

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

**ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ
ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ**

ХОЛИҚОВ БАХТИЁР АБДУҒОППОРОВИЧ

**ЮК КЎТАРУВЧАНЛИГИ ЮҚОРИ ТРАКТОР ПОЕЗДЛАРИНИНГ
РАЦИОНАЛ ТАРКИБЛАРИНИ АСОСЛАШ**

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

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

Гулбахор – 2020 йил

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)
диссертацияси авторефератининг мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора философии
(PhD) по техническим наукам
Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy
(PhD) on technical sciences**

Холиқов Бахтиёр Абдуғоппорович

Юк кўтарувчанлиги юқори трактор поездларининг рационал таркибларини асослаш 3

Халиков Бахтиер Абдуғоппорович

Обоснование рациональных составов большегрузных тракторных поездов 17

Khalikov Bakhtiyor Abdugopporovich

Substantiation of rational compositions of heavy-duty tractor trains 31

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works 34

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

**ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ
ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ**

ХОЛИҚОВ БАХТИЁР АБДУҒОППОРОВИЧ

**ЮК КЎТАРУВЧАНЛИГИ ЮҚОРИ ТРАКТОР ПОЕЗДЛАРИНИНГ
РАЦИОНАЛ ТАРКИБЛАРИНИ АСОСЛАШ**

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

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

Гулбахор – 2020 йил

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.3.PhD/T1858 рақам билан рўйхатга олинган

Диссертация Қишлоқ хўжалигини механизациялаш илмий-тадқиқот институтида бажарилган

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

Илмий раҳбар:

Тошболтаев Махамад Тожалиевич
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Имомкулов Қутбиддин Боқижонович
техника фанлари доктори, катта илмий ходим

Мамаджанов Султанали Исламалиевич
техника фанлари номзоди, катта илмий ходим

Етакчи ташкилот:

“Қишлоқ хўжалиги машинасозлиги конструкторлик-технологик маркази” МЧЖ

Диссертация ҳимояси Қишлоқ хўжалигини механизациялаш илмий-тадқиқот институти ҳузуридаги илмий даражалар берувчи PhD.05/13.05.2020.Т.112.01 рақамли Илмий Кенгашнинг 2020 йил «16» декабр соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 110801, Тошкент вилояти, Янгийўл тумани, Гулбахор шаҳарчаси, Самарқанд кўчаси, 41-уй. Тел.: (+99370) 601-07-04, факс: (+99370) 601-07-04, e-mail: qabulxona@uzmei.uz).

Диссертация билан Қишлоқ хўжалигини механизациялаш илмий-тадқиқот институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (443 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 110801, Тошкент вилояти, Янгийўл тумани, Гулбахор шаҳарчаси, Самарқанд кўчаси, 41-уй. Тел.: (+99370) 601-07-04, факс: (+99370) 601-07-04, e-mail: qabulxona@uzmei.uz).

Диссертация автореферати 2020 йил «04» декабр куни тарқатилди.
(2020 йил «04» декабр № рақамли реестр баённомаси).



А.Тўхтақўзиев

Илмий даражалар берувчи Илмий кенгаш
раиси ўринбосари, т.ф.д., профессор

А. Ибрагимов

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

А.Тўхтақўзиев

Илмий даражалар берувчи Илмий кенгаш
кошидаги Илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳон қишлоқ хўжалигида етиштирилган маҳсулотларни энергия-ресурстежамкор, иш унуми юқори бўлган трактор ва тиркамалардан иборат трактор поездларида ташиш ҳамда уларнинг янги турларини ишлаб чиқиш ва қўллаш етакчи ўринни эгалламоқда. «Дунё миқёсида 1,6 млрд. гектар экин майдонларидан 8,9 млрд. тоннадан ортиқ қишлоқ хўжалик маҳсулотлари етиштирилишини ҳисобга олсак»¹ қишлоқ хўжалиги юқларини ташишда энергия-ресурстежамкор, иш унуми юқори бўлган трактор поездларидан фойдаланиш ва уларнинг рационал таркибини асослашга доир комплекс муаммога катта эътибор қаратилмоқда.

Жаҳон қишлоқ хўжалигига сарфланадиган харажатларнинг 25-30 фоизи транспорт воситалари, айниқса трактор поездлари улушига тўғри келади. Шу боис тиркамаларнинг юк кўтарувчанлик қобилиятини ва транспорт тракторларининг қувватини ошириш, улар асосида юкланиши ва ҳаракат тезлиги юқори трактор поездларини тузиш ва ишлатиш ҳисобига харажатларни камайтиришга доир комплекс муаммога катта эътибор қаратилмоқда.

Жаҳоннинг қўплаб мамлакатларида қишлоқ хўжалиги юқларини ташиш воситалари, жумладан трактор поездларининг техник-эксплуатацион кўрсаткичларини оширишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ва инновация ишлари олиб борилмоқда. Бу борада мавжуд транспорт тракторлари қуввати ва илмоқ кучидан келиб чиқиб, тиркамаларнинг юк кўтарувчанлиги ва сонини аниқлаш, улар асосида тортиш кучлари ва тормоз йўллари етарли ҳамда рационал таркибли трактор поездларини тузиш заруратидек долзарб масала пайдо бўлмоқда.

2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан, "... қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқариши соҳасига интенсив усулларни, энг аввало, сув ва ресурсларни тежайдиган замонавий агротехнологияларни жорий этиш, иш унуми юқори бўлган қишлоқ хўжалиги техникаларидан кенг фойдаланиш"² вазифалари белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни бажаришда, жумладан "Иш унуми юқори бўлган қишлоқ хўжалиги техникаларидан кенг фойдаланиш"да туман ичкарисида ва ташқарисида ҳаракатланишга мослашган, турли қувватга ва юк кўтарувчанликка эга трактор поездларини тузиш ва улардан фермер хўжаликлари, агрокластерлардаги қишлоқ хўжалиги юқларини ташишда кенг фойдаланиш долзарб ҳисобланади. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 31 июлдаги ПҚ-4410-сон "Қишлоқ хўжалиги машинасозлигини жадал ривожлантириш, аграр секторни қишлоқ хўжалиги техникалари билан таъминлашни давлат томонидан қўллаб-қувватлашга оид чора-тадбирлар тўғрисида"ги, 2016 йил 23 декабрдаги ПҚ-2694-сон "Қишлоқ хўжалиги машинасозлиги соҳасида илмий-техникавий базани янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида"ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифалар ва кўрсатмаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

¹https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_most_valuable_crops_and_livestock_products

² Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон

"Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида"ги Фармони

Тадқиқотнинг республика фан технологиялари ривожланишининг устивор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. “Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик” устивор йўналишига мос равишда бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Қишлоқ хўжалиги транспорти, жумладан трактор поездлари конструкцияси ва назариясини ривожлантириш, уларнинг кинематикаси ва динамикасини, хусусан ҳаракат барқарорлиги, тортиш ва тормозланиш хусусиятларини ўрганиш, кўп звеноли трактор поездларини тузиш ва ишлатиш масалалари бўйича хорижда А.Ю. Ишлинский, Д.А. Чудаков, В.Ф. Коновалов, Я.Х. Закин, В.Н. Шалягин, Я.Е. Фаробин, Е.И. Зубков, П.Ф. Горанский, А.П. Парфенов, В.Е. Ясеневиц, Г.П. Грибко ва бошқалар томонидан тадқиқотлар ўтказилган.

Ушбу йўналишларда Ўзбекистонда Н. Рашидов, Ю.И. Наумов, М. Якубов, А. Исмоилов, Б. Серикбаев, К. Ходжаев, А. Хамракулов, П. Мирза-Ахмедов, О.П. Остроглазов, А. Шермухамедов ва бошқа олимлар илмий-тадқиқот ишларини бажаришган.

Бу тадқиқотлар натижалари асосида шакллантирилган илмий ғоялар, таклифлар ва хулосалар қишлоқ хўжалиги транспорти фани ва амалиётида муайян ижобий натижаларга эришилган ҳолда қўлланилиб келинмоқда. Аммо бу тадқиқотларда бақувват тракторлар ва юқори юкланишли тиркамаларнинг мавжуд шлейфидан фойдаланиб трактор поездларининг рационал таркибларини танлаш, асослаш ва баҳолаш масалалари етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режаси билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Қишлоқ хўжалигини механизациялаш илмий-тадқиқот институти тадқиқот режаларининг ҚХ-Атех-2018-(156) “Юк кўтарувчанлиги юқори бўлган тиркамалардан ташкил топган трактор поездининг иш унумини ва ундан фойдаланиш даражасини икки марта оширишга доир илмий асосланган тавсияларни ишлаб чиқиш” (2018-2020 йй) мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади юқори қувватли трактор ва юк кўтарувчанлиги катта тиркамалардан иборат трактор поездларининг рационал таркибларини асослаш ва жорий этиш орқали Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги транспортининг самарасини оширишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

трактор поезди конструкцияси ва назариясининг ривожланиш тенденцияларини таҳлил этиш;

трактор илмоғидаги тортиш кучи ва поезд таркибидаги тиркамалар сонини асослашга доир динамик тадқиқотларни бажариш;

трактор поездининг тормозланиш динамикаси ва йўлини тадқиқ этиш;

турли таркибдаги трактор поездларининг тортишга қаршилиги ва тормоз йўлини аниқлаш бўйича экспериментал тадқиқотларни ўтказиш;

трактор поездларининг рационал таркибларини танлаш ва уларнинг самарасини баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида бақувват транспорт тракторлари, юк

кўтарувчанлиги юқори тиркамалар ва улар асосида тузилган трактор поездларининг юк ташиш жараёнлари олинган.

Тадқиқотнинг предмети трактор илмоғидаги куч, тиркаманинг юк кўтарувчанлиги, тиркамалар сони, поезднинг тортишга қаршилиги ва тормоз йўли каби параметр ва кўрсаткичлардан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида олий математика, назарий ва аналитик механика, машина-трактор паркидан фойдаланиш ва математик статистика фанларининг асосий қоидалари ҳамда мавжуд меъёрий ҳужжатларда (ГОСТ 23729-88, ГОСТ 23730-88, ГОСТ 24059-2017) келтирилган усуллардан фойдаланилди.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги:

трактор илмоқ кучини аниқлаш ифодаси тортиш кучи таъсирида динамик ҳаракатланаётган тракторга таъсир этувчи кучларнинг мувозанат шарти асосида олинган;

поезд таркибидаги тиркамалар сонини аниқлаш ифодаси трактор илмоқ кучи таъсирида динамик ҳаракатланаётган тиркамага таъсир этувчи кучларнинг мувозанат шарти асосида олинган;

тормоз йўлини ҳисоблаш формуласи трактор поездининг – икки звеноли мобил механик тизимнинг – тормозланиш динамикаси қонуниятлари ёрдамида чиқарилган;

поезднинг тормозланиш режимида трактор ва тиркама ўқларига таъсир этувчи максимал тормоз кучларини ҳисоблаш формулалари статиканинг мувозанат тенгламалари асосида чиқарилган;

эластик боғланишли трактор поездининг тормозланишдаги ҳисобий схемаси ва дифференциал тенгламалари илмоқларнинг сўндириш хусусиятларини эътиборга олиб тузилган;

тиркामанинг тормозланиш пайтидаги бўйлама-вертикал ва кўндаланг тебранишларининг дифференциал тенгламалари Лагранжнинг иккинчи тур тенгламалари ёрдамида олинган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

трактор поездларининг рационал таркиблари асосланди: туман ичидаги йўллар учун ТТЗ 80.10 + 2ПТС-4-793А тиркамаси 3 та; Беларус 80.1 + ТТЗ-8525 тиркамаси 2 та; туман ташқарисидagi йўллар учун Ахос 340 + 2ПТС-4-793А, ТТЗ-8525, Joskin тиркамаларининг ҳар биридан 6 донадан;

8 тоннали тиркамада юк ташилганда келтирилган харажатларни 4 тоннали тиркамага нисбатан 47 фоизга камайиши таъминланади.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги юқори юкланишдаги трактор поездларнинг рационал таркибини назарий жиҳатдан асослашда олий математика, назарий ва аналитик механиканинг қоида ва усулларига амал қилинганлиги, турли таркибдаги поездларнинг тортишга қаршилиги ва тормоз йўлларини аниқлаш бўйича экспериментларни давлат стандартлари доирасида ўтказилганлиги ҳамда тадқиқотларда олинган натижаларни нуфузли илмий журналларда чоп этилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти таклиф этилган аналитик ифодалар ва

формуларнинг бақувват тракторлар ва юқори юкланишли тиркамалар шлейфидан трактор поездларининг рационал таркибларини танлаш ва асослашга хизмат қилиши, транспорт агрегатларини тузишга доир мавжуд илмий билимларни бойитиши ва уларнинг самарасини янада оширишга қаратилган янги изланишлар учун назарий манба бўлиши билан изоҳланади.

Юк кўтарувчанлиги катта ва таркиби рационаллашган трактор поездларини қўллаш орқали қишлоқ хўжалиги транспортининг самарасини ошириш имкониятлари яратилганлиги тадқиқот натижаларининг амалий аҳамиятини белгилайди.

Тадқиқот натижаларини жорий қилиниши. Юқори қувватли трактор ва юк кўтарувчанлиги катта тиркамалардан иборат трактор поездларининг рационал таркибларини аниқлаш бўйича олинган натижалар асосида:

трактор илмоқ кучини, тиркамалар сонини, трактор поездининг тортишга қаршилиги ва тормоз йўлини аниқлашга доир илмий асосланган тавсиялар “Қишлоқ хўжалиги машинасозлиги конструкторлик-технологик маркази” МЧЖ га лойиҳалаш ишларида фойдаланиш учун топширилди (Қишлоқ хўжалигини вазирлигининг 2020 йил 21 августдаги №02/023-2606-сон маълумотномаси). Натижада юк кўтарувчанлиги ва иш тезлиги юқори трактор поездларининг янги намуналарини лойиҳалаш ва ишлаб чиқариш имконияти яратилган;

турли таркибдаги трактор поездлари Янгийўл туманидаги “Agro Bio Holding” МСНЖ амалиётига жорий этилган (Қишлоқ хўжалигини вазирлигининг 2020 йил 21 августдаги №02/023-2606-сон маълумотномаси). Натижада юк ташишдаги келтирилган харажатлар амалдаги 4 тоннали 2ПТС-4-793А тиркамага нисбатан 8 тоннали Joskin тиркамасида 47 фоизга, 6 тоннали ТТЗ-8525 тиркамасида 16 фоизга камайган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 4 та халқаро ва 10 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 26 та илмий иш чоп этилган, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертацияларининг асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 10 та мақола, жумладан 7 таси республика ва 3 таси хорижий журналларда эълон қилинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, умумий хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 119 бетни ташкил этади.

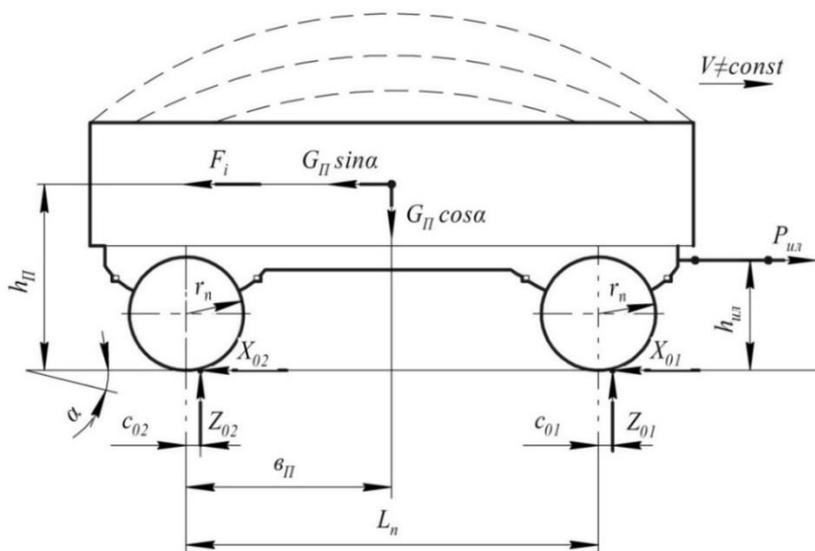
ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида мавзунинг долзарблиги ва зарурати асосланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишига мослиги ва унинг ўрганилганлик даражаси кўрсатилган, тадқиқотнинг мақсади, вазифалари, объекти, предмети, усуллари, илмий янгилиги ва амалий аҳамияти ҳамда ишончлилиги очиқ берилган, олинган натижаларни амалиётга жорий қилиниши, уларнинг апробацияси ва эълон қилинганлиги ҳамда диссертациянинг тузилишига доир маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг “Трактор поёзди конструкцияси ва назариясининг ривожланиш тенденциялари” деб номланган биринчи бобида қишлоқ хўжалиги юкларининг турлари, уларни ташийдиган транспорт воситаларининг, айниқса трактор поёзди конструкциясининг ривожланиш тенденциялари, поёзд таркибидаги трактор ва тиркамага қўйиладиган талаблар, тиркамалар сонини аниқлаш, поёзд кинематикаси ва динамикасига доир адабиётлар ўрганилган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари асосланган.

Диссертациянинг “Трактор поёздининг тортиш ва тормозланиш динамикаларини тадқиқ этиш” деб аталувчи иккинчи бобида трактор ва икки ўқли тиркамалардан иборат трактор поёздининг тортиш динамикаси ўрганилган, звенолари ўзаро қаттиқ ва эластик боғланишдаги поёзларнинг тормозланиш динамикаси, йўли ва кучлари, мажбурий ва хусусий тебранишлари тадқиқ этилган.

Поёзд таркибидаги тиркамалар сони (n) ни аниқлаш ифодасини чиқариш учун трактордан (боғланишдан) озод этилган тиркаманинг динамик моделидан фойдаланамиз (1-расм).



G_{II} – юкли тиркаманинг оғирлик кучи; F_i – инерция кучи; Z_{01}, Z_{02} ва X_{01}, X_{02} – ғилдиракларга таъсир этувчи босим ва қаршилик кучлари; P_{ul} – тортиш кучи; V – ҳаракат тезлиги; L_{II} – бўйлама база; ϵ_{II}, h_{II} – оғирлик марказининг координаталари; h_{ul} – илмоқнинг таянч текислигига нисбатан жойлашиш баландлиги; C_{01}, C_{02} – босим кучларининг елкалари; r_n – ғилдиракларнинг радиуси; α – йўлнинг қиялик бурчаги.

1-расм. Тўғри чизиқли ҳаракатдаги тиркаманинг динамик модели

Тиркамага таъсир этувчи кучларнинг ҳаракат йўналишига нисбатан мувозанат тенгламаси:

$$P_{ul} - G_{II} \sin \alpha - F_i - X_{01} - X_{02} = 0 \text{ ёки } P_{ul} - m_{II} g \sin \alpha - m_{II} W - X_{01} - X_{02} = 0$$

$$\text{ёки } P_{ul} = m_{II} (g \sin \alpha + W) + (X_{01} + X_{02}). \quad X_{01} + X_{02} = f G_{II} = f m_{II} g$$

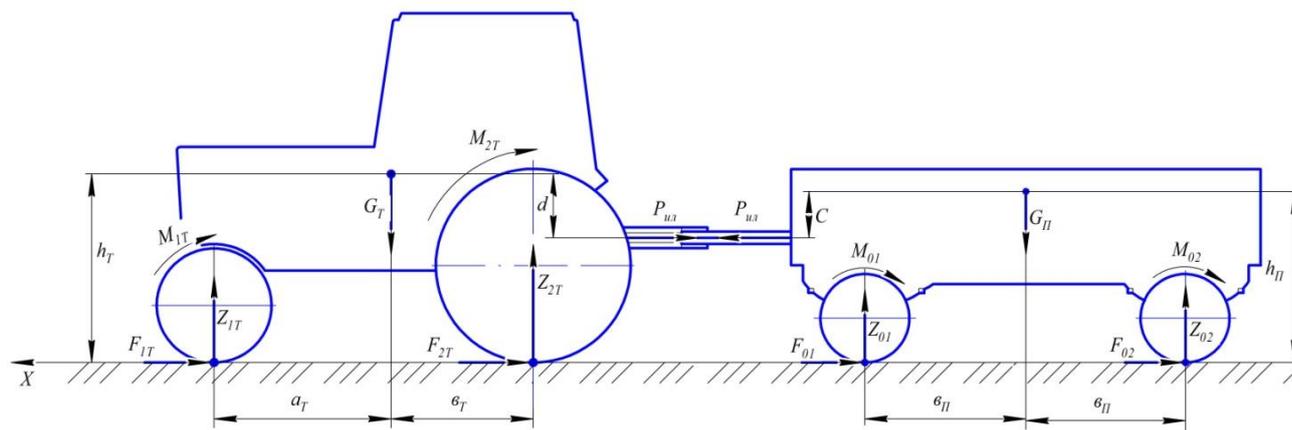
(f – ғилдиракнинг думалашга қаршилиги). Текис ($V = const$) ҳаракатда тезланиш $W = 0$ бўлгани учун:

$P_{ул} = G_{II}(\sin \alpha + f \cos \alpha)$. Тиркамалар сони n бўлганда:

$P_{ул} = nG_{II}(\sin \alpha + f \cos \alpha)$. Бундан

$$n = \frac{P_{ул}}{G_{II}(\sin \alpha + f \cos \alpha)}. \quad (1)$$

Трактор поездининг тормоз йўлини ҳисоблаш формуласи тормозланиш динамикаси қонуниятлари ёрдамида чиқарилди (2-расм).



G_T, G_{II} – оғирлик кучлари; $Z_{1T}, Z_{2T}, Z_{01}, Z_{02}$ – нормал реакция кучлари;

$M_{1T}, M_{2T}, M_{01}, M_{02}$ – тормозлаш моментлари; $F_{1T}, F_{2T}, F_{01}, F_{02}$ – тормозлаш кучлари;

X – умумлашган координата.

2-расм. Трактор поездининг – механик тизимнинг – тормозланишдаги динамик – ҳисобий схемаси

Тизимнинг кинетик энергияси: $T = \frac{(m_{TK} + m_{PK})\dot{X}^2}{2}$, бунда $m_{TK} = m_T + \sum J_{Ti} / r_{ki}^2$,

$m_{PK} = m_{II} + \sum J_{Pi} / r_{kj}^2$ – трактор ва тиркаманинг келтирилган массалари; m_T, m_{II} – массалар; J_{Ti}, J_{Pi} – ғилдирақларнинг инерция моментлари;

r_{ki}, r_{kj} – ғилдирақларнинг кинематик радиуслари.

Умумлашган куч: $Q_X = -\sum M_i / r_{ki}$. T ва Q_X ифодаларни Лагранж тенгламасига қўйиб, поездининг ҳаракат тенгламасини оламиз:

$$(m_{TK} + m_{PK})\ddot{X} = -\sum M_i / r_{ki}. \quad (2)$$

(2) дифференциал тенгламани $(0, t)$ оралиғида интеграллаб, тормоз X_T йўлини аниқлаймиз:

$$X_T = \dot{X}_0 t_T - \frac{1}{(m_{TK} + m_{PK})} \int_0^{t_T} \left(\int_0^{t_T} \sum \frac{M_i(t)}{r_{ki}} dt \right) dt, \quad (3)$$

бунда \dot{X}_0 – поездининг тормозланиш бошланишдан олдинги тезлиги; t_T – поезд

тўлик тўхтагунча кетган тормоз вақти.

(3) ифодадан тормозлаш $M_i(t)$ моментининг аниқ ифодаси топилгандан кейингина фойдаланиш мумкин. Ҳозирча кўп звеноли трактор поездининг тормоз йўлини ҳисоблашда ОСТ 37.001.016-70 тармоқ стандартида келтирилган формуладан фойдаланамиз:

$$[S_T] = 0,18V_0 + V_0^2 / 143 \text{ (м)}, \quad (4)$$

бунда V_0 – поезднинг тормозланишгача бўлган ишчи тезлиги, км/соат. Масалан, $V_0 = 40$ км/соат тезлик билан ҳаракатланаётган поезд учун $[S_T] = 18,4$ метр чиқади.

Трактор ва тиркаманинг ўқларига таъсир этувчи максимал тормоз кучларини ҳисоблаш формулалари:

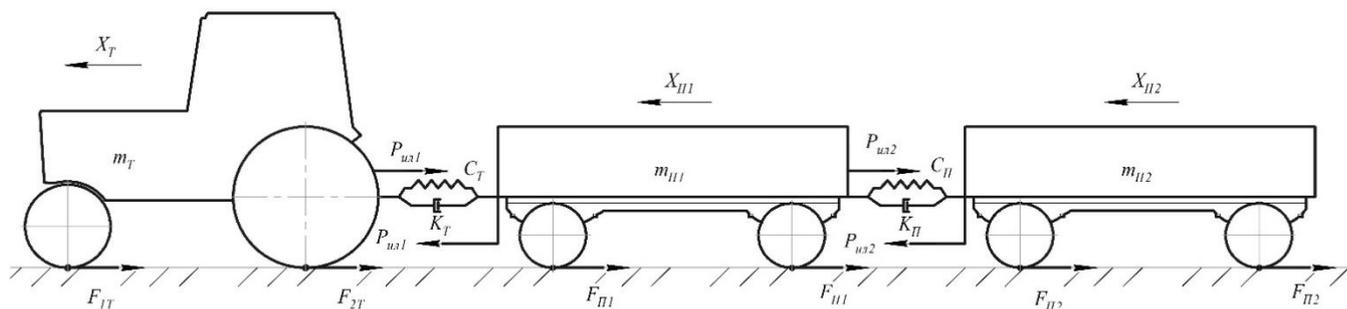
$$\begin{aligned} F_{1T \max} &= \frac{G_T(\epsilon_T + \phi h_T)}{a_T + \epsilon_T} \phi; & F_{2T \max} &= \frac{G_T(a_T - \phi h_T)}{a_T + \epsilon_T} \phi; \\ F_{01 \max} &= \frac{G_{II}(\epsilon_{II} + \phi h_{II})}{2\epsilon_{II}} \phi; & F_{02 \max} &= \frac{G_{II}(\epsilon_{II} - \phi h_{II})}{2\epsilon_{II}} \phi, \end{aligned} \quad (5)$$

бунда a_T, ϵ_T, h_T – трактор оғирлик марказининг координаталари; ϕ – ғилдиракларнинг илашиш коэффиценти.

Тормоз кучларининг максимал қийматларидан тормозловчи ускуналар конструкциясини танлашда фойдаланилади.

Звенолари ўзаро эластик боғланишдаги трактор поездининг тормозланиш динамикаси 3-расмда келтирилган динамик – ҳисобий схема асосида ўрганилди ва илмоқ қурилмаларида ҳосил бўладиган кучларни аниқлаш ифодалари олинди:

$$\begin{aligned} P_{uz1} &= K_T(\dot{X}_T - \dot{X}_{II1}) + C_T(X_T - X_{II1}); \\ P_{uz2} &= K_{II}(\dot{X}_{II1} - \dot{X}_{II2}) + C_{II}(X_{II1} - X_{II2}). \end{aligned} \quad (6)$$



3-расм ва (6) формулада m_T, m_{II1}, m_{II2} – трактор ва тиркамаларнинг массалари; F_{1T}, F_{2T} ва F_{II1}, F_{II2} – трактор ва тиркама ғилдиракларидаги тормозловчи кучлар; X_T ва X_{II1}, X_{II2} – трактор ва тиркама массалар марказларининг тормозланиш пайтидаги силжишлари; \dot{X}_T ва $\dot{X}_{II1}, \dot{X}_{II2}$ – массалар марказларининг тормозланиш пайтидаги тезликлари; K_T, K_{II} – илмоқ қурилмаларининг демпферлаш коэффиценти; C_T, C_{II} – илмоқ қурилмалардаги эластик элементларнинг ночизик характеристикалари.

3-расм. Икки тиркамали ва эластик боғланишли трактор поездининг тормозланишдаги динамик – ҳисобий схемаси

Эластик элементлар поезд звенолари орасида ҳосил бўладиган илмоқ кучларининг ўзгаришига сезиларли таъсир кўрсатади.

Диссертациянинг 2.5-параграфидида тиркаманинг тормозланиш пайтида бўйлама – вертикал текисликдаги ва кўндаланг ўқ атрофидаги мажбурий тебранишларининг дифференциал тенгламалари чиқарилган. Уларни ечиб, тегишли амплитуда ва частоталар қийматларини ҳисоблаб топиш мумкин.

Диссертациянинг “**Трактор поезда таркибини асослаш бўйича ҳисоб - китоблар**” деб номланувчи учинчи бобида мавжуд транспорт тракторлари шлейфидан юк кўтарувчанлиги 4000 кг бўлган 2ПТС-4-793А, 6000 кг бўлган ТТЗ-8525 ва 8000 кг бўлган Joskin тиркамалари билан агрегатланадиган моделларини танлаш, танланган тракторларнинг илмоқ кучи, тиркаманинг тўла массаси, йўлнинг қиялиги ва ғилдирақларнинг думалашга қаршилигидан келиб чиқиб тиркамалар сонини ҳисоблаш, туман ичидаги ва ташқарисидаги йўлларда ҳаракатланадиган трактор поездларининг рационал таркибларини асослашга доир натижалар келтирилган.

Поезд таркибидаги тиркамалар сонини (1) формула ёрдамида ҳисоблаймиз.

Тиркамани тортиш кучи ёки тракторнинг илмоқ кучи қийматларини тақрибан ҳисоблаш формулалари: 4К4 тракторлар учун $P_{ул} = 0,392G_T$. Формуласи 4К2 бўлган тракторлар учун $P_{ул} = 0,373G_T$ (G_T – тракторнинг эксплуатацион оғирлиги).

Мисол тариқасида 4К2 формулалари Беларус 80.1 трактори учун 2ПТС-4-793А русумли тиркамалар сонини аниқлаш тартибини келтирамиз. Тракторнинг конструктив массаси $m_K = 3620$ кг, эксплуатацион массаси $m_T = 1,15m_K = 4163$ кг. Илмоқ кучи $P_{ул} = 0,373 \cdot 4163 \cdot 9,81 = 15,233$ кН.

Тиркаманинг максимал юк кўтариш қобилияти $M_{пю} = 4000$ кг, тиркаманинг конструктив массаси $m_{пк} = 1700$ кг, эксплуатацион массаси $m_{пэ} = 0,8M_{пю} = 0,8 \cdot 4000 = 3200$ кг, умумий массаси $m_{п} = m_{пк} + m_{пэ} = 1700 + 3200 = 4900$ кг. Тиркама оғирлик кучининг қиймати: $G_{п} = m_{п}g = 4900 \cdot 9,81 = 48,069$ кН.

Туман ичидаги асфальт ёки шағалли йўллар учун ($\alpha = 6^\circ$; $f = 0,18$) (1) формулага асосан:

$$n = \frac{15,233}{48,069(\sin 6^\circ + 0,018 \cos 6^\circ)} = 2,58 \approx 3 \text{ дона.}$$

Туман ташқарисидаги асфальт йўллар учун ($\alpha = 3^\circ$; $f = 0,018$):

$$n = \frac{15,233}{48,069(\sin 3^\circ + 0,018 \cos 3^\circ)} = 4,51 \approx 5 \text{ дона.}$$

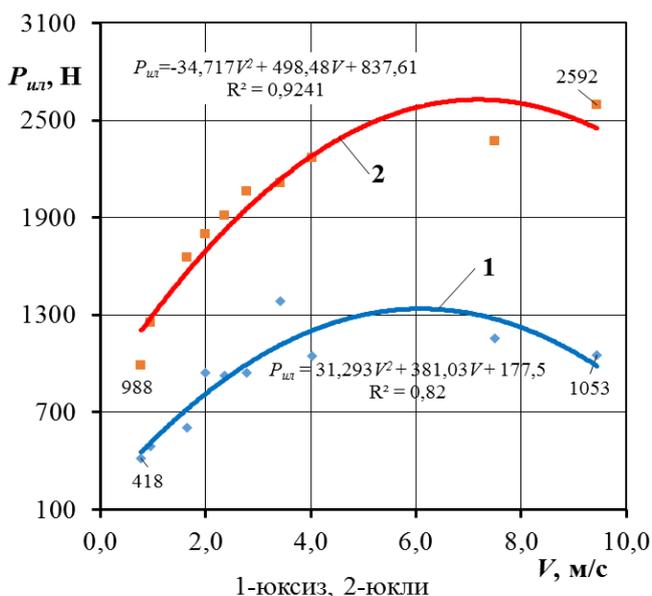
Мавжуд транспорт тракторлари шлейфи билан рационал агрегатланадиган 2ПТС-4-793А, ТТЗ-8525 ва Joskin тиркамаларининг ҳисобий сонлари 1-жадвалда келтирилган.

Трактор поездларининг ҳисобий таркиблари

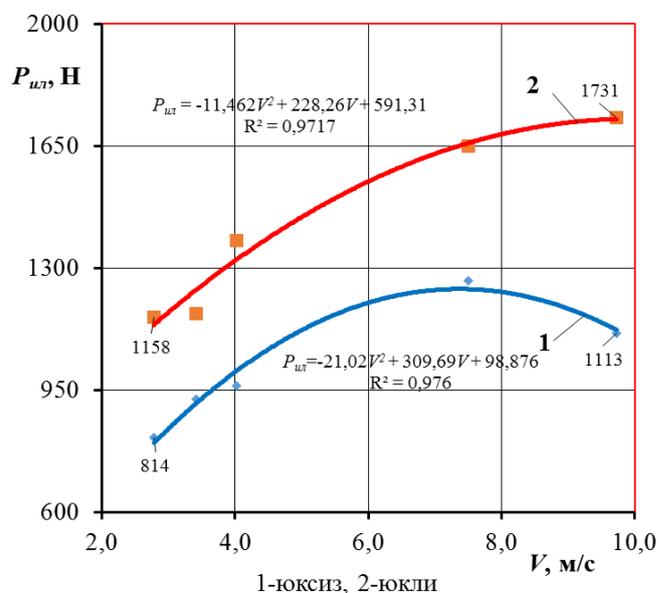
Тиркама русуми	Тиркамалар сони	Танланган тракторлар русумлари
Туман ичидаги асфальт йўллар учун: $\alpha = 6^0$, $f = 0,018$		
2ПТС-4-793А (юк кўтарувчанлиги 4000 кг)	3	Беларус 80.1, Ахос 340, ТТЗ 1030, ТТЗ-LS LS-1004, New Holland TD5.95, New Holland TD.110, Беларус 952, New Holland TL5060, Беларус 821, New Holland TL-100, Беларус 82У, Беларус 820, Беларус 82Р, Беларус 1025, МТЗ 82Р, Кейс TS-135, New Holland Т6070
Туман ташқарисидаги асфальт йўллар учун: $\alpha = 3^0$, $f = 0,018$		
2ПТС-4-793А (юк кўтарувчанлиги 4000 кг)	5	Беларус 80.1, Ахос 340, ТТЗ 1030, New Holland TD.110, Беларус 952, New Holland TL5060, Беларус 821, New Holland TL-100, Беларус 82У, Беларус 820, Беларус 82Р, Беларус 1025, МТЗ 82Р
2ПТС-4-793А (юк кўтарувчанлиги 4000 кг)	6	Кейс TS-135, New Holland Т6070
2ПТС-4-793А (юк кўтарувчанлиги 4000 кг)	7	Arion 630С, Кейс МХ-135
Туман ичидаги асфальт йўллар учун: $\alpha = 6^0$, $f = 0,018$		
ТТЗ-8525 (юк кўтарувчанлиги 6000 кг)	2	Беларус 80.1, Ахос 340, Беларус 950, New Holland TL-100, ТТЗ 820, ТТЗ 1030, TD5.75, ТТЗ-LS LS-1004, New Holland TD5.95, New Holland TD5.90, New Holland TD.110, Беларус 952, New Holland TL 5060, Беларус 821, Беларус 82У, Беларус 820, Беларус 82Р, Беларус 1025, МТЗ 82Р, Кейс TS-135, New Holland Т6070, Arion 630С
Туман ташқарисидаги асфальт йўллар учун: $\alpha = 3^0$, $f = 0,018$		
ТТЗ-8525 (юк кўтарувчанлиги 6000 кг)	4	Ахос 340, Беларус 1025, МТЗ 82Р, Кейс TS-135, New Holland Т6070
ТТЗ-8525 (юк кўтарувчанлиги 6000 кг)	5	Arion 630С, Кейс МХ-135
Туман ташқарисидаги асфальт йўллар учун: $\alpha = 3^0$, $f = 0,018$		
Joskin (юк кўтарувчанлиги 8000 кг)	2	Ахос 340, Беларус 820, Беларус 82Р, Беларус 1025, МТЗ 82Р, Кейс TS-135, New Holland Т6070, Arion 630С

Диссертациянинг “**Турли таркибдаги трактор поездларининг тортишга қаршилиги ва тормоз йўлини аниқлаш бўйича экспериментал тадқиқотлар**” деб аталувчи тўртинчи бобидан Беларус 80.1 ва Ахос 340 тракторлари ва 2ПТС-4-793А, ТТЗ-8525, Joskin юкли тиркамалардан иборат трактор поездларининг тортишга қаршиликлари ва тормоз йўлларини аниқлаш, техник-иктисодий самарадорлигини баҳолашга доир материаллар ўрин олган.

Трактор поездининг тортишга қаршилиги ва тормоз йўли тиркамалар сони, улардаги юк вазни ва ҳаракатланиш тезлигини ошиб бориши билан ўсиб борди.



4-расм. Беларус 80.1 трактори ва 4 та юксиз ва юкли 2ПТС-4-793А тиркамалардан ташкил топган трактор поезди илмоғидаги тортиш кучини ўзгариш графиклари



5-расм. Axos 340 трактори ва 4 та юксиз ва юкли 2ПТС-4-793А тиркамалардан ташкил топган трактор поезди илмоғидаги тортиш кучини ўзгариш графиклари

2-жадвал

Беларус 80.1 трактори ва юкли ҳолдаги 2ПТС-4-793А тиркамалардан иборат трактор поезди тормоз (S_T) йўлининг қийматлари

Тиркама сони 2 та, умумий масса 7860 кг						
Узатма	V, км/соат	V, м/с	1 тажр.	2 тажр.	3 тажр.	ўртача
VI	10	2,8	4,30	4,35	4,40	4,4
IX	20	5,6	7,00	6,95	6,90	7,0
IX	30	8,3	11,10	10,95	11,20	11,1
IX, юқори	35	9,7	14,85	14,60	14,90	14,8
Тиркама сони 4 та, умумий масса 15720 кг						
Узатма	V, км/соат	V, м/с	1 тажр.	2 тажр.	3 тажр.	ўртача
VI	10	2,8	6,90	6,50	6,80	6,7
IX	20	5,6	9,40	9,80	9,50	9,6
IX	30	8,3	15,85	15,90	15,80	15,9
IX, юқори	35	9,7	18,25	18,20	18,25	18,2

Тортишга қаршилик кучлари поезд 35 км/соат тезлик билан ҳаракатланганда куйидаги таркибларда ва юкланишларда максимал қийматга эришди: умумий массаси 15720 кг бўлган Беларус 80.1 + 4 та 2ПТС-4-793А тиркамада 2592 Н (трактор илмоғидаги тортиш кучидан фойдаланиш даражаси 17 %); 15720 кг массали Axos 340 + 4 та 2ПТС-4-793А тиркамада 1731 Н (9,32 %).

Энг катта тормоз йўли – 18,2 метр – Беларус 80.1 + 4 та 2ПТС-4-793А тиркамадан иборат поездга тўғри келди. Бу қиймат ОСТ 37.001. 016-70 тармоқ стандартида 30-40 км/соат тезликлар учун рухсат этилган $[S_T] = 11,7 - 18,4$ метр

диапазон ичида.

Таклиф этилган трактор поездларининг рационал таркиблари:

Arion 630C синфидаги трактор + 4 тоннали 2ПТС-4-793А тиркамадан 6 та;

Arion 630C трактори + 6 тоннали ТТЗ-8525 тиркамадан 6 та;

Arion 630C трактори + 8 тоннали Joskin тиркамасидан 6 та.

Битта поезднинг йиллик иқтисодий самараси:

ТТЗ 80.10 + ТТЗ-8525 поездида 12 336 520 сўм;

ТТЗ 80.10 + Joskin поездида 35 923 971 сўм;

Беларус 80.1 + ТТЗ-8525 поездида 13 760 994 сўм;

Беларус 80.1 + Joskin поездида 42 010 309 сўм;

Axos 340 + ТТЗ-8525 поездида 28 607 015 сўм;

Axos 340 + Joskin поездида 87 289 203 сўм.

ХУЛОСА

“Юк кўтарувчанлиги юқори трактор поездларининг рационал таркибларини асослаш” мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича бажарилган тадқиқотлар натижалари асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Ўзбекистонда етиштирилаётган қишлоқ хўжалиги экинларининг турлари, майдонлари ва ҳажмларининг ошиб бораётгани, олинган маҳсулотларни тайёрлов ва қайта ишлаш корхоналарига транспорт воситалари билан етказиб беришнинг амалдаги ҳолати юк ташиш салмоғи ва тезлигини ошириш, харажатларни камайтириш мақсадида рационал таркибли трактор поездларини тузиш ва қўллашга доир илмий масалани ҳал этиш долзарблигини кўрсатмоқда.

2. Трактор илмоқ кучини, тиркамалар сонини, трактор поездининг тортишга қаршилиги, тормоз кучи, йўли ва тебраниш қонуниятларини аниқлашга доир динамик-ҳисобий тадқиқотлар натижалари масаланинг илмий асосларини ташкил қилди ва бир қатор амалий натижаларни олиш имконини берди.

3. Туман ичидаги грунтли ёки шағалли йўлларда 5-20 км масофада 5-10 км/соат тезлик билан ҳаракатланадиган трактор поездларининг таклиф этилган ҳисобий таркиблари:

ТТЗ 80.10 синфидаги трактор + 2ПТС-4-793А тиркамаси 3 та (умумий юкланиши 12 тонна);

Беларус 80.1 синфидаги трактор + ТТЗ-8525 тиркамаси 2 та (умумий юкланиши 12 тонна);

Axos 340 синфидаги трактор + Joskin тиркамаси 2 та (умумий юкланиши 16 тонна).

4. Туман ташқарисидаги асфальт ёки бетон қопламали йўлларда 60-100 км масофада 35-40 км/соат тезлик билан ҳаракатланадиган трактор поездларининг таклиф этилган ҳисобий-экспериментал таркиблари:

Axos 340 синфидаги трактор + 2ПТС-4-793А тиркамаси 6 та (умумий юкланиши 24 тонна);

Axos 340 синфидаги трактор + ТТЗ-8525 тиркамаси 6 та (умумий юкланиши 36 тонна);

Ахос 340 синфидаги трактор + Joskin тиркамаси 6 та (умумий юкланиши 48 тонна).

5. Юк ташишдаги келтирилган харажатларни амалдаги 4 тоннали 2ПТС-4-793А русумли тиркамага нисбатан камайиш даражаси: 8 тоннали Joskin русумдаги тиркамадан фойдаланилганда 47 %, 6 тоннали ТТЗ-8525 русумли тиркамадан фойдаланилганда 16 %.

6. Трактор поездларининг рационал таркибларини асослашга доир таклиф этилган динамик-ҳисобий моделлардан қишлоқ хўжалиги транспортининг янги масалаларини ечишда фойдаланиш мумкин.

7. Тадқиқот натижалари Ўзбекистон Республикаси қишлоқ хўжалиги вазирлиги, “Қишлоқ хўжалиги машинасозлиги конструкторлик-технология маркази” МЧЖ ва “Agro Bio Holding” МСНЖ томонидан фойдаланиш учун қабул қилинди.

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

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

ХАЛИКОВ БАХТИЕР АБДУГОППОРОВИЧ

**ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ СОСТАВОВ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ
ТРАКТОРНЫХ ПОЕЗДОВ**

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

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

Гульбахор – 2020 год

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2020.3.PhD/T1858

Диссертация выполнена в Научно-исследовательском институте механизации сельского хозяйства

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

Научный руководитель: **Тошболтаев Махамад Тожалиевич**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Имомкулов Кутбиддин Бокижонович**
доктор технических наук, старший научный сотрудник

Мамаджанов Султанали Исламалиевич
кандидат технических наук, старший научный сотрудник

Ведущая организация: Конструкторско-технологический центр
сельскохозяйственного машиностроения

Защита диссертации состоится «16» декабрь 2020 г. в 14⁰⁰ часов на заседании 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.: (+99370) 601-07-04, факс: (+99370) 601-07-04, e-mail: qabulxona@uzmei.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства (регистрационный номер 443). Адрес: 110801, Ташкентская область, Янгиюльский район, городок Гульбахор, ул. Самаркандская, 41. Тел.: (+99370) 601-07-04, факс: (+99370) 601-07-04, e-mail: qabulxona@uzmei.uz.

Автореферат диссертации разослан «04» декабрь 2020 года
(Протокол рассылки № от «04» декабрь 2020 года)



А.Тухтакузиев

Заместитель председателя научного совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

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 диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире ведущее место занимает перевозка продукции, выращенных в сельском хозяйстве, тракторными поездами, состоящими из энерго-ресурсосберегающих, высокопроизводительных тракторов и прицепов, а также разработка и применение их новых типов «Если учесть, что в мире с 1,6 млрд. га посевных площадей выращиваются свыше 8,9 млрд. тонн сельскохозяйственной продукции»¹, то при перевозке сельскохозяйственных грузов большое внимание уделяется комплексной проблеме использования энерго-ресурсосберегающих, высокопроизводительных тракторных поездов и обоснованию их рациональных составов.

В мировом сельском хозяйстве на долю транспортных средств приходится 25-30% расходов, главная часть которых относится к тракторным поездам. Поэтому большое внимание уделяется проблеме снижения затрат за счет повышения грузоподъемности прицепов и мощности транспортных тракторов, составление и эксплуатации на их основе тракторных поездов с повышенной загруженности и скорости движения.

Во многих государствах мира ведутся научно-исследовательские и инновационные работы направленные на повышение технико-эксплуатационных показателей средств перевозки сельскохозяйственных грузов, в том числе тракторных поездов. При этом возникает актуальный вопрос определения грузоподъемности и числа прицепов исходя из мощности и силы сцепки существующих транспортных тракторов, составления на их основе тракторных поездов с рациональным составом, достаточными силами тяги и тормозными путями.

В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы, в частности предусмотрены задачи «...модернизация и интенсивное развитие сельского хозяйства, дальнейшее улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель, развитие сети мелиоративных и ирригационных объектов, широкое внедрение в сельскохозяйственное производство интенсивных методов, прежде всего современных водо- и ресурсосберегающих агротехнологий, использование высокопроизводительной сельскохозяйственной техники»². При выполнении этих задач, в том числе для «Широкого использования высокопроизводительной сельскохозяйственной техники» составление тракторных поездов с различными мощностями и грузоподъемности, приспособленными для движения внутри и снаружи района и широкое их использование при перевозке сельскохозяйственных грузов фермерских хозяйств и агрокластеров является актуальными. Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Постановлениях Президента Республики Узбекистан ПП-4410 от 31 июля 2019 года «О мерах по ускоренному развитию сельскохозяйственного машиностроения, государственной поддержке обеспечения аграрного сектора сельскохозяйственной техникой» и ПП-2694 от 23 декабря 2016 года «О мерах дальнейшего развития научно-технической базы в

¹ https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_most_valuable_crops_and_livestock_products

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

отрасли сельскохозяйственного машиностроения», а также в других соответствующих 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».

Степень изученности проблемы. Исследованием по развитию конструкций и теорий сельскохозяйственного транспорта, в том числе тракторных поездов, изучением их кинематики и динамики, особенно устойчивости движения, свойств тяги и торможения, вопросам составления и эксплуатации многозвенных тракторных поездов за рубежом занимались А.Ю. Ишлинский, Д.А. Чудаков, В.Ф. Коновалов, Я.Х. Закин, В.Н. Шалягин, Я.Е. Фаробин, Е.И. Зубков, П.Ф. Горанский, А.П. Парфенов, В.Е. Ясеневиц, Г.П. Грибко и другие.

В этом направлении в Узбекистане научно-исследовательские работы выполнены Н. Рашидовым, Ю.И. Наумовым, М. Якубовым, А. Исмоиловым, Б. Серикбаевым, К. Ходжаевым, А. Хамракуловым, П. Мирза-Ахмедовым, О.П. Остроглазовым, А. Шермухамедовым и другими учёными.

Формированные на основе результатов этих исследований научные идеи, рекомендации и выводы применяются в науке и практике сельского транспорта с достижением определенных положительных результатов. Однако, в этих исследованиях недостаточно изучены вопросы выбора рациональных составов тракторных поездов, их обоснование и оценка исходя из действующих шлейфов мощных тракторов и большегрузных прицепов.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планами научно-исследовательских работ Научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства в рамках прикладного проекта КХ-Атех-2018-(156) «Разработка научно обоснованных рекомендаций по повышению в два раза производительности и степени использования тракторного поезда, состоящего из большегрузных прицепов» (2018-2020 гг).

Целью исследования является повышение эффективности сельскохозяйственного транспорта Узбекистана путем обоснования и внедрения рациональных составов тракторных поездов с мощными тракторами и большегрузными прицепами.

Задачи исследования:

анализ тенденций развития конструкций и теорий тракторных поездов;
выполнение динамических исследований по обоснованию силы тяги на сцепке трактора и количества прицепов в составе поезда;

анализ тормозной динамики и пути тракторного поезда;
проведение экспериментальных исследований по определению силы сопротивления и тормозного пути тракторных поездов с различными составами;
выбор рациональных составов тракторных поездов и оценка их эффективности.

Объектом исследования являются мощные транспортные трактора, большегрузные прицепы и процесс перевозки грузов тракторных поездов,

составленных на их основе.

Предмет исследования: сцепная сила трактора, грузоподъемность прицепа, число прицепов, сила сопротивления на тягу и тормозной путь тракторного поезда.

Методы исследования. В процессе исследований использованы основные правила высшей математики теоретической и аналитической механики, эксплуатации машинно-тракторного парка и математической статистики, а также методы, приведенные в существующих нормативных документах (ГОСТ 23729-88, ГОСТ 23730-88, ГОСТ 24059-88).

Научная новизна исследования:

выражение для определения силы на сцепке трактора получено на основе условия равновесия сил, действующих на трактор, движущегося под действием силы тяги;

выражение для определения числа прицепов в составе поезда получено на основе условия равновесия сил, действующих на прицеп, движущегося под действием силы сцепки трактора;

формула расчета тормозного пути тракторного поезда – мобильной двух звеной механической системы – выведена с помощью закономерностей тормозной динамики;

формулы для вычисления максимальных тормозных сил, действующих на оси трактора и прицепа в режиме торможения поезда выведены на основе уравнения равновесия статики;

расчетная схема и дифференциальные уравнения тракторного поезда с эластичными связями при торможении составлены с учетом поглощающих свойств сцепок;

дифференциальные уравнения продольно-вертикальных и поперечных колебаний прицепа в процессе торможения получены с помощью уравнения Лагранжа второго рода.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

Обоснован рациональный состав тракторных поездов: для внутренних районных дорог – ТТЗ 80.10+прицеп 2ПТС-4-793А 3 штук; Беларусь 80.1+ прицеп ТТЗ-8525 2 штук; для внешних дорог – Аxos 340+прицепы 2ПТС-4-793А, ТТЗ-8525, Joskin каждая по 6 штук;

при перевозке грузов 8 тонными прицепами приведенные затраты снижаются на 47% в сравнении с 4 тонным прицепом.

Достоверность результатов исследования подтверждается соблюдением правил и методов высшей математики, теоретической и аналитической механики при теоретическом обосновании рационального состава большегрузных тракторных поездов, проведением экспериментов по определению тягового сопротивления и тормозных путей поездов с различными составами в рамках государственных стандартов, а также публикацией полученных результатов в престижных научных журналах.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в использовании предложенных аналитических выражений и формул при выборе и обосновании рациональных составов тракторных поездов из шлейфа мощных тракторов и

большегрузных прицепов, в обогащении научных знаний по составлению транспортных агрегатов и с их возможностями служения теоретическим источником для новых изысканий.

Практическая значимость результатов исследования заключается в создании возможностей повышения эффективности сельскохозяйственного транспорта путем применения большегрузных тракторных поездов с рациональным составом.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов по определению рациональных составов тракторных поездов, состоящих из мощных тракторов и большегрузных прицепов:

научно обоснованные рекомендации по определению силы сцепки трактора, числа прицепов, тягового сопротивления и тормозного пути тракторного поезда сданы в ООО «Конструкторско-технологический центр сельскохозяйственного машиностроения» для использования в проектных работах (справка Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан №02/023-2606 от 21 августа 2020 года). В результате создана возможность проектирования и изготовления тракторных поездов с высокой грузоподъемностью и скоростью движения;

тракторные поезда с различными составами внедрены в практику ООО «Agro Bio Holding» Янгиюльского района (справка Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан №02/023-2606 от 21 августа 2020 года). В результате приведенные затраты при перевозке грузов прицепом Joskin с грузоподъемностью 8 тонн снижены в сравнении с прицепом 2ПТС-4-793А с грузоподъемностью 4 тонн на 47%, а с прицепом грузоподъемностью 6 тонн на 16%.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждены на 4 международных и 10 республиканских научно-практических конференциях.

ОПУБЛИКОВАННОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ. По теме диссертации опубликовано 26 научных работ. В научных журналах, рекомендованных Высшей Аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций доктора философии (PhD) – 10, в том числе 7 – в республиканских и 3 – в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 119 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

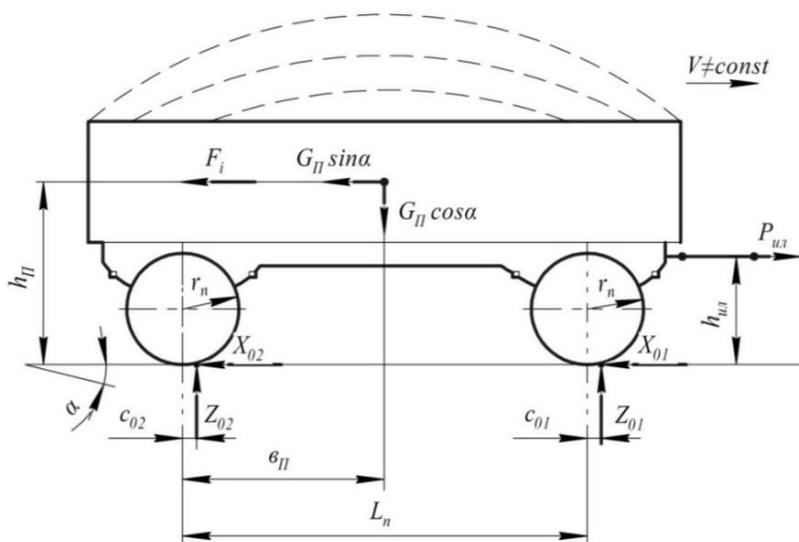
Во введении обосновываются актуальность и востребованность проведенного исследования, сформулированы цель и задачи, характеризуются объект и предмет исследования, указано соответствие работы приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты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

В первой главе диссертации «**Тенденция развития конструкции и теории тракторного поезда**» изучены виды сельскохозяйственных грузов, тенденция развития конструкций транспортных средств, особенно тракторного поезда,

требования, предъявляемые на трактор и прицеп в составе поезда, литературные источники по определению числа прицепов, кинематике и динамике поезда, обоснованы цель и задачи исследования.

Во второй главе исследований «Исследование динамики тяги и торможения тракторного поезда» изучена тяговая динамика тракторного поезда, состоящего из трактора и двухосного прицепа, исследованы динамика торможения поездов, звенья которых взаимосвязаны с помощью жесткой и эластичной связью, тормозные силы и пути, вынужденные и собственные колебания.

Для вывода выражения для определения числа (n) прицепов в составе поезда воспользуемся динамической моделью прицепа, освобожденного от трактора (рис. 1).



$G_П$ – сила тяжести груженого прицепа; F_i – сила инерции; действующие на колеса силы нормальные и сопротивления Z_{01}, Z_{02} и X_{01}, X_{02} ; $P_{ул}$ – сила тяги; V – скорость движения;

$L_П$ – продольная база; $e_П, h_П$ – координаты центра тяжести; $h_{ул}$ – высота расположения сцепки от опорной плоскости; C_{01}, C_{02} – плечи нормальных сил; $r_П$ – радиусы колес; α – угол уклона дороги

Рис. 1. Динамическая модель прицепа, движущегося прямолинейно

Уравнение равновесия действующих на прицеп сил относительно направления движения:

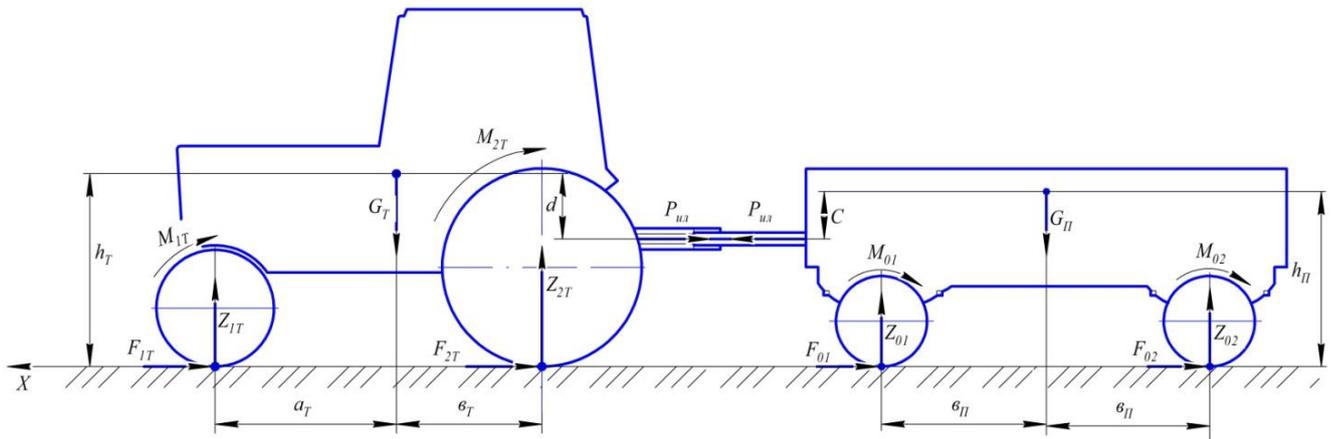
$P_{ул} - G_П \sin \alpha - F_i - X_{01} - X_{02} = 0$ или $P_{ул} - m_П g \sin \alpha - m_П W - X_{01} - X_{02} = 0$ или $P_{ул} = m_П (g \sin \alpha + W) + (X_{01} + X_{02})$. С учетом $X_{01} + X_{02} = fG_П = fm_П g$ (f – сопротивление колес на перекачивание) и $W = 0$ при ($V = const$) получим:

$P_{ул} = G_П (\sin \alpha + f \cos \alpha)$. При числе n прицепов:

$P_{ул} = nG_П (\sin \alpha + f \cos \alpha)$. Отсюда

$$n = \frac{P_{ул}}{G_П (\sin \alpha + f \cos \alpha)}. \quad (1)$$

Формула для вычисления тормозного пути тракторного поезда выведена с помощью закономерностей динамики торможения (рис. 2).



$G_T, G_{П}$ – силы тяжести; $Z_{1T}, Z_{2T}, Z_{01}, Z_{02}$ – нормальные силы реакции; $M_{1T}, M_{2T}, M_{01}, M_{02}$ – тормозные моменты; $F_{1T}, F_{2T}, F_{01}, F_{02}$ – тормозные силы; X – обобщенная координата

Рис. 2. Динамико-расчетная схема тракторного поезда – механической системы – при торможении

Кинетическая энергия системы: $T = \frac{(m_{TK} + m_{ПК})\dot{X}^2}{2}$, где $m_{TK} = m_T + \sum J_{Ti} / r_{ki}^2$, $m_{ПК} = m_{П} + \sum J_{Pi} / r_{kj}^2$ – приведенные массы трактора и прицепа; $m_T, m_{П}$ – массы; J_{Ti}, J_{Pi} – момент инерции колес; r_{ki}, r_{kj} – кинематические радиусы колес.

Обобщенная сила: $Q_X = -\sum M_i / r_{ki}$. Подставив выражения для T и Q_X в уравнения Лагранжа получим уравнения движения поезда:

$$(m_{TK} + m_{ПК})\ddot{X} = -\sum M_i / r_{ki}. \quad (2)$$

Проинтегрировав дифференциальное уравнение (2) в промежутке $(0, t)$ определим тормозной путь X_T :

$$X_T = \dot{X}_0 t_T - \frac{1}{(m_{TK} + m_{ПК})} \int_0^{t_T} \left(\int_0^{t_T} \sum \frac{M_i(t)}{r_{ki}} dt \right) dt, \quad (3)$$

где \dot{X}_0 – скорость поезда до начала торможения; t_T – тормозное время до полной остановки поезда.

Воспользование выражением (3) возможно только в случае нахождения точного выражения момента $M_i(t)$. На данном этапе для вычисления тормозного пути многосвязного тракторного поезда приемлема формула, приведенная в отраслевом стандарте ОСТ 37.00.016-70:

$$[S_T] = 0,18V_0 + V_0^2 / 143 \text{ (м)}, \quad (4)$$

где V_0 – рабочая скорость поезда до торможения, км/час. Например, для поезда движущегося со скоростью $V_0 = 40$ км/час тормозной путь $[S_T] = 18,4$ метр.

Формулы для вычисления максимальных тормозных сил, действующих на оси трактора и прицепа:

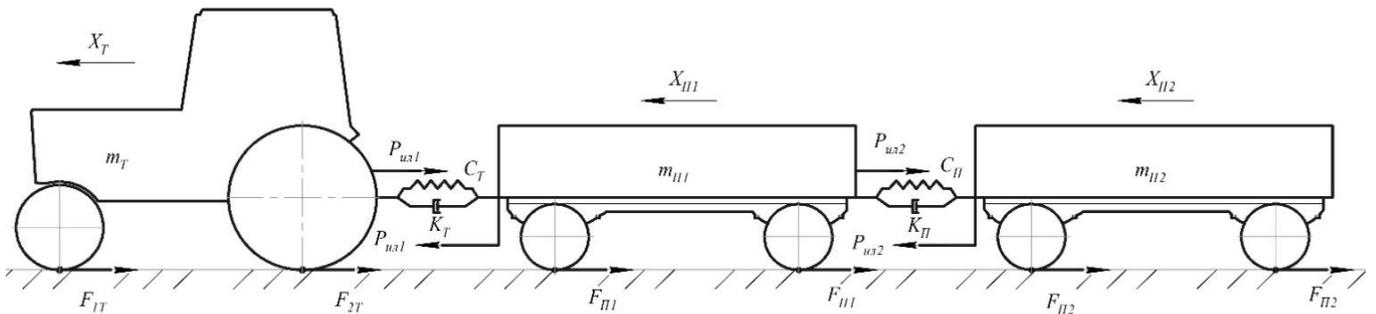
$$\begin{aligned} F_{1T \max} &= \frac{G_T(\epsilon_T + \phi h_T)}{a_T + \epsilon_T} \phi; & F_{2T \max} &= \frac{G_T(a_T - \phi h_T)}{a_T + \epsilon_T} \phi; \\ F_{01 \max} &= \frac{G_{\Pi}(\epsilon_{\Pi} + \phi h_{\Pi})}{2\epsilon_{\Pi}} \phi; & F_{02 \max} &= \frac{G_{\Pi}(\epsilon_{\Pi} - \phi h_{\Pi})}{2\epsilon_{\Pi}} \phi. \end{aligned} \quad (5)$$

где a_T, ϵ_T, h_T – координаты центра тяжести трактора; ϕ – коэффициент сцепления колес.

Максимальными значениями тормозных сил воспользуемся при выборе конструкций тормозных устройств.

Динамика торможения тракторного поезда с эластичными звеньями изучена на основе динамико-расчетной схемы (рис. 3) и получены выражения для определения сил, возникающих в сцепных устройствах:

$$\begin{aligned} P_{uz1} &= K_T(\dot{X}_T - \dot{X}_{\Pi1}) + C_T(X_T - X_{\Pi1}); \\ P_{uz2} &= K_{\Pi}(\dot{X}_{\Pi1} - \dot{X}_{\Pi2}) + C_{\Pi}(X_{\Pi1} - X_{\Pi2}). \end{aligned} \quad (6)$$



На рис. 3 и формуле (6) $m_T, m_{\Pi1}, m_{\Pi2}$ – массы трактора и прицепов; F_{1T}, F_{2T} и $F_{\Pi1}, F_{\Pi2}$ – тормозные силы на колесах трактора и прицепов; X_T и $X_{\Pi1}, X_{\Pi2}$ – перемещение центра масс трактора и прицепов в момент торможения; \dot{X}_T и $\dot{X}_{\Pi1}, \dot{X}_{\Pi2}$ – скорость центра масс в момент торможения; K_T, K_{Π} – коэффициенты демпфирования сцепных устройств; C_T, C_{Π} – нелинейные характеристики эластичных элементов в сцепных устройствах.

Рис.3. Динамико-расчетная схема тракторного поезда с двумя прицепами и эластичными связями при торможении

Эластичные элементы оказывают определенные воздействия на изменение

сцепных сил, возникающих между звеньями поезда.

В параграфе 2.5 выведены дифференциальные уравнения вынужденных колебаний прицепа в продольно-вертикальной плоскости и относительно поперечной оси в момент торможения. Решив их можно вычислить значений соответствующих амплитуд и частот.

В третьей главе диссертации “**Расчеты по обоснованию состава тракторного поезда**” приведены результаты по выбору из существующего шлейфа транспортных тракторов моделей, агрегатируемых с прицепами 2ПТС-4-793А (грузоподъемностью 4000 кг), ТТЗ-8525 (6000 кг) и Joskin (8000 кг), определения числа прицепов исходя из полной массы прицепа, уклона дороги и сопротивления колес на перекачивание, обоснованию рациональных составов тракторных поездов, движущихся на дорогах в пределах района и за ним.

Количество прицепов в составе поезда вычислим по формуле (1).

Формулы для приближенного вычисления значений силы тяги прицепа или сцепной силы трактора: для тракторов с формулой 4К4 $P_{ул} = 0,392G_T$; с формулой 4К2 $P_{ул} = 0,373G_T$; (G_T – эксплуатационный вес трактора).

Для примера приводим порядок определения числа прицепов 2ПТС-4-793А для трактора Беларусь 80.1 с колесной формулой 4К2. Конструктивная масса трактора $m_k = 3620$ кг, эксплуатационная масса $m_T = 1,15m_k = 4163$ кг. Сила сцепки $P_{ул} = 0,373 \cdot 4163 \cdot 9,81 = 15,233$ кН.

Максимальная грузоподъемность прицепа $M_{пю} = 4000$ кг, конструктивная масса прицепа $m_{пк} = 1700$ кг, эксплуатационная масса $m_{пэ} = 0,8M_{пю} = 0,8 \cdot 4000 = 3200$ кг, общая масса $m_{п} = m_{пк} + m_{пэ} = 1700 + 3200 = 4900$ кг. Сила веса прицепа: $G_{п} = m_{п}g = 4900 \cdot 9,81 = 48,069$ кН.

Согласно формулы (1) для внутренних районных дорог с асфальтными и гравийными покрытиями ($\alpha = 6^\circ$; $f = 0,018$):

$$n = \frac{15,233}{48,069(\sin 6^\circ + 0,018 \cos 6^\circ)} = 2,58 \approx 3 \text{ штук.}$$

Для за районных асфальтных дорог ($\alpha = 3^\circ$; $f = 0,018$):

$$n = \frac{15,233}{48,069(\sin 3^\circ + 0,018 \cos 3^\circ)} = 4,51 \approx 5 \text{ шт.}$$

Расчетные количества прицепов 2ПТС-4-793А, ТТЗ-8525 и Joskin, рационально агрегатируемые со шлейфом существующих транспортных тракторов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Расчетные составы тракторных поездов

Модель прицепа	Число прицепов	Модели выбранных тракторов
Для внутри районных асфальтных дорог : $\alpha = 6^0$, $f = 0,018$		
2ПТС-4-793А (грузоподъемность 4000 кг)	3	Беларусь 80.1, Ахос 340, ТТЗ 1030, ТТЗ-LS LS-1004, New Holland TD5.95, New Holland TD.110, Беларусь 952, New Holland TL5060, Беларусь 821, New Holland TL-100, Беларусь 82У, Беларусь 820, Беларусь 82Р, Беларусь 1025, МТЗ 82Р, Кейс TS-135, New Holland Т6070
Для зарайонных асфальтных дорог: $\alpha = 3^0$, $f = 0,018$		
2ПТС-4-793А (грузоподъемность 4000 кг)	5	Беларусь 80.1, Ахос 340, ТТЗ 1030, New Holland TD.110, Беларусь 952, New Holland TL5060, Беларусь 821, New Holland TL-100, Беларусь 82У, Беларусь 820, Беларусь 82Р, Беларусь 1025, МТЗ 82Р
2ПТС-4-793А (грузоподъемность 4000 кг)	6	Кейс TS-135, New Holland Т6070
2ПТС-4-793А (грузоподъемность 4000 кг)	7	Arion 630С, Кейс МХ-135
Для внутри районных асфальтных дорог: $\alpha = 6^0$, $f = 0,018$		
ТТЗ-8525 (грузоподъемность 6000 кг)	2	Беларусь 80.1, Ахос 340, Беларусь 950, New Holland TL-100, ТТЗ 820, ТТЗ 1030, TD5.75, ТТЗ-LS LS-1004, New Holland TD5.95, New Holland TD5.90, New Holland TD.110, Беларусь 952, New Holland TL 5060, Беларусь 821, New Holland TL-100, Беларусь 82У, Беларусь 820, Беларусь 82Р, Беларусь 1025, МТЗ 82Р, Кейс TS-135, New Holland Т6070, Arion 630С
Для зарайонных асфальтных дорог: $\alpha = 3^0$, $f = 0,018$		
ТТЗ-8525 (грузоподъемность 6000 кг)	4	Ахос 340, Беларусь 1025, МТЗ 82Р, Кейс TS-135, New Holland Т6070
ТТЗ-8525 (грузоподъемность 6000 кг)	5	Arion 630С, Кейс МХ-135
Для зарайонных асфальтных дорог: $\alpha = 3^0$, $f = 0,018$		
ЈOSKIN (грузоподъемность 8000 кг)	2	Ахос 340, Беларусь 820, Беларусь 82Р, Беларусь 1025, МТЗ 82Р, Кейс TS-135, New Holland Т6070, Arion 630С

В четвертой главе “Экспериментальные исследования по определению тягового сопротивления и тормозного пути тракторных поездов с

различными составами” приведены материалы по определению и оценке технико-экономической эффективности тяговых сопротивлений и тормозных путей тракторных поездов, состоящих из тракторов Беларусь 80.1 и Axos 340 и груженых прицепов 2ПТС-4-793А, ТТЗ-8525, Joskin.

Тяговая сила и тормозной путь тракторного поезда растет с повышением числа прицепов, массы грузов и скорости движения.

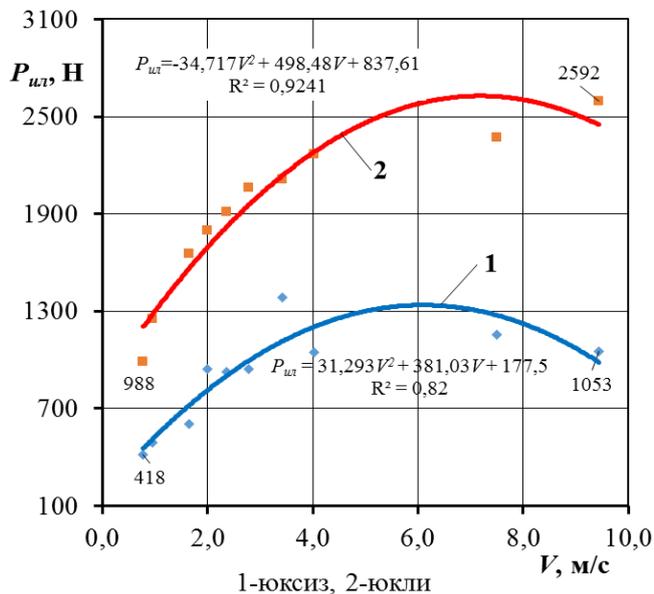


Рис. 4. Графики изменения тяговой силы на сцепке тракторного поезда, состоящего из трактора Беларусь 80.1 и 4-х прицепов 2ПТС-4-793А с грузом и без груза

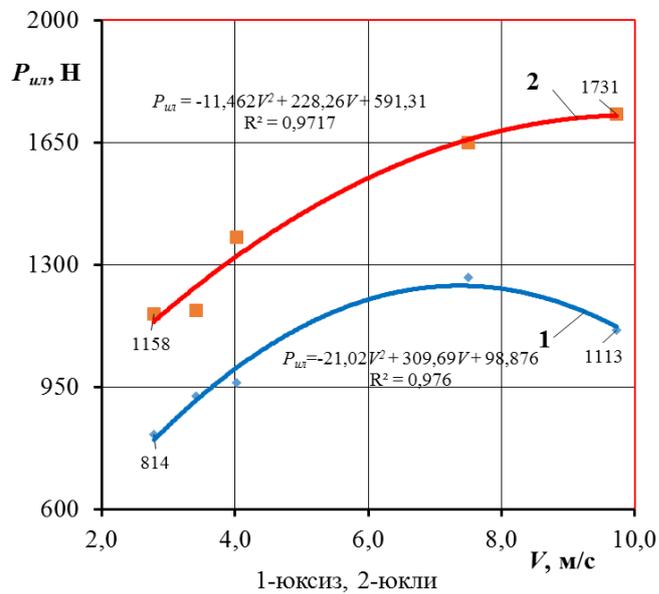


Рис. 5. Графики изменения тяговой силы на сцепке тракторного поезда, состоящего из трактора Axos 340 и 4-х прицепов 2ПТС-4-793А с грузом и без груза

Таблица 2

Значения тормозного пути (S_T) тракторного поезда, состоящего из трактора Беларусь 80.1 и груженых прицепов 2ПТС-4-793А

Число прицепов 2, общая масса 7860 кг						
Передача	v, км/час	v, м/с	1 эксп.	2 эксп.	3 эксп.	среднее
VI	10	2,8	4,30	4,35	4,40	4,4
IX	20	5,6	7,00	6,95	6,90	7,0
IX	30	8,3	11,10	10,95	11,20	11,1
IX, повышенная	35	9,7	14,85	14,60	14,90	14,8
Число прицепов 4, общая масса 15720 кг						
Передача	v, км/час	v, м/с	1 эксп.	2 эксп.	3 эксп.	среднее
VI	10	2,8	6,90	6,50	6,80	6,7
IX	20	5,6	9,40	9,80	9,50	9,6
IX	30	8,3	15,85	15,90	15,80	15,9
IX, повышенная	35	9,7	18,25	18,20	18,25	18,2

При скорости движения поезда 35 км/час силы сопротивления на тягу достигли максимальных значений при 2592 Н в поезде Беларусь 80.1 + прицеп 2ПТС-4-793А 4 ед. с общей массой 15720 кг (коэффициент использования тяговой силы на сцепке трактора 17 %); 1731 Н в поезде Ахос 340 + прицеп 2ПТС-4-793А 4 ед. с общей массой 15720 кг (коэффициент 9,32 %).

Самый большой тормозной путь – 18,2 метр соответствует поезду Беларусь 80.1 + прицеп 2ПТС-4-793А 4 ед. Это значение лежит в допустимой отраслевым стандартом ОСТ 37.001.016-70 пределах $[S_T]=11,7-18,4$ метр для скоростей движения поезда 30-40 км/час.

Рациональные составы предложенных тракторных поездов:

Трактор класса Arion 630С + 4 тонный прицеп 2ПТС-4-793А 6 ед.;

Трактор класса Arion 630С + 6 тонный прицеп ТТЗ-8525 6 ед.;

Трактор класса Arion 630С + 8 тонный прицеп Joskin 6 ед.

Годовой экономический эффект одного поезда:

поезд ТТЗ 80.10 + ТТЗ-8525 – 12 336 520 сум;

поезд ТТЗ 80.10 + Joskin – 35 923 971 сум;

поезд Беларусь 80.1 + ТТЗ-8525 – 13 760 994 сум;

поезд Беларус 80.1 + Joskin – 42 010 309 сум;

поезд Ахос 340 + ТТЗ-8525 – 28 607 015 сум;

поезд Ахос 340 + Joskin – 87 289 203 сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе результатов проведенных исследований по диссертации доктора философии (PhD) на тему «Обоснование рациональных составов большегрузных тракторных поездов» представлены следующие выводы:

1. Рост видов, площадей и объёмов выращиваемых в Узбекистане сельскохозяйственных растений, текущее состояние доставки транспортными средствами полученной продукции в заготовленные и перерабатывающие предприятия показывает актуальность решения научного вопроса составления и использования тракторных поездов с рациональным составом с целью повышения объёма и скорости, снижения затрат при перевозке грузов.

2. Результаты динамико-расчетных исследований по определению силы сцепки трактора, числа прицепов, сопротивление на тягу, тормозной силы, пути и закономерности колебаний тракторного поезда составили научную основу вопроса и позволили получить ряд прикладных результатов.

3. Предложенные расчетные составы тракторных поездов, движущихся со скоростью 5-10 км/час на внутри районных грунтовых или гравийных дорогах в пределах 5-20 км:

трактор класса ТТЗ 80.10 + прицеп 2ПТС-4-793А 3 ед. (общая загрузка 12 тонн);

трактор класса Беларус 80.1 + прицеп ТТЗ-8525 2 ед. (общая загрузка 12 тонн);

трактор класса Ахос 340 + прицеп Joskin 2 ед. (общая загрузка 16 тонн).

4. Предложенные расчетные составы тракторных поездов, движущихся со скоростью 35-40 км/час на зарайонных асфальтных и бетонных дорогах в пределах 60-100 км:

трактор класса Axos 340 + прицеп 2ПТС-4-793А 6 ед. (общая загрузка 24 тонны);

трактор класса Axos 340 + прицеп ТТЗ-8525 6 ед. (общая загрузка 36 тонн);

трактор класса Axos 340 + прицеп Joskin 6 ед. (общая загрузка 48 тонн).

5. Степень снижения приведенных затрат при перевозке грузов в сравнении с 4-х тонным прицепом 2ПТС-4-793А: в 8-ми тонным прицепе Joskin на 47 %, в 6-ти тонном прицепе ТТЗ-8525 на 16 %.

6. Динамико-расчетные модели по обоснованию рациональных составов тракторных поездов могут быть использованы при решении новых задач сельскохозяйственного транспорта.

7. Результаты исследования приняты для использования Министерством сельского хозяйства Республики Узбекистан, ООО “Конструкторско-технологический центр сельскохозяйственного машиностроения” и ООО “Agro Bio Holding”.

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

**SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF MECHANIZATION
OF AGRICULTURE**

KHOLIKOV BAKHTIYOR ABDUGOPPOROVICH

**SABSTANTIATION OF RATIONAL COMPOSITIONS OF HEAVY
TRACTOR TRAINS**

05.07.01 - Agricultural and meliorative machines.
Mechanization of agricultural and land reclamation work

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

Gulbakhor – 2020 year

The theme of the doctoral of philosophy (PhD) dissertation is registered in the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under № B2020.3.PhD/T1858

The dissertation was carried out at the scientific research institute of mechanization of agriculture.

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: **Toshboltaev Mahamad Tojalievich**
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Imomkulov Qutbiddin Boqijonovich**
doctor of technical sciences, senior researcher

Mamadjanov Sultanali Islamalievich
candidate of technical sciences, senior researcher

Leading organization: **"Design and technological center of agricultural machinery" Ltd Company**

The defense of the dissertation will be held at 14⁰⁰ on «16» December 2020 at the scientific council meeting No. PhD. 05/13.05.2020.T.112.01 at the Scientific research institute of mechanization of agriculture (at the address: 41, Samarkand street, Tashkent region, Yangiyul district, the town of Gulbahor, 110801. Tel: (+99370) 601-07-04; Fax: (+99370) 601-07-04, e-mail: qabulxona@uzmei.uz).

The dissertation is available at the Information-resource center of the Scientific research institute of mechanization of agriculture (registration number 443). Address: 41, Samarkand street, Tashkent region, Yangiyul district, the town of Gulbahor, 110801. Tel: (+99370) 601-07-04 Fax: (+99370) 601-07-04, e-mail, qabulxona@uzmei.uz.

The abstract from the thesis is distributed «04» December 2020.
(Mailing protocol No on «04» December 2020).



A. Tukhtakuziev
Deputy Chairman of the Scientific Council for award of academic degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

A. Ibragimov
Scientific Secretary of the Scientific Council for the award of academic degrees, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor


A. Tukhtakuziev
Chairman of the Scientific Seminar at the Scientific Council for the award of academic degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of the PhD thesis)

The aim of the research work is to increase the efficiency of agricultural transport in Uzbekistan by substantiating and introducing rational trains of tractor trains with powerful tractors and heavy trailers.

The objects of research are powerful transport tractors, heavy-duty trailers and the process of transporting goods of tractor trains, compiled on their basis.

The Scientific novelty of the research is as follows:

the expression for determining the force on the tractor hitch is obtained on the basis of the condition of the balance of forces acting on the tractor moving under the action of the traction force;

the expression for determining the number of trailers in the train is obtained on the basis of the equilibrium condition of the forces acting on the trailer moving under the action of the tractor coupling force;

the formula for calculating the stopping distance of a tractor train - a mobile two-link mechanical system - is derived using the laws of braking dynamics;

formulas for calculating the maximum braking forces acting on the axles of the tractor and trailer in the train braking mode are derived on the basis of the static equilibrium equation;

the design scheme and differential equations of a tractor train with elastic connections during braking are drawn up taking into account the absorbing properties of the couplings;

differential equations of longitudinal-vertical and lateral vibrations of the trailer during braking are obtained using the Lagrange equation of the second kind.

Implementation of the research results. Based on the results obtained to determine the rational composition of tractor trains, consisting of powerful tractors and heavy trailers:

scientifically grounded recommendations for determining the tractor coupling force, the number of trailers, traction resistance and braking distance of a tractor train were submitted to the Design and Technological Center of Agricultural Engineering LLC for use in design work (certificate of the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan №02/023-2606, dated 21 August 2020). As a result, it became possible to design and manufacture tractor trains with high carrying capacity and speed;

tractor trains with various trains have been introduced into the practice of Agro Bio Xolding LLC in the Yangiyul region (certificate of the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan №02/023-2606, dated August 21, 2020). As a result, the reduced costs for the transportation of goods by the Joskin trailer with a carrying capacity of 8 tons are reduced in comparison with the 2PTS-4-793A trailer with a carrying capacity of 4 tons by 47%, and with a trailer with a carrying capacity of 6 tons by 16%.

The structure and volume of the thesis. The thesis consists of an introduction, four chapters, conclusion, bibliography and appendices. The volume of the thesis is 119 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Шермухамедов А., Тўланов И., Холиқов Б. Қишлоқ хўжалигида транспорт тракторларидан фойдаланишнинг аҳволи ва уларнинг иш унумдорлигини ошириш резервлари// ФарПИ илмий-техника журнали. – Фарғона, 2014. – № 4. – Б. 46-51. (05.00.00; №20).

2. Шермухамедов А., Тўланов И., Холиқов Б. Қишлоқ хўжалигидаги юклаш, ташиш ва тушириш ишларини механизациялаш воситаларининг самарадорлигини ошириш истиқболлари// ТАЙИ хабарномаси. – Тошкент, 2014. – № 1. – Б. 26-30. (05.00.00; №15).

3. Тошболтаев М., Туланов И., Холиқов Б. Қишлоқ хўжалик юкларини ташишда транспорт воситаларидан фойдаланиш самарадорлигини оширишнинг долзарб вазифалари// Агроилм. – Тошкент, 2016. – №1 (39). – Б. 69-70. (05.00.00; №3).

4. Тошболтаев М., Холиқов Б. Юқори самарали трактор поезде тузишнинг илмий-методологик принциплари// Агроилм. – Тошкент, 2018. – №5(55). – Б. 94-95. (05.00.00; №3).

5. Тошболтаев М., Холиқов Б. Трактор поезде таркибидаги тиркамаларнинг рационал сонини аниқлаш// Механика муаммолари. – Тошкент, 2018. – №2. – Б. 76-79. (05.00.00; №6).

6. Холиқов Б. Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқариши системасида транспорт воситаларининг ўрни// Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги. – Тошкент, 2018. – №11. – Б. 46. (05.00.00; №8).

7. Тошболтаев М., Холиқов Б. Трактор поезде енгиб ўтадиган энг катта қиялик бурчагини аниқлаш// Механика муаммолари. – Тошкент, 2019. – №1. – Б. 38-42. (05.00.00; №6).

8. Тошболтаев М., Холиқов Б. Подбор базового трактора к известной модели прицепа// Сельскохозяйственные машины и технологии. – Москва, 2019. – Т.13. – № 5. – С. 46-50. (05.00.00; №72).

9. Toshboltayev M., Kholikov B., Djilyanov M., Khalmuradov T., Nurmatov S. Researching the Forced Oscillations of Tractor Trailer When Braking is in Process// International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – India, 2020. – vol. 7, Issue 2. – pp. 12820-12825. (05.00.00; №8).

10. Toshboltaev M., Kholikov B. Formation of differential equations of vibration motion in the horizontal plane of the rotary trailer// International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology. – India, 2020. – vol. 11, Issue 11. – pp. 428-443. (05.00.00; №8).

II бўлим (II часть; II part)

11. Холиқов Б. Қишлоқ ва сув хўжалигининг механизациялашган жараёнларида транспорт тракторларидан фойдаланиш самарадорлигини оширишга

доир// Суғорма деҳқончиликда ер-сув ресурсларидан оқилона фойдаланишнинг экологик жиҳатлари: Республика илмий-амалий анжумани. – Бухоро, 2014. – Б. 273-275.

12. Туланов И., Холиқов Б. Истикболда транспорт ишларида фойдаланишга мўлжалланаётган мобил энергетик воситаларига қўйиладиган талабларга доир// Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳаларни амалиётга тадбиқ этиш муаммолари: Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. – Жиззах, 2014. – Б. 111-113.

13. Холиқов Б.А. Қишлоқ хўжалигида юклаш-тушириш ва ташиш ишларини механизациялаш самарадорлигини ошириш// Ресурстежамкор қишлоқ хўжалик машиналарини яратиш ва улардан фойдаланиш самарадорлигини ошириш: Республика илмий-амалий конференцияси. – Тошкент: Fan va texnologiyalar, 2014. – Б. 54-56.

14. Холиқов Б.А. Анализ структуры транспортных работ в АПК и средств механизации для их выполнения// Современные тенденции развития аграрного комплекса: материалы международной научно-практической конференции. – с. Солёное Займище: ФГБНУ «ПНИИАЗ», 2016. – С. 1276-1279.

15. Холиқов Б. Транспорт ишларида тракторлардан самарали фойдаланиш кўрсаткичларини ўзаро таққослаш// Долзарб муаммолар ва ривожланиш тенденциялар: Республика илмий-техник анжуман материаллари. – Жиззах: ЖизПИ, 2017. 2-қисм, – Б. 361-364.

16. Холиқов Б. Транспортда юк ташиш ишлари самарадорлигини ошириш// Юқори самарали қишлоқ хўжалик машиналарини яратиш ва улардан фойдаланиш даражасини ошириш: Республика илмий-амалий конференцияси илмий мақолалар тўплами. – Тошкент: Fan va texnologiyalar, 2017. – Б. 34-36.

17. Холиқов Б. Транспорт тракторининг асосий параметрлари ва кўрсаткичлари// Долзарб муаммолар ва ривожланиш тенденциялар: Республика илмий-техник анжуман тўплами. – Жиззах: ЖизПИ, 2017. 2-қисм, – Б. 364-367.

18. Тошболтаев М. Холиқов Б. Трактор поезди умумий динамикасини тадқиқ этиш// Деформацияланувчан қаттиқ жисмлар механикаси: Республика илмий-амалий анжуман маърузалар тўплами. – Тошкент: ТИҚХММИ, 2018. II-жилд, – Б. 18-24.

19. Холиқов Б. Трактор поездининг ҳаво қаршилик кучини енгишга сарфлайдиган қуввати қийматларини ҳисоблаш// Қишлоқ хўжалиги экинлари генетикаси, селекцияси, уруғчилиги ва етиштириш агротехнологияларининг долзарб муаммолари ҳамда ривожланиш истикболлари: Халқаро илмий-амалий конференцияси материаллари тўплами. – Тошкент, 2018. – Б. 365-367.

20. Холиқов Б. Трактор поездининг умумий динамик параметрлари ва кўрсаткичларини аниқлаш// Қишлоқ хўжалиги экинлари генетикаси, селекцияси, уруғчилиги ва етиштириш агротехнологияларининг долзарб муаммолари ҳамда ривожланиш истикболлари: Халқаро илмий-амалий конференцияси материаллари тўплами. – Тошкент, 2018. – Б. 361-364.

21. Тошболтаев М., Холиқов Б. Трактор поездининг эксплуатацион кўрсаткичларини баҳолаш методикалари// Қишлоқ хўжалиги экинлари генетикаси, селекцияси, уруғчилиги ва етиштириш агротехнологияларининг долзарб

муаммолари ҳамда ривожланиш истиқболлари: Халқаро илмий-амалий конференцияси материаллари тўплами. – Тошкент, 2018. – Б. 368-370.

22. Тошболтаев М., Холиқов Б. Трактор поезднинг эксплуатацион хоссаларини баҳолаш аниқлигини ошириш йўллари// Агротехника дунёси журнали. – Тошкент, 2018. – №08(09). – Б. 18-19.

23. Тошболтаев М., Холиқов Б., Худайқулиев Р. Тракторнинг ёнлама йўлда ағдарилиш бурчагини шиналарнинг деформациясини ҳисобга олган ҳолда аниқлаш// Замонавий илм-фаннинг инновацион ривожланиши: Республика миқёсидаги илмий-амалий анжуман мат. – Андижон: АндМИ, 2019. – Б. 6-9.

24. Тошболтаев М.Т., Холиқов Б.А. Ёнлама йўлнинг энг катта қиялик бурчагини рессорали тиркамани ағдарилиши эҳтимоли бўйича аниқлаш// Проблемы и перспективы инновационной техника и технологии: Сборник научных трудов Республиканская научно-техническая конференции. – Тошкент: ТДТУ, 2019. – Б. 11-12.

25. Холиқов Б.А. Ахос 340 трактори ва Joskin тиркамалардан иборат трактор поездларининг тортишга қаршилиқларини аниқлаш ва баҳолаш// Ресурстежамкор ва фермербоп қишлоқ хўжалиги машиналарини яратиш ва улардан фойдаланиш самарадорлигини ошириш: Республика илмий-амалий конференцияси илмий мақолалар тўплами. – Тошкент: Fan va texnologiyalar, 2020. – Б. 263-268.

26. Холиқов Б.А. Трактор поезднинг тормоз йўлини аниқлаш бўйича лаборатория-дала тажрибаларининг услублари ва натижалари// Ресурстежамкор ва фермербоп қишлоқ хўжалиги машиналарини яратиш ва улардан фойдаланиш самарадорлигини ошириш: Республика илмий-амалий конференцияси илмий мақолалар тўплами. – Тошкент: Fan va texnologiyalar, 2020. – Б. 268-273.