

**НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ
PhD.03/30.12.09.2019.Т.90.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

ОБИДОВ НУРИДДИН ҒОФУРОВИЧ

**КАРТОШКА ТУГНАКЛАРИ КЎРСАТКИЧЛАРИНИ ҲИСОБГА
ОЛГАН ҲОЛДА САРАЛАШ МАШИНАСИНИНГ КОНСТРУКТИВ ВА
ТЕХНОЛОГИК 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**

Обидов Нуриддин Гофурович

Картошка туганаклари кўрсаткичларини ҳисобга олган ҳолда саралаш
машинасининг конструктив ва технологик параметрларини
асослаш..... 5

Обидов Нуриддин Гофурович

Обоснование конструктивных и технологических параметров
сортировочной машины с учетом показателей клубней
картофеля..... 23

Obidov Nuriddin Gofurovich

Justification of the design and technological parameters of the sorting
machine, taking into account the indicators of potato
tubers..... 43

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works..... 46

**НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ
PhD.03/30.12.09.2019.Т.90.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

ОБИДОВ НУРИДДИН ҒОФУРОВИЧ

**КАРТОШКА ТУГНАКЛАРИ КЎРСАТКИЧЛАРИНИ ҲИСОБГА
ОЛГАН ҲОЛДА САРАЛАШ МАШИНАСИНИНГ КОНСТРУКТИВ ВА
ТЕХНОЛОГИК 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 В2021.1.PhD/Г2128 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Фарғона политехника институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбар:

Бахадиров Гайрат Атаханович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Норчаев Даврон Рустамович
техника фанлари доктори, катта илмий ходим

Темиров Сайдрахимхўжа Умарович
техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)

Етакчи ташкилот:

Андижон кишлоқ хўжалиги ва агротехнологиялар институти

Диссертация ҳимояси Наманган муҳандислик-қурилиш институти ҳузуридаги PhD.03/30.12.2019.T.90.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил «26» ноябрь соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 160103 Наманган, Ислоҳ Каримов кўчаси, 12-уй. Тел.: (+99869) 234-15-23, факс: (+99869) 234-15-23, e-mail: pammqi_info@edu.uz).

Диссертация билан Наманган муҳандислик-қурилиш институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (48802 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 160103 Наманган, Ислоҳ Каримов кўчаси, 12-уй. Тел.: (+99869) 234-15-23, факс: (+99869) 234-15-23, e-mail: pammqi_info@edu.uz).

Диссертация автореферати 2022 йил «08» ноябрь кuni тарқатилди (2022 йил «31» август даги № 30 рақамли реестр баённомаси).



[Handwritten signature]

Н.Г.Байбобоев
Илмий даража берувчи илмий кенгаш
раиси, т.ф.д., профессор

[Handwritten signature]

В.М.Турдалиев
Илмий даража берувчи илмий кенгаш
котиби, т.ф.д., профессор

[Handwritten signature]

А.Х.Умурақов
Илмий даража берувчи илмий кенгаш қошидаги
илмий семинар раиси, т.ф.д., доцент

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда илдиз мевали экинларни саралашда, жумладан картошка ҳосилига шикаст етказмасдан фракцияларга ажратиб саралаш ва қайта ишлашда ресурс ва энергиятежамкор технология ҳамда иш унуми юқори ва таннархи арзон техник воситаларни ишлаб чиқаришга жорий этиш етакчи ўринни эгалламоқда. «Дунёда йилига 376,9 млн. тонна картошка етиштирилишини»¹ инобатга олсак, уларни қайта ишлашда қўлланиладиган машиналар конструкцияларини ишлаб чиқишда самарадорликка, сифат кўрсаткичларига ва саралаш аниқлигига алоҳида эътибор қаратиш лозим. Шу жиҳатдан картошка туганакларини шикастламайдиган, иш унуми ва фракцияларга ажратиб саралаш аниқлиги юқори бўлган машиналар конструкцияларидан фойдаланиш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Жаҳонда қишлоқ хўжалиги машинасозлигини жадал суратлар билан ривожланиши натижасида, картошка ҳосилига қайта ишлов бериш жараёнларида қўлланиладиган техник воситаларнинг ресурстежамкор ва иш унуми юқори бўлган янги авлодларини яратишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Ушбу йўналишда, картошка туганакларини кам шикастлаган ҳолда, юқори аниқликда фракцияларга ажратиб саралайдиган, кам энергия талаб қиладиган машиналар конструкцияларини яратиш ҳамда уларнинг технологик иш жараёнларини ва ишчи органларининг параметрларини асослаш бўйича, шунингдек замонавий техник воситаларни ишлаб чиқаришга кенг жорий этиш орқали картошка ва шунга ўхшаш маҳсулотлар таннархини камайтиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Шу билан бир қаторда, илдизмевали экинлар ҳосилларига қайта ишлов берадиган машиналарнинг тузилиши содда, кам материал ва энергия сарфлайдиган турларини яратиш муҳим вазифалардан ҳисобланади.

Республикада картошка ҳосилини саралашда меҳнат ва энергия сарфини камайтириш, ресурсларни тежаш ва юқори самарадорликка эга бўлган ресурстежамкор техника ва технологияларни ишлаб чиқиш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2022-2026-йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида, жумладан, «...қишлоқ хўжалигини илмий асосда интенсив ривожлантириш орқали деҳқон ва фермерлар даромадини камида 2 баробар ошириш, қишлоқ хўжалигининг йиллик ўсишини камида 5 фоизга етказиш, туманларни аниқ маҳсулот турини етиштиришга ихтисослаштириш»² вазифалари белгилаб берилган. Ушбу вазифаларини амалга оширишда, жумладан энергия ва ресурсларни тежаш билан бирга картошка туганакларини шикастлантirmасдан, аниқ саралайдиган машиналарни техник ва технологик жиҳатдан модернизациялаш муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

Мазкур диссертация тадқиқоти Ўзбекистон Республикаси

¹<https://www.atlasbig.com/ru>

² Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон “2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги Фармони

Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 23 октябрдаги ПФ-5853-сонли «Ўзбекистон Республикаси қишлоқ хўжалигини ривожлантиришнинг 2020-2030 йилларга мўлжалланган стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида»ги Фармонлари, 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 Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меърий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга муайян даражада хизмат қилади.

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

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Картошка туганакларини саралаш машиналарини яратиш, уларнинг иш кўрсаткичларини тадқиқ этиш ва параметрларини асослаш бўйича ҳорижда В.П.Горячкин, М.Е.Мацепуро, Г.Д.Петров, Н.Н.Колчин, А.А.Сорокин, Н.В.Бышов, Н.И.Верещагин, С.А.Плахов, П.Н.Волосевич, В.Ф.Гилванов, Е.Е.Орешин, С.П.Игнатов, А.Л.Шкляев, К.Л.Шкляев, Н.Н.Якутин, С.В.Заводнов, В.С.Бочкарев, О.В.Гордеев, В.М.Чаус, Н.В.Шабуров, Б.М.Юна, К.Вaganz ва бошқалар илмий тадқиқотлар олиб боришган.

Республикада картошкачилик техника воситалари бўйича илмий-тадқиқот ишлари Н.Байбобоев, Р.Бойметов, Р.Норчаев, Д.Норчаев, А.Тўхтақўзиев, Р.Рустамов, Х.Шодмонов, Т.Худойбердиев, Г.Бахадиров, Б.Умаров ва бошқалар томонидан олиб борилган.

Картошкани саралаш борасидаги изланишлар, техник-технологик ва конструктив ечимларнинг таҳлили картошкани саралаш жараёни ва техника воситаларини такомиллаштириш ва ишлаб чиқиш муаммоси тўла ҳал этилмаганлигини кўрсатади. Мазкур илмий иш ҳукуматимиз томонидан қишлоқ хўжалигига инновацион технологиялар ва янги техника воситаларини яратиш орқали қишлоқ хўжалиги маҳсулотларининг ҳосилдорлиги ва сифатини ошириш борасида қабул қилинган қарорлар ва режаларга мувофиқ бажарилган.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган олий таълим ёки илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режаси билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Фарғона политехника институти ва Қишлоқ хўжалигини механизациялаш илмий-тадқиқот институти илмий-тадқиқот ишлари режаларининг КА-3-015 «Совершенствование существующих и разработка новых ресурсосберегающих технических средств для возделывания картофеля» (2015-2017) мавзусидаги лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади картошка туганакларини ташқи ўлчамларига кўра бир нечта фракцияларга ажратиш учун мўлжалланган такомиллашган саралаш юзасига ва юқори самарадорликка эга бўлган саралаш машинасининг конструкциясини ишлаб чиқиш ҳамда унинг параметрларини асослашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

картошка туганаклари кўрсаткичларини ҳисобга олган ҳолда саралаш машиналарининг конструктив ва технологик параметрларини асослашдаги муаммоларни таҳлил қилиш;

туганакларнинг ўлчам-массавий хоссалари ва туганакларини саралаш машинаси ишчи юзаси билан ўзаро таъсирлашиш жараёни ўрганиш;

саралаш машинасининг ишчи юзаси технологик параметрларини саралаш аниқлигига таъсирини ўрганиш;

картошка туганаклари кўрсаткичларини ҳисобга олган ҳолда барабанли саралаш машинасининг самарали конструкциясини ишлаб чиқиш;

саралаш машинасининг туганакларни талаб даражасида сараланишини таъминлаш жараёнини ифодалайдиган аналитик боғланишлар ишлаб чиқиш;

саралаш машинасининг ишчи юзаси қияликлари, саралаш юзасининг ҳаракатланиш тезлигини саралаш аниқлигига ва самарадорлигига биргаликдаги таъсирини ўрганиш;

барабанли картошка туганакларини саралаш машинасида тажриба синовларини ўтказиш, машинанинг асосий ишчи қисмлари рационал параметрлари ҳамда режимларини асослаш ва техник-иқтисодий кўрсаткичларини баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида картошка туганакларини шикаст етказмай саралайдиган барабанли машина ва унинг ишчи қисмлари олинган.

Тадқиқотнинг предмети саралаш машинаси ишчи юзаси билан картошка туганакларининг ўзаро таъсирлашиш жараёни, саралаш машинасининг асосий параметрларини ва картошка туганакларининг ўлчам-массавий хусусиятларини ифодалайдиган аналитик боғланишлар, машина деталлари параметрларини аниқлаш усуллари, машина параметрлари ва иш режимларига боғлиқ ҳолда саралаш аниқлигининг ўзгариш қонуниятларини ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида бир қатор усуллардан, жумладан, назарий тадқиқотларда ишлаб чиқилган саралаш машинасининг ишчи қисмларини геометрик ва кинематик параметрларини асослашда назарий механика ва машина деталларининг ҳисоблаш усулларида, тажриба-синовларни ўтказишда технологик машиналарни синаш усулларида ҳамда натижаларга ишлов беришда математик режалаштириш усулидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

картошка туганакларини кам шикастлайдиган ва аниқлиги оширилган эластик тўр билан жиҳозланган барабанли саралаш машинасининг конструкцияси ишлаб чиқилган;

саралаш машинасининг туганакларни талаб даражасида сараланишини

таъминлаш жараёнини ифодалайдиган аналитик боғланишлар думалаб ишқаланиш коэффиценти ва картошканинг геометрик ўлчамларини инобатга олган ҳолда ишлаб чиқилган;

саралаш машинаси барабани диаметрини аниқлаш имконини берадиган боғланиш эластик тўрнинг эластиклиги ва картошка туганакларининг массаларини инобатга олган ҳолда ишлаб чиқилган;

саралаш машинасининг ишчи юзаси қияликлари ва саралаш юзасининг ҳаракатланиш тезлигини саралаш аниқлигига биргаликдаги таъсирини ифодалайдиган регрессия тенгламалари олинган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

картошка туганакларини шикастлантирмасдан ташқи ўлчамларига кўра аниқ саралайдиган машина ишлаб чиқилган;

таклиф этилаётган картошка туганакларини фракцияларга ажратиб саралаш машинаси қўлланилганда туганаклар аниқ сараланиши билан бирга эксплуатацион сарф-харажатларнинг камайиши аниқланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги изланишларнинг замонавий услуб ва ўлчаш воситаларидан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, картошка туганакларини ташқи ўлчамларига кўра фракцияларга ажратадиган саралаш машинаси ишчи қисмларининг параметрлари ва иш режимларини назарий жиҳатдан асослашда олий математика ва назарий механиканинг асосий қоида ва усулларига амал қилинганлиги, тажрибалар натижаларига математик статистика усуллари билан ишлов берилганлиги, назарий ва амалий тадқиқотлар натижаларининг ўзаро адекватлиги, ишлаб чиқилган саралаш машинаси дала синовларининг ижобий натижалари ва амалиётга жорий этилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти картошка туганакларини ташқи ўлчамларига кўра фракцияларга ажратадиган машина ишчи қисмларининг талаб даражасидаги иш сифатини таъминлайдиган параметрлари асосланганлиги ҳамда олинган математик моделлар ва аналитик боғланишлардан бошқа шунга ўхшаш иш органларининг параметрларини асослашда қўллаш мумкинлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган машина картошка туганакларини саралашда қўлланилганда туганакларнинг шикастланишини камайтирган ҳолда сараланишнинг аниқ бўлишини таъминлаши, меҳнат сарфини камайтириш ва иш унумини оширишга эришилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Картошка саралаш машинасини такомиллаштириш ва параметрларини асослаш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

картошкани кам шикастлайдиган, энергия ва ресурстежамкор саралаш машинасининг техник ечимига Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг фойдали моделига патент олинган («Илдизмеваларни саралаш машинаси», № FAP 01733-2021 й.). Натижада, картошкани саралаш аниқлиги

юқори бўлган машинанинг конструкциясини ишлаб чиқиш имкони яратилган;

ишлаб чиқилган картошкани саралаш машинаси Фарғона вилоятининг Риштон туманидаги «Муқим ота баракали замин» ва «Музаффар фйзли ери» фермер хўжаликларида жорий этилган (Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2021 йил 27 сентябрдаги 02/023-3910-сон маълумотномаси). Натижада, бошқа конструкциядаги саралаш машиналарига қараганда туганакларининг сараланиш аниқлиги 10-15 фоизга оширишга, картошка туганакларининг шикастланиш даражаси 20,5-22,4 фоиздан 5,1-7,1 фоизга, меҳнат сарфи 20,0 фоизга ва эксплуатацион харажатларни 17,7 фоизга камайтиришга эришилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Диссертация тадқиқот натижалари 9 та, жумладан, 3 та халқаро ва 6 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 17 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 4 та мақола, 1 та Scopus базасида, 3 та Халқаро конференцияларда, 9 та республика илмий ва илмий-амалий конференцияларида нашр этилган ҳамда Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг 1 та фойдали моделига патент олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 112 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

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

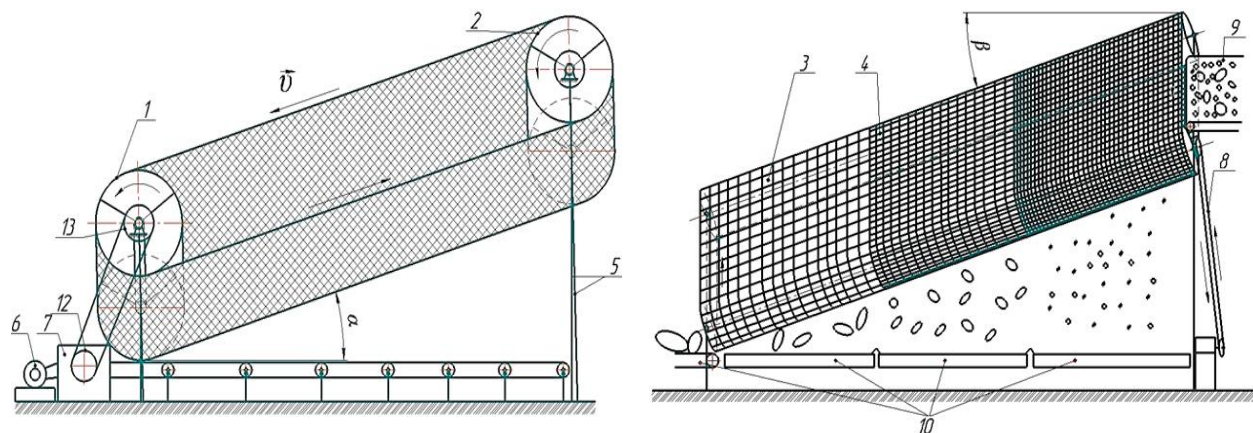
Диссертациянинг «**Масаланинг қўйилиши ва тадқиқот вазифалари**» деб номланган биринчи бобида Ўзбекистонда картошкачилик техника воситалари, йиғиб олинган картошкага ишлов бериш технологияси ва техника воситалари, картошкани саралаш усуллари, картошкани саралашда ишлатиладиган машиналарнинг конструктив таҳлили келтирилган, картошка туганакларининг ўлчам-массавий хусусиятлари бўйича илгари олиб борилган илмий-тадқиқот ишлари таҳлил қилинган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари асосланган.

Диссертациянинг «**Самарадорлиги юқори бўлган барабанли саралаш**

жихозининг конструкциясини ишлаб чиқиш ва унинг ишлаш жараёнини назарий тадқиқ этиш» деб номланган иккинчи бобида картошкани саралашда ишлатиладиган барабанли саралаш машиналарини такомиллаштириш бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари, ишлаб чиқиладиган картошка туганакларини саралашда ишлатиладиган машина конструкцияси ва ишчи қисмларининг параметрларини назарий жиҳатдан асослашга доир тадқиқотлар натижалари келтирилган.

Тадқиқотлар асосида картошка туганакларини ташқи ўлчамларига кўра фракцияларга ажратиш учун мўлжалланган, горизонтга нисбатан қия ҳолатда турли баландликларга ўрнатилган барабанларга тортилган, учлари туташган эгилувчан элементдан ташкил топган ишчи юзасига эга бўлган машинанинг конструктив схемаси ишлаб чиқилди ва унинг техник ечимлари янгилигига Ўзбекистон Республикасининг № FAP 01733-2021 й. рақамли фойдали моделга патенти олинди.

Барабанли саралаш машинаси етакловчи барабан–1, етакланувчи барабан–2, турли ўлчамдаги ва квадрат шаклидаги туйнуклар–3 га эга бўлган тўр кўринишидаги учлари туташган эластик материал–4, барабанларни подшипниклар ёрдамида ўрнатиш учун таянчлар–5 ларни ўз ичига олади. Етакловчи барабан–1 га электродвигатель–6 ва редуктор–7 лардан тасмали узатма–8 орқали ҳаракат узатилади (1а, 1б-расмлар).



а) фронтал кўриниши

б) горизонтал кўриниши

1-расм. Таклиф қилинаётган машинанинг схемаси

Тадқиқотлар ва таҳлиллар шуни кўрсатадики картошкалар 95 % аниқликда фракцияларга ажратиб сараланиши учун саралаш юзасининг геометрик ўлчамлари, ҳажми ва материал сарфи жиҳатдан энг мос келадигани квадрат шаклдаги туйнуклардир. Унинг ўтказувчанлик коэффицентини қуйидагича ифодалаш мумкин

$$\lambda_{ш} = \frac{\pi}{3,45} = 0,91. \quad (1)$$

Демак, туйнук шаклини танлашда ўтказувчанлик коэффициенти юқори, тайёрланиш технологияси осон ва саралаш юзасининг мустахкамлиги юқори бўлган квадрат шаклини танлаб оламиз.

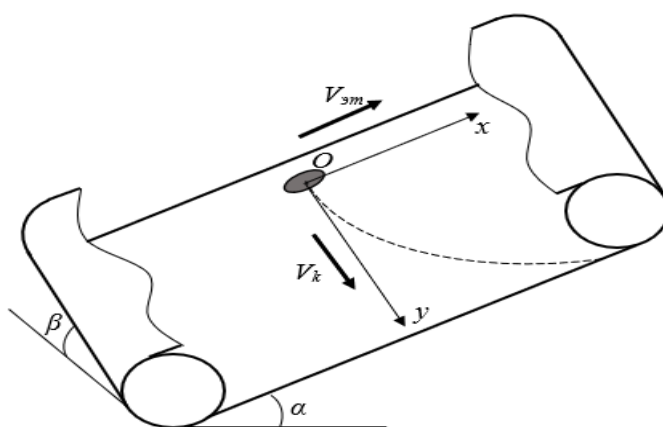
Тавсия этилган картошка туганакларини саралаш машинасининг асосий параметрлари сифатида қуйидагиларни келтириш мумкин: эластик тўрнинг чизиқли тезлиги, $V_{эм}$; эластик тўрнинг узунлиги $l_{эм}$ ва кенглиги, $B_{эм}$; барабан диаметри $D_б$ ва узунлиги, $l_б$; эластик тўрнинг қиялик бурчаклари, α ва β ; машинанинг қувват сарфи, N .

Юқорида санаб ўтилган параметрларни асослашда технологик жараёни сифатли бажарилишини инобатга олиб назарий жихатдан тадқиқ этамиз.

Технологик нуқтаи назардан қарасак сараланаётган картошка туганаклари барабан билан ўзаро таъсирлашишига йўл қўймаслик лозим. Бунда эластик тўрнинг тезлиги шундай бўлиши керакки катта диаметрли картошкалар тўр юзаси бўйлаб ҳаракатланиб саралаш юзасидан чиқиб кетишига улгуриши керак.

Картошканинг қия тўрли юзадаги ҳаракатини ўрганишда, тадқиқотларни соддалаштириш мақсадида картошканинг шаклини, биринчи яқинлашишда эллипсоид ва унинг кўндаланг кесим юзасини эллипс кўринишида деб қабул қилиб, 2-расмда келтирилган схемага кўра, картошкани саралагич тўрли юзасида ҳаракатланишини тадқиқ этамиз. Ундан кўринадики, картошка сараланиш жараёнида абцисса ўқи бўйлаб тўрли юза билан биргаликда $V_{эм}$ ҳамда тўрли юзанинг кўндаланг кесими бўйлаб V_k тезликлар билан ҳаракатланади, яъни унинг абсолют тезлиги қуйидагига тенг бўлади

$$\vec{V}_a = \vec{V}_{эм} + \vec{V}_k. \quad (2)$$

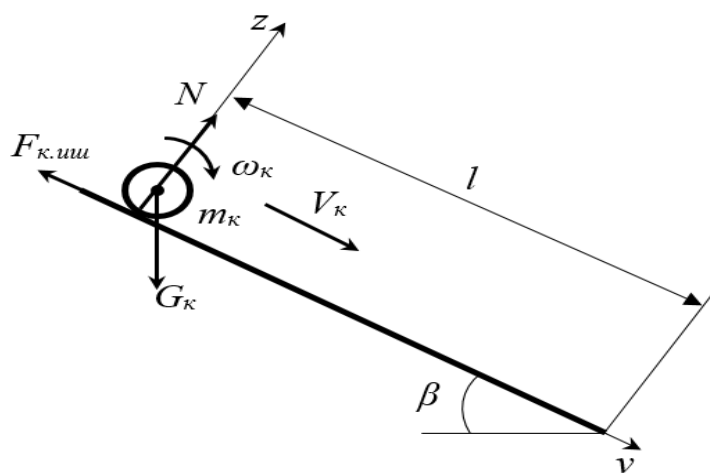


2-расм. Картошкани саралагич тўрли юзаси ҳаракатланишини тадқиқ этишга доир схема

Картошкани тўрли юзанинг кўндаланг кесими бўйлаб ҳаракатини 3-расмда келтирилган ҳисоб схемага асосан тадқиқ этамиз. 3-расмда келтирилган схемадаги кучлар орасидаги муносабатни қуйидагича ёзамиз

$$G_k \sin \beta - \frac{f_d G_k}{r} = m_k \bar{a}, \quad (3)$$

бунда G_k -картошканинг оғирлик кучи, N; N -нормал реакция кучи, N; $F_{к.иш}$ -ишқаланиш кучи, N; m_k -картошканинг массаси, kg; a -тезланиш, m/s^2 .



3-расм. Картошкани қия текисликдаги ҳаракатини тадқиқ этишга доир схема

(3) тенгаламани z ва y ўқларига проекциялаймиз, яъни y ўқи бўйича

$$m_k g \sin \beta - \frac{f_d m_k g}{r} = m_k \bar{a}, \quad (4)$$

z ўқи бўйича

$$-G_k \cos \beta + N = 0, \quad (5)$$

бунда β -кўндаланг текисликка нисбатан қиялик бурчаги, grad.

Картошкани тўрли юзада думалаб ҳаракатланишидаги ишқаланиш кучини қуйидагича ифодалаймиз

$$F_{к.иш}^d = \frac{f_d G_k}{r}, \quad (6)$$

бунда f_d -думалашдаги ишқаланиш коэффициентини, m; r -картошканинг радиуси, m.

Думалашдаги ишқаланиш кучини аниқловчи (6) тенгликни инобатга олиб, (4) ифодани қайтадан қуйидагича ёзамиз

$$g \sin \beta - \frac{f_d g}{r} = \bar{a}. \quad (7)$$

Назарий механикада келтирилганидек оғирлик кучи $G = m_k g$ эканлигини инобатга олсак, (8) ифодани қуйидагича ёзиш мумкин

$$m_k g \sin \beta - \frac{f_d m_k g}{r} = m_k \bar{a}. \quad (8)$$

(8) ифоданинг икки томонини m_k га бўлиб юбориб, a ни аниқлаймиз

$$g \sin \beta - \frac{f_d g}{r} = \bar{a}. \quad (9)$$

(9) ифодани интеграллаб картошкани тўрли юзанинг кўндаланг кесими бўйлаб думалаб ҳаракатланишидаги тезлигини аниқлаймиз

$$V_k = V_{k0} + \left(g \sin \beta - \frac{f_{\Delta} g}{r} \right) t, \quad (10)$$

бунда V_{k0} - картошка туганагининг бошланғич тезлиги, m/s; t - вақт, s.

(10) ифодани сонли ечимини олиш учун картошканинг ишқаланиш коэффициентларини тажриба усулида аниқлаб оламиз.

Тадқиқотлар натижалари ва параметрларнинг мавжуд қийматларига таяниб (10) ифоданинг сонли ечимини амалга оширамиз. Параметрларнинг қуйидаги қийматларини қабул қилиб оламиз: $V_{k0}=0,5$ m/s; $g=9,8$ m/s²; $\varphi=12\div 20^\circ$; $f_{\delta}=0,21\div 0,36$; $r=4$ cm; $t=1$ s.

(10) ифодани сонли ечимининг натижасига кўра, картошка туганаги саралаш юзанинг кўндаланг кесими бўйича тезлиги 1,5÷2,4 m/s гача бўлиши аниқланди. Технологик жараёни бажарилиш кетма-кетлигини инобатга олсак, у ҳолда картошка саралаш машинасига лентали конвейер ёрдамида етказиб берилади. Демак, картошка саралаш машинаси саралаш юзасига тушганда албатта бошланғич тезликка эга бўлади.

Саралаш машинаси саралаш юзасининг тезлигини (2) ва (10) тенгликлардан фойдаланиб қуйидагича ифодалаймиз

$$V_{\text{эт}} = V_a - V_{k0} - \left(g \sin \beta - \frac{f_{\Delta} g}{r} \right) t. \quad (11)$$

Юқорида келтирилган маълумотларга таянган ҳолда (11) ифодани сонли ечимини амалга ошириб, саралаш юзасининг тезлигини аниқлаймиз. Бунда параметрларнинг қуйидаги қийматларини қабул қилиб оламиз: $V_a \leq 3$ m/s; $V_{k0}=0,5$ m/s.

Ҳисоблашлар саралаш жараёнида картошка шикастланмаслиги учун саралаш юзасининг тезлиги 0,1-1 m/s оралиғида бўлиши лозим эканлигини кўрсатди.

Бир қатор тадқиқотларда саралаш юзасининг узунлиги 1,9 m гача оширилганда саралаш аниқлиги ва иш унуми юқори бўлганлиги такидлаб ўтилган. Шунга асосланиб, тадқиқотларимизда саралаш юзасининг узунлигини 2 m га тенг деб қабул қилиб оламиз.

Саралаш жараёнида картошка туганақлари саралаш юзасининг эни бўйича ўртасидан ҳаракат бошлашини инобатга оладиган бўлсак, у ҳолда тезликлар орасидаги муносабатни қуйидагича ифодалаш мумкин

$$V_c \leq \frac{V_k}{2}. \quad (12)$$

Юқоридаги ҳисоблашлар асосида саралаш юзасининг тезлигини $V_c=0,75\div 0,8$ m/s оралиғида қабул қилиб оламиз.

Демак, эластик тўрнинг қиялик бурчакларини технологик жараёни сифатли бажарилишини таъминлайдиган қийматларини танлаб олиш муҳим саналади. Шунинг учун картошка туганаги бошланғич тезликсиз эластик тўрнинг кўндаланг кесими бўйлаб $1,5 \div 1,6$ m/s тезлик билан ҳаракатланиши учун $\beta = 10 \div 15^\circ$ бўлиши лозим. α бурчак эса β бурчакдан кичик ёки унга тенг бўлиши керак.

Картошка туганакларини саралаш машиналаридаги технологик жараёнларда туганакларнинг ҳаракатлари турли хил юзалар бўйлаб содир бўлади. Бу юзалар текис доскалар ёки элақларнинг панжарали юзалари кўринишида бўлиши мумкин. Бундан ташқари туганакларнинг шакли жуда хилма – хил бўлганлиги сабабли уларнинг саралаш машиналарининг ишчи ва ёрдамчи юзалари бўйлаб ҳаракатлари табиатини олдиндан аниқлаш жуда қийин. Туганакларнинг картошка саралаш машиналари ишчи органлари билан ўзаро таъсирлашувининг тахлили шуни кўрсатадики, туганаклар юзалар бўйлаб ҳам сирпаниб, ҳам думалаб ҳаракатланиши мумкин. Картошка туганаклари уюмининг кўндаланг йўналишда ҳаракатланадиган қия юза бўйлаб ҳаракатланишини ўрганиш учун туганакларнинг текис юза ва панжаралар бўйлаб сирпаниб ва думалаб ҳаракатлана бошлаш қиялик бурчагини аниқлаш зарур.

Ўтказилган тадқиқотлар натижасидан келиб чиқиб, картошка туганакларини турли юзаларда сирпаниш ва думалашдаги ишқаланиш коэффицентларини қуйидаги ифода ёрдамида аниқлаймиз

$$f = tg\varphi. \quad (13)$$

Унга кўра, думалашдаги ишқаланиш коэффиценти $10 \div 20$ оралиғида бўлар экан.

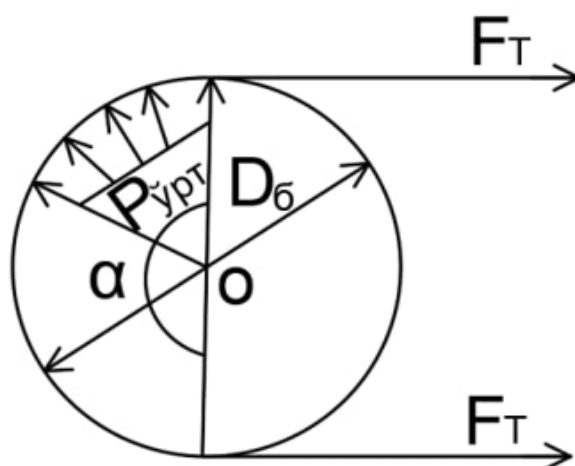
Саралаш машинаси барабанининг диаметрини асослашда тасмали конвейрларни ҳисоблаш усулларида фойдаланамиз. Бунда барабан диаметрини тўғри танлаш жуда катта аҳамиятга эга. Чунки, барабан диаметрининг ортиши билан эластик тўрнинг ишлаш шароити яхшиланади, лекин геометрик ўлчамлари ва массаси ортиб кетади. Шунинг учун барабан диаметрининг мақбул қийматини аниқлаш муҳим саналади.

Картошка саралаш машинаси барабани диаметрини қуйидаги тенглик орқали ифодалаймиз

$$D_0 \geq \frac{360 \cdot F_T}{B p_{\text{ўр}} \cdot \pi \cdot \eta \cdot \mu}, \quad (14)$$

бунда F_m -эластик тўрдаги таранглик кучи, N; B -эластик тўрнинг кенглиги, m; $p_{\text{ўр}}$ -сирпаниш ёйидаги эластик тўрни барабан юзасига берадиган ўртача босими, N/m²; η -қамраш бурчаги, grad; μ -илашиш коэффиценти.

4-расмда картошка саралаш машинаси барабани диаметрини аниқлашга доир схема келтирилган.



4-расм. Картошка саралаш машинаси барабани диаметрини аниқлашга доир схема

Таклиф этилаётган картошка саралаш машинаси белгиланган технологик жараённи сифатли бажариши учун эластик тўр маълум миқдорда таранг бўлиши лозим. Тарангликни тадқиқ этишда картошка саралаш машинасини икки шкивли узатишлар сони бирга тенг бўлган тасмали узатманинг хусусий ҳоли деб қараймиз (5-расм). Шунинг учун таранглик кучини қуйидагича ифодалаймиз

$$F_T = \frac{G \cdot \cos \alpha \cdot a}{4b} \frac{E \cdot A \cdot b^2}{a^2}, \quad (15)$$

бунда G -картошка туганаклари оғирлиги, N ; a -барабан таянчлари орасидаги масофа, m ; b -эластик тўрнинг эгилиш масофаси, m ; E -эластик тўрнинг чўзилишдаги эластиклик модули, N/m^2 ; A -эластик тўрнинг кўндаланг кесим юзаси, m^2 .

(15) ифодани инобатга олиб (14) тенгсизликни қуйидаги кўринишда ёзамиз

$$D_{\delta} \geq \frac{90 \cdot (G \cdot \cos \alpha \cdot a^3 - 4E \cdot b^3)}{b \cdot a^2 \cdot B \cdot P_{yp} \cdot \pi \cdot \eta \cdot \mu}. \quad (16)$$

(16) тенгсизликнинг сонли ечимини параметрларини қуйидаги қийматларини амалга оширамиз: $G=50 N$; $\alpha=10^\circ$; $a=2 m$; $E=5 \cdot 10^6 N/m^2$; $A=0,01 m^2$; $b=0,01 m$; $B=2 m$; $P_{yp}=7 \cdot 10^5 N/m^2$; $\mu=0,2$; $\eta=3,14$.

Ҳисоблаш натижаларига кўра саралаш машинаси диаметри $D_{\delta} \geq 304 mm$ бўлиши аниқланди. Шунинг учун саралаш машинаси диаметрини $300 mm$ деб қабул қиламиз.

Технологик жараёнларда қўлланиладиган ҳар қандай машиналарда энергиятежамкорлик муҳим омил саналади. Шу сабабли тадқиқ этилаётган картошка саралаш машинасининг қувват сарфини аниқлашга алоҳида эътибор қаратамиз. Картошка саралаш машинасининг қувватини қуйидагича ифодалаймиз

$$N = M \cdot \omega, \quad (17)$$

бунда M -картошка саралаш машинаси валидаги бурувчи момент, Nm; ω - картошка саралаш машинаси барабанининг бурчак тезлиги, rad/s.

Ротацион машиналарда ишчи органларни ҳаракатга келтиришда айланма куч муҳим аҳамиятга эга. Ушбу айланма кучни қуйидагича ифодалаймиз

$$F_{\text{айл}} = \frac{2M}{D_6}, \quad (18)$$

бунда M -картошка саралаш машиналари валларидаги бурувчи момент, Nm; D_6 -барабан диаметри, m.

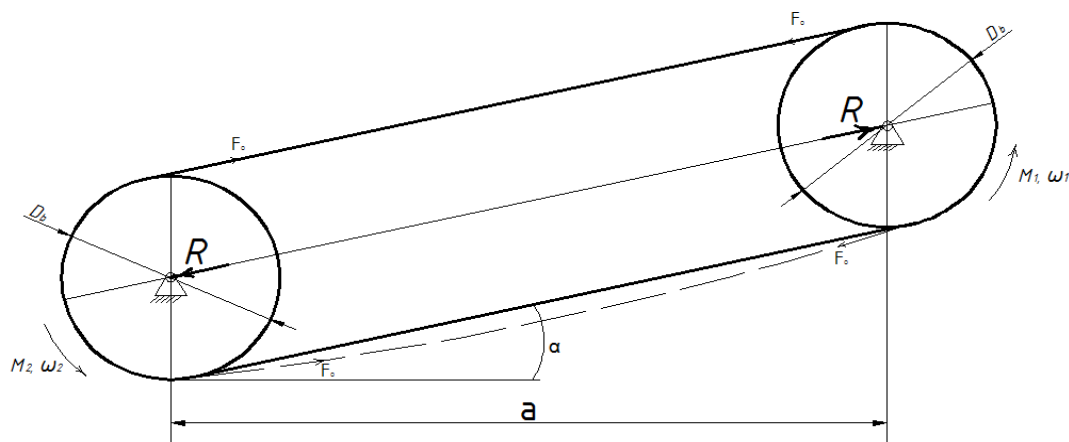
Айланма куч ва эластик тўрдаги таранглик кучи орасидаги муносабатни Эйлер формуласига кўра қуйидагича ифодалаш ҳам мумкин

$$F_{\text{айл}} = 2 \cdot F_T \frac{e^{f\eta-1}}{e^{f\eta+1}}, \quad (19)$$

бунда e -натурал лагориғм асоси; f -барабан ва эластик тўр орасидаги ишқаланиш коэффициентини; η -эластик тўрни барабандаги қамраш бурчаги, grad.

(17), (18) ва (19) ифодаларни инобатга олиб, (16) ифодани қуйидагича қайтадан ёзамиз

$$N = \left(\frac{G \cdot \cos \alpha \cdot a}{4b} - E \cdot A \cdot \frac{b^2}{a^2} \right) \cdot \left(\frac{e^{f\eta-1}}{e^{f\eta+1}} \right) D_6 \cdot \omega. \quad (20)$$



5-расм. Картошка саралаш машинасига таъсир этувчи кучлар

Агар барабанининг бурчак тезлиги

$$\omega_6 = \frac{V_c}{R_6}, \quad (21)$$

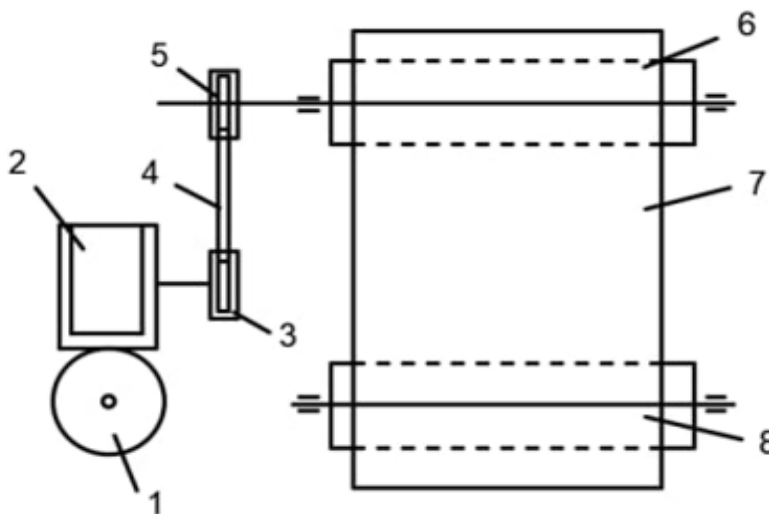
эканлигини инобатга олсак, у ҳолда (20) ифодани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин

$$N = \left(\frac{G \cdot \cos \alpha \cdot a}{4b} - E \cdot A \cdot \frac{b^2}{a^2} \right) \cdot \left(\frac{e^{f\eta-1}}{e^{f\eta+1}} \right) 2 \cdot V_c. \quad (22)$$

Талаб этиладиган қувватни аниқлаш учун (22) ифодани сонли ечимини параметрларини қуйидаги қийматларда амалга оширамиз: $G=50 \text{ N}$; $\alpha=180^\circ$; $a=2 \text{ m}$; $E=5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$; $A=0,01 \text{ m}^2$; $b=0,01 \text{ m}$; $e=2,7$; $f=0,8$; $V_c=0,8 \text{ m/s}$; $\eta=3,14$.

(23) ифодани сонли ечими шуни кўрсатдики талаб этилган қувват $N=0,55 \text{ kVt}$ ни ташкил этар экан.

Ҳар қандай технологик машинани лойиҳалашда юритиш механизмларини тўғри танлаш муҳим аҳамият касб этади. Тавсия этилаётган саралаш машинасининг юритмаларини ҳисоблашда юқорида келтирилган параметрларни инобатга оламиз. Саралаш машинасининг кинематик схемаси 6-расмда келтирилган бўлиб, у қуйидагилардан иборат: 1- электродвигатель, 2-редуктор, 3-етакчи шкив, 4-тасма, 5-етакланувчи шкив, 6-етакчи барабан, 7-саралаш юзаси, 8-етакланувчи барабан.



6-расм. Саралаш машинасининг кинематик схемаси

Ўтказилган тадқиқотлар ва 6-расмда келтирилган схемага кўра двигателнинг талаб этган қувватини қуйидагича ифодаalayмиз

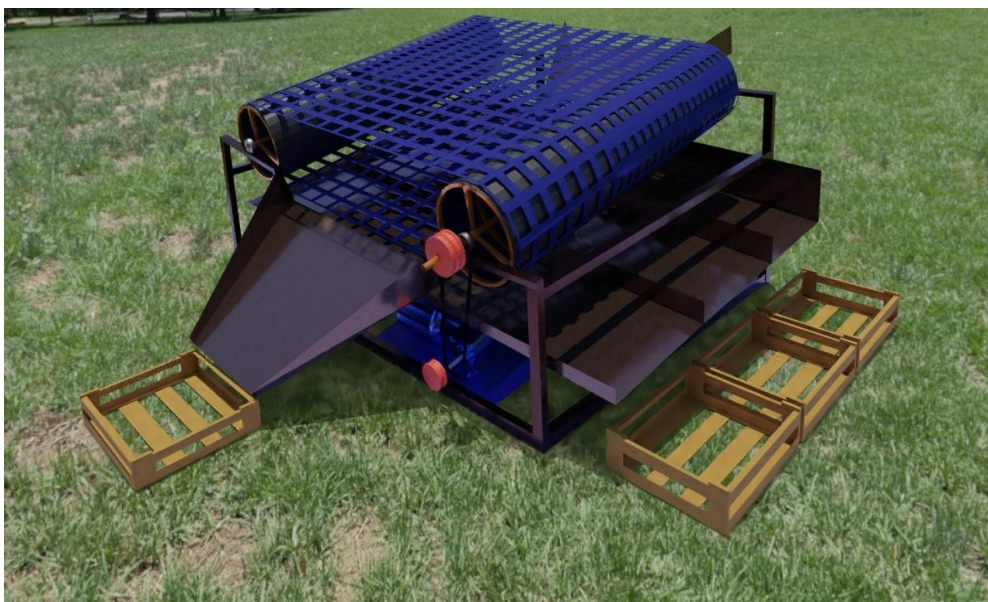
$$N_{\text{дв}} = \left(\frac{G \cdot \cos \alpha \cdot a}{4b} - E \cdot A \cdot \frac{b^2}{a^2} \right) \cdot \left(\frac{e^{f\eta-1}}{e^{f\eta+1}} \right) 2 \cdot V_c / \Phi_{\text{ч}} \cdot \Phi_{\text{т}}. \quad (23)$$

Саралаш машинаси $N=0,55 \text{ kVt}$ қувватни талаб этади. Лекин юритиш механизмларидаги йўқотишларни инобатга олсак сарф этиладиган қувват кўпроқ қийматда бўлиши лозим. Ушбу йўқотишларни червякли ва тасмали узатмаларни фойдали иш коэффициентлари ($\phi_{\text{ч}}=0,85$, $\phi_{\text{т}}=0,96$) ни инобатга олган ҳолда ҳисобласак, у ҳолда электродвигателнинг қуввати камида $0,67 \text{ kVt}$ бўлиши лозим экан.

Машинада барабанларнинг диаметри эластик тўрнинг диаметридан анча кичик бўлганлиги учун саралаш юзасидан самарали фойдаланилади, барабанлар турли баландликда ва горизонтга нисбатан қия қилиб ўрнатилганлиги туганакларни саралаш юзасидан ажралмаган ҳолатда ҳаракатланишига имкон беради ва туганаклар шикастланмасдан аниқ сараланади.

Ўтказилган таҳлиллар ва назарий тадқиқотларга асосланган ҳолда,

мавжуд саралаш машиналарининг камчиликларини ҳисобга юқори самарадорликка эга бўлган янги конструкциядаги машина тавсия этилмоқда (7-расм).



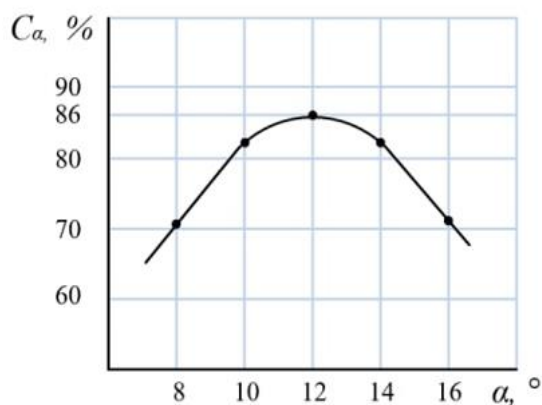
7-расм. Таклиф қилинган машинанинг компьютер дастурлари ёрдамида чизилган кўриниши

Диссертациянинг **“Тажриба тадқиқотларининг методикаси ва натижалари”** деб номланган учинчи бобида лаборатория ва ишлаб чиқариш шароитида тажрибалар ўтказиш дастури, саралаш машинаси параметрлари ва иш режимларининг мақбул қийматларини асослаш бўйича ўтказилган тадқиқотларнинг натижалари келтирилган.

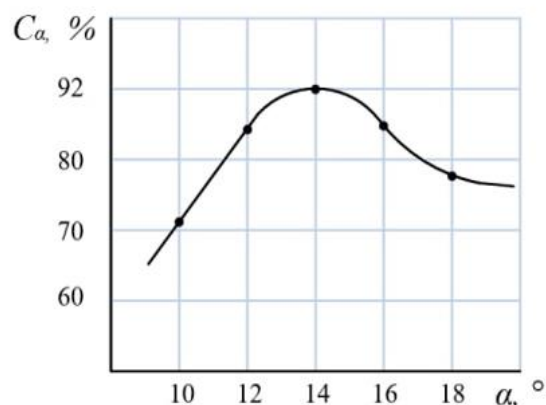
Бир омили экспериментни ўтказиш учун бир фракцияга оид 30 дона картошка туганаклари саралаш юзасига қўйилди. Ишчи юзанинг бўйлама қиялиги ва тезлиги ўрнатилди. Тажриба натижаси шуни кўрсатдики, тезлик $V=0,75$ m/s, кўндаланг қиялик эса 12° , бўйлама қиялик 12° бўлганда саралаш аниқлиги 86 % га тенг бўлди (8-расм).

Видеоёзувлар шуни кўрсатдики, саралаш юзасининг тезлиги 0,75 m/s бўлганда, саралаш юзасининг бўйлама қиялиги 15° бўлганда ва кўндаланг қиялик 12° дан паст бўлганда туганакларнинг юқоридаги барабан томон ҳаракатлана бошлаши, 20° дан юқори бўлганда эса пастдаги барабан томон ҳаракатлана бошлаши кузатилди.

Саралаш юзасининг тезлиги 0,78 m/s, саралаш юзасининг бўйлама қиялиги 15° бўлганда саралаш юзасининг кўндаланг қиялигига боғлиқлиги кўрилди. Графикдан кўришиб турибдики кўндаланг қиялик 15° бўлганда туганакларнинг сифатли сараланиши кузатилди, яъни 92 % ни ташкил қилди (9-расм).



8-расм. $\beta=12^\circ$, $V=0,75$ m/s бўлганда саралаш аниқлигининг кўндаланг қияликка боғлиқлиги

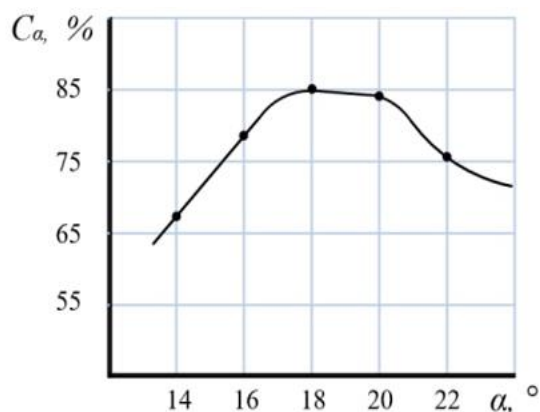


9-расм. $\beta=15^\circ$, $V=0,78$ m/s бўлганда саралаш аниқлигининг кўндаланг қияликка боғлиқлиги

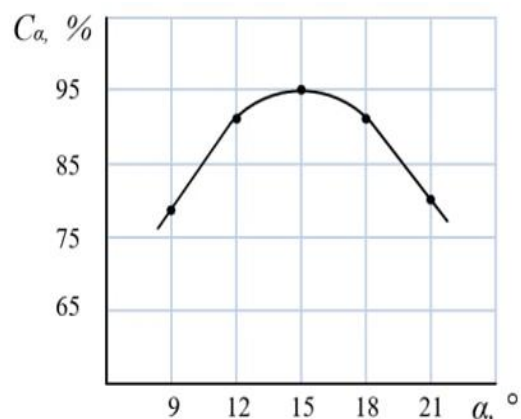
Саралаш юзасининг тезлиги 0,8 m/s, саралаш юзасининг бўйлама қиялиги 18° , саралаш юзасининг кўндаланг қиялиги 22° бўлганда туганакларнинг саралаш сифати пасайиши кузатилди (10-расм).

Тажрибаларнинг кейинги босқичларида саралаш жараёни саралаш юзасининг тезлиги 0,8 m/s, саралаш юзасининг бўйлама қиялиги 18° бўлганда кўндаланг қиялик $14-22^\circ$ оралиғида ўзгартириб амалга оширилди.

Саралаш юзасининг бўйлама қиялиги 15° , кўндаланг қиялик 14° ва саралаш юзасининг тезлиги 0,8 m/s бўлганда саралаш аниқлиги максимал қийматда, яъни 95 фоиз атрофида бўлди (11-расм).



10-расм. $\beta=18^\circ$, $V=0,8$ m/s бўлганда саралаш аниқлигининг кўндаланг қияликка боғлиқлиги



11-расм. $\beta=15^\circ$, $V=0,8$ m/s бўлганда саралаш аниқлигининг кўндаланг қияликка боғлиқлиги

Тасвирлар таҳлили шуни кўрсатадики, саралаш юзасининг қияликлари, тезлиги маълум қийматлардан ошиб ёки камайиб кетганда туганакларнинг саралаш юзаси бўйлаб нотекис траектория бўйлаб ҳаракатланиши ва сифатсиз сараланиши кузатилди. Тасвирга олишда ҳар бир фракцияга оид туганаклар саралаш юзасининг ўзининг ўлчамига мос қисмининг бошига киришидан бошланиб картошка

туйнуклардан тушиб саралангунча ёки саралаш юзасининг охирига етиб боргунча давом эттирилди.

Тасвирларга ишлов бериб шу нарса аниқландики, саралаш аниқлигига саралаш юзасининг қиялик бурчаклари, тезлиги алоҳида – алоҳида эмас, балки, учаласи бир вақтда, шунингдек ўзаро боғлиқ ҳолда таъсир кўрсатади. Бу параметрларнинг энг мақбул қийматлари назарий тадқиқотларда аниқланганидек, саралаш юзасининг бўйлама қиялиги 15°, кўндаланг қиялиги 14° бўлганда саралаш юзасининг тезлиги 0,8 m/s бўлганидир.

Юқорида келтирилган назарий тадқиқотлар ва бир омилли тажрибаларга асосланиб белгиланган омилларни сатҳи ва ўзгариш оралиқларининг қийматлари 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Омиллар, уларнинг шартли белгиланиши, вариацияланиш оралиғи ва сатҳи (эксперимент шароитлари)

Омилларнинг номланиши	Ўлчов бирлиги	Омилларнинг белгиланиши	Ўзгариш оралиғи	Омиллар сатҳи		
				-1	0	+1
Саралаш юзасининг тезлиги	m/s	x_1	0.10	0,7	0,8	0,90
Саралаш юзасининг бўйлама қиялиги	градус	x_2	3	12	15	18
Саралаш юзасининг кўндаланг қиялиги	градус	x_3	4	10	14	18

Тажриба натижаларига кўрсатилган тартибда ишлов берилиб, баҳолаш мезонини адекват тавсифловчи қуйидаги регрессия тенгламаси олинди:

- картошка туганакларининг сараланиш аниқлиги бўйича (%)

$$y = 84,75 - 1,6x_1 - 1,2x_2 - 2,3x_3 - 5,75x_1^2 + 2,25x_1x_2 + 0,75x_1x_3 - 7,75x_2^2 + 2x_1x_3 + 7,75x_3^3. \quad (24)$$

Шундай қилиб, юқоридаги шартларнинг бажарилишини таъминловчи саралаш машинасининг мақбул параметрлари аниқланди: саралаш юзасининг тезлиги 0,8 m/s; саралаш юзасининг бўйлама қиялиги 15°; саралаш юзасининг кўндаланг қиялиги 14°.

Омилларнинг бу қийматларида машинанинг саралаш аниқлиги мос равишда 95 фоизни ташкил этди.

Ишлаб чиқилган саралаш машинасининг тажриба нусхаси 01.11.2021 дан 30.11.2021 гача бўлган даврда Фарғона вилояти Риштон туманидаги «Муқим ота баракали замин» ва «Музаффар фойзли ери» фермер

хўжаликлари далаларида 3.4–бўлимда ишлаб чиқилган методикага асосан синовдан ўтказилди. Машинанинг чидамлилигини ўрганиш учун ўтказилган тажрибалар давомида саралаш машинасида 10 тонна маҳсулот сараланганда машина ўзининг ҳолатини ўзгартирмади. Картошка туганакларини саралаш давомида шикастланиш кўрсаткичларини аниқлаш учун ўтказилган тажрибалар давомида картошка туганакларининг шикастланиш кўрсаткичлари 5 фоиздан ошмагани аниқланди.

Диссертациянинг «**Янги конструкциядаги саралаш машинасининг иқтисодий самарадорлиги**» деб номланган тўртинчи бобда картошка туганакларини саралаш машинасининг қисқача техник тавсифи, дала синовлари натижалари ва унинг иқтисодий самарадорлиги келтирилган.

Ишлаб чиқилган барабанли саралаш машинаси бошқа турдаги ва бошқа конструкциядаги саралаш машиналарига қараганда туганакларининг сараланиш аниқлиги 10-15 фоизга ошган ва картошка туганакларининг шикастланиш даражаси 20,5-22,4 фоиздан 5,1-7,1 фоизга, меҳнат сарфи 20,0 фоизга камайган. Эксплуатацион харажатлар 17,7 фоизга камайган.

ХУЛОСА

«Картошка туганаклари кўрсаткичларини ҳисобга олган ҳолда саралаш машинасининг конструктив ва технологик параметрларини асослаш» мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Картошка туганакларини саралаш усуллари ва техника воситалари конструкцияларининг ҳолати ва ривожланиш истикболи ҳамда уларнинг конструкцияларини такомиллаштириш бўйича ўтказилган тадқиқотлар таҳлили картошка туганакларини аниқ саралайдиган машина конструкциясини ишлаб чиқиш имконини яратди.

2. Картошканинг турли навларида туганакларнинг геометрик шакллари ва ўлчам-масса кўрсаткичларини ўрганиш барабанли саралаш машинасидан фойдаланилганда самарали эканлигини асослаб берди.

3. Назарий тадқиқотлар натижасида картошканинг турли навларида туганакларни саралашда самарадорликни максимал даражага етказиш учун саралаш юзасинининг тезлиги 0,8 m/s, машина саралаш юзасига картошка уюмини узатиш тезлиги секундига 4,5 kg, сирпанишдаги ишқаланиш коэффициенти 30°, думалашдаги ишқаланиш коэффициенти 10÷20° оралиғида, машинанинг кўндаланг қиялиги 14° ва бўйлама қиялиги 15° бўлганда саралаш аниқлиги 95 фоизгача етишига эришиш мумкинлиги асослаб берилди.

4. Картошка ҳосили фракцияларга ажратилиб сараланганда туганакларни шикастланиш даражаси 20,5 фоиздан 5,4-7,1 фоизга камайишини таъминловчи саралаш машинасининг асосий параметрларини аниқлашнинг аналитик боғланишлари ишлаб чиқилди.

5. Ўтказилган тадқиқотлар натижасида картошка туганаклари кўрсаткичларини ҳисобга олган ҳолда барабанли саралаш машинасининг

самарали конструкцияси ишлаб чиқилди ва Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг («Илдимеваларни саралаш машинаси» № FAP 01733-2021 й.) фойдали моделга патенти олинди. Натижада картошкани аниқ саралайдиган саралаш машинасининг конструкцияси ишлаб чиқилди.

6. Математик режалаштириш усули орқали ўтказилган тадқиқотлар картошка туганагини сараланишига таъсир кўрсатувчи омиллар-саралаш юзасининг тезлиги 0,8 m/s, саралаш юзасининг бўйлама қиялиги 15°, саралаш юзасининг кўндаланг қиялиги 14° бўлганда фракцияларга ажратилиб саралаш аниқлиги 95 фоизни ташкил этди.

7. Такомиллаштирилган барабанли саралаш машинасини картошка туганакларини саралашда меҳнат сарфи 20,0 фоизга, эксплуатацион харажатлар эса 17,7 фоизга камайишига эришилди. Битта барабанли саралаш машинасидан олинадиган иқтисодий самарадорлик 16895775 сўмни ташкил қилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD. 03/30.12.09.2019.Т.90.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАМАНГАНСКОМ ИНЖЕНЕРНО-
СТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ**

ФЕРГАНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ОБИДОВ НУРИДДИН ГОФУРОВИЧ

**ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ СОРТИРОВОЧНОЙ МАШИНЫ С УЧЕТОМ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ**

**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 В2021.1.PhD/T2128.

Докторская диссертация выполнена в Ферганском политехническом институте.

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

Научный руководитель:	Бахадиров Гайрат Атаханович доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Норчаев Даврон Рустамович доктор технических наук, старший научный сотрудник Темиров Сайдрахимхужа Умарович доктор философии по техническим наукам (PhD)
Ведущая организация:	Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологий

Защита диссертации состоится 06 ноября 2022 г. в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета PhD.03/30.12.09.2019.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: pamtpqi_info@edu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Наманганского инженерно-строительного института (регистрационный номер 11102). Адрес: 160103, г. Наманган, ул. Ислама Каримова, 12. Тел.: (+99869) 234-15-23, факс: (+99869) 234-15-23, e-mail: pamtpqi_info@edu.uz.

Автореферат диссертации разослан 08 ноября 2022 года
(Протокол рассылки № 30 « 31 » август 2022 года).



[Handwritten signatures of the officials listed below]

Н.Г.Байбобоев
Председатель научного совета по присуждению
ученой степени, д.т.н., профессор

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

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Ведущее место во всем мире занимает внедрение ресурсо- и энергосберегающих технологий, а также производство недорогих и высокопроизводительных технических средств для сортировки корнеплодов, в том числе, для бережной сортировки по фракциям и обработки картофеля. С учетом того, что «в мире выращивается 376,9 миллиона тонн картофеля за год»¹, особое внимание следует уделить разработке конструкций машин, используемых в процессе его обработки, с высокими показателями качества, эффективности и точности сортировки. В связи с этим все более важным становится использованию конструкций машин с высокой точностью фракционной сортировки картофеля без повреждения клубней.

В результате стремительного развития сельскохозяйственного машиностроения во всем мире осуществляются научно-исследовательские работы, направленные на создание нового поколения ресурсосберегающих, высокопроизводительных технических средств, применяемых в процессе переработки урожая картофеля. Особое внимание в данном направлении уделяется созданию энергоресурсосберегающих конструкций машин для фракционной сортировки картофеля с меньшей повреждаемостью клубней, но высокой точностью сортировки, обоснованию их технологических рабочих процессов и параметров рабочих органов, а также, снижению себестоимости картофеля и аналогичной продукции посредством широкого внедрения в производство современных технических средств. Вместе с тем, одной из важных задач является создание упрощенных типов экономически выгодных конструкций машин для переработки урожая корнеплодов.

В нашей Республике проводятся масштабные мероприятия по снижению трудо- и энергозатрат процесса сортировки урожая картофеля, экономии ресурсов и разработке высокоэффективной ресурсосберегающей техники и технологий. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы определены некоторые задачи, в частности, «...увеличение доходов фермеров не менее чем в 2 раза за счет интенсивного развития сельского хозяйства на научной основе, достижение ежегодного прироста сельского хозяйства не менее чем на 5%, специализировать районы на выращивание конкретных культур»². Одним из важных вопросов при решении этих задач, в том числе по энерго и ресурсосбережению, является техническая и технологическая модернизация машин точной сортировки без повреждения картофеля.

Данное диссертационное исследование в определенной мере способствует реализации задач, поставленных в Указах Президента Республики Узбекистан за № УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы» от 28 января 2022 года, № УП-5853 «Об утверждении стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы» от 23 октября 2019 года, и в Постановлении Президента Республики Узбекистан за № ПП-4410 «О мерах по

¹ Бесценный дар земли в новом свете. Годовой обзор: Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных наций. – Рим, 2008.

² Указ Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы».

ускоренному развитию сельскохозяйственного машиностроения, государственной поддержке обеспечения аграрного сектора сельскохозяйственной техникой» от 31 июля 2019 года, а также в других нормативно-правовых документах, касающихся данной сферы.

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. Исследования по созданию машин для сортировки картофеля, исследования показателей их работы, а также обоснованию параметров проводили зарубежные исследователи А.А.Сорокин, Н.В.Бышов, Н.И.Верецагин, С.А.Плахов, П.Н.Волосевич, В.Ф.Гилванов, Е.Е.Орешин, С.П.Игнатов, А.Л.Шкляев, К.Л.Шкляев, Н.Н.Якутин, С.В.Заводнов, В.С.Бочкарев, О.В.Гордеев, В.П.Горячкин, М.Е.Мацепуро и другие.

В нашей Республике научно-исследовательские работы по техническим средствам картофелеводства проводились Н.Байбобоевым, Р.Бойметовым, Р.Норчаевым, Д.Норчаевым, А.Тухтакузиевым, Р.Рустамовым, Х.Шодмоновым, Т.Худойбердиевым, Г.Бахадировым, Б.Умаровым и другими учёными.

Исследования способов сортировки картофеля, анализа технико-технологических и конструктивных решений показывают, что проблема совершенствования и развития процесса сортировки картофеля и технических средств до конца не разработана. Данная научная работа выполнена в соответствии с указами и планами, принятыми нашим правительством по повышению урожайности и качества сельскохозяйственной продукции посредством создания инновационных технологий и новой техники для сельского хозяйства.

Связь исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, в котором выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планами Ферганского политехнического института и Научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства в рамках научного проекта КА-3-015 «Совершенствование существующих и разработка новых ресурсосберегающих технических средств для возделывания картофеля» (2015-2017).

Целью исследования является разработка конструкции высокопроизводительной сортировочной машины с усовершенствованной сортировочной поверхностью, предназначенной для разделения клубней картофеля на несколько фракций по внешним размерам, и обоснование ее параметров.

Задачи исследования:

анализ проблем обоснования конструктивных и технологических параметров сортировочных машин с учетом характеристики клубней картофеля;

изучение процесса взаимодействия рабочей поверхности картофелесортировочной машины с размерно-массовыми свойствами клубней;

изучение влияния технологических параметров рабочей поверхности сортировочной машины на точность сортировки;

разработка эффективной конструкции барабанной сортировочной машины с учетом свойств клубней картофеля;

выявление аналитических зависимостей сортировочной машины, представляющих собой процесс сортировки клубней на требуемом уровне;

исследование наклонов рабочей поверхности сортировочной машины, влияния скорости движения сортировочной поверхности на точность и эффективность сортировки;

проведение экспериментальных испытаний барабанной машины для сортировки клубней картофеля, обоснование рациональных параметров и режимов работы основных рабочих частей машины, а также оценка ее технико-экономических показателей.

Объектом исследования является барабанная машина для сортировки картофеля без повреждения клубней и ее рабочие части.

Предметом исследования являются процесс взаимодействия клубней картофеля с рабочей поверхностью сортировочной машины, аналитические зависимости основных параметров сортировочной машины с размерно-массовыми характеристиками клубней, способы определения параметров рабочих органов машины, закономерности точности сортировки в зависимости от параметров машины и режимов ее работы.

Методы исследования. В процессе исследования был использован ряд методов, в том числе: методы теоретической механики для расчета деталей машин при обосновании геометрических и кинематических параметров рабочих частей сортировочной машины, разработанных в ходе теоретических исследований; методы экспериментальных испытаний технологических машин, а также метод математического анализа результатов исследования.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана конструкция барабанной сортировочной машины, оснащенная эластичной сеткой, для высокоточной сортировки картофеля с незначительной повреждаемостью клубней;

получены аналитические зависимости, представляющие процесс, обеспечивающий необходимый уровень фракционной сортировки клубней сортировочной машиной, с учетом коэффициента трения качения и геометрических размеров картофеля;

разработано соотношение натяжения эластичной сетки с массой клубней картофеля, позволяющая установить диаметр барабана сортировочной машины;

получены уравнения регрессии, представляющие взаимовлияние наклона рабочей поверхности сортировочной машины и скорости движения сортировочной поверхности на точность сортировки.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана машина точной сортировки клубней картофеля по внешнему размеру, без повреждений;

при использовании предлагаемой машины для фракционной сортировки клубней, наблюдается точность сортировки картофеля и значительное снижение ее эксплуатационных расходов.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования подтверждается тем, что, теоретическое обоснование параметров и режимов работы машины фракционной сортировки клубней картофеля по внешним размерам, осуществлялось с использованием современных методов и средств измерений, применялись основные правила и методы высшей математики и теоретической механики, результаты экспериментов обработаны при помощи методов математической статистики, адекватность результатов теоретических и практических исследований подтверждается положительными результатами полевых испытаний и внедрением в практику разработанной сортировочной машины.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования подтверждается обоснованностью параметров рабочих органов машины фракционной сортировки клубней картофеля в соответствии с их внешними размерами, обеспечивающих необходимое качество работы и возможностью использования полученных математических моделей и аналитических связей для обоснования параметров других подобных машин.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что разработанная сортировочная машина обеспечивает точность сортировки картофеля за счет снижения повреждения клубней при сортировке, позволяет снизить трудозатраты и повысить производительность труда.

Внедрение результатов исследования. На основании полученных научных результатов исследования совершенствования картофелесортировочной машины и обоснования ее параметров:

получен патент на полезную модель технического решения энерго- и ресурсосберегающей картофелесортировочной машины с минимальным повреждением клубней в Агентстве интеллектуальной собственности («Машина для сортировки корнеплодов», № FAP 01733-2021). В результате появилась возможность разработать конструкцию высокоточной картофелесортировочной машины;

картофелесортировочная машина апробировалась на полях фермерских хозяйств «Муким ота баракали замин» и «Музаффар фазли ери» Риштанского района Ферганской области (Справка Министерства сельского хозяйства № 02/023-3910 от 27 сентября 2021 года). В результате, по сравнению с сортировочными машинами другой конструкции, точность сортировки клубней выросла на 10-15 процентов, степень повреждения картофеля снизилась с 20,5-22,4 процента до 5,1-7,1 процента, трудоемкость на 20,0 процента, а эксплуатационные расходы сократились на 17,7 процента.

Апробация результатов исследования. Результаты диссертационного исследования обсуждены на 9 научно-практических конференциях, в том числе: 3 на международных и 6 на Республиканских конференциях.

Опубликованность результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 17 научных работ, из них 4 в научных журналах рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций доктора философии (PhD), 1 - в

журнале базе Scopus, 3 тезиса на международных конференциях, 9 - на республиканских конференциях, а также получен 1 патент на полезную модель от Агентства интеллектуальной собственности Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 112 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновываются актуальность и востребованность проведенного исследования, сформулированы цель и задачи, объект и предмет исследования, указано соответствие данной работы приоритетным направлениям развития науки и техники республики, описаны научная новизна и практические результаты исследования, раскрывается теоретическая и практическая значимость результатов проведенных исследований, приводятся сведения о внедрении результатов в практику, об апробации и публикации работы и структуре диссертации.

В первой главе диссертации, под названием **«Постановка проблемы и задачи исследования»**, представлен анализ существующих в Узбекистане технических средств картофелеводства, технологии и технических средств обработки собранного картофеля, способов сортировки картофеля, конструктивный анализ машины для сортировки картофеля, проанализированы существующие научно-исследовательские работы по размерно-массовым параметрам картофельных клубней, обоснованы цель и задачи исследования.

Во второй главе диссертации под названием **«Разработка конструкции высокоэффективного барабанного сортировочного оборудования и теоретическое исследование процесса его работы»** приведены результаты проведенных исследований по совершенствованию барабанных сортировочных машин, применяемых при сортировке клубней картофеля, теоретического обоснования конструкции разработанной машины и ее рабочих деталей.

На основании исследований разработана конструктивная схема машины, предназначенной для фракционной сортировки клубней картофеля по внешним размерам, с рабочей поверхностью, натянутой на барабаны, установленные под горизонтальным наклоном на разной высоте, концы которого состоят из гибкого крепящегося элемента, а также получен патент Республики Узбекистан на полезную модель с новыми техническими решениями за № FAP 01733-2021.

Барабанная сортировочная машина включает ведущий барабан-1, приводной барабан-2, присоединенный эластичный материал с сетчатыми торцами-4 с отверстиями разного размера квадратной формы-3, опоры для крепления барабанов с подшипниками-5. Привод барабана-1 передается от электродвигателя-6 и редуктора-7 посредством ременной или цепной передачи-8 (Рис. 1а, 1б).

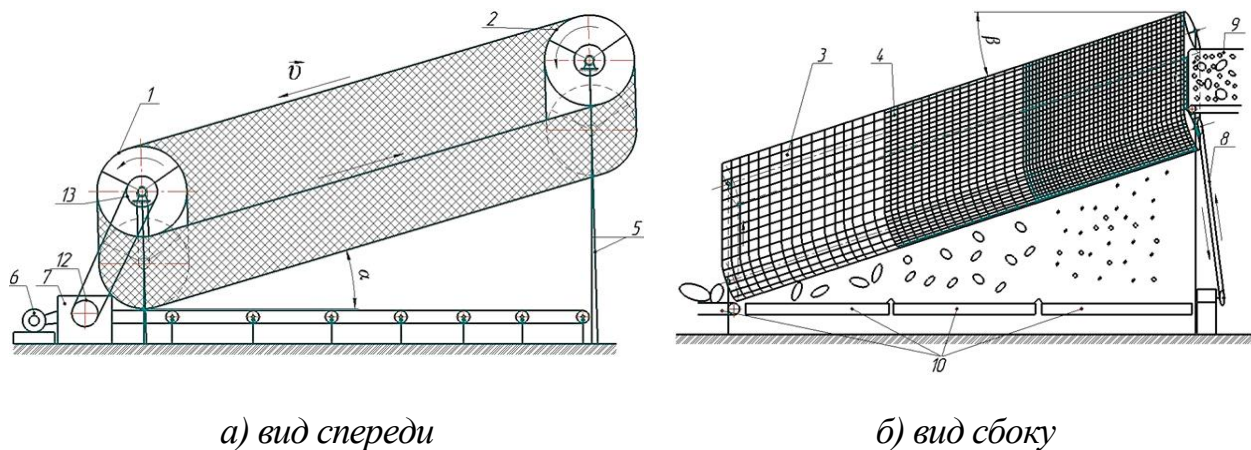


Рис. 1. Схема предлагаемой машины

Исследования и анализ показывают, что для того, чтобы картофель отсортировывался с 95% точностью, наиболее подходящими с точки зрения геометрических размеров, объема и материалозатратности сортировочной поверхности являются отверстия квадратной формы. Коэффициент проницаемости которых может быть выражен следующим образом

$$\lambda_{ш} = \frac{\pi}{3,45} = 0,91. \quad (1)$$

Таким образом, при выборе формы отверстий мы отдаем предпочтение квадратной форме с высоким коэффициентом проницаемости, простой технологией подготовки и высокой прочностью сортировочной поверхности.

В качестве основных параметров рекомендуемой машины для сортировки клубней картофеля можно отметить следующие: линейная скорость эластичной сетки, $V_{эс}$; длина эластичной сетки $l_{эс}$ и ширина, $B_{эс}$; диаметр барабана D_b и длина l_b ; углы наклона эластичной сетки, α и β ; расход мощности машины, N .

Для рассмотрения качественной реализации технологического процесса обоснования вышеперечисленных параметров проведем теоретическое исследование.

С технологической точки зрения нельзя допускать взаимодействия сортирующихся клубней картофеля с барабаном. При этом, скорость эластичной сетки должна быть такой, чтобы картофель большого диаметра, перемещаясь по поверхности сетки, успел соскользнуть с сортировочной поверхности.

В целях упрощения исследования по изучению движения картофеля по наклонной сетчатой поверхности, мы будем рассматривать форму картофеля, как эллипсоид при первом приближении, а поверхность его поперечного сечения в виде эллипса, и изучим движение картофеля по сетчатой поверхности сортировщика в соответствии со схемой, представленной на рис. 2. Из нее видно, что в процессе сортировки картофель перемещается по оси абсцисс вместе с сетчатой поверхностью со скоростью $V_{эп}$, и по поперечному сечению сетчатой поверхности со скоростью V_k , а абсолютная скорость картофеля будет равна

$$\vec{V}_a = \vec{V}_{эп} + \vec{V}_k. \quad (2)$$

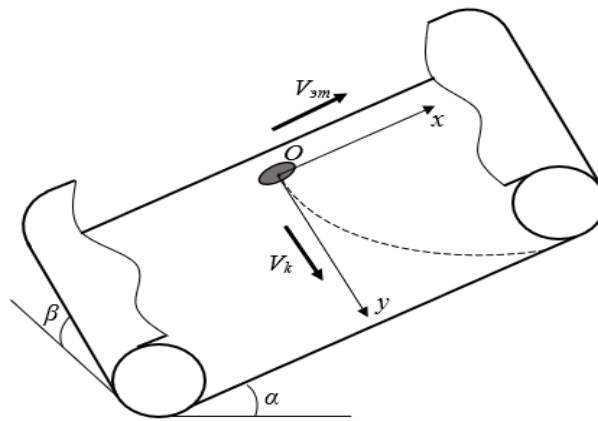


Рис. 2. Схема исследования движения сетчатой поверхности сортировщика картофеля

Изучим движение картофеля по поперечному сечению поверхности сетки в соответствии с расчетной схемой, представленной на рис. 3. Запишем соотношение между силами в схеме, представленной на рис. 3, следующим образом

$$G_k \sin \beta - \frac{f_d G_k}{r} = m_k \bar{a}, \quad (3)$$

где G_k -сила тяжести картофеля, N; N -сила нормальной реакции, N; $F_{к.шл}$ -сила трения, N; m_k -масса картофеля, kg; a -ускорение, m/s².

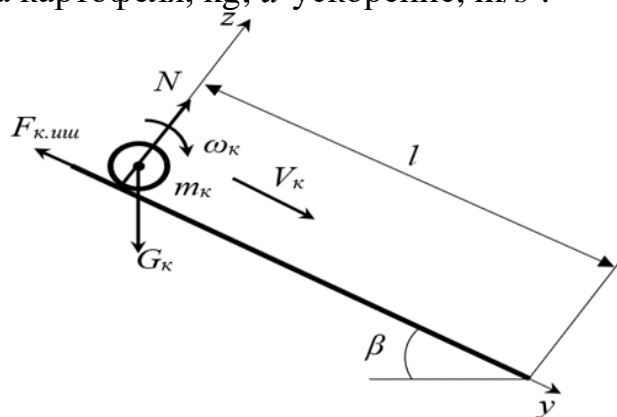


Рис. 3. Схема исследования движения картофеля по наклонной плоскости

Спроецируем уравнение (3) на осях z и y , а именно на оси y

$$m_k g \sin \beta - \frac{f_d m_k g}{r} = m_k \bar{a}, \quad (4)$$

на оси z

$$-G_k \cos \beta + N = 0, \quad (5)$$

где β - угол наклона относительно поперечной плоскости, grad.

Выразим силу трения качения при движении картофеля по сетчатой поверхности следующим образом

$$F_{\text{к.иш}}^{\text{д}} = \frac{f_{\text{д}} G_{\text{к}}}{r}, \quad (6)$$

где $f_{\text{д}}$ -коэффициент трения качения, м; r -радиус картофеля, м.

С учетом равенства, определения силы трения качения (6), перепишем выражение (4) следующим образом

$$g \sin \beta - \frac{f_{\text{д}} g}{r} = \bar{a}. \quad (7)$$

Учитывая, что сила тяжести согласно теоретической механике равна $G = m_{\text{к}} g$, выражение (8) можно записать в виде

$$m_{\text{к}} g \sin \beta - \frac{f_{\text{д}} m_{\text{к}} g}{r} = m_{\text{к}} a. \quad (8)$$

Сократив, при помощи деления две стороны выражения (8) на $m_{\text{к}}$, вычислим значение a

$$g \sin \beta - \frac{f_{\text{д}} g}{r} = a. \quad (9)$$

Интегрируя выражение (9), мы определяем скорость движения качения картофеля по поперечному сечению поверхности сетки

$$V_{\text{к}} = V_{\text{к}0} + \left(g \sin \beta - \frac{f_{\text{д}} g}{r} \right) t, \quad (10)$$

где $V_{\text{к}0}$ – начальная скорость клубней картофеля, м/с; t -время, с.

Чтобы получить численное решение выражения (10), вычислим коэффициент трения картофеля экспериментальным методом.

Найдем численное решение выражения (10), опираясь на результаты исследований и доступные значения параметров. Принимаем следующие значения параметров: $V_{\text{к}0} = 0$; $g = 9,8 \text{ м/с}^2$; $\varphi = 12 \div 20^\circ$; $f_{\text{д}} = 0,21 \div 0,36$; $r = 4 \text{ см}$; $t = 1 \text{ с}$.

Согласно числовому решению выражения (10), выявлено, что скорость, с которой перемещаются клубни картофеля по поперечному сечению сортировочной поверхности равна $1,5 \div 2,4 \text{ м/с}$. Учитывая последовательность выполнения технологического процесса, картофель подается в сортировочную машину с помощью ленточного конвейера. Это означает, что картофель обязательно будет иметь начальную скорость, когда приземлится на сортировочную поверхность картофелесортировочной машины.

Выразим скорость сортировочной поверхности машины для сортировки, используя уравнения (2) и (10)

$$V_{\text{эт}} = V_{\text{а}} - V_{\text{к}0} - \left(g \sin \beta - \frac{f_{\text{д}} g}{r} \right) t. \quad (11)$$

Опираясь на данные, приведенные выше, рассчитав численное решение выражения (11), вычислим скорость сортировочной поверхности. Учитываем следующие значения параметров: $V_{\text{а}} \leq 3 \text{ м/с}$; $V_{\text{к}0} = 0,5 \text{ м/с}$.

Вычисления показали что, чтобы картофель не повреждался в процессе сортировки, скорость сортировочной поверхности должна быть в диапазоне $0,1-1 \text{ м/с}$.

В ряде исследований приводятся сведения о том, что точность сортировки и производительность становятся выше при увеличении длины сортировочной поверхности до 1,9 м. Опираясь на эти данные, в нашем исследовании, длина сортировочной поверхности будет равна 2 метрам.

Принимая во внимание тот факт, что в процессе сортировки клубни картофеля начинают перемещаться с середины всей ширины сортировочной поверхности, соотношение между их скоростями можно выразить следующим образом

$$V_c \leq \frac{V_k}{2}. \quad (12)$$

Учитывая вышеуказанные расчеты, скорость сортировочной поверхности примем как: $V_c=0,75 \div 0,8$ m/s.

Таким образом, важно выбрать значения углов наклона эластичной сетки, которые обеспечат качественное протекание технологического процесса. Следовательно, чтобы клубень картофеля перемещался по поперечному сечению эластичной сетки без начальной скорости со скоростью $1,5 \div 1,6$ m/s необходимо чтобы угол был в диапазоне $\beta=10 \div 150$, а угол α должен быть меньше или равен углу β .

Клубни картофеля в технологическом процессе сортировочных машин перемещаются по разным поверхностям. Эти поверхности могут быть в виде плоских досок или решетчатых поверхностей сит. Кроме этого, из-за того, что форма клубней очень разнообразна, очень сложно заранее определить характер их движения по рабочей и вспомогательной поверхностям сортировочных машин. Анализ взаимодействия клубней с рабочими органами картофелесортировочных машин показывает, что клубни картофеля могут перемещаться скользя или катясь по поверхностям. Чтобы изучить движение вороха клубней картофеля по наклонной поверхности, движущейся в поперечном направлении, необходимо определить угол наклона начального скольжения и качения клубней по плоской поверхности и решеткам.

Опираясь на результаты проведенных исследований, мы определим коэффициент трения скольжения и качения клубней картофеля по сетчатым поверхностям, используя следующее выражение

$$f = tg\varphi. \quad (13)$$

Согласно которому, коэффициент трения качения находится в диапазоне $10 \div 20$.

При обосновании диаметра барабана сортировочной машины мы использовали методы расчета для ленточных конвейеров. Большое значение при этом имеет правильный выбор диаметра барабана. Потому что с увеличением диаметра барабана условия, эксплуатация эластичной сетки улучшаются, но увеличиваются ее геометрические размеры и масса. Поэтому очень важно определить оптимальное значение диаметра барабана.

Выразим диаметр картофелесортировочной машины посредством следующего выражения

$$D_6 \geq \frac{360 \cdot F_T}{B p_{\dot{y}p} \cdot \pi \cdot \eta \cdot \mu}, \quad (14)$$

где F_m -сила натяжения эластичной сетки, N; B -ширина эластичной сетки, m; $p_{\dot{y}p}$ – среднее давление на дуге скольжения, которое эластичная сетка оказывает на поверхность барабана, N/m²; η -угол охвата, grad; μ -коэффициент полезного действия.

На рис. 4 показана схема определения диаметра барабана машины для сортировки картофеля.

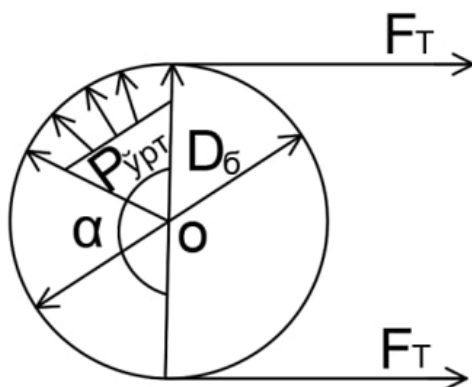


Рис 4. Схема определения диаметра барабана картофелесортировочной машины

Для того чтобы предлагаемая картофелесортировочная машина качественно осуществляла указанный технологический процесс, эластичная сетка должна иметь определенное натяжение. Исследования натяжение мы рассматриваем картофелесортировочную машину как частный случай ленточной передачи с равным количеством двухкивной передачи (Рис. 5). Поэтому выразим силу натяжения следующим выражением

$$F_T = \frac{G \cdot \cos \alpha \cdot a}{4b} \frac{E \cdot A \cdot b^2}{a^2}, \quad (15)$$

где G -вес картофельных клубней, Н; a -расстояние между опорами барабана, м; b -расстояние изгиба эластичной сетки, м; E -эластичность модулей при натяжении эластичной сетки, Н/м²; A -поверхность поперечного сечения эластичной сетки, м².

Учитывая выражение (15) выразим неравенство (14) следующим образом

$$D_6 \geq \frac{90 \cdot (G \cdot \cos \alpha \cdot a^3 - 4E \cdot b^3)}{b \cdot a^2 \cdot B \cdot P_{\dot{y}p} \cdot \pi \cdot \eta \cdot \mu}. \quad (16)$$

Используем следующие значения параметров численного решения неравенства (16): $G=50$ N; $\alpha=10^\circ$; $a=2$ m; $E=5 \cdot 10^6$ N/m²; $A=0,01$ m²; $b=0,01$ m; $B=2$ m; $P_{\dot{y}p}=7 \cdot 10^5$ N/m²; $\mu=0,2$; $\eta=3,14$.

Согласно произведенным вычислениям диаметр барабана картофелесортировочной машины $D_6 \geq 304$ mm. Поэтому будем принимать диаметр барабана машины для сортировки картофеля равным 300 mm.

Важным фактором для любых машин, применяемых в технологических процессах, считается энергоэффективность. По этой причине особое внимание мы уделим определению энергопотребления исследуемой машины для сортировки картофеля. Представим мощность машины для сортировки картофеля следующим образом

$$N = M \cdot \omega, \quad (17)$$

где M – крутящий момент вала картофелесортировочной машины, Nm; ω – угловая скорость барабана картофелесортировочной машины, rad/s.

Сила вращения имеет важное значение при приведении в движение рабочих органов ротационных машин. Выразим эту силу вращения следующим образом

$$F_{\text{айл}} = \frac{2M}{D_6}, \quad (18)$$

где D_6 – диаметр барабана, м.

Соотношение между силой вращения и силой натяжения в эластичной сетке также может быть выражено в соответствии с формулой Эйлера следующим образом

$$F_{\text{айл}} = 2 \cdot F_T \frac{e^{f\eta} - 1}{e^{f\eta} + 1}, \quad (19)$$

где e – основание натурального логарифма; f – коэффициент трения между барабаном и эластичной сеткой; η – угол охвата барабана эластичной сеткой, grad.

Принимая во внимание значение выражений (17), (18) и (19), перепишем выражение (16) следующим образом

$$N = \left(\frac{G \cdot \cos \alpha \cdot a}{4b} - E \cdot A \cdot \frac{b^2}{a^2} \right) \cdot \left(\frac{e^{f\eta} - 1}{e^{f\eta} + 1} \right) D_6 \cdot \omega. \quad (20)$$

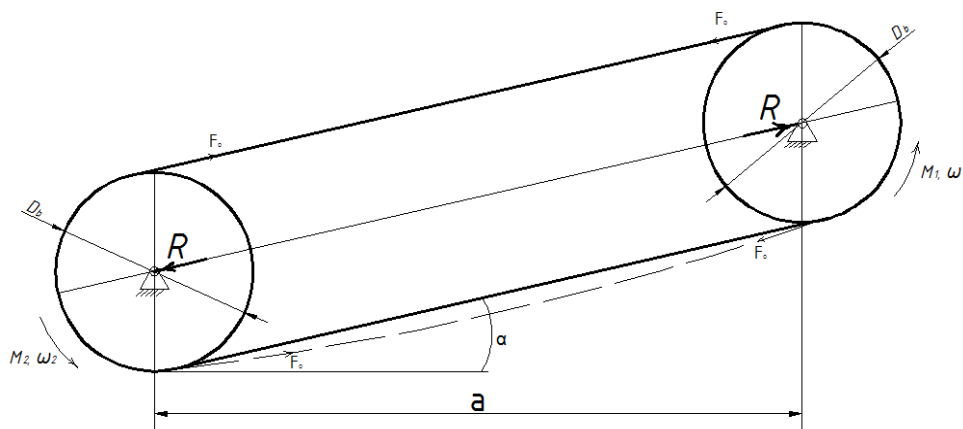


Рис. 5. Силы, воздействующие на картофелесортировочную машину

Если угловая скорость барабана вычислять по формуле

$$\omega_6 = \frac{V_c}{R_6}, \quad (21)$$

то выражение (2.6) можно представить как

$$N = \left(\frac{G \cdot \cos \alpha \cdot a}{4b} - E \cdot A \cdot \frac{b^2}{a^2} \right) \cdot \left(\frac{e^{f\eta-1}}{e^{f\eta+1}} \right) 2 \cdot V_c. \quad (22)$$

Чтобы определить требуемую мощность, найдем численное решение выражения (22) используя данные значения параметров: $G=50 \text{ N}$; $\alpha=180^\circ$; $a=2 \text{ m}$; $E=5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$; $A=0,01 \text{ m}^2$; $b=0,01 \text{ m}$; $e=2,7$; $f=0,8$; $V_c=0,8 \text{ m/s}$; $\eta=3,14$.

Числовое решение выражения (23) показало, что требуемая мощность равна $N=0,55 \text{ kVt}$.

Правильный выбор механизмов привода для проектирования любой технологической машины имеет очень важное значение. При расчете производительности предлагаемой сортировочной машины мы учитываем вышеуказанные параметры. Кинематическая схема сортировочной машины показана на рис. 6, которая состоит из: 1-электродвигатель, 2-муфта, 3-редуктор, 4-ведущий шкив, 5-ремень, 6-ведомый шкив, 7-ведущий барабан, 8-сортировочная поверхность, 9-ведомый барабан.

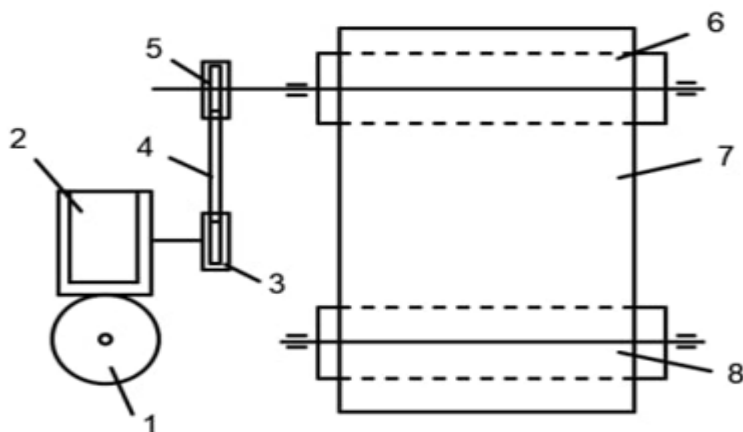


Рис. 6. Кинематическая схема сортировочной машины

Выразим требуемую мощность в соответствии со схемой, представленной на рисунке 6, следующим образом

$$N_{\text{дв}} = \left(\frac{G \cdot \cos \alpha \cdot a}{4b} - E \cdot A \cdot \frac{b^2}{a^2} \right) \cdot \left(\frac{e^{f\eta-1}}{e^{f\eta+1}} \right) 2 \cdot V_c / \phi_{\text{ч}} \cdot \phi_{\text{т}}. \quad (23)$$

Сортировочной машине требуется мощность $N=0,55 \text{ kVt}$. Но, учитывая потери в механизмах привода, затрачиваемая мощность должна иметь большее значение. С учетом КПД ременной и червячной передач данных потерь ($\phi_{\text{ч}}=0,85$, $\phi_{\text{т}}=0,96$), мощность электродвигателя должна составлять $0,67 \text{ kVt}$.

Машина эффективно использует поверхность сортировки, поскольку диаметр барабанов намного меньше диаметра эластичной сетки, тот факт, что барабаны установлены под наклоном на разной высоте относительно горизонта,

позволяет клубням перемещаться вместе с поверхностью сортировки, и картофель сортируется точно, без повреждений.

На основании проведенных анализов и теоретических исследований рекомендуется машина новой конструкции с высокой производительностью, учитывающая недостатки существующих сортировочных машин (Рис. 7).

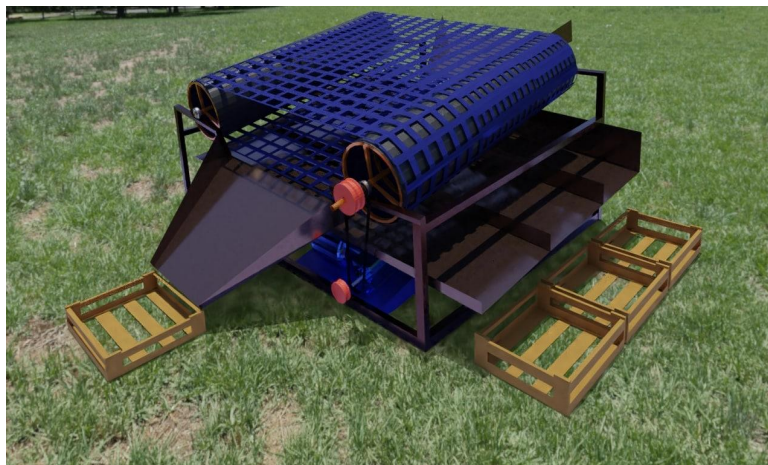


Рис. 7. Вид предлагаемой машины, созданный посредством компьютерных программ

В третьей главе диссертации, под заголовком **«Методика и результаты экспериментальных исследований»**, приведены программа проведения экспериментов в лабораторных условиях лаборатории и на производстве, результаты проведенных исследований по обоснованию параметров и оптимальных значений режимов работы сортировочной машины.

Для проведения однофакторного эксперимента на сортировочную поверхность выложено 30 клубней картофеля одной фракции. Для рабочей поверхности были установлены продольный уклон и скорость. Опыт показал, что при скорости $V=0,75$ m/s, поперечном наклоне в 12° , и продольном наклоне в 12° точность сортировки составляет 86 % (Рис. 8).

Видеозаписи показали, что при скорости просеивающей поверхности 0,75 m/s, при продольном наклоне просеивающей поверхности 15° и поперечном менее 12° клубни начинали двигаться в сторону верхнего барабана, а при скорости выше 20° они начинали двигаться в сторону нижнего барабана.

При скорости сортировочной поверхности 0,78 m/s, продольном наклоне сортировочной поверхности 15° наблюдается зависимость скорости сортировочной поверхности от ее поперечного наклона. Как видно из графика, при поперечном наклоне в 15° наблюдалась качественная сортировка клубней, она составляет 92 % (Рис. 9).

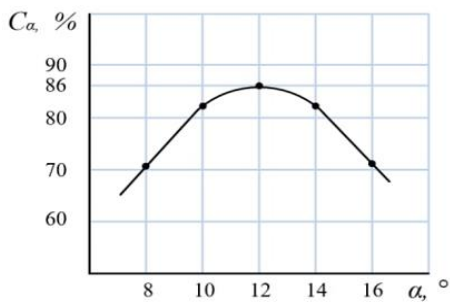


Рис. 8. Зависимость точности сортировки от поперечного уклона при $\beta=12^\circ, V=0,75 \text{ m/s}$

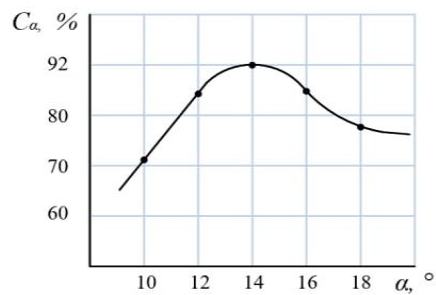


Рис. 9. Зависимость точности сортировки от поперечного уклона при $\beta=15^\circ, V=0,78 \text{ m/s}$

Если скорость сортировочной поверхности составляет $0,8 \text{ m/s}$, а продольный наклон сортировочной поверхности достигает 18° , а поперечный наклон сортировочной поверхности составляет 22° , наблюдается снижение качества сортировки клубней (Рис. 10).

На более поздних стадиях эксперимента процесс сортировки осуществлялся путем изменения поперечного уклона в диапазоне $14-22^\circ$ при скорости сортировочной поверхности $0,8 \text{ m/s}$ и продольного уклона сортировочной поверхности в 18° .

Когда продольный наклон сортировочной поверхности составлял 15° , поперечный наклон - 14° , а скорость сортировочной поверхности составляла $0,8 \text{ m/s}$, наблюдалась максимальная точность сортировки, то есть около 95 процентов (Рис. 11).

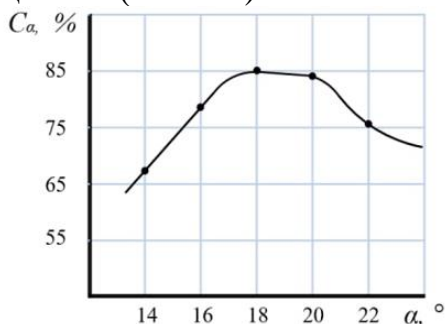


Рис. 10. Зависимость точности сортировки от поперечного уклона при $\beta=18^\circ, V=0,8 \text{ m/s}$

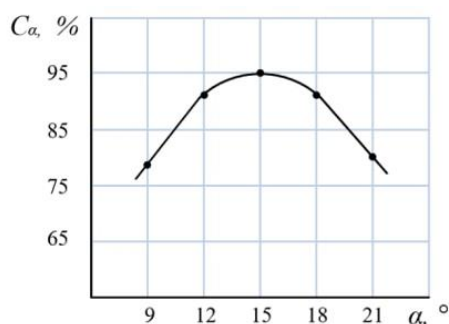


Рис. 11. Зависимость точности сортировки от поперечного уклона при $\beta=15^\circ, V=0,8 \text{ m/s}$

При обработке видеоматериалов установлено, что на точность сортировки влияют углы наклона сортирующей поверхности и ее скорость, но не по отдельности, а все три одновременно и взаимосвязано. В теоретических исследованиях выявлено, что наиболее оптимальными значениями этих параметров являются: продольный наклон сортировочной поверхности 15° , поперечный наклон - 14° , при скорости сортировочной поверхности $0,8 \text{ m/s}$.

Значения уровня и интервалов изменения факторов, определенных на основании приведенных выше теоретических исследований и однофакторных экспериментов, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

**Факторы, их условное обозначение, диапазон варьирования
и уровень (экспериментальные условия)**

Наименование факторов	Единица измерения	Обозначение факторов	Диапазон изменений	Уровень факторов		
				-1	0	+1
Скорость поверхности сортировки	m/s	x_1	0,15	0,7	0,8	0,90
Продольный уклон сортировочной поверхности	градус	x_2	2	12	15	25
Поперечный уклон сортировочной поверхности	градус	x_3	1	10	14	20

Результаты эксперимента обрабатывались в указанном порядке и было получено следующее уравнение регрессии, адекватно описывающее критерии оценки:

- по точности сортировки клубней картофеля (%)

$$y = 84,75 - 1,6x_1 - 1,2x_2 - 2,3x_3 - 5,75x_1^2 + 2,25x_1x_2 + 0,75x_1x_3 - 7,75x_2^2 + 2x_1x_3 + 7,75x_3^3. \quad (24)$$

Таким образом, были определены оптимальные параметры сортировочной машины, отвечающие вышеуказанным условиям: скорость сортирующей поверхности 0,8 m/s; продольный уклон сортировочной поверхности 15°; поперечный уклон сортировочной поверхности 14°.

При этих значениях факторов точность сортировки машины составила 95 процентов соответственно.

Результаты экспериментов, проведенных в производственных условиях. Опытный вариант разработанной сортировочной машины прошел испытания на полях фермерских хозяйств «Муқим ота баракали замин» и «Музаффар файзли ери» Риштанского района Ферганской области с 01.11.2021 по 30.11.2021 года по методике, разработанной в 3.4 разделе. В ходе апробационного эксперимента по изучению выносливости машины, при сортировке 10 тонн продукта в сортировочной машине, машина не изменила своего состояния. При определении показателей повреждаемости клубней картофеля в процессе сортировки выявлено, что показатель повреждаемости клубней картофеля в процессе проведенного эксперимента не превысил 5 процентов.

В четвертой главе диссертации, озаглавленной «**Экономическая эффективность сортировочной машины новой конструкции**» приводится краткая техническая характеристика сортировочной машины клубней картофеля, результаты полевых испытаний и ее рентабельность.

Опытный вариант машины надежно выполнил заданный при испытаниях технологический процесс, и его характеристики полностью соответствовали предъявляемым требованиям.

Разработанная барабанная сортировочная машина, по сравнению с другими типами сортировочных машин позволила повысить точность сортировки клубней

на 10-15 %, а степень повреждения клубней картофеля снизилась с 20,5-22,4 % до 5,1-7,1 %, а затраты труда на 20,0 %. Операционные расходы снизились на 17,7 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведённых исследований по теме диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) «Обоснование конструктивно-технологических параметров сортировочной машины с учетом производительности картофельных клубней» сделаны следующие выводы:

1. Анализ состояния и перспективы развития методов и конструкций технических средств сортировки клубней картофеля, а также проведенных исследований по совершенствованию данных конструкций позволило разработать конструкцию машины, обеспечивающую точную сортировку клубней картофеля.

2. Доказано, что изучение геометрических форм и размерно-массовых показателей клубней разных сортов картофеля эффективно при использовании барабанной сортировочной машины.

3. В результате теоретических исследований установлено, что скорость сортировочной поверхности - 0,8 м/с, скорости подачи картофельного вороха на поверхность сортировочной машины - 4,5 кг в секунду, коэффициенте трения скольжения - 30°, коэффициенте трения качения - в диапазоне 10÷20°, поперечном наклоне машины - 14°, а продольном - 15° достигается сортировки клубней разных сортов с 95 процентной точности.

4. Разработаны аналитической зависимости определения основных параметров сортировочной машины, обеспечивающие снижение степени повреждения клубней с 20,5 до 5,4-7,1 процента при фракционной сортировке урожая картофеля.

5. В результате проведенных исследований, с учетом характеристик клубней картофеля, была разработана эффективная конструкция барабанной сортировочной машины и получен патент на полезную модель («Машина для сортировки корнеплодов» № FAP 01733-2021 г.) Агентства интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. В результате была разработана конструкция точной картофелесортировочной машины.

6. Исследования, проведенные методом математического планирования, показали, что 95 процентная точность фракционной сортировки достигается при наличии следующих факторов, влияющих на сортировку клубней картофеля: скорость сортировочной поверхности - 0,8 м/с, продольный наклон сортировочной поверхности - 15°, поперечный наклон сортировочной поверхности - 14°.

7. При использовании разработанной картофелесортировочной машины затраты труда снижаются на 20,0 %, а эксплуатационные расходы на 17,7 %. Экономическая эффективность одной барабанной сортировочной машины составляет 16895775 сумов.

**SCIENTIFIC COUNCIL TO AWARDING OF THE SCIENTIFIC
DEGREES PhD.03/30.12.09.2019.T.90.01AT THE NAMANGAN
ENGINEERING CONSTRUCTION INSTITUTE**

FERGHANA POLYTECHNIC INSTITUTE

OBIDOV NURIDDIN GOFUROVICH

**JUSTIFICATION OF THE DESIGN AND TECHNOLOGICAL
PARAMETERS OF THE SORTING MACHINE, TAKING INTO
ACCOUNT THE INDICATORS OF POTATO TUBERS**

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

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

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/T2128.

The dissertation was carried out at the scientific Fergana polytechnic institute.

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

Scientific supervisor:	Bahadirov Gayrat Atahanovich doctor of technical science, professor
Official opponents:	Norchaev Davron Rustamovich doctor of technical science, senior researcher Temirov Saidrakhim Umarovich PhD of technical science
Leading organization:	Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies

The defense of the dissertation will be held at 14⁰⁰ on «26» november 2022 year at the scientific council meeting No.PhD.03/30.12.09.2019.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).

The dissertation is available at the Information-resource center of the the Namangan enineering construction institute (registration number 1802). 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).

The abstract from the thesis is distributed « 08» november 2022 y
(Mailing protocol № 30 august « 31», 2022 y).



N.G. Bayboboiev
Chairman of the scientific council for awarding of scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

V.M. Turdaliev
Scientific secretary of scientific council awarding 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 PhD thesis)

The aim of the research work to develop a design of an improved sorting surface and a high-efficiency sorting machine designed to separate potato tubers into several fractions according to their external dimensions, and to substantiate its parameters.

The objects of research as potato stalks, a drum machine that sorts potato stalks according to their external dimensions, and its working parts.

The scientific novelty of the research is as follows:

the structure of the drum sorting machine equipped with elastic mesh with less broken and disclosed potato tubers was produced;

analytical links that complete the process of sorting machines to distribute the pods at the required level and ensure the sorted work are produced taking into account the coefficient of rolling friction and the geometric dimensions of potatoes;

the link that can determine the diameter of the sorting machine drum is made taking into account the elasticity of the elastic net and the mass of the potato tubers;

regression equations representing the joint effect of sorting machine working surface slopes and sorting surface movement speed on sorting accuracy were derived.

Implementation of the research result. Based on the scientific results obtained on the improvement of the potato sorting machine and the justification of its parameters:

a utility model patent has been obtained from the Intellectual Property Agency for an energy and resource-efficient sorting machine that is less harmful to potatoes («Root Sorting Machine», FAP 01733-2021). As a result, it became possible to develop the design of a sorting machine that accurately sorts potatoes;

potato sorting machine was introduced at «Muqim ota barakali zamin» and «Muzaffar fayzli yeri» farms in Rishtan district of Fergana region (reference of the Ministry of Agriculture No. 02/023-3910 dated September 27, 2021). The developed drum sorting machine has increased the sorting accuracy of the ends by 10-15% compared to other types and sorts of sorting machines, and the degree of damage to the potato tubers has decreased from 20.5-22.4% to 5.1-7.1%, labor costs by 20.0%. Operating costs decreased by 17.7%.

Structure and volume of the dissertation. The content of the dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation was 112 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Патент РУз. № IAP 06358. Барабанная мелница. Хасанов С.Р., Шукуров Р.У., Таджиходжаева М.Р., Шукуров Т.Р., Хайруллаев А.А., Хасанов Ж.А., Обидов Н.Г. и др. – Бюлл., №12. – 2020.

2. Бахадиров Г.А., Умаров Б.Т., Обидов Н.Г. Картошка туганакларини саралаш учун янгича конструкциядаги барабанли саралаш машинаси // ФарПИ илмий-техник журналы. – Фарғона, 2021. – №1. –Б. 19-23. (05.00.00; №20).

3. Бахадиров Г.А., Умаров Б.Т., Обидов Н.Г. Янги конструкциядаги саралаш машинаси ишчи юзасининг қиялигини аниқлаш // ФарПИ илмий-техник журналы. – Фарғона, 2021. – №3. – Б. 9-12. (05.00.00; №20).

4. Bahadirov G.A., Umarov B.T., Obidov N.G'. Kartoshkani saralash uchun ishlatiladigan mashinalarining tahlili // ФарПИ илмий-техник журналы. – Фарғона, 2021. – №6. – Б. 35-39. (05.00.00; №20).

5. Bahadirov G.A., Umarov B.T., Obidov N.G'. Determination of angles of sliding and rolling of potato tubers on surfaces consisting of different materials // Universum: технические науки. – Москва, 2022. – № 4/97. – С. 98-102.

II бўлим (II часть; II part)

6. Набиев Т.С., Умаров Б.Т., Обидов Н.Г. О методике оценки физико - механических свойств картофеля // «Приоритетные направления научных исследований. анализ, управление, перспективы» Международной научно-практической конференции. – Россия, Воронеж, 2021. - С. 20-24.

7. Bahadirov G.A., Umarov B.T., Obidov N.G', Tashpulatov S., Tashpulatov D. Justification of the geometric dimensions of drum sorting machine // IOP Conference Series. Earth and Environmental Science; Bristol, DOI: 10.1088/1755-1315/937/3/032043, (Scopus) 2021.

8. Bahadirov G., Umarov B., Obidov N., Sultonov T. Ildizmevalarni saralash uchun ishlatiladigan yangicha konstruksiyadagi barabanli saralash mashinasi // «Yangi O'zbekistonda islohotlarni amalga oshirishda zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish» mavzusida xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to'plami. – Andijon, 2021. – Б. 471-474.

9. Bahadirov G., Umarov B., Obidov N., Otabayev N.I. Ildizmevalarni saralash uchun ishlatiladigan yangicha konstruksiyadagi qurilmaning tahlili // «Arxitektura va shaxarsozlik:o'tmish, bugun, kelajak» mavzusida respublika ilmiy va ilmiy–amaliy anjuman materiallari to'plami. – Farg'ona, 2021. – Б. 496-498.

10. Bahadirov G.A., Umarov B.T., Obidov N.G'. Barabanli saralash mashinasining konstruktiv tahlili // «Sanoat injeneriyasining dolzarb muammolari»

mavzusida respublika ilmiy–amaliy anjuman materiallari to’plami. – Buxoro, 2021. – B. 54-55.

11. Bahadirov G.A., Umarov B.T., Obidov N.G‘. Kartoshkani saralash mashinalarining tahlili // «Mamlakatimizda zamonaviy avtomobillarga texnik xizmat ko’rsatish uzluksizligini ta’minlashning dolzarb muammolari va ularning samarador yechimlari» mavzusida respublika ilmiy va ilmiy-amaliy anjuman materiallari to’plami. – Farg’ona, 2021. – B. 419-423.

12. Bahadirov G.A., Umarov B.T., Obidov N.G‘. Ildizmevalarni saralashda barabanli saralash mashinalarining o’rni // «Mamlakatimizda zamonaviy avtomobillarga texnik xizmat ko’rsatish uzluksizligini ta’minlashning dolzarb muammolari va ularning samarador yechimlari» mavzusida respublika ilmiy va ilmiy-amaliy anjuman materiallari to’plami. – Farg’ona, 2021. – B. 423-426.

13. Bahadirov G.A., Umarov B.T., Obidov N.G‘., Asraqulov I.J. Tuganaklarni tashqi fraksiyalarga ajratuvchi qurilma // “Mamlakatimizda zamonaviy avtomobillarga texnik xizmat ko’rsatish uzluksizligini ta’minlashning dolzarb muammolari va ularning samarador yechimlari” mavzusida respublika ilmiy va ilmiy-amaliy anjuman materiallari to’plami. – Farg’ona, 2021. – B. 428-431.

14. Bahadirov G.A., Umarov B.T., Obidov N.G‘., Sultonov T.T. Yangicha konstruksiyadagi saralash mashinasining tahlili // «Fan va innovatsiya» mavzusida yosh olimlar xalqaro ilmiy anjumani materiallari to’plami. – Toshkent, 2021. – B. 178-179.

15. Bahadirov G.A., Umarov B.T., Obidov N.G‘., Sultonov T.T. Ildizmevalarni saralashda resurs tejovchi texnologiyalardan foydalanish // «Transportda resurs tejamkor texnologiyalar» mavzusida xorijiy olimlari ishtirokidagi respublika ilmiy – texnika anjuman materiallari to’plami. – Toshkent, 2021. – B. 91-94.

16. Obidov N.G‘., Turdiyev M. Ildizmevalarni saralash uchun ishlatiladigan mashinaning tahlili // «Mamlakatimizda zamonaviy avtomobillarga texnik xizmat ko’rsatish uzluksizligini ta’minlashning dolzarb muammolari va ularning samarador yechimlari» mavzusida respublika ilmiy va ilmiy-amaliy anjuman materiallari to’plami. – Farg’ona, 2021. – B. 411-414.

17. Obidov N.G‘. Saralash mashinasi ishchi yuzasining qiyaligini aniqlash // «Mamlakatimizda zamonaviy avtomobillarga texnik xizmat ko’rsatish uzluksizligini ta’minlashning dolzarb muammolari va ularning samarador yechimlari» mavzusida respublika ilmiy va ilmiy-amaliy anjuman materiallari to’plami. – Farg’ona, 2021. – B. 414-419.

Автореферат Наманган муҳандислик-қурилиш институти «Механика ва технология» илмий журнали тахририятида тахрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз тилларидаги мослиги текширилди (27.10.2022 й).

Босишга рухсат этилди 28.10.2022 й.
Бичими 60x84 $\frac{1}{16}$. «Times New Roman»
Гарнитурада рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табоғи 3. Адади 100 нусха.
Буюртма № 74.

НамМҚИ босмахонасида чоп этилди.
160103, Наманган ш., Ислом Каримов кўчаси 12-уй.