

**НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК–ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМӢ ДАРАЖА БЕРУВЧИ  
PhD.03/30.12.2019.Т.90.01 РАҚАМЛИ ИЛМӢ КЕНГАШ**

---

**НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК–ҚУРИЛИШ  
ИНСТИТУТИ**

**ХАМЗАЕВ АСРОРХОН АКМАЛҲОНОВИЧ**

**ТОПИНАМБУРНИНГ ФИЗИК–МЕХАНИК ХУСУСИЯТЛАРИГА  
АСОСАН КОВЛАГИЧНИНГ ЭЛАСТИК БАРМОҚЛИ  
БАРАБАНИНИНГ ПАРАМЕТРЛАРИНИ АСОСЛАШ**

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

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**НАМАНГАН – 2022**

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

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

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

**Хамзаев Асрорхон Акмалхонович**

Топинамбурнинг физик-механик хусусиятларига асосан ковлагичнинг  
эластик бармоқли барабанининг параметрларини асослаш..... 3

**Хамзаев Асрорхон Акмалхонович**

Обоснование параметров барабана с эластичном пальцам на основе  
физико-механических свойств топинамбура..... 21

**Hamzayev Asrorxon Akmalxonovich**

Substantiation of the parameters of an elastic drum finger based on the physical  
and mechanical properties of Jerusalem artichoke..... 39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 42

**НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК–ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМӢ ДАРАЖА БЕРУВЧИ  
PhD.03/30.12.2019.Т.90.01 РАҚАМЛИ ИЛМӢ КЕНГАШ**

---

**НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК–ҚУРИЛИШ  
ИНСТИТУТИ**

**ХАМЗАЕВ АСРОРХОН АКМАЛҲОНОВИЧ**

**ТОПИНАМБУРНИНГ ФИЗИК-МЕХАНИК ХУСУСИЯТЛАРИГА  
АСОСАН КОВЛАГИЧНИНГ ЭЛАСТИК БАРМОҚЛИ  
БАРАБАНИНИНГ ПАРАМЕТРЛАРИНИ АСОСЛАШ**

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

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**НАМАНГАН – 2022**

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2018.2.PhD/Г816 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертация Наманган муҳандислик-қурилиш институтида бажарилган.  
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифаси ([www.nammqi\\_info@edu.uz](http://www.nammqi_info@edu.uz)) ва «ZiyoNet» Ахборот таълим порталида ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

**Байбобоев Набижон Гуломович**  
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

**Имомқулов Қутбиддин Боқижонович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Насритдинов Аҳмаджон Абдихамидович**  
техника фанлари номзоди, доцент

Етакчи ташкилот

**Андижон машинасозлик институти**

Диссертация ҳимояси Наманган муҳандислик-қурилиш институти ҳузуридаги PhD.03/30.12.2019.Т.90.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил «5» феврал соат 14<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 160103, Наманган, Ислон Каримов кўчаси, 12-уй. Тел.: (+99869) 234-15-23, факс: (+99869) 234-15-23, e-mail: [nammqi\\_info@edu.uz](mailto:nammqi_info@edu.uz)).

Диссертация билан Наманган муҳандислик-қурилиш институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (18780 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 160103, Наманган, Ислон Каримов кўчаси, 12-уй. Тел.: (+99869) 234-15-23, факс: (+99869) 234-15-23, e-mail: [nammqi\\_info@edu.uz](mailto:nammqi_info@edu.uz)).

Диссертация автореферати 2022 йил «22» январ куни тарқатилди.  
(2021 йил «11» декабр даги № 23 рақамли реестр баённомаси).

  
**Ш.С.Юлдашев**  
Илмий даража берувчи илмий кенгаш  
раиси ўринбосари, т.ф.д., профессор  
**В.М.Турдалиев**  
Илмий даража берувчи илмий кенгаш  
илмий котиби, т.ф.д., профессор  
**А.Х. Умурзаков**  
Илмий даража берувчи илмий кенгаш  
кошидаги Илмий семинар раиси, т.ф.д., доцент

## КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда қишлоқ хўжалик экинларининг ҳосилларини самарали йиғиштириб олишда, жумладан, илдизмевали ўсимликлар ҳосилларини нобудгарчиликларсиз табиий сифат кўрсаткичларини сақлаган ҳолда қовлайдиган энергия ва ресурстежамкор технологиялар ҳамда техник воситаларини ишлаб чиқиш, уларни амалиётга жорий этиш етакчи ўринлардан бирини эгалламоқда. «Дунё миқёсида бугунги кунда 22,9 миллион гектардан ортиқ майдонда илдизмевали ўсимликлар етиштирилишини»<sup>1</sup> ҳисобга олсак, уларни тупроқдан сифатли саралаб оладиган, сифат кўрсаткичларига салбий таъсир кўрсатмайдиган ва ресурсларни тежайдиган машиналарни яратишни тақозо этади. Шу жиҳатдан илдизмевали ўсимликлар ҳосилини йиғиб олишда юқори иш унумига эга машиналарни ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда илдизмевали экинларнинг ҳосилини шикастламасдан қовлаб олишда иш унуми юқори ва ресурстежамкор техник воситаларни янги авлодларини яратиш ва мавжудларини такомиллаштиришнинг илмий-техникавий ечимларини ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, қишлоқ хўжалигида пахта, ғалла, сабзавот, полиз ва илдизмевали маҳсулотларни етиштириш ва йиғиб олишда янги техника ва технологияларни ишлаб чиқиш ҳамда уларни амалиётга жорий этишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда қишлоқ хўжалиги экинларидан юқори ҳосил олиш ва ҳосилни ўз вақтида сифатли йиғиб олишни таъминлайдиган замонавий, юқори самарадорликка эга бўлган ресурстежамкор техника ва технологияларни ишлаб чиқиш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «...қишлоқ хўжалигини модернизация қилиш ва жадал ривожлантириш учун замонавий агротехнологияларни жорий этиш, унумдорлиги юқори бўлган қишлоқ хўжалиги техникаларидан фойдаланиш, энергиятежамкор технологияларни кенг қўллаш, ... принципиал яни турдаги маҳсулотларни етиштиришни йўлга қўйиш шу асосда маҳсулотларнинг ички ва ташқи бозорда рақобатбардошлигини таъминлаш»<sup>2</sup> бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Ушбу вазифани бажаришда, жумладан, топинамбур ҳосилини йиғиб олишда кам энергия сарфлаган ҳолда, технологик жараённи сифатли бажарадиган машиналарни ишлаб чиқиш долзарб масалалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2016 йил 23 декабрдаги

<sup>1</sup> <https://www.atlasbig.com>

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

ПҚ-2694-сон «2016-2020 йиллар даврида қишлоқ хўжалигини янада ислоҳ қилиш ва ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2017 йил 7 июлдаги ПҚ-3117-сон «Қишлоқ хўжалиги машинасозлиги соҳасида илмий-техникавий базани янада ривожлантириш чора тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъерий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг асосий устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур диссертация иши республика фан ва технологиялар ривожланишининг II.«Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Илдизмевали ўсимликлар ҳосилини қовлаш машиналарининг технологик жараёнларини тадқиқ қилиш ва эловчи ишчи қисмларини конструкциясини такомиллаштириш ҳамда параметрларини асослаш бўйича Германияда К. Dorsch, А.Kern, Н.Kirchmeir, Голландияда А.Ј.Haverkort, Р.С.Struik, Россияда Н.Н.Колчин, А.А.Сорокин, Г.Д.Петров, В.А.Хвостов ва бошқалар шуғулланишган. Хусусан, топинамбур ҳосилини қовлаб олиш машиналари бўйича Тожикистонда Н.Х.Сайдалиев, К.Портюев, ишчи қисмларини яратиш, уларнинг иш кўрсаткичларини ўрганиш бўйича Россияда, В.В. Михеев, В.И.Еремченко, Е.И.Резник, А.Г.Пономарев, В.И. Стравойтов, А.А.Монахиналар ва бошқа олимлар томонидан илмий-тадқиқот ишлари олиб борилган.

Республикада илдизмевали ўсимликлар ҳосилини қовлаш машиналари конструкцияларини ишлаб чиқиш ва уларни такомиллаштириш бўйича Р.Бойметов, Д.Норчаев, Ж.Норчаев, топинамбур қовлаш машинаси ишчи қисмларини яратиш, иш режимларини белгилаш ва параметрларини асослаш бўйича Н.Байбобоев, Т.Абдиллаев, М.Шоумарова ва бошқалар томонидан илмий-тадқиқот ишлари ўтказилган.

Бу тадқиқотлар асосида яратилган машина ва қурилмалар қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида муайян натижаларга эришилган бўлсада, топинамбур ҳосилини қовлаб олишда туганакларни поясидан тўлиқ ажратиб олувчи қовлагичларнинг ишчи қисмларини ишлаб чиқиш, уларнинг ҳаракат режимларини белгилаш ва параметрларини асослаш бўйича тадқиқотлар етарлича ўтказилмаган.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий - тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Наманган муҳандислик-қурилиш институти илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ №ЁАЗ-ОТ-КХ-16978-ЁАЗ-19 “УТК-1 универсал топинамбур қовлагич лойиҳасини яратиш ва дастлабки намунасини тайёрлаш” мавзусидаги ёш олимлар амалий (2014-2015) ва И-2015-2-25 «УТК-1 универсал топинамбур қовлагич лойиҳасини яратиш ва дастлабки намунасини тайёрлаш» мавзусидаги инновация (2015-2016) лойиҳалари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** топинамбурнинг физик-механик

хусусиятларига асосан ковлагичнинг эластик бармоқли барабанининг параметрларини асослаш ва технологик схемасини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари** қўйилган мақсадга эришиш учун қуйидаги вазифаларни белгилаб олинди:

топинамбурнинг физик-механик хусусиятини ўрганиш;

топинамбур ҳосилини ковлаб олиш учун универсал топинамбур ковлагичнинг технологик схемаси ва конструкциясини ишлаб чиқиш;

универсал топинамбур ковлагичнинг ишчи органларини параметрларини назарий тадқиқ этиш ва уларнинг мақбул қийматларини асослаш;

эластик бармоқли барабан параметрлари ва иш режимини ифодаловчи аналитик боғланишларни ишлаб чиқиш;

эластик бармоқли барабанининг кинематик параметрларини асословчи математик моделни ишлаб чиқиш;

эластик бармоқли барабан билан жиҳозланган универсал топинамбур ковлагичнинг тажриба нусҳасини тайёрлаш, унинг ишчи органлари параметрларини тажрибавий усулда аниқлаш;

универсал топинамбур ковлагичнинг хўжалик синовларини ўтказиш, агротехник кўрсаткичларини аниқлаш ва иқтисодий самарадорликни ҳисоблаш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида топинамбур, унинг физик-механик хоссалари, ковлаш технологияси ҳамда уни амалга оширувчи ковлагич ишчи қисмларининг параметрлари ва ҳаракат режимлари олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** ковлагич эластик бармоғи билан тупроқ ва топинамбур туганакларини ўзаро таъсирлашиш жараёнларини ифодаловчи математик моделлар ва аналитик боғланишлар, агротехник ва энергетик иш кўрсаткичлари, барабанининг ҳаракат қонуниятларидан иборат.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида назарий механика, деҳқончилик механикаси, математик статистиканинг қонун ва қоидалари, экспериментларни математик режалаштириш ва тензометрия ҳамда мавжуд меъёрий ҳужжатлари (ГОСТ 20915-11, ТSt 63.04.2001, ТSt 63.03.2001, О'zDSt 3197:2017, РД Уз 63.03-98) да келтирилган усуллардан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

элеваторнинг ишчи тирқиши эҳтимоллар назариясининг нормал тақсимланиш қонуни усулидан фойдаланиб, топинамбур туганаги ўлчамларининг вариацион характеристикаларини инобатга олган ҳолда асосланган;

топинамбур поясидан туганакларни ажратадиган ҳамда йирик фракцияли кесакларни эластик бармоқ билан ўзаро таъсири натижасида майдалайдиган ковлагичнинг конструктив схемаси ишлаб чиқилган ва технологик иш жараёни асосланган;

эластик бармоқнинг туганак билан ўзаро таъсирлашиши пайтидаги ҳаракатларини ҳисобга олган ҳолда саралаб олиш жараёнини ифода этувчи математик модел ишлаб чиқилган;

топинамбурнинг физик-механик хусусиятларини ҳисобга олиб ковлагич ишчи қисмининг параметрлари (барабанининг бурчак тезлиги,

диаметри ва эластик бармоқ узунлиги) ва иш режимларини ифодаловчи аналитик боғланишлар ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

топинамбурни табиий сифат кўрсаткичларини сақлаган ҳолда ковлайдиган, ишчи қисмларини алмаштириш орқали бошқа илдизмевали ўсимликлар ҳосилини йиғиб олишда фойдаланиш мумкин бўлган, иш унуми юқори ва ресурстежамкор ковлагичнинг конструкцияси ишлаб чиқилган;

топинамбур ҳосилини йиғиштириб олишда эластик бармоқли барабан билан жиҳозланган ковлагич қўлланилганда 1 гектар майдонга меҳнат сарфи 25,3 фоизга, эксплуатацион ҳаражатлар эса 21,9 фоизга камайишига эришилган.

**Тадқиқот натижаларини ишончлилиги.** Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги ўтказилган назарий тадқиқотлар замонавий услуб ва воситаларидан фойдаланилган ҳолда ўтказилганлиги, назарий ва экспериментал тадқиқотларнинг ўзаро адекватлиги, эластик бармоқли барабан билан жиҳозланган топинамбур ковлагич синовларининг ижобий натижалари ва амалиётга жорий этилганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти топинамбур ковлагичнинг эластик бармоқли барабанининг конструктив, технологик параметрлари ва иш режимларини аниқлаш имконини берадиган аналитик боғланишлар ҳамда элеваторда тупроқ массасининг эланиш жараёнини ифодаловчи математик модели, илдизмевали ўсимликларни йиғиштириб олувчи ковлагичларининг илмий асосларини ривожлантиришга хизмат қилиб, бу соҳадаги билимларни бойитганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти таклиф этилаётган эластик бармоқли барабан билан жиҳозланган топинамбур ковлагич қўлланилганда 1 гектар майдонга меҳнат сарфи 25,3 фоизга, эксплуатацион ҳаражатлар эса 21,9 фоизга камайиши билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Топинамбурнинг физик-механик хусусиятларига асосан ковлагичнинг эластик бармоқли барабанининг параметрларини асослаш бўйича олинган натижалар асосида:

ишлаб чиқилган янги эластик бармоқли барабан билан жиҳозланган топинамбур ковлагич Пахтачилик селекция уруғчилиги етиштириш агротехнологиялар илмий-тадқиқот институти Наманган илмий тажриба станцияси майдонида ва Наманган вилояти Тўрақўрғон туманидаги фермер хўжалигида жорий этилган (Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2021 йил 14 апрелдаги 02/023-1610-сон маълумотномаси). Натижада, топинамбурни ҳосилини ковлаб олишда меҳнат сарфини 25,3 фоиз ва эксплуатацион ҳаражатларни 21,9 фоизга камайитириш имкони яратилган;

топинамбурни табиий сифат кўрсаткичларини сақлаган ҳолда ковлайдиган, эластик бармоқли барабан билан жиҳозланган ковлагичнинг лойиҳа-конструкторлик ҳужжатлари ва ҳисоблаш усуллари «Машхим» МЧЖ ва «ВМКВ-Agromash» АЖ га жорий этилган (Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2021 йил 14 апрелдаги 02/023-1610-сон маълумотномаси).



Натижада, топинамбурнинг табиий сифат кўрсаткичларини сақлаган ҳолда ковлайдиган эластик бармоқли барабан билан жиҳозланган ковлагични ишлаб чиқариш имкони яратилган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Диссертация тадқиқоти натижалари 9 та, жумладан, 5 та халқаро ва 4 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 14 та илмий иш чоп этилган, жумладан, Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 5 та мақола, жумладан, 4 таси республика ва 1 таси хорижий журналларда чоп этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, бешта боб, умумий хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 118 бетни ташкил этган.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

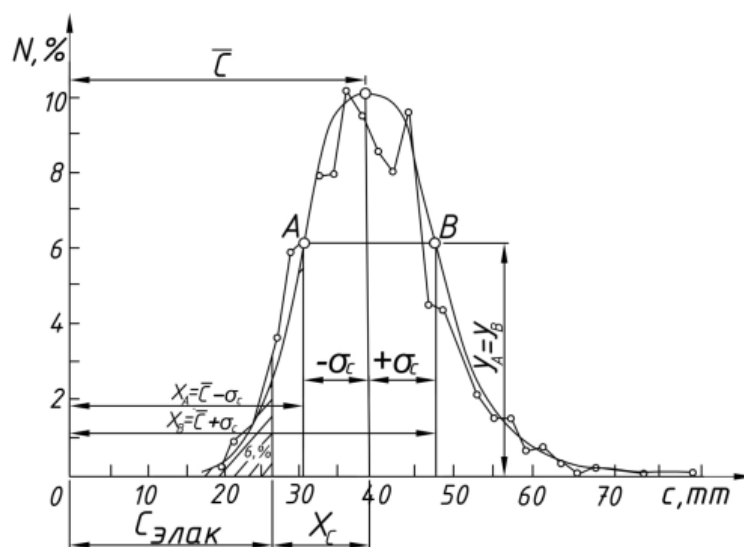
**Кириш** қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари, объекти ва предметлари тавсифланган, республика фан ва технологиялари тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён этилган,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

Диссертациянинг «**Ўзбекистонда топинамбур етиштиришнинг ҳолати ва унинг ўзига хос хусусиятлари**» деб номланган биринчи бобида ҳозирги даврда республикада етиштирилаётган илдизмевали ўсимликлар, жумладан топинамбур ҳосилини йиғиштиришда қўлланиладиган технология ва техника воситаларининг таҳлили, уларга қўйиладиган талаблар, топинамбур ҳосилини йиғиш машиналари ва ишчи қисмлари бўйича бажарилган тадқиқотларнинг шарҳи келтирилган ҳамда тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган.

Диссертациянинг «**Топинамбурнинг физик-механик хоссаларини ўрганиш**» деб номланган иккинчи бобида эластик бармоқли барабан билан жиҳозланган топинамбур ковлагичнинг параметрларини асослаш учун топинамбурнинг физик-механик хусусиятлари ўрганилган.

Туганаклар ўлчамларининг вариацион характеристикалари илдизмевали ўсимликларни ҳосилини йиғиш машинасининг эловчи ишчи қисмлари параметрларини асослашга ва янада такомиллашган янги конструкцияларини яратишга имкон беради.

Олиб борилган тажрибавий тадқиқотлар натижасида топинамбур туганакларининг жўякда жойлашиш ҳолатлари ва ўлчамларининг вариацион характеристикалари олинди (1-расм).



1-расм. Туганак қалинлигининг умумий ўзгариш эгри чизиғи ўртача арифметик қиймати

Ушбу диаграмма қовлаш машиналарининг элеватор чивиклари орасидаги тирқиш ўлчамларини асослаш ва элеватор чивикларини тирқишдан тушиб кетиб туганакларни нобуд бўлмаслик шартидан келиб чиқиб туганакларни тупроқдан ажратиш олиш даражасини аниқлаш имконини беради.

Топинамбур туганаклари ўлчамларини тақсимланишини нормал тақсимланиш қонуни бўйича содир бўлади деб қабул қилиб, элеваторларни у ёки бу катталиқдаги тирқишда ишлаганда туганакларни нобуд бўлишини ҳисоблаш мумкин.

Кейинги фикрларни баён этишдан олдин, топинамбур туганаклари картошка туганакларига ўхшашлигини ҳисобга олган ҳолда тасодифий катталиқлар нормал тақсимланиш қонунининг баъзи бир иловаларидан фойдаланиб, топинамбур хосили учун қўлаймиш.

1-расмда  $x$  катталиқни нормал тақсимланиш эгри чизиғи кўрсатилган.

$x = x_i - x$  берилган интервал чекланишга мос келувчи юза қуйидаги интеграл билан аниқланади

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} dx,$$

бунда  $x$ —чекланиш масофаси,  $\sigma$ —ўртача квадратик оғиш;  $e$ —натурал сон.

Ушбу интегрални қуйидагича алмаштириш киритиш ёрдамида қулай ҳисоблаш мумкин

$$z = \frac{x}{\sigma} = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}.$$

Вариацион ўлчамли ҳисоблашларда  $z$  аргумент одатда  $\Phi(z)$  функция орқали белгиланади, яъни

$$\Phi(z) = 2F(z) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{z^2}{2}} dz ,$$

бунда  $F$ — $A$  ва  $B$  нуқталардан тушган чизиклар орасидаги юза,  $z$ —аргумент

Нормал тақсимланиш эгри чизиғида барча юза бизнинг ҳолатимиз учун 100% туганакларни ҳамма намунасида ҳисобга олиб, бутун оғирликларини кўйидагича кўринишда ҳосил қиламиз.

$$\Phi(z) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = 1.$$

$z=3$  деб қабул қилсак,  $x=z \cdot \sigma = 3\sigma$ ;  $x=\pm 3\sigma=6$  бўлади.

Жадвал бўйича  $\Phi(z)$  функция  $z=3$  да  $\Phi(z)=0,9973$  га тенг, яъни  $\pm x=6\sigma$  оралиғида  $\sigma$  нинг ўлчамларини олиниш эҳтимоллиги 99,73 % га тенг бўлади. Демак, ушбу чегаралардан чиқиб кетувчи ўлчамларни олиниш эҳтимоллиги 0,3 % дан камни ташкил этади.

$x=\pm 2\sigma$  оралиғи ичида барча ўлчамлар қийматлари 95,45 % жойлашади ва ундан ташқарида эса 4,55 % қолади;  $x=\pm \sigma$  оралиқ ичида барча ўлчамлар қийматларни 68,3 % и ва 31,7 % ундан ташқарида жойлашади ва х.к.

Демак, туганаклар нобуд бўлишини берилган фоизи бўйича элеватор чивиклари оралиғи ёки унинг тескарисини аниқлаш учун туганаклар қалинлигини  $c$  ни ўртача арифметик қийматини ва туганаклар қалинлигини ўртача квадрат оғиши  $\sigma_c$  ни билиш лозим бўлади.

Туганаклар қалинлигини ўртача арифметик қиймати (1-расм) даги диаграммадан бевосита аниқланади:  $c=35$  мм. Ўртача квадрат оғиш  $\sigma_c$  ни кўйидаги кўринишда аниқлаймиз. Нормал тақсимланиш эгри чизиғи учун  $A$  ва  $B$  нуқталар координаталари

$$x_A = \bar{c} - \sigma_c \text{ и } x_B = \bar{c} + \sigma_c ;$$

$$y_A = y_B = \frac{1}{\sigma_c \sqrt{2\pi e}} = \frac{y_{\max}}{\sqrt{e}} \approx 0,6 y_{\max} ,$$

бунда  $\bar{c}$ —туганак қалинлигининг ўртача арифметик қиймати;  $\sigma_c$ —туганак қалинлигининг ўртача квадратик оғиши;  $y_{\max}$ —туганакнинг максимал сони

$y_{\max}$  қийматини диаграммадан оламиз, бунда  $y_{\max}=0,588$ . У ҳолда  $y_A=y_B=0,6$ ;  $y_{\max}=0,6 \cdot 0,98=0,588$  бўлган  $A$  ва  $B$  нуқталарда  $x_A$  ва  $x_B$  қийматларни берадиган,  $\sigma_c$  ни аниқлайдиган  $A$  нуқта орқали  $y_A$  қийматига мос келадиган горизонтал ўтказамиз. Туганаклар қалинлиги учун ушбу қиймат 8,25 ( $\sigma_c=8,25$  mm) га тенглиги аниқланди.

Ҳосилни техникалар билан йиғиб олишда нобудгарчилиги агротехник талаб бўйича 6 % дан кўп бўлмаслигини эътиборга олиб 6 % ли нобудгарчилик  $\Phi(z)=0,88$  қийматга мос келади. Жадвал бўйича

$\Phi(z) = 0,88$  учун  $z$  нинг қийматини топамиз, у 1,56 га тенг. У ҳолда

$$x_A = z \cdot \sigma_c = 1,56 \cdot 8,25 = 12,87 \text{ mm.}$$

Элеватор чивиклари оралиғи:  $S_{\text{элеватор}} = \bar{c} - x_A = 35 - 12,87 = 22,13 \text{ mm.}$

Шундай қилиб, элеваторни лойиҳалашда агар биз туганаклар калинлигини асос қилиб олсак, туганаклар нобуд бўлиши 6% дан ошмаслигини таъминлаш учун элеватор чивиклари тирқишининг катталиги 25 мм бўлиши керак.

Ўтказилган ҳисоблашлар Ўзбекистонда энг кўп экиладиган топинамбурнинг Файз-барака ва Мўъжиза навлари туганакларини ўлчамларини ўртача қиймати ва оғирликлари бўйича бажарилган ва бошқа шу каби навлар учун ҳам умумий характерга эга.

Диссертациянинг «**Эластик бармоқли барабан иш режими ва параметрларини назарий асослаш**» деб номланган учинчи бобида белгиланган технологик жараёни кам энергия сарфлаган ҳолда сифатли бажарилишини таъминлаш учун эластик бармоқли барабан билан жиҳозланган ковлагичнинг технологик иш жараёни, параметрларини ўрганишга доир назарий тадқиқотлар натижалари келтирилган.

Ишчи тирқиш  $\delta$  деганда эластик бармоқ учи ва элеватор юзаси орасидаги масофа тушунилади (2-расм).

Таклиф этилаётган ковлагичнинг максимал иш унумдорлигини таъминлаш учун ишчи тирқиш минимал ўтиш кесимидаги юзадан массани ўтиши массани узатилишидан кўп ёки тенг бўлиши лозим, яъни

$$W_{\max} \geq \gamma_{n+\delta} \cdot V_{\delta} \cdot S, \quad (1)$$

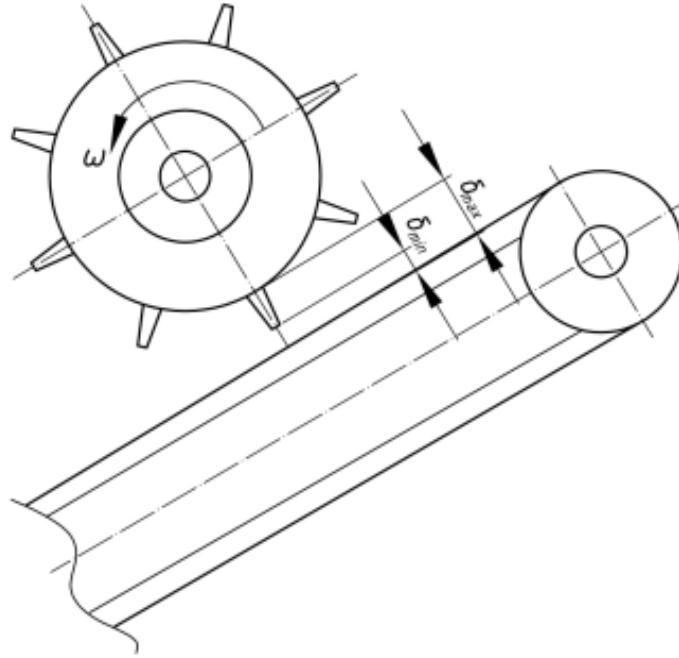
бунда  $W_{\max}$  –максимал иш унумдорлиги kg/s;  $\gamma_{n+\delta}$  –ишчи тирқиш кўндаланг кесими орқали ўтадиган массани ҳажмий оғирлиги, kg/m<sup>3</sup>;  $V_{\delta}$  –элеваторнинг тезлиги, m/s;  $S$  –ишчи тирқиш кесимининг минимал юзаси, m<sup>2</sup>.

Ишчи тирқиш кўндаланг кесими орқали ўтадиган массани ҳажмий оғирлигини қуйидаги ифода орқали аниқлаймиз

$$\gamma_{n+\delta} = \frac{8 \cdot \gamma_n \cdot \gamma_{\delta}}{5 \cdot \gamma_{\delta} + \gamma_n}, \quad (2)$$

бунда  $\gamma_n$  –тупроқнинг ҳажмий оғирлиги, kg/m<sup>3</sup>;  $\gamma_{\delta}$  –ўсимлик ва ҳ.к. ҳажмий оғирлиги, kg/m<sup>3</sup>; 8 ва 5 лар массадаги компонентлар ўртасидаги миқдорларни уларнинг мос фоизларидаги миқдори билан аниқланадиган коэффициентлар.

Ўтиш кесими юзасининг унинг минимал зарурий ишчи тирқиши билан ўзаро таъсирини аниқлаймиз. Энг қийин ҳолатни кўриб чиқамиз. Бу ҳолат барабан бармоқларини бирор қатори уларнинг марказий ўқлари барабан ўқиға перпендикуляр, шунингдек, элеваторга ҳам перпендикулярдир.



2-расм. Эластик бармоқли барабан ишчи тирқишини ҳисоблаш учун схема

Ишчи тирқиш орқали аралашмаларни ўтиши учун кўндаланг кесим юзаси қуйидагича аниқланади.

$$S_{\delta} = \delta \cdot L_{\delta}, \quad (3)$$

бунда  $L_{\delta}$ —элеватор кенглиги, м;  $\delta$ —элеватор ва барабан бармоқлари орасидаги ишчи тирқиш, м.

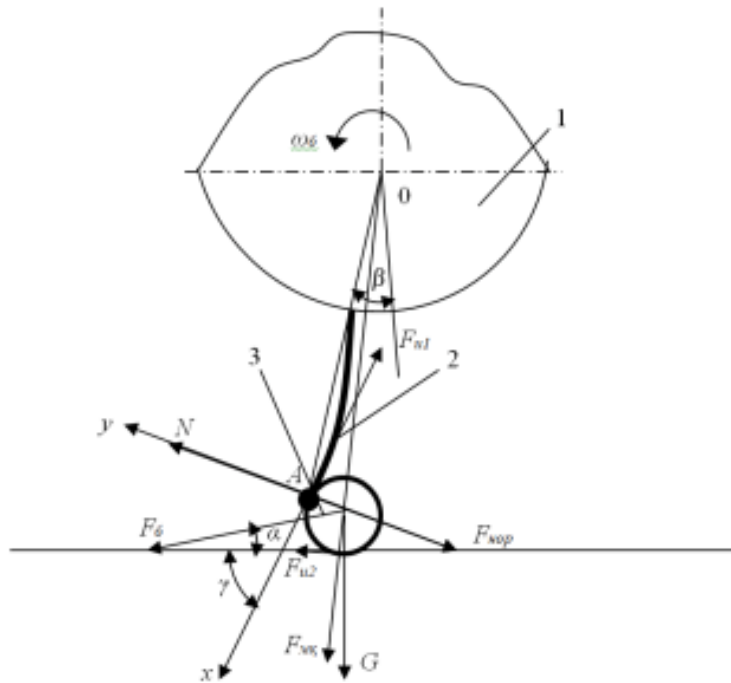
(2) ва (3) ифодаарни ҳисобга олиб, максимал иш унумдорлиги учун (1) ифода қуйидаги кўринишга эга бўлади

$$W_{\max} = \frac{8 \cdot \gamma_{\delta} \cdot \gamma_n}{5 \cdot \gamma_{\delta} + \gamma_n} \cdot V_{\delta} \cdot \delta \cdot L_{\delta}. \quad (4)$$

Бу (4) ифодадан ковлагичнинг максимал иш унумдорлиги ишчи тирқиш қиймати, бармоқ узунлиги ва элеватор тезлигига боғлиқ бўлишини кўриш мумкин.

Ўтказилган тадқиқотлар натижасида  $\delta = 0,015$  м,  $L_{\delta} = 0,12$  м,  $V_{\delta} = 1,2$  м/с бўлганда иш унумдорлиги 2,3 кг/с га тенг бўлиши аниқланди.

Шунингдек, эластик бармоқлар туганакни поясидан ҳам ажратади. Туганакларни пояларидан ажратиш жараёнида барабаннинг радиуси ва бармоқлар узунлиги муҳим ҳисобланади. 4-расмда эластик бармоқли барабаннинг бармоқларида туганакни ҳаракатланишини ифодаловчи схема келтирилган.



1-барабан; 2-эластик бармоқ; 3-туганак

4-расм. Туганакни эластик бармоқ бўйлаб ҳаракатини аниқлаш бўйича ҳисоб схемаси

Схемага асосан туганак ҳаракатида қуйидаги кучлар таъсир қилади:  $G$ —оғирлик кучи,  $N$ ;  $F_u$ —инерция кучи,  $N$ ;  $F_{u1}$ —туганакни бармоқ сирти билан ишқаланиш кучи,  $F_{u2}$ —туганакни элеватор сирти билан ишқаланиш кучи,  $N$ ;  $F_{mk}$ —марказдан қочма куч,  $N$ ;  $N$ —реакция кучи,  $N$ ;  $F_{nop}$ —нормал куч,  $N$ ;  $F_\delta$ —туганакнинг пояга боғланганик кучи,  $N$ .

Туганакни поясидан ажратиш жараёнида эластик бармоқ эгилади. Шунинг учун ҳисоб схемасида бармоқнинг эгилишини инобатга олиб,  $x$  ва  $y$  координата ўқлари ўтказилган.

Даламбер принципага асосан инерция кучини ва барча таъсир этувчи кучларни ўзаро мувозанатини инобатга олиб, ўқлар бўйича кучларнинг проекциялари олинган

$$\begin{aligned} m_T \ddot{x} &= G \cos \beta - F_{u_1} + F_{u_2} + F_{u_2} \sin \gamma + F_{mk} \cos \beta + F_\delta \sin(\beta - \alpha) \\ m_T \ddot{y} &= -G \sin \beta + F_{u_2} \cos \gamma - F_{mk} \sin \beta + N - F_{nop} + F_\delta \cos(\beta - \alpha) \end{aligned} \quad (5)$$

бунда  $m_T$ —туганак массаси,  $kg$ ;  $\beta$ —бармоқнинг эгилиш бурчаги,  $^\circ$ ;  $\alpha$ —туганакни пояси билан боғлиқлик кучининг горизонтал ўқ билан ҳосил қилган бурчаги,  $^\circ$ ;  $\gamma$ — $x$  ўқини горизонтал ўқ билан ҳосил қилган бурчаги,  $^\circ$ ;  $f$ —ишқаланиш коэффициентини,  $F_{u1}$ —туганакни бармоқ сирти билан ишқаланиш кучи,  $N$ ;  $F_{u2}$ —туганакни элеватор сирти билан ишқаланиш кучи,  $N$ .

Маълумки, таъсир этувчи кучлар қуйидагича аниқланади

$$\begin{aligned} G &= mg; & F_{u1} &= fN; & F_{u2} &= f m_T g; & F_{nop} &= 2 m_T \omega V_x; & F_{mk} &= m_T \omega^2 (R_\delta + L_\delta \cos \beta); \\ F_\delta &= (F_0 + F_1 \sin \theta t), \end{aligned}$$

бунда  $g$ —эркин тушиш тезланиши,  $m/s^2$ ;  $\omega_6$ —барабан бурчак тезлиги,  $rad/s$ ;  $L_6$ —бармоқ узунлиги,  $m$ ;  $F_0, F_I$ —туганакнинг пояси билан боғланиш кучининг ўртача қиймати ва уни ўзгариш чегарасининг амплитудаси,  $N$ ;  $t$ —вақт,  $s$ ;  $\theta$ —туганакли пояни боғланиш кучини ўзгариш частотаси.

Ҳосил қилинган (5) дифференциал тенгламаларнинг иккинчисидан туганакнинг  $y$  ўқи бўйича ҳаракатлана олмаслигини инобатга олиб,  $F_{ul}$  кучини Кулон қонунигаасосан аниқлаймиз

$$-F_{u_1} = -f \cdot G \sin \beta + f \cdot F_{u_2} \cos \gamma - f \cdot F_{mk} \sin \beta + f \cdot F_{nop}. \quad (6)$$

Ушбу (6) ни (5) га қўйиб қуйдаги ифодани ҳосил қиламиз

$$m_T \ddot{x} = G(\cos \beta - f \sin \beta) + F_{u_2} (\cos \gamma - f \sin \gamma) - F_{mk} (\cos \beta - f \sin \beta) - f \cdot F_{nop} + F_6 [\sin(\beta - \alpha) \cdot f \cos(\beta - \alpha)]. \quad (7)$$

Таъсир этувчи кучларни ифодаларини (7) ифодага қўйсак

$$\ddot{x} = g(\cos \beta - f \cdot \sin \beta) + \frac{F_{u_2}}{m_T} (\cos \gamma - f \cdot \sin \gamma) - R_6 \omega_6^2 (\cos \beta - f \cdot \sin \beta) - L_6 \cdot \omega_6^2 \cdot \cos \beta (\cos \beta - f \cdot \sin \beta) + \frac{F_6}{m_T} [\sin(\beta - \alpha) + f \cdot \cos(\beta - \alpha)] \quad (8)$$

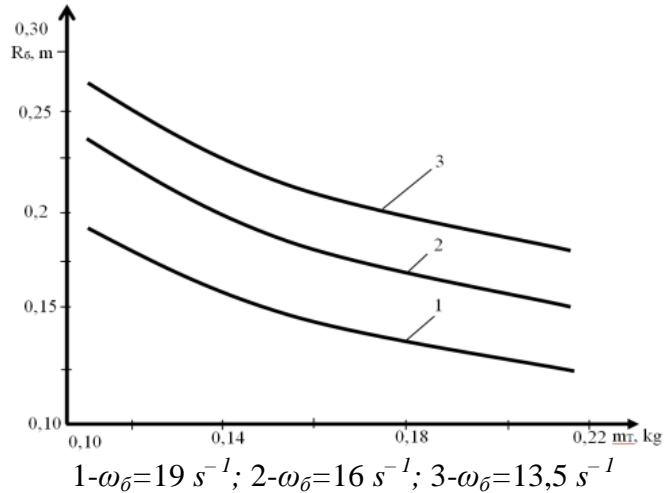
ҳосил бўлади.

Эластик бармоқли барабан ҳаракат қилганда бармоқлар туганакларга таъсир қилади. Натижада туганакларни поялардан ажратади. Агарда туганак бармоқлар эгилишидан пастда қолиб кетса, туганак бармоқда ҳаракатланиб чиқиб кетади ва поясидан ажралмайди. Шунинг учун туганак бармоқ сиртида қолсагина,  $y$  поясидан ажралади. Бунда туганак шу кичик таъсирлашиш вақтида бармоқ бўйлаб ҳаракат қилганлиги мақсадга мувофиқдир, яъни  $x=0$  бўлиши керак. Шунингдек, (8) тенгламадан барабан радиусини аниқлаймиз:

$$R_6 \leq \frac{g(\cos \beta - f \cdot \sin \beta) + \frac{F_{u_2}}{m_T} (\cos \gamma - f \cdot \sin \gamma) - L_6 \omega_6^2 (\cos \beta - \sin \beta) \cos \beta}{\omega_6^2 (\cos \beta - f \cdot \sin \beta)} \cdot \frac{\frac{F_6}{m_6} [\sin(\beta - \alpha) + f \cos(\beta - \alpha)]}{\omega_6^2 (\cos \beta - f \cdot \sin \beta)}. \quad (9)$$

Тадқиқот натижаларида олинган қуйидаги  $m_T=(0,1 \div 0,15)$   $kg$ ;  $n_6=120$   $ayl/min$ ;  $L_6=0,15$   $m$ ;  $f=(0,25 \div 0,3)$ ;  $\beta=(20^\circ \div 25^\circ)$ ;  $\alpha=(10^\circ \div 15^\circ)$ ;  $\gamma=(8^\circ \div 15^\circ)$ ;  $F_I=(18 \div 32)$   $N$ ;  $F_0=(2,5 \div 4,5)$   $N$ ;  $g=9,81$   $m/s^2$ ;  $F_{u_2}=(12 \div 15)$   $N$  қийматларда (9) ифода орқали барабан радиусини ҳисобланиб, барабан радиусини параметрларга боғлиқлик графиклари қурилди. Олинган натижалар таҳлили шуни кўрсатдики, ковагич иш унумини ортиши билан барабанга таъсир этувчи кучлар ортади. Бунда бармоқларнинг эгилиши,

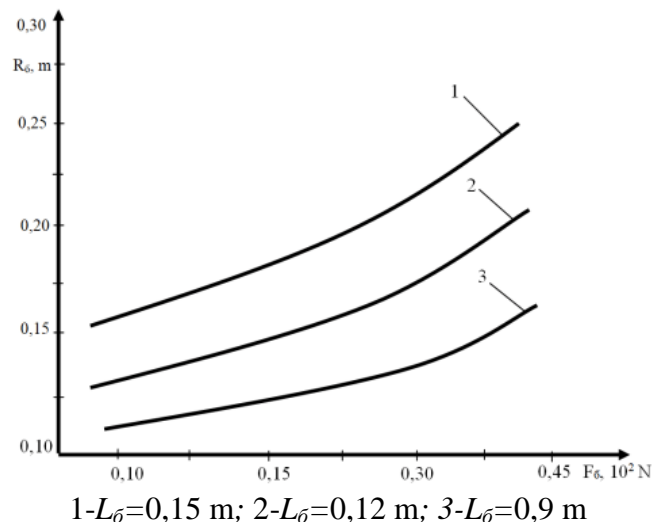
узушлиги инобатга олинганда барабаннинг радиусини кичикроқ қилиб олиш мақсадга мувофиқ бўлади. Агар бурчак тезлик юқори бўлса барабан радиусини каттароқ қилиб танлаш керак бўлади. 5-расмда эластик бармоқли барабан радиусини туганак массасини ўзгаришига боғлиқлик графиклари келтирилган.



**5-расм. Эластик бармоқли барабан радиусини туганак массасини ўзгаришига боғлиқлик графиклари**

Туганакларни ажратишда барабан бармоқлари асосан туганакларни пояларига боғланганлик кучини енгишга кетади. 6-расмда эластик бармоқли барабан радиусини туганакни пояларига боғланганлик кучини ўзгаришига боғлиқлик графиклари келтирилган. Графиклар таҳлили шуни кўрсатдики, туганакларни пояларга боғланганлик кучи  $0,7 \cdot 10^2\text{ N}$  дан  $0,47 \cdot 10^8\text{ N}$  ва  $L_\delta=0,15\text{ m}$  бўлганда барабаннинг минимал радиуси  $0,152\text{ m}$  дан  $0,248\text{ m}$  гача ортишини кўрамиз.

Мос равишда бармоқлар узунлиги  $0,20\text{ m}$  гача катта қилиб олинганда барабаннинг минимал радиуси  $0,117\text{ m}$  дан  $0,161\text{ m}$  гача ортиб боришини кўришимиз мумкин.

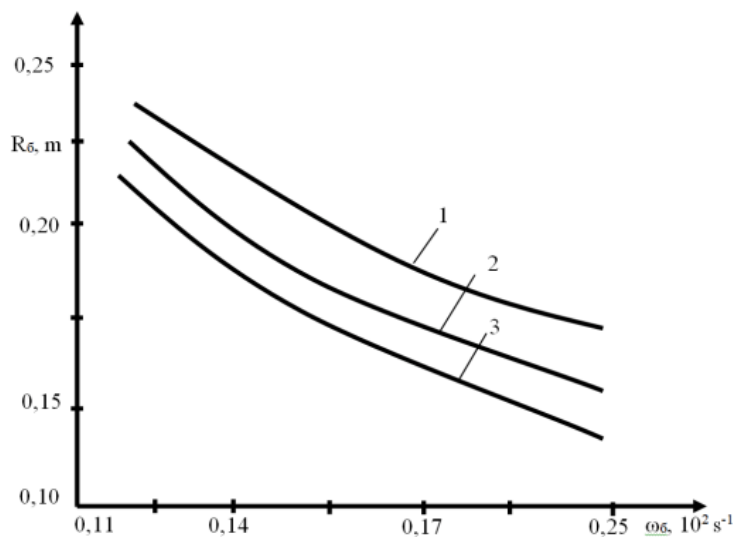


**6-расм. Эластик бармоқли барабан радиусини туганакни поясига боғланганлик кучини ўзгаришига боғлиқлик графиклари**



Назарий ва тажрибавий тадқиқотлар натижасида тавсия қилинган  $L_6=(0,09\div 0,15)$  m ни инобатга олиб  $F_6\leq(0,30\div 0,35)$  N бўлишини таъминлаш тавсия этилади. Бунинг учун барабаннинг минимал радиуси  $(0,2\div 0,22)$  ва унинг бурчак тезлиги  $(13,5\div 15)$   $s^{-1}$  оралиғида бўлиши керак.

7-расмда эластик бармоқли барабан радиусини унинг бурчак тезлигига боғлиқлик графиклари ишқаланиш коэффициентларининг турли қийматларида келтирилган.



1- $f=0,25$ ; 2- $f=0,30$ ; 3- $f=0,35$

7-расм. Эластик бармоқли барабан радиусини унинг бурчак тезлигига боғлиқлиги графиклари

Олинган графиклар таҳлили шуни кўрсатдики, барабан бурчак тезлигига ортиши билан унинг минимал радиуси қиймати камайишини кўриш мумкин. Жумладан,  $f=0,25$  бўлганда барабан бурчак тезлиги  $0,12 \cdot 10^2 \text{ s}^{-1}$  дан  $0,22 \cdot 10^2 \text{ s}^{-1}$  гача орттирилганда барабаннинг минимал радиуси  $0,168$  m гача камайириш керак бўлади.

Лекин, ишқаланиш коэффициенти  $0,35$  бўлганда  $R_6$  нинг қиймати  $0,208$  m дан  $0,121$  m гача бўлади.

Демак, барабаннинг минимал радиуси  $(0,2\div 0,22)$  m,  $f\leq 0,3$  бўлганда барабаннинг бурчак тезлиги  $\omega_6=(0,13\div 0,15) \cdot 10^2 \text{ s}^{-1}$  га тенг бўлиши керак.

Диссертациянинг «Эластик бармоқли барабан билан жиҳозланган ковлагич параметрларини асослаш бўйича экспериментал тадқиқотларнинг натижалари» деб номланган тўртинчи бобида назарий тадқиқотлар натижаларини текшириб кўриш ҳамда эластик бармоқли барабан билан жиҳозланган ковлагич параметрларининг мақбул қийматларини асослаш мақсадида ўтказилган тадқиқотларнинг натижалари келтирилган.

Эластик бармоқли барабан билан жиҳозланган ковлагичнинг назарий ва бир омилли экспериментларда ўрганилган параметрларининг мақбул қийматлари кўп омилли экспериментларни математик режалаштириш усулидан фойдаланиб аниқланди.

Тадқиқотларни ўтказиш учун барабаннинг айланишлар сони, бармоқ узунлиги, элеватор тезлиги ва ишчи тирқиши унинг иш кўрсаткичларига таъсир этувчи омиллар сифатида танлаб олинди.

Кўп омилли экспериментларни ўтказишда баҳолаш мезони сифатида тупроқнинг эланиш даражаси ( $Y_1, \%$ ), туганакларни шикастланиши ( $Y_2, \%$ ) қабул қилинди.

Тажрибалардан олинган маълумотларга “PLANEX” дастури бўйича ишлов берилди.

Бунда дисперсиянинг бир хиллигини баҳолашда Кохрен мезонидан, регрессия коэффицентларини қийматини баҳолашда Стъюдент мезонидан, регрессион моделларнинг адекватлигини баҳолашда Фишер мезонидан фойдаланилди.

Тажриба натижаларига кўрсатилган тартибда ишлов берилиб, баҳолаш мезонларини адекват ифодаловчи қуйидаги регрессия тенгламалари олинди:

– тупроқнинг эланиш даражаси бўйича (%)

$$Y = +81,6209 + 1,580X_1 - 1,317X_2 - 2,333X_3 - 1,333X_4 + 4,819X_1X_1 - 1,512X_1X_2 + 2,919X_2X_2 - 2,296X_2X_3 + 3,454X_2X_4 + 3,013X_3X_4 - 3,031X_4X_4; \quad (10)$$

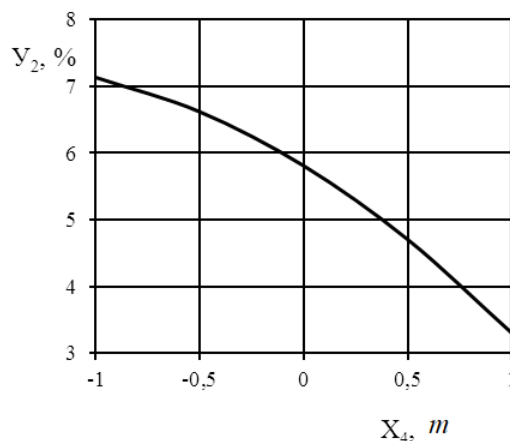
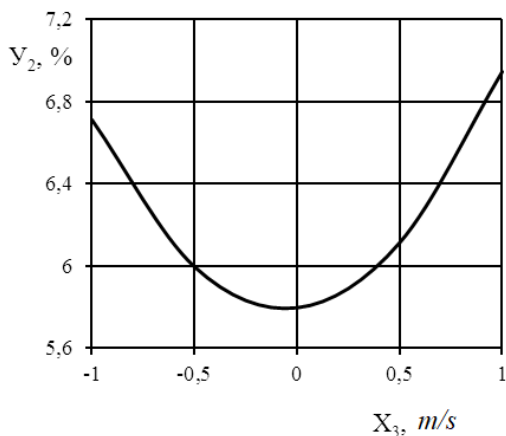
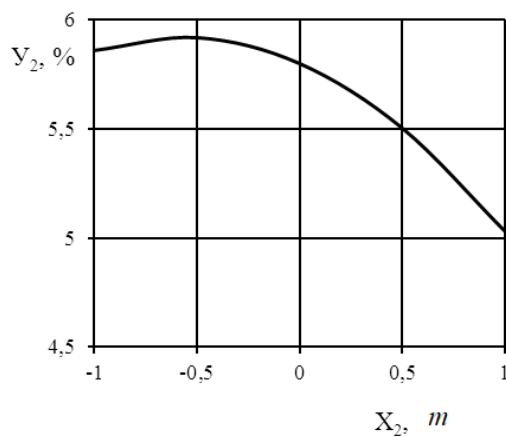
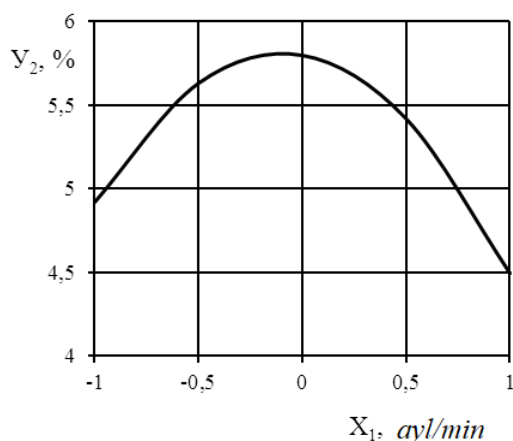
– туганакларнинг шикастланиши (%)

$$Y_2 = +5,7459 - 0,214X_1 - 0,413X_2 + 0,117X_3 + 0,737X_4 - 1,423X_1X_1 + 0,194X_1X_2 + 0,318X_1X_3 - 0,376X_1X_4 - 0,688X_2X_2 - 0,383X_2X_3 - 0,429X_2X_4 + 0,695X_3X_3 + 0,177X_3X_4 + 0,138X_4X_4. \quad (11)$$

(11) регрессия тенгламаси ва у асосида қурилган 9-расмдаги график боғланишлардан кўриниб турибдики, туганакларни шикастланиши барабаннинг айланишлар сонини, эластик бармоқлар узунлиги, ҳамда ишчи тирқишни ортиши билан камайган.

Параметрларнинг талаб даражасидаги иш сифатини таъминлайдиган қийматларини аниқлашда (10), (11) регрессия тенгламалари ПК «Pentium IV» компьютерида Excel дастурини «ечимни қидириш» амали бўйича 3 ва 5 км/соат тезликлар учун биргаликда ечилди. Регрессия тенгламаларини биргаликда ечишда  $Y_1$  мезон, яъни тупроқнинг эланиш даражаси 80,0 фоиздан кам бўлмаслиги,  $Y_2$  мезон, яъни туганакларни шикастланиши минимал қийматга эга бўлиш шартлари қабул қилинди.

Демак, эластик бармоқли барабан билан жиҳозланган ковлагичнинг тупроқнинг юқори эланиши ва туганакларни кам шикастланишини таъминлаш учун барабаннинг айланишлар сони 120 айл/мин, бармоқнинг узунлиги 0,12 м, элеваторнинг чизиқли тезлиги 0,94 м/с, ишчи тирқиши эса 0,015 м бўлиши лозим. Омилларнинг ушбу қийматларида эланиш даражаси 81,62 фоизни, шикастланиш даражаси эса 5,74 фоизни ташкил этди.



**9– расм. Эластик бармоқли барбани туганакларни шикастланишини  $X_1$ ,  $X_2$  ва  $X_3$  омилларга боғлиқлик равишида ўзгариш графиклари**

Диссертациянинг “**Эластик бармоқли барабан билан жиҳозланган ковлагични дала синовларининг натижалари ва иқтисодий самарадорлик**” деб номланган бешинчи бобида асосланган тур ва параметрларга эга бўлган эластик бармоқли барабан билан жиҳозланган топинамбур ковлагич тажриба нусхасининг қисқача тавсифи, дала синовлари натижалари ва унинг иқтисодий самарадорлиги келтирилган. Ўтказилган ҳисоблар шуни кўрсатдики, эластик бармоқли барабан билан жиҳозланган ковлагич қўлланилганда меҳнат сарфи 25,3 фоизга, эксплуатацион ҳаражатлар эса 21,9 фоизга камаяди. Бунда йиллик иқтисодий самара 51113130,868 сўмни ташкил этади.

## ХУЛОСА

«Топинамбурнинг физик–механик хусусиятларига асосан ковлагичнинг эластик бармоқли барабанининг параметрларини асослаш» мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Ўзбекистон шароитида топинамбур ҳосилини ковлаб олиш муаммаоси етарлича ўрганилмаганлиги сабабли топинамбур ковлагичининг конструкциясини ишлаб чиқиш, унинг кинематик схемасини асослаш, мақбул ишчи қисмларини параметрларини аниқлаш ва ковлагични тажриба

нусхасини ишлаб чиқиш ҳамда тажриба синовларини ўтказишни тақозо этади.

2. Ўтказилган адабиёт ва патент материалларини таҳлили топинамбур туганакларини саралаб олишини таъминлайдиган эластик бармоқли барабан билан жиҳозланган ковлагич ишлаб чиқиш имкониятини яратди.

3. Топинамбур туганакларини тупроқ массасидан ва пояларидан саралаб олиш учун эластик бармоқли барабан лойиҳалаш ва унинг параметрларини асослаш керак.

4. Эластик бармоқли барабанни яратишда ва унинг параметрларини асослашда топинамбурни физик–механик хоссаларини, яъни

$h_1$  – туганакнинг энг пастки жойлашган чуқурлиги;  $B$  – уя кенглиги;  $h_2$  – туганакнинг юқори қисмида жойлашишини ҳисобга олиш зарур.

5. Назарий тадқиқотлар асосида ковлагичнинг қуйидаги параметрлари: барабаннинг айланиш частотаси  $\omega_6=80-120$  айл/мин; бармоқларни ўрнатиш қадами  $B_{\dot{y}_k}=0,04$  м; бармоқ диаметри  $d=0,015-0,025$  м; бармоқ узунлиги  $L_6=0,09-0,15$  м; ишчи тирқиш  $h=0,10-0,15$  м; нормал босим кучи  $F_6 \leq (0,30 \div 0,35)$  N; барабаннинг радиуси  $R_6=0,22$  м, бурчак тезлиги  $\omega=(13,5 \div 15) \text{ s}^{-1}$  аниқланди.

6. Эластик бармоқли барабан билан жиҳозланган ковлагичнинг 3–5 км/ҳ иш тезликларда тупроқнинг талаб даражасида эланиши ва туганакларни кам шикастланишини таъминлаш учун барабаннинг айланишлар сони 120 айл/мин, бармоқнинг узунлиги 0,12 м, элеваторнинг чизикли тезлиги 0,94 м/с, ишчи тирқиши эса 0,15 м бўлиши лозим. Омилларнинг ушбу қийматларида эланиш даражаси 81,62 фоизни, шикастланиш даражаси эса 5,74 фоизни ташкил этди.

7. Олиб борилган техник-иқтисодий ҳисобларнинг кўрсатишича, эластик бармоқли барабан билан жиҳозланган ковлагични қўллаш топинамбур ҳосилини ковлаб олишда меҳнат сарфини 25,3 фоизга, эксплуатацион ҳаражатларини эса 21,9 фоизга камайтириш имконини беради. Бунинг эвазига 1 га майдон учун битта топинамбур ковлагичнинг йиллик иқтисодий самарадорлиги 5113130,868 сўмни ташкил этади.

**УЧЁНЫЙ СОВЕТ PhD.03/30.12.2019.Т.90.01.ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ НАМАНГАНСКОМ ИНЖЕНЕРНО–  
СТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**НАМАНГАНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО–СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
ИНСТИТУТ**

**ХАМЗАЕВ АСРОРХОН АКМАЛХОНОВИЧ**

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ БАРАБАНА С ЭЛАСТИЧНЫМ  
ПАЛЬЦЕМ КОПАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ ФИЗИКО–МЕХАНИЧЕСКИХ  
СВОЙСТВ ТОПИНАМБУРА**

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

**АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам**

**НАМАНГАН – 2022**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2018.2.PhD/T816.

Докторская диссертация выполнена в Наманганском инженерно-строительном институте  
Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу: e-mail: [www.nammqi\\_info@edu.uz](mailto:www.nammqi_info@edu.uz) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)).

Научный руководитель:

**Байбобоев Набижон Гуломович**  
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

**Имомкулов Кутбиддин Бокижонович**  
доктор технических наук, профессор

**Насртидинов Ахмаджон Абдихамидович**  
кандидат технических наук, доцент

Ведущее предприятие:

**Андижанский машиностроительный институт**

Защита диссертации состоится « 5 » февраля 2022 г. в 14<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета PhD.03/30.12.2019.T.90.01 при Наманганском инженерно-строительном институте (Адрес: 160103, г. Наманган, ул. Ислама Каримова, 12. Тел.: (+99869) 234-15-23, факс: (+99869) 234-15-23, e-mail: [www.nammqi\\_info@edu.uz](mailto:www.nammqi_info@edu.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Наманганского Инженерно-строительного института (регистрационный номер 18780). (Адрес: 160103, г. Наманган, ул. Ислама Каримова, 12. Тел.: (+99869) 234-15-23, факс: (+99869) 234-15-23, e-mail: [www.nammqi\\_info@edu.uz](mailto:www.nammqi_info@edu.uz)).

Автореферат диссертации разослан « 22 » января 2022 года.  
(Протокол рассылки № 23 « 11 » декабря 2021 года).

**Ш.С.Юлдашев**  
Заместитель председателя Ученого совета по присуждению  
ученой степени, д.т.н., профессор

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

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

## ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире занимает одно из ведущих мест разработка и внедрение энергоресурсосберегающих технологий и технических средств для эффективного сбора урожая сельскохозяйственных культур, в том числе уборки корнеклубнеплодов без потери и сохранением естественного качества. Если учесть, что «сегодня во всем мире выращивается более 22,9 миллиона гектаров корнеклубнеплодов»<sup>1</sup> то необходимо создавать ресурсосберегающие машины, способные качественно извлекать их из почвы, не оказывая негативного влияния на качественные показатели. В связи с этим разработка высокопроизводительных машин для уборке урожая корнеклубнеплодов актуальна.

Во всем мире ведутся исследования по созданию новых поколений высокопроизводительных и ресурсосберегающих технических средств для уборки урожая корнеклубнеплодов без повреждений, а также по разработке научно– технических решений по улучшению существующих. В этом направлении в сельском хозяйстве особое внимание уделяется разработке и внедрению новых методов и технологий в выращивании и уборке хлопка, зерна, овощей, бахчевых культур и корнеклубнеплодов.

В нашей Республике особое внимание уделяется внедрению современных, имеющих высокую эффективность, ресурсосберегающих техник и технологий, обеспечивающих продуктивное использование земель для получения высокого урожая, а также своевременного и качественного ими уборки урожая. В стратегии Действий развития Республики Узбекистан на 2017–2021 годы обозначены задачи, в том числе, «... внедрение современных агротехнологий для модернизации и ускоренного развития сельского хозяйства, использование высокоэффективной сельскохозяйственной техники, широкое применение энергосберегающих технологий, ... выращивание новой принципиальной продукции на этой основе обеспечит их конкурентоспособность и на внешних и на внутренних рынках»<sup>2</sup>. При выполнении этой задачи считается важным, модернизации технических средств и технологии уборки урожая корнеклубнеплодных растений, в частности топинамбура, за счет этого уменьшить их себестоимость.

Исследования этой диссертации в определенной мере служат в осуществлении задач, обозначенных в указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года за № УП-4947 «О стратегии Действий дальнейшего развития Республика Узбекистан», в Постановлении Президента Республики Узбекистан от 23 декабря 2016 года за ПП-2694 «О мерах дальнейших реформирования и развития сельского хозяйства в период на 2016-2020 годы», в Постановлении Президента Республики Узбекистан от

---

<sup>1</sup> <https://www.atlasbig.com>

<sup>2</sup> Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года за №ПФ4947 «О стратегии Действий для дальнейшего развития Республики Узбекистан

7 июля 2017 года за №3117 «О мерах дальнейшего развития научно-технической отрасли сельскохозяйственного машиностроения», а также других нормативно-правовых документах, касающихся в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данная диссертационная работа выполнена в сфере устойчивого направления развития науки и технологий республики 11. «Энергетика, энергия и ресурсосберегаемость».

**Степень изученности проблемы.** При исследовании технологических процессов машин для уборки корнеклубнеплодов и совершенствовании конструкции и обосновании параметров рабочих органов копателя вели научно-исследовательские работы в Германии К.Dorsch, А.Kern, Н.Kirchmeir, в Голландии А.J.Haverkort, Р.С.Struik, в России Н.Н.Колчин, А.А.Сорокин, Г.Д.Петров, В.А.Хвостов и другие ученые. В частности, о машинах для выкопки топинамбура в Таджикистане Н.Х. Сайдалиев, К.Портюев, по созданию рабочих органов и применению, изучению их рабочих показателей и обоснованию параметров в России Н.Н. Колчин, В.В.Михеев, В.И.Еремченко, Е.И.Резник, А.Г.Пономарев, В.И.Стравойтов, А.А. Монахина и другие ученые.

В нашей Республике по разработке и усовершенствованию конструкций машин для уборки корнеклубнеплодов занимались Р. Бойметов, Д. Норчаев, Ж.Норчаев, по созданию рабочих органов, режимов работы и обоснованию параметров велись научно-исследовательские работы со стороны Н. Байбобоева, Т.Абдиллаева, М. Шоумарова и других.

Хотя машины и оборудования, созданные на основе этих исследований, достигли определенных результатов в сельскохозяйственном производстве, недостаточно проведены исследований по разработке рабочих органов копателя, полностью отделяющих клубни от стеблей, определяющих их режимы работы и обосновывающих их параметры.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ при Наманганском инженерно-строительном институте по проектам молодых ученых по теме ЁАЗ-ОТ-КХ-16978-ЁАЗ-19 УТК-1 Создание проекта универсального копателя топинамбура и подготовка предварительного образца (2014-2015), а также в рамках инновационных проектов на тему И-2015-2-25 УТК-1 создание проекта универсального копателя топинамбура и подготовка предварительного образца» (2015-2016).

**Цель исследования** обоснование параметров барабана с эластичным пальцем на основе физико-механических свойств топинамбура и разработке его технологической схемы.

**Задачи исследования** для достижения поставленной цели, намечено выполнение следующих задач:

изучение физико-механических свойств топинамбура;



разработка технологической схемы и конструкции универсального копателя для уборки урожая топинамбура;

теоретические исследования параметров рабочих органов универсального копателя топинамбура и обоснование их оптимальных значений;

разработка аналитической связи, выражающей рабочие режимы и параметры барабана с эластичным пальцем;

разработка математической модели, обосновывающей кинематические параметры барабана с эластичным пальцем;

подготовка опытного образца универсального копателя топинамбура, оснащенного барабаном с эластичным пальцем, определение его параметров рабочего органа, опытным способом, при различных рабочих режимах;

проведение хозяйственных испытаний универсального копателя топинамбура, определение агротехнических показателей и разработка рекомендаций по определению экономической эффективности и применению его на производстве.

**Объектом исследования** является технология уборки топинамбура и осуществляющие его технические средства барабана с эластичным пальцем, и технологический процесс, физико-механические свойства размеры топинамбура.

**Предметом исследования** являются математические модели и аналитические связи, агротехнические и энергетические показатели, законы движения барабана, представляющие процесс взаимодействия почвы и топинамбура барабаном с эластичным пальцем.

**Методы исследования.** Теоретические исследования проведены на основе теоретической механики, теории упругости и математического анализа, экспериментальные исследования с использованием установленных требований, стандартов, частных методических программ, а также методов, приведённых в существующих нормативных документах (ГОСТ 20915-15, О'zDSt 3412:2019, О'zDSt 3193:2017, О'zDSt 3197:2017, РД Уз 63.03-98).

**Научная новизна исследования** состоит из следующего:

учитывая вариационные характеристики размеров клубней топинамбура, обоснованность рабочих щелей элеватора с использованием классических определений теории вероятности;

разработана конструктивная схема и обоснован технологический процесс работы копателя, отделяющего клубни от стебля топинамбура и крупных фракции комков за счет взаимодействия эластичного пальца в технологическом процессе;

разработана математическая модель, представляющий процесс сепарации клубней от почвы с учетом движений эластичного пальца при взаимодействии с клубнем;

Разработаны аналитические связи, отражающие параметры рабочего органа копателя (угловая скорость, диаметр и длина эластичного пальца) и режимы работ с учетом физико-механических свойств топинамбура.

**Практические результаты исследования** состоят из следующего:

разработана конструкция высокоэффективного и ресурсосберегающего копателя, который выкапывает топинамбур, сохраняя его качественные показатели и может быть использованы для уборки других корнеклубнеплодов путем замены рабочих органов;

использование копателя, оснащенного барабаном с эластичным пальцем для уборки урожая топинамбура, обеспечивает уменьшение затраты труда на 25,3 процента, эксплуатационные расходы на 21,9 процента на 1 гектар площади.

**Достоверность результатов исследования** объясняется проведением исследований, используя современные методы и средства, выполнением теоретических исследований параметров и рабочих режимов рабочих органов копателя на основе правил теоретической механики и высшей математики, обработанностью результатов экспериментов методами математической статистики, проведением испытаний и внедрением его в практику.

#### **Научная и практическая значимость результатов исследования.**

научная значимость результатов исследования обогащается разработкой научных основ копателя для уборки корнеклубнеплодов, аналитических исследований, позволяющих определять конструкцию, технологические параметры и режимы работы барабана с эластичными пальцами и математическая модель, представляющая процесс просеивания почвенной массы в элеваторе.

сохраняя качественные показатели топинамбур практическая значимость результатов исследования объясняется тем, что использование копателя, оснащенного предлагаемым эластичным пальчатым барабаном, снижает трудозатраты на 1 га на 25,3%, а эксплуатационные расходы на 21,9%.

**Внедрение результатов исследования.** На основании полученных результатов по обоснованию параметров копателя, для уборки урожая топинамбура, оснащенного барабаном с эластичным пальцем:

разработанный копатель, оснащенный новым барабаном, с эластичным пальцем внедрен на полях Наманганской научно-опытной станции и в фермерских хозяйствах Туракурганского района Наманганской области (Справка Министерства сельского хозяйства за №02/023-1610 от 14 апреля 2021 года). В результате применения копателя оснащенного барабаном с эластичным пальцем, появилась возможность уменьшить затраты труда на 25,3 процента, а эксплуатационные расходы на 21,9 процента;

В ООО «Машхим» и АО «БМКБ–Агромаш» внедрены проектно-конструкторская документация и методика расчета копателя топинамбура барабаном с эластичным пальцем (справка Минсельхоза № 02/023-1610 от 14 апреля 2021 г.). В результате можно производить копатель, оснащенный барабаном с эластичными пальцами.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования прошли обсуждения в 5 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации всего изданы 14 научных работ, из них, в научных изданиях, рекомендуемых Высшей Аттестационной комиссией для опубликования основных научных результатов диссертаций доктора философии (PhD) опубликованы 5 статей, в том числе 4 в республиканских, 1 в зарубежных журналах.

**Структура и объем диссертации.** Структура диссертации состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка использованной литературы. Объем диссертации составил 118 страницы.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обоснованы актуальность и необходимость проведенных исследований, цель и задачи исследования, объект и предметы характеризованы, показано соответствие устойчивым направлениям развития науки и технологий республики, изложены научная новизна и практическое значение исследования, раскрыты теоретическое и практическое значения полученных результатов, приведены сведения о внедрении результатов исследований в практику, результатах апробации работы, приведены сведения о опубликованных трудах и в структуре диссертации.

В первой главе диссертации, названной: **«Состояние возделывания топинамбура в Узбекистане и его свойств»**, приведены обзор корнеклубнеплодовых растений, выращиваемы, в настоящее время, в Узбекистане, в том числе анализ технологий и технических средств, применяемых при уборке урожая топинамбура, а также требований, предъявляемых к ним, анализ выполненных работ по совершенствованию таких машин и рабочих органов, а также сформированы цель и задачи исследований.

Во второй главе диссертации, названной **«Изучение физико-механических свойств топинамбура»** изучены физико-механические свойства топинамбура, для обоснования параметров копателя топинамбура, оснащенного барабаном с эластичным пальцем.

Вариационные характеристики размеров клубней дают возможность обоснования параметров, просеивающих рабочих органов машины для уборки корнеклубнеплодных растений и для создания усовершенствованных новых конструкций.

В результате проведенных опытных исследований получены состояния расположения клубень топинамбура в грядках и вариационные характеристики их размеров (рис.1).

Эта диаграмма даёт возможность обоснования размеров щели между прутками элеватора копателя и определения степени отделения клубней от почвы исходя из условия не выпадения клубней через рабочий щели прутков.

Принимая, что размеры клубней топинамбура происходит по нормальному закону распределения, можно рассчитать попадания клубней при работе элеватора в том или ином размере рабочей щели.

Прежде чем изложить дальнейшие мысли, учитываем что, клубни

топинамбура подобны клубням картофеля и пользуясь некоторыми приложениями распределения случайных величин, применим для урожая топинамбура.

На рисунке 1 показана кривая нормального распределения случайных величин  $x$ .

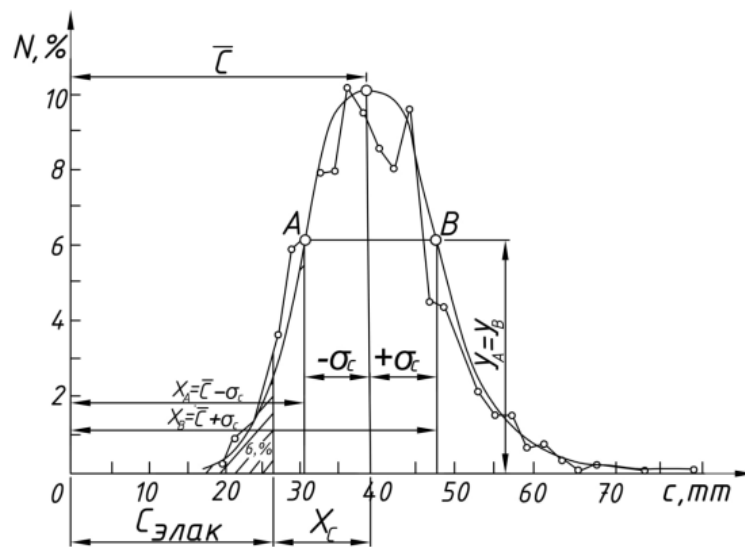
$x = x_i - x$  поверхность, соответствующая данному интервалу ограничения определяется следующим интегралом

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} dx,$$

где  $x$  – интервал отклонения;  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение;  $e$  – натуральные числа.

Этот интеграл можно удобно рассчитать введением следующего преобразования

$$z = \frac{x}{\sigma} = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}.$$



**Рис.1. Среднеарифметическая величина кривой общего изменения толщины клубня**

В расчетах с вариационными размерами аргумент  $z$  обычно обозначается через функцию  $\Phi(z)$ , т.е.

$$\Phi(z) = 2F(z) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int e^{-\frac{z^2}{2}} dz,$$

где  $F$  – площадь, заключенная между осью абсцисс, вертикальными прямыми;  $z$  – аргумент.

Вся площадь на кривой нормального распределения, для нашего случая, считая 100 % всех образцов клубня, все тяжести образуем в 28

следующим виде.

$$\Phi(z) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = 1.$$

Если принять  $z=3$ , то  $x=z \cdot \sigma = 3\sigma$ ;  $x=\pm 3\sigma=6$  будет.

По таблице функция  $\Phi(z)$  при  $z=3$   $\Phi(z)=0,9973$ , т.е. в пределах  $\pm x=6\sigma$  вероятность получения размеров  $\sigma$  равно 99,73 %. Следовательно, вероятность выхода размеров из этого предела составляет меньше 0,3 %. В пределах  $x=\pm 2\sigma$  величины всех размеров располагается 95,45 %, а вне пределов остаются 4,55 %; в пределах  $x=\pm \sigma$  величины всех размеров 68,3 % и 31,7 % располагается вне пределов и т. д.

Следовательно, по данным процентам попадания клубней для определения промежутков между прутками или его обратное, необходимо знать среднеарифметическую величину толщины клубней  $\bar{c}$  и среднеквадратическое отклонение толщины клубней  $\sigma_c$ .

Величина среднеарифметического значения толщины клубней определяется непосредственно из диаграммы (рис.1):  $\bar{c}=35$  мм. Среднеквадратичное отклонение  $\sigma_c$  определим в следующем виде. Координаты точек А и В для кривой нормального распределения

$$x_A = \bar{c} - \sigma_c \text{ и } x_B = \bar{c} + \sigma_c;$$

$$y_A = y_B = \frac{1}{\sigma_c \sqrt{2\pi e}} = \frac{y_{\max}}{\sqrt{e}} \approx 0,6 y_{\max},$$

где  $\bar{c}$ —среднее арифметическое значение толщины клубней;  $\sigma_c$ —среднее квадратическое отклонение толщины клубней;  $y_{\max}$ —максимальное число клубней.

Величину  $y_{\max}$  берём из диаграммы, при этом  $y_{\max}=0,588$ . В этом случае в точках, когда будет  $y_A=y_B=0,6$ ;  $y_{\max}=0,6 \cdot 0,98=0,588$  дающий в точках А и В величин  $x_A$  и  $x_B$ , определяющий  $\sigma_c$ . Через точку А, соответствующей величине  $y_A$  проведём горизонталь. Определено, что для толщины клубней эта величина равна 8,25 ( $\sigma_c=8,25$  мм).

Принимая во что внимание при уборке урожая техникой, потери по агротехническим требованиям должно быть не больше 6 %, потери соответствует  $\Phi(z)=0,88$ . По таблице для  $\Phi(z)=0,88$  найдем значение  $z$ , оно равно 1,56. В этом случае

$$x_A = z \cdot \sigma_c = 1,56 \cdot 8,25 = 12,87 \text{ мм.}$$

Промежуток прутков элеватора:  $S_{\text{элеватор}} = \bar{c} - x_A = 35 - 12,87 = 22,13$ .

Таким образом, при проектировании элеватора, если мы принимаем толщину клубней в качестве основы, для обеспечения не превышения потерь клубней 6%, величина щели прутков элеватора должна быть 25 мм.

Результаты расчетов получены по средним размерам и весам самого распространенного в Узбекистане сортов клубней топинамбура Файз-барака и Мужиза и для других подобных сортов показывает, что они имеют такой же общий характер.

В третьей главе, названной «Теоретическое обоснование рабочего режима и параметров барабана с эластичным пальцем» приведены результаты теоретических исследований по изучению технологического рабочего процесса, параметров копателя, оснащенного эластичным пальцем, для обеспечения качественного выполнения назначенного технологического процесса, затрачиваемой с меньшей энергией.

Под рабочей щелью ( $\delta$ ) понимают расстояние между кончиком эластичного пальца и поверхностью элеватора (рис.2).

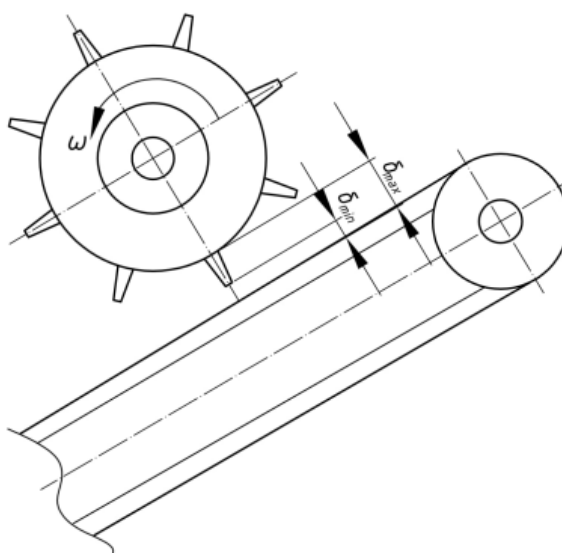


Рис.2. Схема для расчета рабочей щели барабана с эластичным пальцем

Для обеспечения максимальной производительности предлагаемого копателя проход массы через поверхность минимального сечения прохода должен быть больше или равен переходу массы, т.е.

$$W_{\max} \geq \gamma_{n+\delta} \cdot V_{\text{э}} \cdot S, \quad (1)$$

где  $W_{\max}$  – максимальная производительность, кг/с;  $\gamma_{n+\delta}$  – объемный вес массы, проходящей через поперечное сечение рабочей щели, кг/м<sup>3</sup>;  $V_{\text{э}}$  – скорость элеватора, м/с;  $S$  – минимальная поверхность рабочего сечения щели, м.

Объемный вес массы мы найдем следующим выражением

$$\gamma_m = \frac{8 \cdot \gamma_n \cdot \gamma_{\delta}}{5 \cdot \gamma_{\delta} + \gamma_n}, \quad (2)$$

где  $\gamma_n$ —объемный вес почвы, кг/м<sup>3</sup>;  $\gamma_b$ —объемный вес растения и и.т.д., кг/м<sup>3</sup>; 8 и 5 коэффициенты, определяемые величинами между компонентами в массе, их соответствующими величинами в процентах.

Это состояние считается очень неудобным, по этой причине производительность копателя в это время будет минимальной.

Для прохождения смесей через рабочую щель площадь поперечного сечения определяется следующим образом

$$S_\delta = \delta \cdot B, \quad (3)$$

где  $B$ —ширина элеватора, м;  $\delta$ —рабочая щель между элеватором и пальцами барабана, м.

Учитывая выражений (2) и (3), для максимальной производительности выражение (1) будет иметь следующий вид

$$W_{\max} = \frac{8 \cdot \gamma_b \cdot \gamma_n}{5 \cdot \gamma_b + \gamma_n} \cdot V_3 \cdot \delta \cdot L_b, \quad (4)$$

где  $V_3=1,2$  м/с;  $\delta=0,15$  м;  $L_b=0,12$  м.

В этом выражении (4) можно увидеть зависимость максимальной производительности работы от величины рабочей щели, длины пальца и скорости элеватора.

В результате проведенных исследований при  $\delta=0,15$  м,  $L_b=0,12$  м,  $V_3=1,2$  м/с производительность равно 2,3 кг/с.

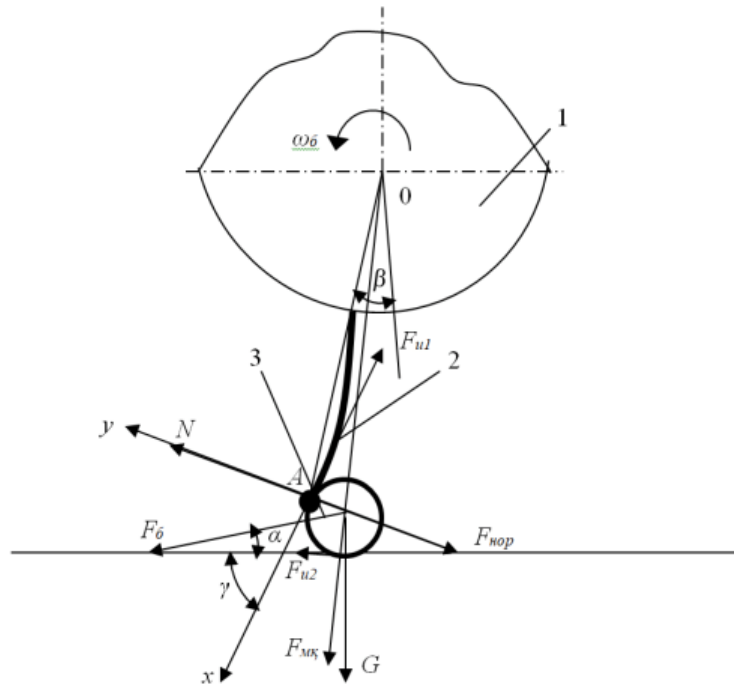
Также, эластичные пальцы отделяют клубни и от стеблей. В процессе отделения клубней от стеблей считаются важными радиус барабана и длина пальцев. На рис.4. приведена схема, выражающая движения клубней на пальцах барабана с эластичными пальцами. На основании схемы при движении клубней действуют следующие силы:  $G$ —сила тяжести, Н;  $F_u$ —сила инерции, Н;  $F_{u1}$ —сила трения клубня о поверхность пальца, Н;  $F_{u2}$ —сила трения клубня о поверхности элеватора, Н;  $F_{mk}$ —центробежная сила, Н;  $N$ —сила реакции, Н;  $F_{uuk}$ —сила трения клубня о поверхность элеватора, Н;  $F_{нор}$ —нормальная сила, Н;  $F_b$ —сила связи клубня со стеблем, Н.

В процессе отделения клубней от стеблей эластичный палец будет в состоянии наклона. Поэтому в схеме расчета, учитывая наклонения пальца, проведены оси координат  $x$  и  $y$ .

Согласно принципу Даламбера, принимая во внимание взаимное равновесие силы инерции и всех действующих сил, получены проекции по осям

$$\begin{aligned} m_T \ddot{x} &= G \cos \beta - F_{u1} + F_{u2} + F_{u2} \sin \gamma + F_{mk} \cos \beta + F_\delta \sin(\beta - \alpha) \\ m_T \ddot{y} &= -G \sin \beta + F_{u2} \cos \gamma - F_{mk} \sin \beta + N - F_{нор} + F_\delta \cos(\beta - \alpha), \end{aligned} \quad (5)$$

где  $m_T$ —масса клубней, кг;  $\beta$ —угол наклона пальца, градус;  $\alpha$ —угол образованной силы связи клубня со стеблем клубни с горизонтальной осью, градус;  $\gamma$ —угол образованный оси  $x$  с горизонтальной осью, градус;  $f$ —коэффициент трения,  $F_{u1}$ —сила трения клубня о поверхность пальца,  $F_{u2}$ —сила трения стеблей клубня и клубень о поверхность элеватора.



1-барабан; 2-эластичный палец; 3-клубень

Рис.4. Схема расчета определения движения клубня по эластичному пальцу

Известно, что действующие силы определяются по следующему

$$G=mg; \quad F_{u1}=fN; \quad F_{u2}=fm_Tg; \quad F_{нор}=2m_T\omega V_x; \quad F_{мк}=m_T\omega^2_\delta(R_\delta+L_\delta\cos\beta);$$

$$F_\delta=(F_0+F_1\sin\theta t),$$

где  $g$ —ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $\omega_\delta$ —угловая скорость барабана, рад/с;  $L_\delta$ —длина пальца, м;  $F_0, F_1$ —средняя величина силы связи клубня со стеблем и амплитуда границы его изменения, Н;  $t$ —время, с;  $\theta$ —частота изменения силы связи стеблей с клубнем.

Принимая во внимание, что из полученных дифференциальных уравнений (5) по второму невозможно движение клубня по оси  $y$ , поэтому силу  $F_{u1}$  определим на основании закона Кулона

$$-F_{u1} = -f \cdot G \sin \beta + f \cdot F_{u2} \cos \gamma - f \cdot F_{мк} \sin \beta + f \cdot F_{нор}. \quad (6)$$

Подставляя (6) в (5) получим следующее выражение

$$m_T\ddot{x} = G(\cos \beta - f \sin \beta) + F_{u2}(\cos \gamma - f \sin \gamma) -$$

$$- F_{мк}(\cos \beta - f \sin \beta) - f \cdot F_{нор} + F_\delta[\sin(\beta - \alpha) \cdot f \cos(\beta - \alpha)]. \quad (7)$$

Если подставим выражения действующих сил в (7) образуется



$$\ddot{x} = g(\cos \beta - f \cdot \sin \beta) + \frac{F_{u_2}}{m_T}(\cos \gamma - f \cdot \sin \gamma) - R_{\sigma} \omega_{\sigma}^2(\cos \beta - f \cdot \sin \beta) - L_{\sigma} \cdot \omega_{\sigma}^2 \cdot \cos \beta(\cos \beta - f \cdot \sin \beta) + \frac{F_{\sigma}}{m_T}[\sin(\beta - \alpha) + f \cdot \cos(\beta - \alpha)]. \quad (8)$$

При движении барабана с эластичным пальцем, пальцы действуют на клубни. В результате отделяют клубни от стеблей. Если клубень окажется ниже склонения пальцев, он двигаясь по пальцу, выйдет из него и не отделяется от стебля. Поэтому, если клубень останется на поверхности пальца он отделяется от стебля. При этом, клубень в течении этого малого времени взаимодействия, целесообразно его движение по пальцу, т.е. должно быть  $x=0$ . Также, из уравнения (8) определим радиус барабана:

$$R_{\sigma} \leq \frac{g(\cos \beta - f \cdot \sin \beta) + \frac{F_{u_2}}{m_T}(\cos \gamma - f \cdot \sin \gamma) - L_{\sigma} \omega_{\sigma}^2(\cos \beta - \sin \beta) \cos \beta}{\omega_{\sigma}^2(\cos \beta - f \cdot \sin \beta)} \cdot \frac{\frac{F_{\sigma}}{m_{\sigma}}[\sin(\beta - \alpha) + f \cos(\beta - \alpha)]}{\omega_{\sigma}^2(\cos \beta - f \cdot \sin \beta)}. \quad (9)$$

Рассчитывая радиус барабана на основании следующих величин, полученных в результате исследований  $m_T=(0,1 \div 0,15)$  кг;  $n_{\sigma}=120$  об/мин;  $L_{\sigma}=0,15$  м;  $f=(0,25 \div 0,3)$ ;  $\beta=(20^{\circ} \div 25^{\circ})$ ;  $\alpha=(10^{\circ} \div 15^{\circ})$ ;  $\gamma=(8^{\circ} \div 15^{\circ})$ ;  $F_l=(18 \div 32)$  Н;  $F_0=(2,5 \div 4,5)$  Н;  $g=9,81$  м/с<sup>2</sup>;  $F_{u_2}=(12 \div 15)$  Н строится график зависимости барабана от параметров. Анализ полученных результатов показывает то, что с ростом производительности копателя увеличиваются силы, действующие на барабан. При этом, при принятии во внимание наклонение и длину пальцев, целесообразно принять радиус барабана поменьше. Если угловая скорость будет высокая, то надо будет выбрать радиус барабана побольше. На рис.5 приведен график зависимости радиуса барабана от изменения массы клубня.

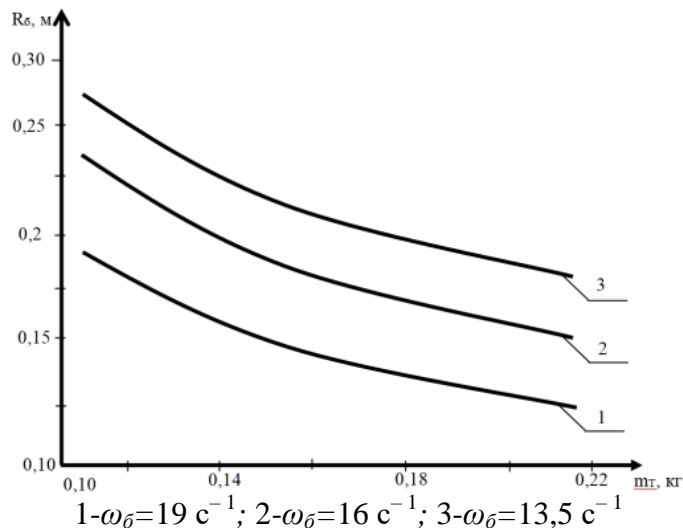
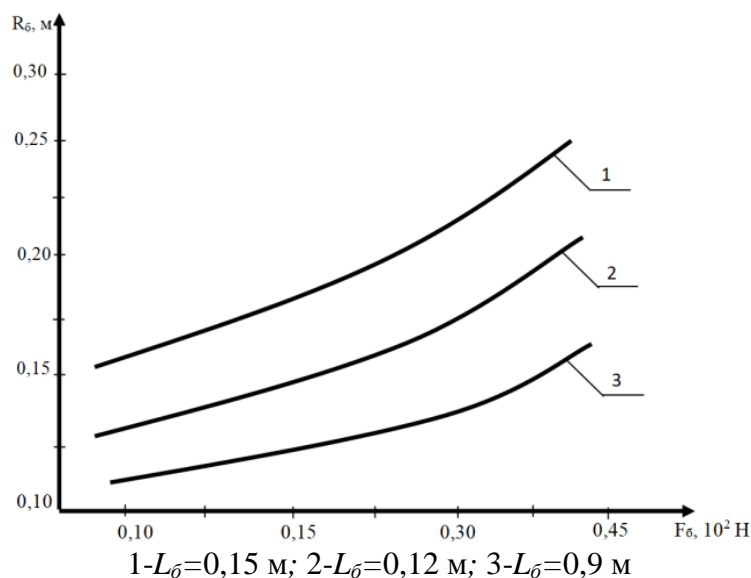


Рис.5. График зависимости радиуса барабана с эластичным пальцем в зависимости от изменения массы клубней

При отделении клубней пальцы барабана преодолевают силы связи клубней к стеблям. На рис.6 приведены графики зависимости радиуса барабана с эластичным пальцем от изменения силы связи клубней со стеблем.



**Рис.6. Графики зависимости радиуса барабана с эластичным пальцем в зависимости от изменения силы связи клубней к стеблям**

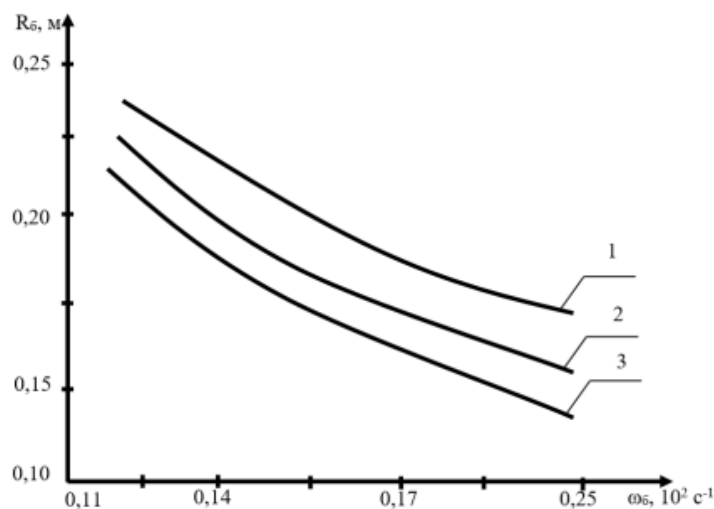
Анализ графиков показывает то, что силы связи клубней к стеблям при значениях от  $0,7 \cdot 10^2 \text{ Н}$  до  $0,47 \cdot 10^8 \text{ Н}$  и  $L_b=0,15 \text{ м}$  увидим рост минимального радиуса барабана от  $0,152 \text{ м}$  до  $0,248 \text{ м}$ .

Соответственно, что при принятии длины пальцев побольше, до  $0,20 \text{ м}$ , то можем увидеть рост минимального радиуса барабана от  $0,117 \text{ м}$  до  $0,161 \text{ м}$ .

Принимая во внимание рекомендованные в результате теоретические и экспериментальные исследования, что  $L_b=(0,09 \div 0,15) \text{ м}$ , рекомендуется обеспечение  $F_b \leq (0,30 \div 0,35) \text{ Н}$ . Для этого обеспечивают минимальный радиус барабана в пределах  $(0,2 \div 0,22) \text{ м}$  и его угловая скорость должна быть в пределах  $(13,5 \div 15) \text{ с}^{-1}$ .

На рис.7. приведены графики зависимости радиуса барабана с эластичным пальцем от угловой скорости, при различных величинах коэффициента трения. Анализ полученных графиков показывает то, что при увеличении угловой скорости барабана, можем увидеть уменьшение минимальной величины его радиуса. В частности, при  $f=0,25$  и при росте угловой скорости от  $0,12 \cdot 10^2 \text{ с}^{-1}$  до  $0,22 \cdot 10^2 \text{ с}^{-1}$  стало известно, что величина минимального радиуса барабана уменьшится до  $0,168 \text{ м}$ . Однако, при значении коэффициента трения  $0,35$  значение  $R_b$  уменьшится от  $0,208 \text{ м}$  до  $0,121 \text{ м}$ .

Следовательно, при значениях минимального радиуса барабана  $(0,2 \div 0,22) \text{ м}$  и при  $f \leq 0,3$ , угловая скорость барабана должна быть равна  $\omega_b=(0,13 \div 0,15) \cdot 10^2 \text{ с}^{-1}$



1- $f=0,25$ ; 2- $f=0,30$ ; 3- $f=0,35$

**Рис.7. Графики зависимости радиуса барабана с эластичным пальцем от изменения его угловой скорости**

В четвёртой главе диссертации, названной «**Результаты экспериментальных исследований по обоснованию параметров копателя, оснащенного барабаном с эластичным пальцем**» приведены результаты исследований, проведенных с целью проверки результатов теоретических исследований, а также обоснование оптимальных значений параметров копателя, оснащенного барабаном с эластичным пальцем.

Оптимальные значения параметров копателя, оснащенного барабаном с эластичным пальцем, изученных в теоретических и в однофакторных экспериментах, определены, используя метод математического планирования многофакторных экспериментов.

Для проведения исследований число оборотов барабана, длины пальца, скорость элеватора и рабочая щель были выбраны в качестве факторов, влияющих на его рабочих показатели.

При проведении многофакторных экспериментов в качестве критериев оценки были приняты степень просеивания почвы ( $Y_1, \%$ ), повреждение клубней ( $Y_2, \%$ ).

Полученные из опытов данные были обработаны по программе «PLANEX»

При этом, при оценке равенства дисперсии пользовались критерием Кохрена, при оценке значений коэффициентов регрессии - Стьюдента, при оценке адекватности регрессионных моделей - Фишера.

Обрабатывая результаты опытов в указанном порядке, получены следующие уравнения регрессии, выражающие критерии оценок адекватно:

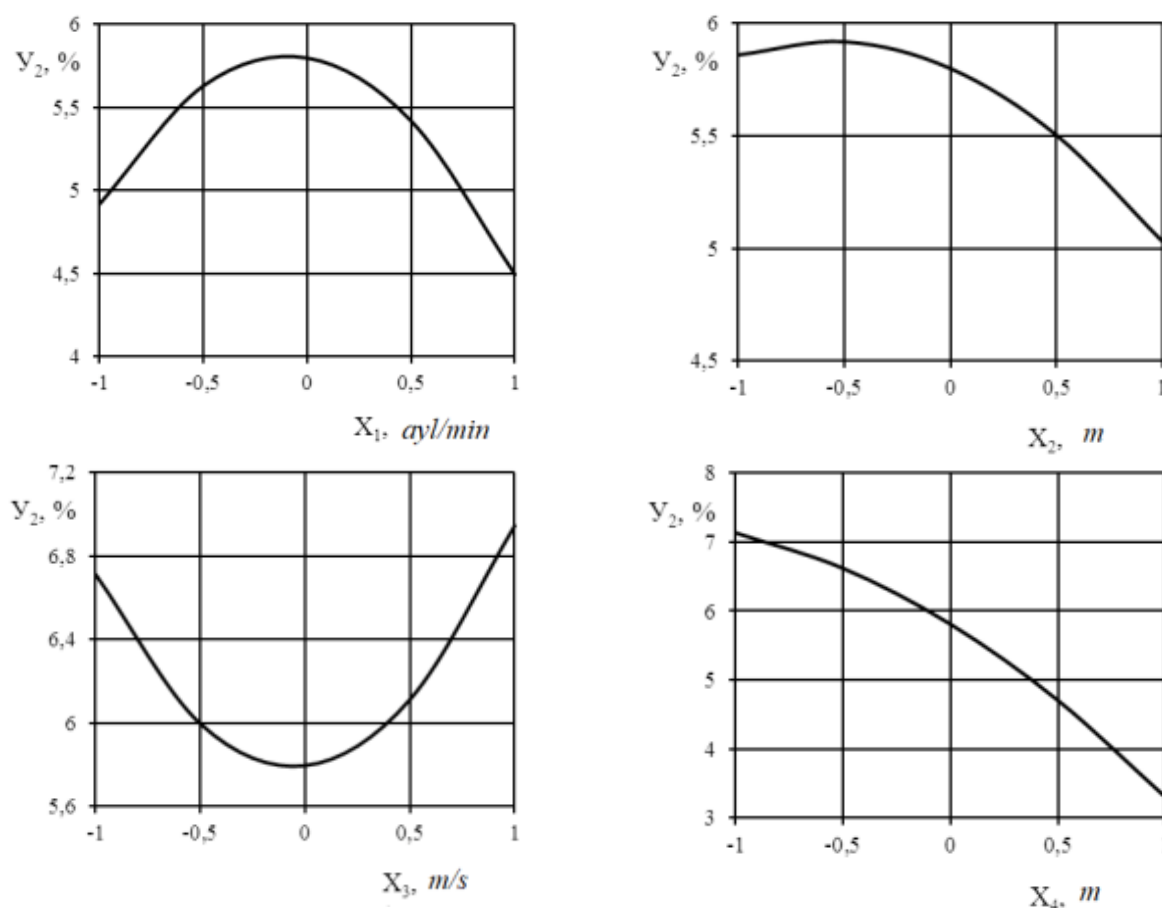
– по степени просеивания почвы (%)

$$Y = +81,6209 + 1,580X_1 - 1,317X_2 - 2,333X_3 - 1,333X_4 + 4,819X_1X_1 - 1,512X_1X_2 + 2,919X_2X_2 - 2,296X_2X_3 + 3,454X_2X_4 + 3,013X_3X_4 - 3,031X_4X_4; \quad (10)$$

– по повреждению клубней (%)

$$Y_2 = +5,7459 - 0,214X_1 - 0,413X_2 + 0,117X_3 + 0,737X_4 - 1,423X_1X_1 + 0,194X_1X_2 + 0,318X_1X_3 - 0,376X_1X_4 - 0,688X_2X_2 - 0,383X_2X_3 - 0,429X_2X_4 + 0,695X_3X_3 + 0,177X_3X_4 + 0,138X_4X_4. \quad (11)$$

Из уравнения регрессии (11) и на его основе построенного графика показанного на рис.9. Зависимостей видно, что с повышением числа оборотов повреждение клубней уменьшилось, рост длин эластичных пальцев уменьшилось, а также увеличение рабочей щели также уменьшилось.



**Рис. 9. Графики изменения повреждения клубней в зависимости от критериев  $X_1$ ,  $X_2$  и  $X_3$**

При определении значения параметров, обеспечивающих качество работы на уровне требований, уравнения регрессии (10), (11) на компьютере ПК «Pentium IV» программы Excel по действию «поиск решения» для скоростей

3 и 5 км/час совместно решались. При совместном решении уравнений регрессии приняты условия, что критерий  $Y_1$ , т.е. степень просеивания почвы не должен быть меньше 80,0 процента, критерия  $Y_2$ , т.е. повреждение клубней должно иметь минимальное значение.

Следовательно, копатель, оснащенный барабаном с эластичным пальцем для обеспечения высокого просеивания почвы и не повреждения клубней должен быть с числом оборотов барабана 120 об/мин, длина пальца 0,12 м, линейная скорость элеватора 0,94 м/с, а рабочая щель 0,015 м. При

этих значениях критериев уровень просеивания составляет 81,62 процентов, степень повреждения составит 5,74 процентов.

В пятой главе диссертации, названной **«Результаты полевых испытаний копателя, оснащенного барабаном с эластичным пальцем и экономическая эффективность»** приведена краткая характеристика, результаты полевых испытаний опытного образца, имеющего обоснованный вид и параметры копателя топинамбура, оснащенного барабаном с эластичным пальцем и экономическая эффективность. Проведенные расчеты показали то, что при применении копателя, оснащенного барабаном с эластичным пальцем затраты труда уменьшились на 25,3 процента, а эксплуатационные расходы на 21,9 процента. При этом годовой экономический эффект на одного копателя в год составляет 51113130,868 сум.

## ВЫВОДЫ

На основе результатов проведенных исследований по диссертации доктора философии (PhD) на тему «Обоснование параметров барабана с эластичным пальцем копателя на основе физико-механических свойств топинамбура» представлены следующие выводы:

1. В условиях Узбекистана проблема уборки урожая топинамбура по причине недостаточной изученности проблемы требуется разработка конструкции копателя, определение кинематической схемы, оптимальных параметров и подготовка опытного образца копателя, а также проведение опытных испытаний рабочих органов.

2. Анализ литературных и патентных материалов, предоставленных для отбора клубней топинамбура, защищенный патентом изобретении барабана с эластичном пальцам.

3. Для того чтобы отделить клубни топинамбура от почвенной массы и стеблей необходимо проектировать барабан с эластичным пальцем и обосновать его параметры.

4. При создании барабана с эластичным пальцем и обосновании его параметров необходимо учитывать физико-механические свойства топинамбура:

$h_1$ —глубина самого нижнего расположенного клубни;  $B$ — ширина гнезда;  $h_2$ —расположение клубня в верхней части;

5. На основе теоретических исследований определены следующие параметры копателя: частота вращения барабана 80-120 об/мин; шаг установка пальцев 0,04 м; диаметр пальца  $d=0,0015-0,0025$  м; длина пальца  $L_6=0,09-0,15$  м; рабочая щель  $h=0,10-0,15$  м;  $F_6 \leq (0,30 \div 0,35)$  Н; угловая скорость  $(13,5 \div 15) \text{ c}^{-1}$  в пределах минимального радиуса барабана  $(0,2 \div 0,22)$ .

6. При рабочих скоростях копателя, оснащенного барабаном с эластичным пальцем 3–5 км/ч для обеспечения качества работы копателя оснащенного барабаном с эластичным пальцем для обеспечения высокой степени просеивания почвы и малого повреждения клубня должны быть:

число оборотов барабана 120 об/мин; длина пальца 00,12 м; линейная скорость элеватора 0,94 м/с; а рабочая щель 0,15 м. При этих значениях факторов степень просеивания составило 81,62 процентов, степень повреждения 5,74 процентов.

7. По показаниям технико-экономических расчетов, при применении копателя, оснащенного барабаном с эластичным пальцем при выкапывании растения топинамбур дало возможность уменьшить затраты труда на 25,3 процента, а эксплуатационных расходов на 21,9 процента. При этом годовой экономический эффект на одного копателя в год составляет 51113130,868 сум.

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

---

**NAMANGAN ENGINEERING CONSTRUCTION INSTITUTE**

**XAMZAYEV ASRORN AKMALXONOVICH**

**SUBSTANTIATION OF THE PARAMETERS OF AN ELASTIC DRUM  
FINGER BASED ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES  
OF JERUSALEM ARTICHOKE**

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

**ABSTRACT**

**dissertation of doctoral of philosophy (PhD) on technical sciences**

**NAMANGAN – 2022**

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 № B2021.1.PhD/T1465.

The doctoral dissertation was completed at the Namangan engineering construction institute. The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific council (nammqi\_info@edu.uz) and at the Information and educational portal «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Scientific Supervisor:

**Bayboboev Nabijon Gulomovich**  
doctor of technical sciences, professor

Official opponents

**Imomkulov Kutbiddin Bokijonovich**  
doctor of technical science, professor

**Nasritdinov Axmadjon Abdixamidovich**  
candidate of technical science, docent


Lead organization:


**Andijan machinabuilding institute**


The defense of the dissertation will be held at 14<sup>00</sup> on « 5 » february 2022 year at the scientific council meeting №. PhD.03/30.12.2019.T.90.01 at the Namangan engineering construction institute (at the address: 12, Islam Karimov street, Namangan, 160103. Tel: (+99869) 234-15-23; Fax: (+99869) 234-15-23, e-mail: [nammqi\\_info@edu.uz](mailto:nammqi_info@edu.uz).)

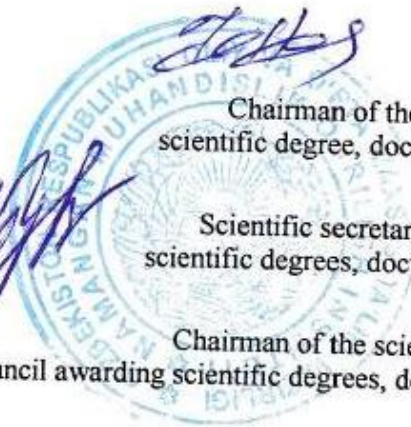
The dissertation is available at the Information-resource center of the Namangan engineering construction institute (registration number 18780). (Address: Namangan engineering construction institute (at the address: 12, Islam Karimov street, Namangan, 160103. Tel: (+99869) 234-15-23 Fax: (+99869) 234-15-23, e-mail: [nammqi\\_info@edu.uz](mailto:nammqi_info@edu.uz).)

The abstract from the thesis is distributed « 22 » january 2022. (Mailing protocol № 23 on december « 11 », 2021).

  
**Sh.S. Yuldashev**  
Chairman of the scientific council for awarding of scientific degree, doctor of technical sciences, professor

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

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





## INTRODUCTION (abstract of Doctor PhD thesis)

**The aim of the research work is** to create a technological scheme of a digger for mechanization of the Jerusalem artichoke harvest, as well as to scientifically substantiate the parameters of the main working body of a drum with an elastic finger and to design a new design of a universal Jerusalem artichoke digger.

**The object of the** research work is the technology of Jerusalem artichoke harvesting and the technical means of a drum with an elastic finger, and the technological process, physical and mechanical properties, the dimensions of Jerusalem artichoke.

**The scientific novelty of the research work is as follows:**

taking into account the variation characteristics of the size of Jerusalem artichoke tubers, the validity of the working slots of the elevator using the classical definitions of the theory of probability;

a constructive scheme was developed and the technological process of the digger's work was developed, which separates the tubers from the Jerusalem artichoke stem and large fractions of lumps due to the interaction of an elastic finger in the technological process;

a mathematical model has been developed that represents the process of separating tubers from the soil, taking into account the movements of an elastic finger when interacting with a tuber;

analytical relationships have been developed that reflect the parameters of the digger's working body (angular velocity, diameter and length of an elastic finger) and operating modes, taking into account the physical and mechanical properties of Jerusalem artichoke.

**Implementation of research results.** Based on the results obtained to substantiate the parameters of a digger, for harvesting Jerusalem artichoke equipped with a drum with an elastic finger:

The developed digger, equipped with a new drum, with an elastic finger was introduced in the fields of the Namangan Scientific Experimental Station and in the farms of the Turakurgan District of the Namangan Region (Certificate of the Ministry of Agriculture No. 02 / 023-1610 dated April 14, 2021). As a result of the use of a digger equipped with a drum with an elastic finger, it became possible to reduce labor costs by 25.3 percent, and operating costs by 21.9 percent;

Design documentation and a method for calculating an Jerusalem artichoke digger with a drum with an elastic finger have been introduced at Mashhim LLC and BMKB-Agromash JSC (certificate of the Ministry of Agriculture №02/023-1610 dated April 14, 2021). As a result, it is possible to produce a digger equipped with a drum with elastic fingers.

**The structure and volume of the thesis.** The content of the dissertation consists of an introduction, five chapters, general conclusions, a list of references and appendices. There are 118 pages in dissertation.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Бойбобоев Н., Рахмонов Х., Хамзаев А. Обоснование влияния параметров машины – сепаратора на эффективность сепарации почвы // ФарПИ илмий–техник журнали. – Фарғона, 2013. – №1. – Б. 46–49. (05.00.00; №20).
2. Бойбобоев Н., Мухамедов Ж, Мамадалиев И., Хамзаев А. Топинамбур хосилини машинада йиғиб олиш жараёнини назарий тахлили // ФарПИ илмий–техник журнали. – Фарғона, 2013. – №4. – Б. 116–119. (05.00.00; №20).
3. Байбобоев Н., Рахмонов Х., Акбаров Ш., Хамзаев А. Justification of parameters of running wheels of the presiding soil tillage assembly // European Science review Scientific journal. – Austria, 2018. – №5–6. – p. 281–284. (03.00.00; №6).
4. Байбобоев Н., Мухамедов Ж., Тўраев Н., Хамзаев А. Янги конструкциядаги топинамбур ковлагичнинг лаборатория–дала синовлари натижалари // ФарПИ илмий–техник журнали. – Фарғона, 2018. – №2. – Б. 51-58. (05.00.00; №20).
5. Турдалиев В., Косимов А., Аскарлов Н., Хамзаев А. Исследование соударения ножей почвообрабатывающих фрезерных рабочих органов с комками почвы // Механика муаммолари. – Тошкент, 2019. – №4. – Б. 63– 67 (05.00.00; №6).

**II бўлим (II часть; II part)**

6. Рахмонов Д., Косимов А., Рахмонов Х., Хамзаев А. Расчет эксплуатационных режимов карданных передач опытного образца копателя для уборки топинамбура // Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы Материалы 65–й международной научно–практической конференции. – Россия, 2014. – С. 56–60.
7. Байбобоев Н., Дадахужаев А., Косимов А., Хамзаев А. Повышение эффективности использования картофелеуборочной техники для уборки топинамбура // Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы Материалы 65– й международной научно–практической конференции. – Россия, 2014. – С. 22– 24.
8. Бойбобоев Н., Мухамедов Ж., Хамзаев А. Оптимизация распределения потока энергии к вращающимся звеньям машины для уборки топинамбура // Международный научно–исследовательский журнал. – Россия, 2015. – С. 31–36.

9. Бойбобоев Н., Хамзаев А. Эллипсли мосламани топинамбур ковлагич схемасида жойлашишини асослаш // Қишлоқ ва транспортда ресурстежамкор техника, технологияларни яратиш, самарали фойдаланиш ва сервис муаммолари Республика илмий амалий анжумани. – Қарши, 2015. – Б. 270–272.
10. Байбобоев Н., Тўраев Н., Фуломов Ш., Хамзаев А. Топинамбур ва машина // International Scientific Conference. Innovativa Activity in the education system—guarentee of quality and effectiviteness. – Наманган, 2018. – Б. 24–33.
11. Байбобоев Н., Кодиров С., Акбаров Ш., Гойипов У., Хамзаев А. Расчёт технологического процесса сепарации почвы с рыхлительными барабаном // Материалы Международной научно–практической конференции посвященной памяти члена корреспондента РАСХН и НАНКС академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. – Россия, 2019. – С. 68–72.
12. Байбобоев Н., Темиров С., Акбаров Ш., Турсунов А., Гойипов У., Хамзаев А. Creation of the Construction of the Digger–Loader with a Centrifugal Separation // International Journal of Psychosocial Rehabilitation. – Англия, 2020. – p. 6790–6794.
13. Байбобоев Н., Абдурахмонова У., Хамзаев А. Топинамбур хосилини йиғиб олиш учун ковлагич лойиҳалаш асослари // Олий таълим тизимида таълим сифати ва илмий–тадқиқот ишларини ривожлантириш истиқболлари: муаммо ва ечимлар мавзусида Республика миқёсида илмий–амалий конференция материаллари тўплами. – Наманган, 2020. – Б. 116–119.
14. Байбобоев Н., Абдуллаев К., Абдурахмонова У., Маматрахимов О., Хамзаев А. Совершенствование копателя–погрузчика с центробежной сепарацией // Илм–фан, таълим ва ишлаб чиқаришнинг инновацион ривожлантиришдаги замонавий муаммолари мавзусидаги халқаро илмий–амалий конференция. – Андижон, 2020. – Б. 662–665.

Автореферат Наманган муҳандислик-қурилиш институти «Механик ва технология» илмий журнали тахририятида тахрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз тилларидаги мослиги текширилди (18.01.2022 й)

Босишга рухсат этилди 18.01.2022 й.  
Бичими 60x84/16. «Times New Roman»  
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.  
Шартли босма табоғи 2,5. Адади 100 нусха.  
Буюртма № \_\_\_\_\_

---

«Fazilat orgtex servis» х/к босмахонасида чоп этилди.  
Наманган шаҳар, Навоий кўчаси 72-уй.