и рулевых приводов четырехколесных пропашных тракторов и их влиянию на маневренные свойства широкозахватных посевных и культиваторных агрегатов, составленных на их базе, влиянию размеров шин на кинематические соотношения колесных приводов и на показатели поперечной статической устойчивости.

В процессе разворота четырехколесный трактор поворачиваясь вокруг точки O оставляет на поверхности поля четыре неперекрывающихся следа (рис. 1). Разворот с минимальным радиусом достигается за счет торможения заднего ведущего внутреннего колеса трактора. При этом минимальный радиус поворота переднего направляющего наружного колеса равен:

$$R_{Tmin} = \frac{L}{sin\beta_T} + a_ц \ (1); R_{Tmin} = \sqrt{L^2 + \left(R_н + 0{,}5M\right)^2} + a_ц \,(2);\ R_н = L \cdot ctg\left(\beta_{ўр} - \delta_c\right),(3)$$

где L – продольная база трактора, m; $a_ц$=(B–M)/2 – расстояние от плоскости колеса до поворотной цапфы, m; B – колея, m; M – расстояние между валами поворотных цапф (шкворнями), m; $R_н$ – номинальный радиус поворота, m; δ_c – угол увода передних колес трактора, °.



Следы 1-передних и 2-задних колес

Рисунок 1. Схема поворота четырехколесного трактора

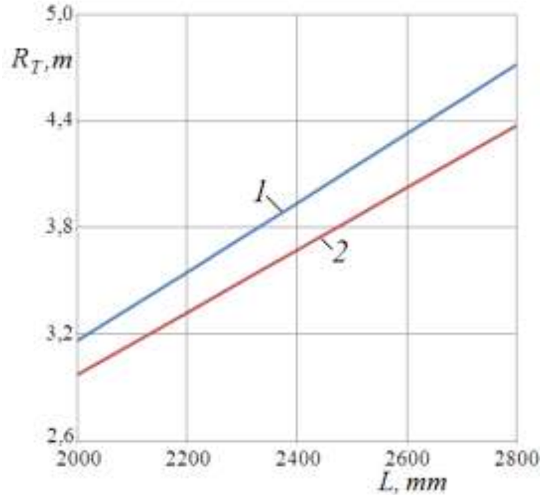
Величина β_T угла поворота наружного направляющего колеса передней оси четырехколесного трактора, соответствующего произвольному углу поворота $\beta_И$ внутреннего колеса, теоретически должна быть равна:

$$\beta_T^{наз.} = arcctg\,\frac{M + Lctg\beta_И}{L}\,. \qquad (4)$$

Используя основные параметры (L, B_1, M, $a_ц$) четырехколесных тракторов по формулам (1), (2), (3) и (4) в зависимости от угла $\beta_И$ определяются теоретические значения угла поворота β_T и минимального радиуса поворота R_{Tmin} переднего направляющего наружного колеса.

По результатам испытаний и техническим характеристикам тракторов Кейс 4240Х, Беларус 80.1 и ТТЗ-810 при углах поворота $\beta_И$ внутреннего колеса передней направляющей оси 55°; 40°12′ и 41°30′ согласно формулы (4) углы поворота наружного колеса β_T будут равны соответственно 36°24′; 29°44′ и 30°13′. Согласно выражениям (1), (2), (3), радиусы поворота R_T переднего наружного колеса соответственно по тракторам будут равны: 3,90 m, 5,19 m и 4,89 m, когда заднее ведущее внутреннее колесо не заторможено, а для случая с торможением будут равны 3,59 m, 4,70 m и 4,44 m. Принимая во внимание результаты расчетов и тот факт, что максимальный угол поворота переднего направляющего внутреннего колеса у зарубежных тракторов был доведен до $\beta_И \geq 55°$, в исследованиях было принято $\beta_И$=55°.

Исследована зависимость радиуса поворота R_{Tmin} на интервалах продольной базы L=2000–2800 mm и колеи B=1200-2000 mm существующего трактора ТТЗ-810 с колесной формулой 4К2 от углов поворота передних направляющих колес. Принимая $\beta_И$ =55° и $a_ц$=220 mm по формулам (1)–(4) определены значения R_{Tmin} (рисунок 2).



Заднее ведущее внутреннее колесо:
1-без торможения,
2-с торможением

Рисунок 2. Изменение радиуса поворота R_T наружного колеса трактора в зависимости от его продольной базы L

При продольной базе трактора L=2000 mm радиус поворота переднего направляющего наружного колеса R_{Tmin}: при не заторможенном заднем ведущем колесе - 3,19 m, а в заторможенном положении - 2,99 m. А при продольной базе трактора L=2800 mm радиус поворота переднего направляющего наружного колеса R_{Tmin}: при не заторможенном заднем ведущем колесе - 4,72 m, а в заторможенном положении - 4,37 m. Однако при L=2800 mm его продольные размеры увеличиваются, маневренность трактора снижается, а площадь разворота увеличивается.

Согласно результатам исследований и испытаний для обеспечения устойчивости трактора следует использовать $L=1{,}1L_{min}=1{,}1\cdot2000=2200$ mm (где L_{min} –минимальная продольная база трактора, mm). Однако, для размещения рабочих машин в пределах продольной базы пропашного трактора и повышения устойчивости агрегата, целесообразно, чтобы его продольная база была равна L=2300-2500 mm, максимальные углы поворота передних направляющих внутреннего и наружного колес соответственно были равны $\beta_{Иmax}$=55° и β_{Tmax}=36°, а минимальный радиус поворота был R_{Tmin}<4,0 m.

Ширина зоны разворота широкозахватного МТА в начале и конце поля при комбинированном с открытой петлей и беспетлевом полукруговом способах поворота составляет соответственно $E_б$ =5,02 и 4,75 m, а длина пути поворота составляет $l_б$=15,30 и 16,70 m. Номинальный радиус поворота трактора $R_н$=3,15 m, радиус поворота переднего направляющего наружного колеса R_T =4,75 и 4,73 m.

Значения минимального радиуса R_{Tmin} поворота четырехколесного трактора зависят от углов поворота наружного β_T и внутреннего $\beta_И$ передних направляющих колес, рулевой трапеции, углов установки и параметров шкворней поворотных цапф, а также от продольной базы и колеи трактора, и существенно влияют на маневренность при работе в междурядьях культур (рисунок 3).

Параметры передней оси, ведущего моста (рисунки 3–5) и рулевого привода перспективных пропашных тракторов 4К2 и 4К4 должны принимать

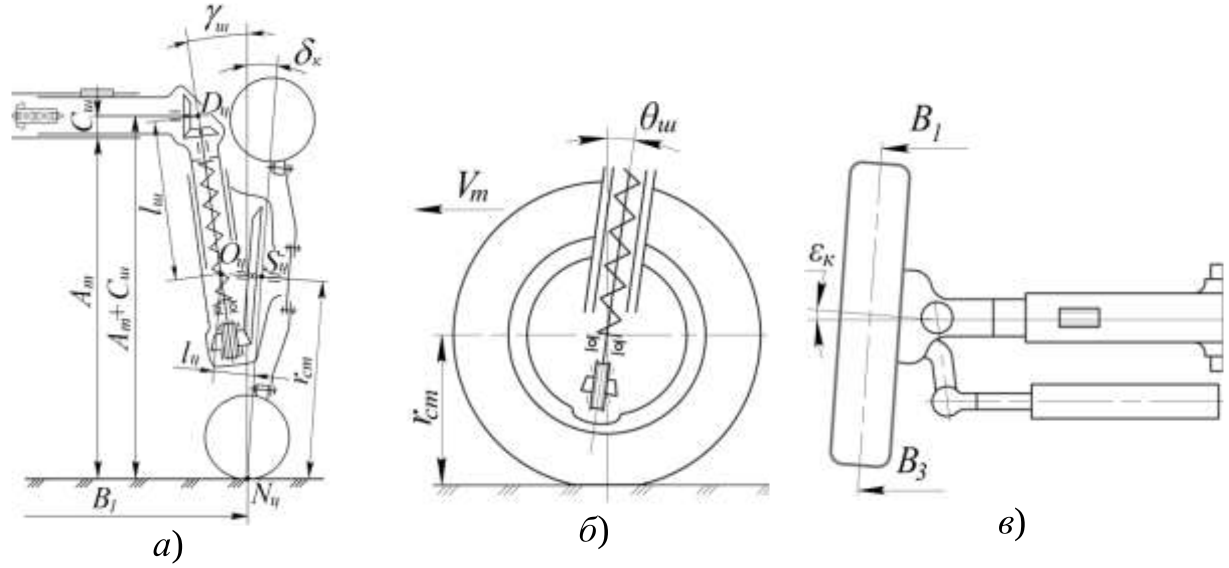


Рисунок 3. Углы установки направляющих колес четырехколесного трактора

следующие значения, т.е. угол развала переднего колеса $\delta_к$=3–4° и угол поперечного наклона шкворня $\gamma_ш$=7°, угол продольного наклона шкворня $\theta_ш$=3–4°, угол схождения колес $\varepsilon_к$=2–3°, расстояние схождения колес переднего моста (B_3–B_1)=4–12 mm, плечо вращения направляющего колеса относительно оси вала поворотной цапфы a_e=0,5$b_ш$–(10–30) mm (где $b_ш$–ширина профиля шины), угол установки $\varphi_р$=14–20° и длина $r_б$=(0,16–0,25)·M_{min} поворотного рычага.

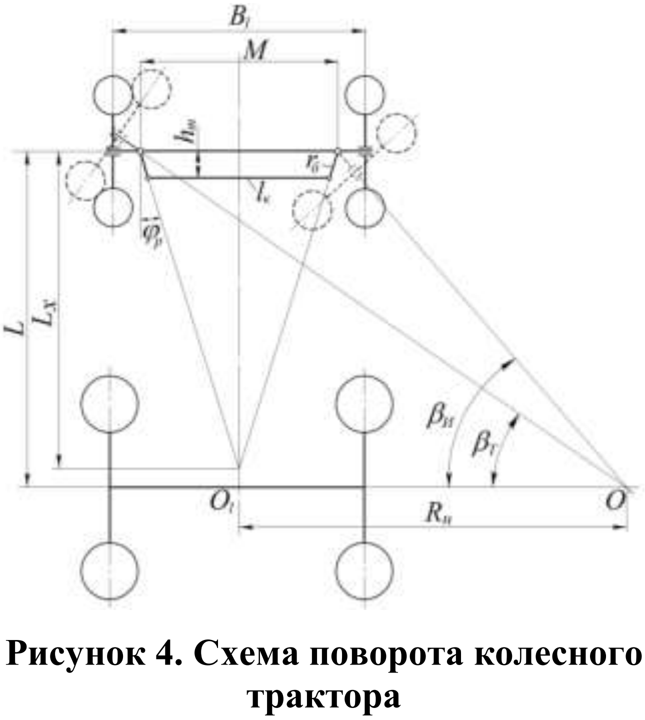


Рисунок 4. Схема поворота колесного трактора

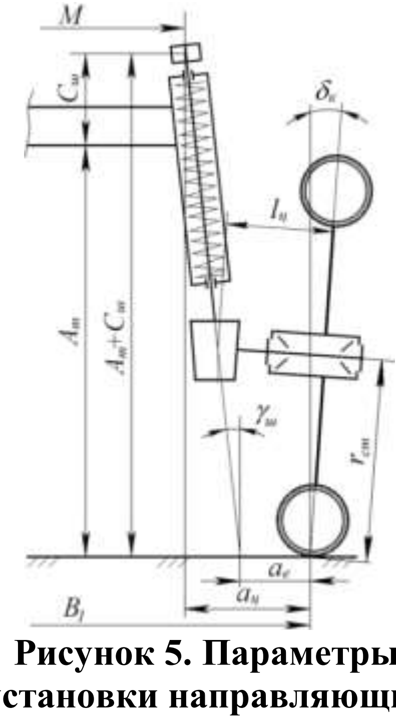


Рисунок 5. Параметры установки направляющих колес переднего моста пропашного трактора

Если параметры рулевого привода на пропашных тракторах правильно подобраны и настроены, то уменьшается боковое и продольное проскальзывание шин передних колес и повышается маневренность трактора. Это зависит от оптимальных значений параметров рулевой трапеции, установленной на рулевом приводе переднего моста, т.е. от $r_б$ и $l_к$, а также угла установки поворотного рычага $\varphi_р$.

Согласно расчетным схемам (рисунки 4 и 5) зависимость $\beta_T^{наз}$ от параметров переднего моста записывается следующим образом:

$$\beta_T^{наз.} = arcctg\,\frac{1}{L}\{B_1 - 2[l_ц(cos\delta_к - sin\delta_к tg\gamma_ш) - r_{ст}(sin\delta_к + cos\delta_к tg\gamma_ш) + \\ + (A_т + C_ш)tg\gamma_ш] + Lctg\beta_И\}, \qquad (5)$$

где $l_ц$ – длина цапфы, m; $r_{ст}$ – статический радиус направляющего колеса, m; $A_т$ – агротехнический просвет, m; $C_ш$ – расстояние от нижней части моста до поворотного рычага, m; $\gamma_ш$ – угол поперечного наклона шкворня, °; $\delta_к$ – угол развала колеса, °.

Существует также следующая взаимосвязь между углами поворота наружного β_T, внутреннего $\beta_И$ направляющих колес и параметрами рулевой трапеции:

$$\beta_T = \varphi_р + arctg\,\frac{r_б cos(\varphi_р + \beta_И)}{M - r_б sin(\varphi_р + \beta_И)} - \\ - arcsin\,\frac{r_б + 2M sin\varphi_р - 2r_б sin^2\varphi_р - M\,sin(\varphi_р + \beta_И)}{\sqrt{M^2 + r_б^2 - 2Mr_б\,sin(\varphi_р + \beta_И)}}. \qquad (6)$$

Чем меньше разница между углами $\beta_T^{наз.}$ и β_T, тем лучше направляющие колеса будут выполнять поворот с «чистым качением». Поэтому оптимальные параметры рулевой трапеции следует определять исходя из следующего условия:

$$\max_{0^o \le \beta_И \le \beta_{И\,max}} \left|\beta_T - \beta_T^{наз.}\right| \to min. \qquad (7)$$

Исследователи отметили, что если при среднем угле поворота направляющих колес $\beta_{ўр.}$=5–8° разница между фактическим и теоретическим значениями не превосходит 2-3%, и при $\beta_{ўр.}$=25–30° ошибка не превосходит 10%, то этого достаточно для проектирования рулевой трапеции.

При использовании условия (7) должны быть известны два основных конструктивных параметра – угол установки $\varphi_р$ и длина $r_б$ поворотного рычага, определяющих кинематику рулевой трапеции. Поэтому по схеме, представленной на рисунке 4, определяем угол установки поворотного рычага:

$$\varphi_р = arcctg\,\frac{2L_x}{M}, \qquad (8)$$

где $L_x = \chi L$ – продольное расстояние от точки пересечения осевых линий по поворотным рычагам до оси направляющего колеса, m.

Для каждого значения длины поворотного рычага $r_б$ из интервала 80–300 mm выбирается такое значение угла его установки $\varphi_р$ из интервала

17°53–15°32′, что разница между фактическим и теоретическим значениями углов поворота направляющего наружного колеса находится в интервале Δ_{min}=1°27′–1°39′ и не превышает 2°. С возрастанием значений $r_б$ значения φ_p убывают и значения Δ_{min} возрастают (рисунок 6).

Для четырехколесного пропашного трактора с продольной базой L=2205 mm и колеей в интервале 1200-2400 mm при установке параметров симметричной разрезной рулевой трапеции $r_б$=125 mm, r_e=150 mm, $s_ш$=–100 mm, δ_e=75° и M=886-2086 mm длина поперечной тяги регулируется в интервале $l_к$=416-963,0 mm.

В период максимального биологического развития высота кустов хлопчатника достигает 80-125 cm, и для проведения обработки полей, не нанося повреждений кустам хлопчатника необходимо, чтобы агротехнический просвет пропашного трактора под рукавами переднего и заднего мостов составлял не менее A_m=810±10 mm.

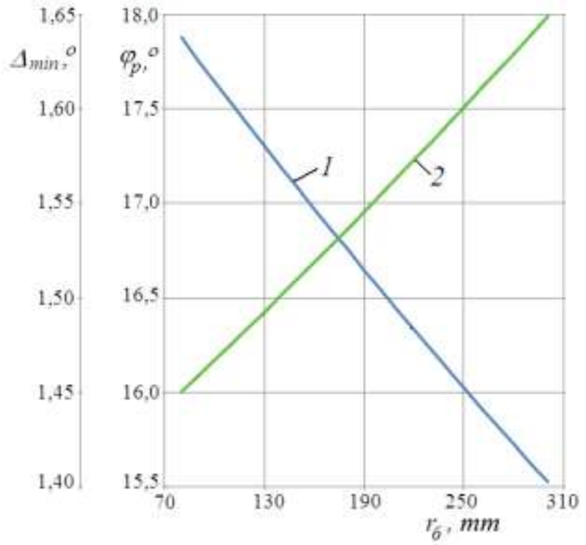


Рисунок 6. Зависимость значений φ_p (1) и Δ_{min} (2) от длины поворотного рычага $r_б$

Используя следующую зависимость для определения агротехнического просвета для различных значений длины $l_ш$ вертикального вала (рисунок 3) поворотной цапфы четырехколесного трактора и шин разных размеров:

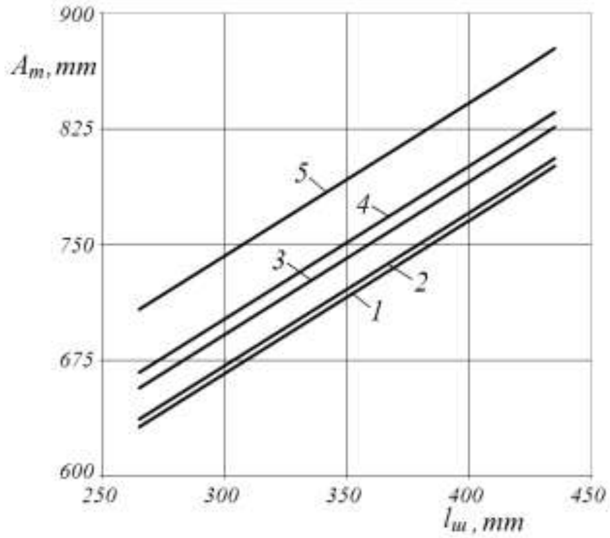
$$A_m = \frac{l_ш}{\sqrt{tg^2\theta_ш + tg^2\gamma_ш + 1}} + l_ц sin\delta_к + r_{cm} cos\delta_к - C_ш. \quad (9)$$

Посредством (9) формулу при постоянных значениях параметров экспериментального переднего моста $\theta_ш$=3°, $\gamma_ш$=7°, $\delta_к$=3°30′, $l_ц$=188 mm и $C_ш$=65 mm, при установке на него шины 9,00R20 со статическим радиусом r_{cm}=425 mm, при значениях длины вертикального вала в интервале $l_ш$=265–435 mm, определяем, что значения агротехнического просвета находятся в интервале A_m=633–802 mm, при установке на него шины 11,2R24 со статическим радиусом r_{cm}=501 mm, при значениях длины вертикального вала в интервале $l_ш$=265–435 mm, определяем, что значения агротехнического просвета находятся в интервале A_m=709–878 mm (рисунок 7).

При междурядье 90 cm ширина профиля шины пропашного трактора не должна превышать 489 mm (19 дюймов), а при междурядье 60 cm - 189 mm

(7,4 дюйма). Отсюда следует, что в междурядьях 60 и 90 cm целесообразно использовать четырехколесный пропашной трактор с максимальным размером шин 7,4 и 19 дюймов соответственно.

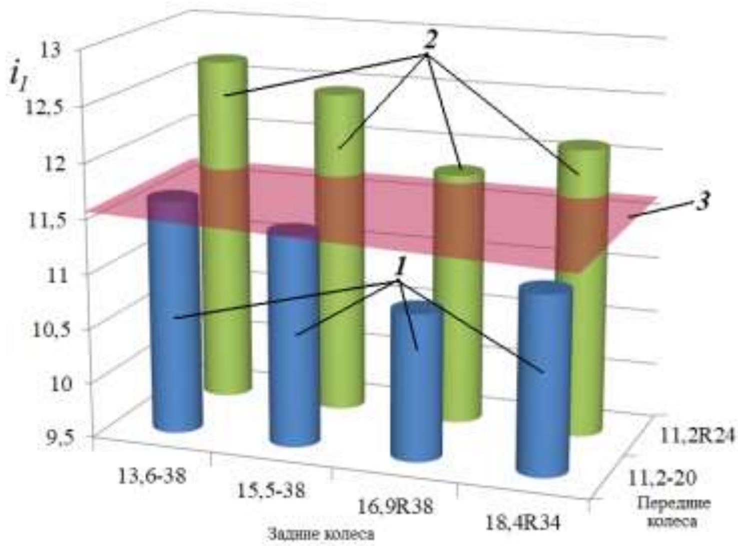
Шины, установленные на передних и задних ведущих колесах пропашного трактора 4К4 с высоким агротехническим просветом, не проскальзывают при соблюдении кинематических соотношений размеров колес.



1–9,00R20; 2–9,00-20; 3–11,2R20; 4–11,2-20; 5–11,2R24

Рисунок 7. Зависимость агротехнического просвета под передним ведущим мостом от длины вертикального вала для шин разных размеров

По передаточному числу привода переднего ведущего моста $i_{о.к.ю}$=11,592 в зависимости от шин направляющих (11,2-20, 11,2R24) и задних (13,6-38, 15,5-38, 16,9R38, 18,4R34) колес экспериментального трактора 4К4 путем взаимного сравнения определены кинематические соотношения приводов колес и возможность их совместного использования (рисунок 8).



1 – 11,2-20; 2 – 11,2R24; 3 – по конструкторским документам

Рисунок 8. Влияние различных размеров шин, установленных на пропашном тракторе 4К4, на кинематические соотношения колес

Предельное значение $\beta_{\kappa\,lim}$ угла поперечной устойчивости тракторов 4К2, 4К4 и 3К2 с высоким (830–870 mm) агротехническим просветом в агрегате с исследуемыми широкозахватными машинами определяется следующими выражениями:

$$tg\beta_{\kappa\, lim} = 0{,}5B_2 / h_c, \quad (10) \qquad\qquad tg\beta_{\kappa\, lim} = \frac{L(G_T - R_1)\cdot sin\alpha_{ё}}{G_T h_c} \quad (11)$$

где B_2 и h_c–колея и высота центра масс трактора, mm; R_1 – 3К2 реакция опорной поверхности на переднее колесо, N; $\alpha_{ё}$ – угол между осью опрокидывания и продольной осью трактора, °.

Подставляя параметры трактора 3К2: L=2475 mm, G_T=38,26 kN, R_1=14,22 kN, 0,5B_2=960 mm, h_c=1014 mm и трактора 4К2: L=2570 mm, G_T=38,94 kN, R_1=14,48 kN, 0,5B_2=960 mm, h_c=1014 mm в формулы (10) и (11), находим, что для трактора ТТЗ-811 (3К2) угол поперечной устойчивости равен $\beta_{\kappa lim}$=29°, для трактора ТТЗ-811Т (4К2) угол поперечной устойчивости равен $\beta_{\kappa lim}$= 43°. Отсюда следует, что для агрегатирования широкозахватных машин оптимальны пропашные трактора 4К2 и 4К4 ($\beta_{\kappa lim}$=43°>[β]=35°).

В третьей главе диссертации, озаглавленной «**Исследование влияния параметров передней оси и ведущего моста, а также типоразмеров шин на агротехническую проходимость пропашных тракторов**» приведены результаты проведенных исследований по определению влияния основных параметров передней оси и ведущего моста на агротехническую проходимость четырехколесных пропашных тракторов (4К2 и 4К4), агрегатируемых с широкозахватными машинами, т.е. поперечный габарит, абрис и режимы использования установленных на них шин, грузоподъемность с учетом ширины междурядий хлопчатника.

Доверительный интервал приближения шин тракторов к кустам хлопчатника

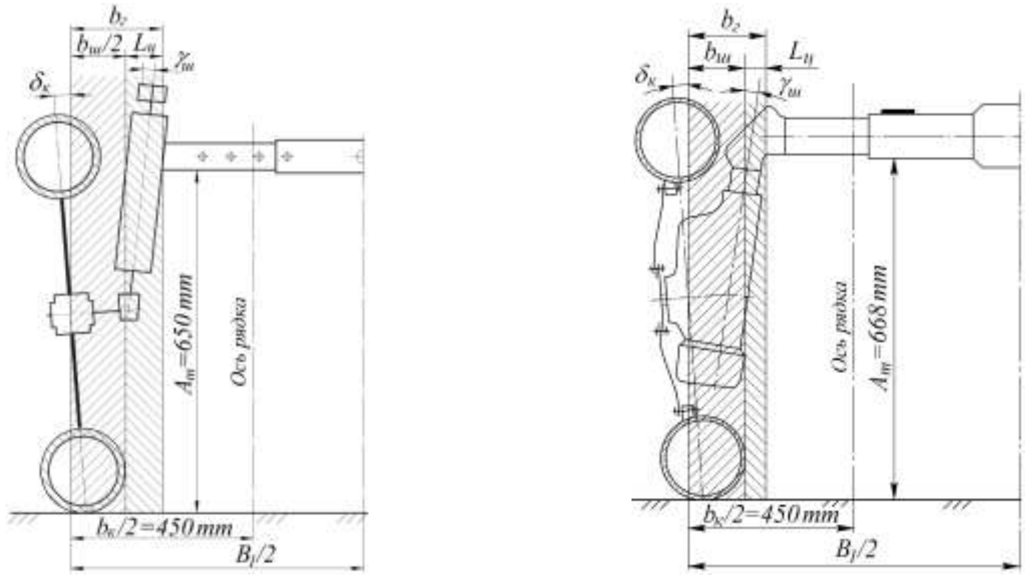
$$\Delta_{и.о.} = \frac{b_{\kappa} - b_{ш.и.}}{2} \pm k_{э}\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}\,, \qquad (12)$$

где b_{κ} – ширина рядов, mm; $b_{ш.и.}$ – ширина профиля шины в рабочем состоянии, $b_{ш.и.}$=1,08$b_{ш}$ (по ГОСТ 7463–2003); $k_{э}$– коэффициент, учитывающий доверительную вероятность; σ_1 –среднеквадратическое отклонение растений ряда от прямой линии; σ_2 – среднеквадратическое отклонение колес трактора от заданной траектории.

По результатам исследования определены σ_1=±2,3 cm, σ_2=±3,8 cm. Согласно формуле (12) установка шин 13,6R38, 15,5R38, 16,9R34, 16,9R38,18,4R30, 18,4R34, 18,4R38 на задний ведущий мост пропашного трактора обеспечивает его проходимость в междурядьях хлопчатника 90 cm без повреждений кустов хлопчатника с доверительной вероятностью не менее 99,7%. Шины 9,5R42 и 11,2R42 обеспечивают удовлетворительную проходимость в междурядьях хлопчатника 60 cm. При установке шин 13,6R38 и 15,5R38 значения приближения $\Delta_{и.о.1}$ колес к растениям в междурядьях 60 cm становятся отрицательными, поэтому наблюдаются повреждения кустов хлопчатника и их использование в этих междурядьях ограничено. Для междурядий хлопчатника 60 cm рекомендуются шины 9.5R42 и 11.2R42.

На направляющих колесах передней оси и ведущего моста пропашного трактора 4К2 и 4К4 рекомендуется устанавливать шины 9,00R20, 7,50-20 и 11,2R20, 11,2R24, 13,6R20, 13,6R24.

Размер свободного пространства под передней осью и ведущим мостом экспериментальных пропашных тракторов 4К2 и 4К4 (рисунок 9) зависит от поперечного габарита поворотной цапфы, агротехнического просвета, типоразмера шин на направляющих колесах и параметров их установки.



а) *б*)

Рисунок 9. Расположение колесных узлов передней оси (*а*) и ведущего моста (*б*) в междурядьях шириной 90 cm

В этом случае поперечный габарит колесного узла переднего моста, размещаемого в половинной части междурядий растений, равен сумме половины ширины профиля шины $в_ш$ в свободном положении и ширины деталей поворотной цапфы $L_ц$, выступающих за внутренний край шины, т.е.

$$b_г = в_ш/2 + L_ц \,. \tag{13}$$

На основании выражения (13) установлено, что для 4К2 и 4К4 при $A_т$=650 mm и $A_т$=668 mm значения поперечного габарита $b_г$ колесного узла составили 220 mm и 230 mm соответственно. Поперечный габарит поворотной цапфы этих пропашных тракторов в модернизированном (удлиненном) варианте можно определить по следующему выражению:

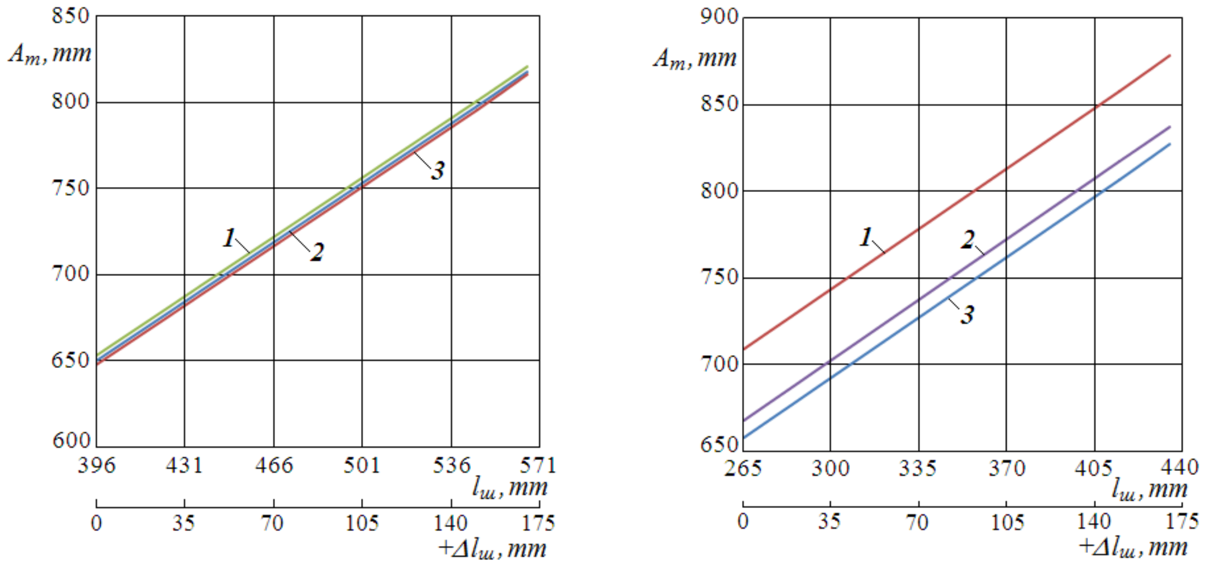
$$b_у = b_п + \left(A_{тп} - A_{ту}\right) tg\gamma_ш \,, \tag{14}$$

где $b_у$ – поперечный габарит поворотной цапфы экспериментального трактора с модернизированной конструкцией, mm; $b_п$ – поперечный габарит поворотной цапфы трактора-прототипа, mm; $A_{тп}$ – агротехнический просвет под основой (корпусом) переднего моста трактора-прототипа, mm; $A_{ту}$ – увеличенный агротехнический просвет экспериментального трактора, mm; $\gamma_ш$ – угол поперечного наклона шкворня поворотной цапфы, °.

Из формул (9) и (14) пользуясь условием $A_т \geq A_{орқ.к}$ (где $A_{орқ.к}$ – агротехнический просвет под рукавами полуосей заднего моста трактора, мм): - для тракторов 4К2: шины 7,50-20 - $r_{ст}$=427 mm, шины 9,00R20 - $r_{ст}$=425 mm, шины 9,00-20 - $r_{ст}$=430 mm определяем $\gamma_ш$=7°, $\delta_к$=3°, $\theta_ш$=4°,

$l_ц$ =121 mm, $C_ш$=175 mm; для тракторов 4К4: шины 11,2R20 - r_{cm}=450 mm, шины 11,2-20 - r_{cm}=460 mm, шины 11,2R24 - r_{cm}=501 mm определяем $\gamma_ш$ =7°, $\delta_к$=3°30′, $\theta_ш$=3°, $l_ц$ =188 mm, $C_ш$ =65 mm.

Проведены расчеты по определению различных значений длины $l_ш$ вертикального вала поворотной цапфы, соответствующих размерам статического радиуса r_{cm} шин, которые необходимо установить на переднюю ось и ведущий мост экспериментальных пропашных тракторов 4К2 и 4К4. Результаты расчетов приведены на рисунке 10.



а) 1– 9,00-20; 2–7,5-20; 3–9,00R20 *б*) 1–11,2R24; 2–11,2-20; 3–11,2R20

Рисунок 10. Зависимость агротехнического просвета под передней осью (*а*) и ведущим мостом (*б*) от размеров поворотной цапфы и шин

Определено, что при ширине поперечного габарита поворотной цапфы, модернизированной до высококлиренсного варианта, из интервалов b_y=220–241 mm и b_y =230–251 mm для экспериментальных тракторов 4К2 и 4К4 соответственно, при различных длинах вертикального вала поворотной цапфы $l_ш$ и действующих размеров шин, показатели абриса тракторов находятся в диапазоне 827–878 mm.

В четвертой главе диссертации, озаглавленной «**Результаты экспериментальных исследований**», приведены результаты проведенных исследований по допустимым углам поворота направляющих колес экспериментальных пропашных тракторов 4К2 и 4К4, оснащенных передней осью, ведущим мостом и рулевым приводом с высоким агропросветом, по агрегатированию этих тракторов с широкозахватными сеялкой и культиватором, по оценке поворотливости, устойчивости движения, свойств управляемости, маневренности и агротехнических показателей этих агрегатов.

Установлено, что разница между теоретическими и экспериментальными значениями показателей поворотливости экспериментальных пропашных тракторов 4К2 и 4К4 составляет

ΔR_T=0,14–0,38 m и ΔR_T=0,10-0,26 m соответственно. Усовершенствованные передняя ось, ведущий мост и рулевое управление обеспечивают минимальное значение радиуса поворота наружного направляющего колеса до R_{Tmin}=3,9±0,05 m.

Для обеспечения управляемости и минимального радиуса поворота широкозахватных МТА в транспортном положении по ГОСТ 12.2.019-2005 масса, приходящаяся на передний мост четырехколесного пропашного трактора, должна быть не менее 20% всей массы агрегата, иначе управляемость ухудшается, что приведет к повреждению растений. При агрегировании пропашных тракторов 4К2 и 4К4 с широкозахватными машинами, нагрузка на их опорные колеса изменяется, а именно масса, приходящаяся на переднюю ось уменьшается, что отрицательно сказывается на показателях маневренности и управляемости. В ходе исследования были проведены лабораторные эксперименты для оценки соответствия этих показателей нормативным требованиям. В экспериментах значения продольной координаты l_T центра масс четырехколесных тракторов, агрегатируемых с широкозахватными сеялкой и культиватором в транспортном режиме, составили 596 mm и 537,6 mm соответственно (допустимое предельное значение 496 mm).

Коэффициенты нагрузки на шины каждого переднего и заднего колеса широкозахватного хлопкового посевного агрегата составляют соответственно 0,563 и 1,007 в агрегате с трактором 4К2, – 0,450 и 1,012 с трактором 4К4, а также для культиваторного агрегата – 0,530 и 1,042 с трактором 4К2, – 0,410 и 1,05 с трактором 4К4, а это показывает, что они не перегружены. Распределение нагрузок на передние и задние колеса составляет 23/77% при агрегатировании экспериментального трактора 4К2 с широкозахватной сеялкой, 24/76% – для 4К4, для трактора 4К2 при агрегатировании с культиватором 21/79% и 22/78% – для 4К4, а критерий управляемости K_y равен для сеялки соответственно 0,23 и 0,24, для культиватора соответственно 0,21 и 0,22.

В проведенных исследованиях установлено, что отклонения колес экспериментальных тракторов от заданной траектории незначительно увеличиваются при переходе от фона с твердым основанием к фону с грунтовым основанием, увеличение скорости движения от V_T =2,51 до 4,26 и 7,25 km/h существенно не влияет на показатели устойчивости движения экспериментальных тракторов по заданному направлению как по асфальтовому, так и по грунтовому покрытию, а отклонения (±3σ) от заданной прямой не превышают допустимых значений для защитной зоны, т.е. не превышают 12-15 cm.

В исследованиях установлено, что изменение скорости в интервале V_T=2,51–7,25 km/h существенно не влияет на показатели управляемости экспериментального трактора, среднеквадратическое отклонение траектории движения его переднего направляющего колеса от заданной траектории лежит в интервале ±σ=(2,69-3,82) cm, с уменьшением амплитуды заданной траектории (5, 10, 15 cm) показатель управляемости улучшается. Это гарантирует, что чем более прямолинейно будут посеяны семена хлопчатника, тем легче и качественнее будет последующая обработка междурядий.

В исследованиях по оценке качественных показателей критерия управляемости пропашного агрегата на междурядной обработке хлопчатника установлено, что среднеквадратическое отклонение траектории движения агрегата при скорости V_T=1,3 m/s в системе «тракторист-трактор-заданное направление» составил $\pm\sigma$=(1,64-2,68) cm. На практике в процессе культивации защитная зона устанавливается в пределах 10-15 cm, значение $\pm 3\sigma$ составляет 4,92-8,04 cm для 95% доверительной вероятности. Это означает, что агрегат, составленный из экспериментального трактора и широкозахватного культиватора КХУ-6, обеспечивает междурядную обработку хлопчатника, не повреждая его кустов.

Степень уничтожения растений хлопчатника в зоне поворотной полосы колесами пропашных тракторов, рассчитанная для всей посевной площади равна:

– для четырехрядного агрегата на базе трактора 3К2 – 0,19–0,36%;

– для шестирядного агрегата на базе трактора 4К2 и 4К4 – 0,35–0,64 %.

Потери в виде уничтоженных растений на поворотах ниже на полях с длинными гонами (500 m) и выше на коротких полях (300 m).

Использование в хлопководстве шестирядных агрегатов на базе энергетических средств с колесной формулой 4К2 и 4К4 приводит к несущественной потере плодородных земель, при этом установлено, что значение дополнительных потерь на хлопковых полях не превышает 0,6.

В опытах по агротехнической оценке совместимости культиваторного агрегата междурядьям в период максимального биологического развития кустов хлопчатника при использовании трактора 3К2 (ТТЗ-811) на скорости 5,7 km/h и экспериментального трактора 4К4 на скорости 6,3 km/h на однократной междурядной обработке повреждений стеблей хлопчатника не наблюдалось.

Однако падение на землю урожайных элементов хлопчатника составило 0,20% при использовании трактора ТТЗ-811 и 0,18% – экспериментального трактора (по Исходным требованиям не более 0,2%).

В пятой главе диссертации, озаглавленной «**Оценка технико-экономической эффективности четырехколесного пропашного трактора в агрегате с широкозахватными сельскохозяйственными машинами**» дается краткое техническое описание широкозахватных агрегатов, составленных на базе экспериментальных пропашных тракторов 4К2 и 4К4 с высоким агропросветом, а также приведены результаты полевых испытаний.

Опытный образец четырехколесного пропашного трактора с высоким агротехническим просветом, агрегатируемых с широкозахватными машинами, надежно выполнил заданные в испытаниях технологические процессы, а показатели его работы полностью соответствуют предъявляемым требованиям. Использование четырехколесного трактора с высоким агротехническим просветом в агрегате с широкозахватными машинами снижает расхода топлива на 9% и трудозатраты на 23,1%, а также эксплуатационные расходы на 18,1% по сравнению с четырехрядными агрегатами, составленными на базе существующего пропашного трактора 3К2. При этом годовая экономическая эффективность составит 25286,5 тысяч сум на один пропашной высококлиренсный трактор, оснащенный передним ведущим мостом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных исследований в докторской диссертации на тему «Разработка научно-технических основ повышения маневренности и проходимости четырехколесного пропашного трактора», представлены следующие выводы:

1. Несмотря на маневренность и высокий агротехнический просвет тракторов 3К2, используемых при выращивании хлопчатника в фермерских хозяйствах и хлопково-текстильных кластерах, поперечная устойчивость этих тракторов недостаточна, техногенное воздействие на почву велико, а использование в агрегате с широкозахватными сельскохозяйственными машинами ограничено. Исключение этих недостатков возможно путем применения универсально-пропашных тракторов с колесной формулой 4К2 и 4К4.

2. Высота стеблей хлопчатника на стадии максимального биологического развития достигает 800-1250 mm. Для обработки хлопчатника без повреждений его кустов агротехнический просвет пропашных тракторов должен быть не менее 810±10 mm в соответствии с существующими требованиями. При длине вертикального вала поворотной цапфы переднего ведущего моста 435 mm агротехнический просвет трактора находится в интервале 806–836 мм.

3. Согласно действующим агротехническим требованиям защитная зона для кустов хлопчатника 10-15 cm. Для междурядий 90 cm ширина профиля шин пропашного трактора не должна превышать 489 mm (19 дюймов), а для междурядий 60 cm – не должна превышать 189 mm (7,4 дюйма). При установке шин 11,2-20 на передний мост полноприводного трактора рекомендуется использовать на заднем мосту шины 13,6-38 или 15,5-38, а шины 11,2R24 – в сочетании с шинами 16,9R38.

4. Установлено, что предельные значения углов наклона тракторов ТТЗ-811 (3К2) и ТТЗ-811Т (4К2) составляют соответственно 29° и 43°. В хлопководстве при переходе с трехколесных тракторов на четырехколесный вариант его устойчивость к боковому опрокидыванию соответствует нормативу (не менее 35°), определенному в государственном стандарте.

5. На посеве и междурядной обработке хлопчатника нагрузка на

передние колеса пропашных тракторов по ГОСТ 12.2.019-2005 должна быть не менее 20% от массы трактора. Нагрузки на передние и задние колеса широкозахватных посевных и культиваторных агрегатов, составленных на базе высококлиренсных пропашных тракторов 4К2 и 4К4, распределение этих нагрузок, а также критерии управляемости агрегатов соответствуют существующим требованиям.

6. При движении высококлиренсных четырехколесных пропашных тракторов по фонам с твердым и грунтовым основаниям отклонения колес трактора ($\pm 3\sigma$) от заданной прямой линии не превышают допустимых значений для защитной зоны 12-15 cm.

7. В проведенных опытах на дорогах с твердым основанием отклонение траектории движения передних направляющих колес экспериментального трактора от заданной траектории находился в диапазоне (±2,69–3,82) cm. Изменение скорости в интервале 2,51–7,25 km/h не оказали отрицательного влияния на показатели управляемости трактора.

8. Среднеквадратичное отклонение всходов хлопчатника по следам сошников сеялки широкозахватного посевного агрегата (±1,66-2,91 cm) не выходит за пределы (±3 cm) агротехнических требований.

9. Среднеквадратичное отклонение защитного интервала рабочих органов широкозахватного культиватора составило $\pm\sigma$=(1,64-2,68) cm. Значение $\pm 3\sigma$ для доверительной вероятности 95% составляет 4,92–8,04 cm. На практике защитная зона устанавливается в интервале 10-15 cm. Это означает, что агрегат, составленный из четырехколесного трактора и широкозахватного культиватора КХУ-6, обеспечивает междурядную обработку хлопчатника без повреждения его кустов.

10. В полевых условиях ширина разворотной полосы пропашного трактора 3К2 составляет 3,4 m, а тракторов 4К2 и 4К4 составляет 3,80-4,85 m. Доля потерь растений на разворотных полосах: 0,19–0,36% для трактора 3К2 и четырехрядной машины, и 0,35–0,64% для тракторов 4К2 и 4К4 и шестирядной машины. В хлопководстве при применении шестирядных агрегатов на базе тракторов 4К2 и 4К4 потери кустов хлопчатника не превышает 0,6%. На поворотных полосах агрегатам целесообразно двигаться петлевым методом поворота с движением назад.

11. В проведенных сравнительных полевых испытаниях высококлиренсных пропашных экспериментального 4К4 и существующего ТТЗ-811 (3К2) тракторов в период максимального биологического роста кустов хлопчатника падение на землю урожайных элементов составило соответственно 0,18% и 0,20%, Эти показатели полностью соответствуют исходным требованиям.

12. Применение экспериментальных тракторов с высоким агротехническим просветом в агрегате с широкозахватными машинами снижает затраты расхода топлива на 9% и трудозатраты на 23,1%, а также прямые эксплуатационные расходы на 18,1% и при этом годовая экономическая эффективность составит 25286,5 тысяч сум.

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

SCIENTIFIC-RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURAL MECHANIZATION

KAMBAROV BAHTIYOR AKBARALIYEVICH

DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL FOUNDATIONS FOR IMPROVING THE MANEUVERABILITY AND PERMEABILITY OF A FOUR-WHEELED ROW TRACTOR

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

DISSERTATION ABSTRACT OF DOCTOR (DSc)
ON TECHNICAL SCIENCES

Gulbakhor – 2022

The theme of the doctoral dissertation (DSc) was registered in the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under No B2021.4.DSc/T376.

The dissertation was carried out at the Scientific-research institute of agricultural 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:	**Akhmetov Adilbek Agabekovich,** doctor of technical sciences, professor
Official opponents:	**Auezov Ongarbay Pirleshovich,** doctor of technical sciences, professor
	Muxitdinov Akmal Anvarovich, doctor of technical sciences, professor
	Asqarxodjaev To'lqin Ishanovich, doctor of technical sciences, professor
Leading organization:	**Tashkent state technical university named after I.Karimov**

The dissertation will be defended on «24» june 2022 at 15^00 hours at a meeting of a one-time scientific council for the award of the scientific degree of Doctor of Science (DSc), compiled on the basis of the PhD scientific council 05/13.05.2020.T.112.01 at the Scientific-Research Institute of Agricultural Mechanization (Address: 110801, Tashkent region, Yangiyul district, Gulbakhor town, Samarkand st., 41. Phone: (+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 agricultural mechanization (registration number 460). (Address: 41, Samarkand street, Gulbakhor town, Yangiyul district, Tashkent region, 110801. Tel: (+99870) 601-07-04.).

The abstract from the thesis is distributed « 10» june, 2022 y.
(Mailing protocol № 21 on june 10, 2022 y.).

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

A.A.Ibragimov
Scientific secretary of the scientific council for awarding of scientific degrees, doctor of technical sciences, senior researcher

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

INTRODUCTION (abstract of DSc thesis)

The research work aims to improve the quality and efficiency of wide-scale sowing and row crop units by developing scientific and technical foundations for improving the maneuverability and cross-country ability of four-wheeled row tractors used in these units.

The object of research was taken as row tractors of the wheel formula 4K2 and 4K4 with a high agro technical clearance, capable of aggregating with a wide-grip planter and cultivator, and their components.

The scientific novelty of the research is as follows:

– the design of the front axle and the leading bridge of the portal type with a high agrotechnical clearance was developed, ensuring the stability of row tractors with a wheel formula of 4K2 and 4K4 in the intervals of the cotton rows and reducing the degree of damage to mature plants;

– the maneuverability of the four-wheeled row tractor is justified by taking into account the parameters of the steered wheels, the front axle, the drive axle, and the steering trapezoids;

– the minimum turning radius of a four-wheeled row tractor and a wide-range unit compiled on its basis is determined ons of analytical formulas reflecting the process of their rotation;

– the type and parameters of tires installed on a high-tilled row tractor are based on taking into account the agro-technical and kinematic indicators of the tractor;

– the cross-static stability indicators of row tractors have been determined by taking into account their wheel formulas.

Implementation of the research result. According to the results of the development of four-wheeled row tractors with high agrotechnical clearance, capable of aggregation with wide-cage machines:

utility model patent (No FAP 00893, No FAP 00971, No FAP 01531) was received from the Intellectual Property Agency for a new technical soluforon of the front drive axle. This technical solution makes it possible to develop a structural scheme of the front-drive axle with a high agro-technical clearance, which increases the maneuverability, cross-country ability, and stability of the movement of the promising row tractor 4K4, capable of aggregation with wide-grip machines and having a full annual degree of employment;

row tractors (4K2 and 4K4) with high agrotechnical clearance were introduced in the fields of farmers of Yangiyul and Kuyichirchik districts and the experimental farm of SRIAM (Certificate of the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan No. 02/023-3564 of August 28, 2021). As a result, it was possible to reduce fuel consumption costs by 9% and labor costs by 23.1%, as well as direct operating costs by 18.1%, respectively;

row tractor 4K4 with high agrotechnical clearance was tested at the Center for Certification and Testing of Agricultural Machinery and Technologies (CCTMA) (Certificate of the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan No.

02/023-3564 dated August 28, 2021). According to the test results, it was established:that the lateral stability of the tractor meets the regulatory requirements and inter-row treatment without damaging the plants is ensured;

for the development of the production of the front axle and the drive axle with high agrotechnical clearance and steering drives for four-wheeled row tractors, the design documentation (technical specifications and drawings) and calculation methods were introduced into the design process in JSC "Tashkent Plant of Agricultural Machinery" and LLC "Design and Technological Center for Agricultural Engineering" (Certificates of the Specialized Design Bureau "Tractor" No. 26-534 dated December 24, 2014 and LLC "Design and Technological Center for Agricultural Engineering" No. 405 dated December 22, 2020).

The structure and volume of the thesis. The content of the thesis consists of an introduction, five chapters, conclusions, a list of references and annexes. The volume of the thesis is 196 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS
I бўлим (I часть; I part)

1. Қамбаров Б.А., Солиев Х.М., Зайнутдинов З.Ш., Ахмедов Ш.А. ТТЗ 1030 тракторининг портал типидаги олд кўприги параметрларини тадқиқ этиш // ТАЙИ хабарномаси. –Тошкент, 2011. – №2.– Б. 19-23. (05.00.00; №15).

2. Қамбаров Б.А., Солиев Х.М., Зайнутдинов З.Ш., Ахмедов Ш.А. ТТЗ 1030 универсал-чопиқ тракторининг рул юритмаси параметрларини илмий асослаш // ТАЙИ хабарномаси. – Тошкент, 2011. – №2.– Б. 24-28. (05.00.00; №15).

3. Байметов Р.И., Камбаров Б.А., Осипов О.С. К вопросу применения в хлопководстве четырехколесного пропашного трактора с широкозахватными МТА // Проблемы механики. – Ташкент, 2012. – № 3. – С. 53-57. (05.00.00; №6).

4. Камбаров Б.А. Основные параметры рулевой трапеции хлопководческого трактора // Международная агроинженерия. Научно-технический журнал КазНИИМЭСХ. – Алматы, 2013. – №1. – С. 67-73. (05.00.00; №48).

5. Камбаров Б.А. Выбор параметров разрезной рулевой трапеции универсально-пропашного трактора // Проблемы механики. – Ташкент, 2014. – № 3. – С. 71-75. (05.00.00; №6).

6. Камбаров Б.А., Тухтабаев М.А. К вопросу о взаимосвязи размеров шин движителей хлопководческого трактора с защитными зонами МТА // Сельскохозяйственные машины и технологии. – Москва, 2014. –№5. – С. 39-41. (05.00.00; №72).

7. Камбаров Б.А., Осипов О.С. Выбор универсально-пропашного трактора для работы с различными сельхозмашинами // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Москва, 2015. – №12. – С. 8-10. (05.00.00; №54).

8. Осипов О.С., Камбаров Б.А. Масса перспективного универсально-пропашного трактора 4К4 для хлопководства // Тракторы и сельхозмашины. – Москва, 2015. – №8. – С. 32-35. (05.00.00; №81).

9. Қамбаров Б. Баланд агротирқишга эга олд етакчи кўприкли трактор //Агро илм. – Тошкент, 2016. Махсус сон. – Б. 88-89. (05.00.00; №3).

10. Kambarov B.A. Method of calculating the kinematic parameters of steering gear ensuring a tractor minimum turning circle radius // European science review. – Vienna, 2016. – № 11-12. – pp 131-134. (05.00.00; №3).

11. Қамбаров Б. Баланд агротирқишли тажрибавий пахтачилик чопиқ трактори ғилдирак юритмаларининг кинематик нисбатларини асослаш //Агро-илм. – Тошкент, 2017 – №4 (48). – Б. 93-95. (05.00.00; №3).

12. Камбаров Б.А. Зависимость агротехнического просвета под передним мостом хлопководческого трактора с колёсной схемой 4К4а от

размеров поворотной цапфы, типоразмера шин управляемых колёс и углов их установки // Тракторы и сельхозмашины. – Москва, 2017. –№11. – С.36-40. (05.00.00; №81).

13. Ахметов А.А., Камбаров Б.А., Камбарова Д.У. К вопросу повышение поворотливости четырехколесного трактора // Агро-илм. – Тошкент, 2020. №3(66). – Б. 86-87. (05.00.00; №3).

14. Ахметов А.А., Камбаров Б.А., Камбарова Д.У. Повышение маневренности четырехколесного трактора // Тракторы и сельхозмашины. – Москва, 2020. –№3. – С. 48-53. (05.00.00; №81).

15. Ахметов А., Қамбаров Б. Чопиқ трактори олд етакчи кўпригининг қатор оралиғидан ўтағонлигига таъсир этувчи параметрларини асослаш // Агро-илм. – Тошкент, 2020. №6(69). – Б. 107-109. (05.00.00; №3).

II бўлим (II часть; II part)

16. Патент на полезную модель РУз. №FAP 00893. Рулевой привод колесного транспортного средства / Камбаров Б.А., Байметов Р.И., Осипов О.С. //Официальный бюллетень. – 2014. – № 4. – С. 56.

17. Патент на полезную модель РУз. №FAP 00971. Привод переднего ведущего колеса пропашного трактора. / Камбаров Б.А., Холиков Б.А., Разоков А.Я. // Официальный бюллетень. – 2014. – №12. – Б. 52.

18. Патент на полезную модель РУз. №FAP 01038. Устройство для определения параметров траектории движения колёсного транспортного средства. / Камбаров Б.А., Тухтабаев М.А. // Официальный бюллетень. – 2015. – № 9. – С. 60-61.

19. Патент на полезную модель РУз. №FAP 01339 Колёсный узел пропашного трактора / Камбаров Б.А., Осипов О.С. // Официальный бюллетень. – 2018. – № 11 (201). – С. 73.

20. Патент на полезную модель РУз. №FAP 01531. Передний управляемый ведущий мост пропашного трактора / Камбаров Б.А., Осипов О.С. // Официальный бюллетень. – 2020. – № 9.

21. Қамбаров Б. Пахтачилик чопиқ трактори олд кўприги рул трапециясининг параметрларини асослашга доир // Юқори самарадор тракторлар, қишлоқ хўжалиги машиналари ва ускуналарини яратиш ва ишлатиш масалалари (ЎзМЭИ илмий ишлар тўплами). – Тошкент, 2013. – Б. 32-41.

22. Қамбаров Б., Тухтабаев М., Холиқов Б. Чопиқ тракторларининг қайрилиш майдонларидаги ҳаракатининг ўзаро таққослаш натижалари // Юқори самарадор тракторлар, қишлоқ хўжалиги машиналари ва ускуналарини яратиш ва ишлатиш масалалари (ЎзМЭИ илмий ишлар тўплами).– Тошкент, 2013. – Б. 41-53.

23. Камбаров Б.А. Устойчивость прямолинейного движения и управляемость широкозахватных хлопковых МТА на базе энергосредства со схемой движителей 4К2 // Современные достижения науки в рациональном

природопользовании: Сборник докладов Международной научно-практической конференции ФГБНУ ПНИИАЗ. – Москва: Издательство «Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук», 2014. – С. 247-250.

24. Камбаров Б.А., Тухтабаев М.А. К вопросу о путях обеспечения необходимого агротехнического просвета для хлопководческого пропашного трактора 4К2 // Современные достижения науки в рациональном природопользовании: Сборник докладов Международной научно-практической конференции ФГБНУ ПНИИАЗ. – Москва: Издательство «Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук», 2014. – С. 270-272.

25. Қамбаров Б., Усмонов И. Баланд агротирқишга эга универсал чопиқ трактори бўйича ўтказилган тадқиқотларнинг натижалари // Ресурстежамкор қишлоқ хўжалик машиналарини яратиш ва улардан фойдаланиш самарадорлигини ошириш: Республика илмий-амалий конференцияси илмий мақолалар тўплами. – Гулбаҳор: ҚХМЭИ, 2014. – Б. 49-53.

26. Қамбаров Б. Тўрт ғилдиракли чопиқ трактори // 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. 2 том. – Тошкент: ТошДАУ, 2015. – Б. 295-297.

27. Қамбаров Б. Пахтачилик универсал чопиқ тракторига портал турдаги олд етакчи кўприкни ишлаб чиқиш // Машинасозликда замонавий материаллар, техника ва технологиялар: III Халқаро илмий-техникавий анжуман. III, IV-секция. – Андижон: АндМИ, 2016. – Б. 152-155.

28. Камбаров Б.А. Результаты исследований по обоснованию параметров высококлиренсной передней оси для четырёхколёсного хлопководческого трактора // Энергосберегающие технологии в растениеводстве и мобильной энергетике: 10-я Международная научно-техническая конференция. Секция 2. – Москва: ФГБНУ ВИЭСХ, 2016. – С. 196-201.

29. Камбаров Б.А. К обоснованию ширины профиля движителей хлопководческого трактора // Современные тенденции развития аграрного комплекса: Сборник матaтериалов Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию Прикаспийского НИИ аридного земледелия. – Астрахань: ФГБНУ ПНИИАЗ, 2016. – С. 1267-1269.

30. Kambarov B. Experimental determination of the parameters of the movement trajectory tiller machine and tractor units on the headland cotton field // European research: innovation in science, education and technology: XVIII International scientific and practical conference. – London: United Kingdom, 2016. – pp. 21-24.

31. Камбаров Б.А. К вопросу о выборе основных оценочных критериев для обоснования типоразмера шин движителей перспективного хлопководческого трактора // Современное экологическое состояние

природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: II Междунароная научно-практическая Интернет-конференция, посвященная году Экологии в России. – Астрахань: ФГБНУ ПНИИАЗ, 2017. – С. 892-866.

32. Камбаров Б.А. Портальный ведущий мост к пропашному трактору 4К4 для работ в хлопководстве //Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: II Междунароная научно-практическая Интернет-конференция, посвященная году Экологии в России. – Астрахань: ФГБНУ ПНИИАЗ, 2017. – С. 2074-2078.

33. Қамбаров Б., Ўсаров М. Пахтачилик учун баланд агротехник тирқишга эга 4К4 схемадаги чопиқ тракторини ишлаб чиқиш // Фан-техника, таълим ва технологиялар, долзарб муаммолар ва ривожланиш тенденциялари: Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами (2-қисм). – Жиззах: ЖизПИ, 2017. – Б. 142-145.

34. Қамбаров Б., Холиқов Б. Чопиқ трактори рул юритмасининг параметрлари // Фан-техника, таълим ва технологиялар, долзарб муаммолар ва ривожланиш тенденциялари: Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами (2-қисм). – Жиззах: ЖизПИ, 2017. – Б. 145-147.

35. Қамбаров Б., Холиқов Б. Баланд агротехник тирқишга эга пахтачилик чопиқ тракторларини ишлаб чиқиш // Юқори самарали қишлоқ хўжалик машиналарини яратиш ва улардан фойдаланиш даражасини ошириш: Республика илмий-амалий конференцияси илмий мақолалар тўплами. –Гулбаҳор: ҚХМЭИ, 2017. – Б. 26-29.

36. Камбаров Б.А. К вопросу обеспечения норм стандартов безопасности труда хлопководческой мобильной энергетики // Актуальные вопросы в науке и практике: Сборник статей по материалам I международной научно-практической конференции № 1 (1). – Уфа: Изд. Дендра, 2017. – С. 21-30.

37. Камбаров Б.А. Результаты исследований по выбору шин движителей высококлиренсного четырёхколесного трактора для обработки хлопчатника // Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Астрахань: ФГБНУ ПНИИАЗ, 2018. – С.682-686.

38. Камбаров Б.А. Передняя ось и передний мост управляемых колёс перспективного универсально-пропашного хлопководческого трактора 4К2 и 4К4 // Актуальные вопросы современной науки: Сборник статей по материалам XIII Международной научно-практической конференции 19 мая 2018 года г. Томск. В 3 ч. Ч.1. – Уфа: Изд. Дендра, 2018. – С. 69-80.

39. Камбаров Б.А., Холиков Б.А. Исследование основных параметров переднего моста пропашного трактора, характеризующих его проходимость в междурядьях хлопчатника // Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация: Материалы международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург: СПбФ НИЦ МС, 2019. – №2. – С. 145-150.

40. Қамбаров Б., Қурамбаев Б. Тўрт ғилдиракли чопиқ тракторини кенг

қамровли пахтачилик машиналари билан бутлашда уларнинг балластланишини тадқиқ этиш // Қишлоқ хўжалигида ресурс тежовчи инновацион технология ва техник воситаларни яратиш ҳамда улардан самарали фойдаланиш истиқболлари: Республика илмий-техник анжумани мақолалари тўплами. – Қарши: ҚарМИИ, 2019. – Б. 40-43.

41. Қамбаров Б., Ўсаров М. Тўрт ғилдиракли тажрибавий чопиқ тракторларининг кинематик бурилиш радиусини аниқлашга доир тадқиқот натижалари // Замонавий илм-фаннинг инновацион ривожланиши: Республика миқёсидаги илмий-амалий анжуман мақолалар тўплами. – Андижон: АндМИ, 2019. – Б. 150-153.

42. Қамбаров Б. Тўрт ғилдиракли трактор йўналтирувчи ғилдираги марказий текислигининг тенгламасини аниқлаш // Замонавий илм-фаннинг инновацион ривожланиши: Республика миқёсидаги илмий-амалий анжуман мақолалар тўплами. – Андижон: АндМИ, 2019. – Б. 153-157.

43. Қамбаров Б. Тўрт ғилдиракли чопиқ тракторининг энг кичик бурилиш радиусини асослаш // Инновацион техника ва технологияларнинг муаммо ва истиқболлари: Республика илмий ва илмий-техник анжумани илмий ишлар тўплами. – Тошкент: ТошДТУ, 2019.– Б. 92-93.

44. Камбаров Б.А. Результаты исследований по разработке основных хлопковых широкозахватных МТА на базе перспективного высококлиренсного универсально-пропашного трактора со схемой движителей 4К4 // Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Астрахань: ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», 2019. – С. 555-559.

45. Ахметов А.А., Камбаров Б.А., Камбарова Д.У.. Четырехколесный трактор с минимальным радиусом поворота // Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация: Материалы международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург: СПбФ НИЦ МС, 2020. – №3. – С. 67-72.

46. Ахметов А.А., Камбаров Б.А., Камбарова Д.У. Усовершенствованный механизм поворота, повышающий маневренные качества четырехколесного универсально-пропашного трактора // Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса-2020: Сборник материалов Международной научно-практической конференции.– Астрахань: ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», 2020. – С. 649-654.

47. Қамбаров Б., Холиқов Б. Турли хил ғилдирак формуласидаги чопиқ тракторларининг кўндаланг статик турғунлик кўрсаткичларини тадқиқ этиш // «Ресурстежамкор ва фермербоп қишлоқ хўжалик машиналарини яратиш ва улардан фойдаланиш самарадорлигини ошириш» мавзусида Республика илмий-амалий конференцияси илмий мақолалар тўплами. – Гулбаҳор: ҚХМИТИ, 2020. – Б. 37-43.

48. Қамбаров Б., Холиқов Б., Сейтимбетова З. Тўрт ғилдиракли тракторнинг минимал бурилиш радиусини тадқиқ этиш // «Ресурстежамкор ва фермербоп қишлоқ хўжалик машиналарини яратиш ва улардан

фойдаланиш самарадорлигини ошириш» мавзусида Республика илмий-амалий конференцияси илмий мақолалар тўплами. – Гулбаҳор: ҚХМИТИ, 2020. – Б. 37-43.

49. Ахметов А.А., Камбаров Б.А., Султанов Ж.А. Минимизация радиуса поворота четырехколесного трактора // Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы: Материалы VI Международной научно-практической онлайн-конференции. – Майкоп: МГТУ, 2020. – С. 22-25.

50. Осипов О.С., Камбаров Б.А. Мощность двигателя универсально-пропашного трактора 4К4 тягового класса 2 для хлопководства // Тракторы и сельхозмашины. – Москва, 2015. – №9. – С. 28-29. (05.00.00; №81)

Босишга рухсат этилди: 10.06.2022 йил
Бичими 60х45 1/8, «Times New Roman»
Гарнитурада рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табоғи 4. Адади: 100. Буюртма: №32.
ТТЕСИ босмахонасида чоп этилди. Тошкент шаҳри,
Шохжаҳон кўчаси 5-уй.