

**ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК-ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ  
PhD.03/30.06.2020.Т.111.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**  

---

**ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК-ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ**

**РУСТАМОВА НИГОРА РУСТАМОВНА**

**КАРТОШКА КОВЛАГИЧ МАШИНАСИ  
КОМБИНАЦИЯЛАШГАН ҚАЗИШ ИШЧИ ОРГАНИНИНГ  
ПАРАМЕТРЛАРИНИ АСОСЛАШ**

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

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

**Қарши – 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**

**Рустамова Нигора Рустамовна**

Картошка қовлагич машинаси комбинациялашган қазиш ишчи  
органининг параметрларини асослаш..... 3

**Рустамова Нигора Рустамовна**

Обоснование параметров комбинированного рабочего органа  
картофелекопательной машины..... 21

**Рустамова Нигора Рустамовна**

Justification of parameters of the combined working body of the potato  
harvester..... 37

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 41

**ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК-ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ  
PhD.03/30.06.2020.Т.111.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК-ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ**

**РУСТАМОВА НИГОРА РУСТАМОВНА**

**КАРТОШКА КОВЛАГИЧ МАШИНАСИ  
КОМБИНАЦИЯЛАШГАН ҚАЗИШ ИШЧИ ОРГАНИНИНГ  
ПАРАМЕТРЛАРИНИ АСОСЛАШ**

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

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

**Қарши – 2022**

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.2PhD/Г1207 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифаси ([www.qmii.uz](http://www.qmii.uz)) ва «ZiyoNet» Ахборот таълим порталида ([www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Маматов Фармон Муртозевич,  
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Тўхтақўзиев Абдусалим  
техника фанлари доктори, профессор

Абдурахманов Урал Нурматович  
техника фанлари номзоди, доцент

Етакчи ташкилот:

«ТИҚХММИ» МТУ Қарши ирригация ва  
агротехнологиялар институти

Диссертация ҳимояси Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти ҳузуридаги PhD.03/30.06.2020.Г.111.02 рақамли илмий кенгашнинг 2022 йил «22» НОЯБР соат 14<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 180100, Қарши ш., Мустақиллик кўчаси, 225-уй. Тел.: (+99875) 221-09-23, факс: (+99875) 224-13-95, e-mail: [kiei\\_info@edu.uz](mailto:kiei_info@edu.uz)).

Диссертация билан Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (38 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 180100, Қарши ш., Мустақиллик кўчаси, 225-уй. Тел.: (+99875) 221-09-23, факс: (+99875) 224-13-95, e-mail: [kiei\\_info@edu.uz](mailto:kiei_info@edu.uz)

Диссертация автореферати 2022 йил «8» НОЯБР куни тарқатилди.

(2022 йил «8» НОЯБР даги № 17 рақамли реестр баённомаси).



И.Т.Эргашев

Илмий даража берувчи илмий кенгаш  
раис Уринбосари, т.ф.д., профессор

Д.Ш.Чуянов

Илмий даража берувчи илмий кенгаш  
илмий котиби, т.ф.д., доцент

З.Л.Батиров

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

## КИРИШ

**Илмий-тадқиқот ишининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда картошкани йиғиб олиш ишларида энергия-ресурстежамкор ҳамда иш унуми юқори бўлган машиналарини қўллаш етакчи ўринлардан бирини эгалламоқда. «Дунё миқёсида картошка экиладиган майдон 22 млн. гектарни ташкил этишини ҳисобга олсак»<sup>1</sup>, иш сифати ва унуми юқори ҳамда ёнилғи сарфи кам бўлган картошкани йиғиб олишни амалга оширадиган техник воситалар ва қуроолларни амалиётга жорий этишни тақозо этади. Шу сабабли техник ва технологик жиҳатдан такомиллашган картошкани сифатли қазиб оладиган комбинациялаштирилган иш органли машиналарни ишлаб чиқаришни ўзлаштириш ва улардан картошка йиғиштиришда фойдаланиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда илдиз-мевали экинлар ҳосилини йиғиштириб олишни ресурстежамкор усуллари ва уларни амалга оширадиган техника воситаларини такомиллаштиришга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, картошка йиғиштириб олиш усуллари такомиллаштириш, уларни амалга оширадиган комбинациялаш қазувчи ишчи органли картошка ковлагич машиналарини яратиш, уларнинг технологик иш жараёни ва параметрларини асослашга аълоҳида эътибор берилмоқда.

Республикаимиз қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида илдиз-мевали экинларни етиштиришда қишлоқ меҳнат ва энергия сарфини камайтириш, ресурсларни тежаш, илғор технологиялар асосида маҳсулотларни йиғиб олиш ва юқори унумли қишлоқ хўжалик машиналарини ишлаб чиқиш, картошкани йиғиб олишда кам меҳнат ва ресурс сарфлаб, технологик жараёнларни сифатли бажарилишини таъминлайдиган техника воситаларини 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 суғориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатини янада яхшилаш, мелиорация ва ирригация объектлари тармоқларини ривожлантириш, қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқариши соҳасига интенсив усулларни, энг аввало, сув ва ресурсларни тежайдиган замонавий агротехнологияларни жорий этиш, унумдорлиги юқори бўлган қишлоқ хўжалиги техникасидан фойдаланиш»<sup>2</sup> вазифалари белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни бажаришда, жумладан картошкани йиғиб олиш жараёнида, Ўзбекистон тупроқ-иқлим шароитида белгилаган иш сифати ва кам энергия сарфлаш ҳисобига юқори унумдорликни таъминлайдиган комбинациялашган қазил иш органли картошка ковлагич машинасини ишлаб чиқишнинг илмий-техник ечимларини ишлаб чиқиш, ишчи қисмларининг юқори иш сифатини таъминлайдиган параметрларини асослаш каби

---

<sup>1</sup> <http://docplayer.ru>, <https://www.rosinformagrotech.ru>

<sup>2</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7-февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги Фармони

йўналишларда тадқиқотлар олиб бориш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Мазкур диссертация тадқиқоти Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2016 йил 23 декабрдаги ПҚ-2694-сон «2016-2020 йиллар даврида қишлоқ хўжалигини янада ислоҳ қилиш ва ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида», 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 меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга муайян даражада хизмат қилади.

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

**Муаммони ўрганилганлик даражаси.** Хорижда картошка ковлагич машиналарини яратиш, уларнинг қазувчи иш органлари конструкцияларини такомиллаштириш ва параметрларини асослаш бўйича J.Patrik, A.Sptcht, P.Howard, J.L.Halderson, J.Breska, P.Jakob, D.Koppen, G.Knochel Г.Д.Петров, А.А.Сорокин, В.А.Сақун, Я.П.Лобачевский, А.М.Марченко, М.Е.Мацепуро, Н.Ф.Диденко, С.Н.Борычев, Э.С.Рейнгарт, В.Т.Амилечев, Н.Ю.Липский, И.Р.Размыслович, М.Б.Углановва бошқалар томонидан тадқиқотлар олиб борилган.

Республикамиз шароитида илдиз-мева экинлар ҳосилини йиғиштириш технологиялари ва машиналарини ишлаб чиқиш, уларнинг технологик иш жараёнлари ва ишчи органлари параметрларини асослаш бўйича Р.И.Байметов, А.Тўхтақўзиев, Н.Байбабаев, Ф.М.Маматов, Д.Р.Норчаев, Р.Н.Норчаев ва бошқа олимлар томонидан илмий-тадқиқот ишлари олиб борилган.

Амалга оширилган тадқиқотлар асосида картошкани йиғиштириб олишни амалга оширадиган машиналар, картошка қазувчи ишчи қисмлар ишлаб чиқилган ва улар қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида муайян ижобий натижаларга эришилган ҳолда қўлланилиб келинмоқда. Аммо, мазкур тадқиқотларда фаол шнеklar ва бўлгичлар билан жиҳозланган комбинациялашган қазувчи иш органли картошка ковлагич машинаси ҳамда унинг ишчи органлари параметрларини асослаш масалалари етарли даражада ўрганилмаган.

**Тадқиқот мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация иши Қарши муҳандислик-иктисодиёт институтининг илмий-тадқиқот ишлари режаси ва Қишлоқ хўжалигини механизациялаш ва электрлаштириш илмий-тадқиқот институти илмий тадқиқот ишлари режасининг КА-3-013 «Картошка етиштириш учун ресурсларни тежайдиган технология ва комплекс техник воситаларни ишлаб чиқиш» (2012-2014 йй.) мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** иш унумини ошириш ва юқори сифат кўрсаткичларини таъминлайдиган картошка ковлагич комбинациялашган қазиш ишчи органининг параметрларини асослаш.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

картошкани йиғиштириб олиш машиналари ва уларнинг қазиш иш органларига оид илмий-техникавий маълумотлар ҳамда шу йўналишида илгари бажарилган илмий-тадқиқот ишларини таҳлилий тадқиқот этиш;

картошка экилган дала тупроғи ва эгат рельефини картошка қазиш технологик жараёнига таъсир этувчи физик-механик хоссаларини ўрганиш;

картошка ковлагич машинаси комбинациялашган қазиш ишчи органининг конструкцияси ва технологик иш жараёнини асослаш;

комбинациялашган қазиш ишчи органининг лемехи, бўлгичи ва шнекининг мақбул параметрларини назарий ва тажрибавий асослаш;

комбинациялашган қазиш иш органли картошка ковлагич машинасининг хўжалик синовларини ўтказиш ва унинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини баҳолаш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида картошка экилган дала тупроғининг физик-механик хоссалари ва картошка ковлагичнинг комбинациялашган қазиш ишчи органи олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** картошкани қазиш технологик иш жараёни, картошка ковлагич машинасининг комбинациялашган қазиш ишчи органи лемехи, бўлгичи ва шнекининг туганакли тупроқ массаси билан ўзаро таъсирлашиш жараёнлари ва уларнинг параметрлари, машинанинг энергетик ва сифат кўрсаткичларини ўзгариш қонуниятлари ташкил этади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида математик ҳисоблаш қоидалари, назарий механика қонуниятлари, статистик таҳлил усуллари, қазувчи ишчи орган билан туганакли тупроқ массасини ташиш жараёнида картошкани шикастланиши ва йўқотилиши даражасини аниқлаш, экспериментларни математик режалаштириш ва тензометрия усуллари ҳамда мавжуд меъёрий ҳужжатларда белгиланган усуллардан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

лемехлар, ўнг ва чап шнеklar ва бўлгичдан ташкил топган комбинациялашган қазиш ишчи органи билан жиҳозланган картошкани йиғиштириб олиш машинасининг конструктив схемаси тупроқ палахсасини жадал парчаланиши ва уни лемех олдида тўпланмаслигини ҳисобга олиниб ишлаб чиқилган;

комбинациялашган қазиш ишчи органи лемехининг кенглиги тупроқни минимал қамраб олган ҳолда пуштада жойлашган туганакларни тўлиқ ковлашни таъминлаш, горизонтга нисбатан оғиш бурчаги эса лемех билан кесиладиган палахсанинг таянч кучи қийматини минимал бўлиши шартдан келиб чиққан ҳолда аниқланган;

комбинациялашган қазиш ишчи органи шнекининг кинематик иш режими кўрсаткичи, диаметри ва ўрамлар қадами картошкани шикастланмасдан тупроқ палахсасини эркин деформацияланиши ва силжитилишини ҳисобга олган ҳолда аниқланган;

бўлгичнинг параметрлари картошкали массани шнек ўрамлари томонга кам энергия сарф қилган ҳолда силжитишини ҳисобга олган ҳолда асосланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

комбинациялашган қазииш иш органли картошка ковлагич машинаси ишлаб чиқилган;

ишлаб чиқилган картошка ковлагич машинаси қўлланилганда картошкани ковлашда уни юкотилиши ва шикастланиши ҳамда энергия сарфини камайтиришга эришилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги изланишларнинг замонавий усул ва ўлчаш воситаларидан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, назарий ва экспериментал тадқиқотларнинг ўзаро адекватлиги, олиб борилган тадқиқотлар ишлаб чиқилган картошка ковлагич машинаси дала синовларининг ижобий натижалари ва амалиётга жорий этилганлиги билан асосланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти комбинациялашган қазииш иш органли картошка ковлагич машинасининг конструкцияси ишлаб чиқилганлиги ҳамда назарий ва амалий тадқиқотларда олинган математик моделлар ва аналитик боғланишлардан бошқа шунга ўхшаш машиналар ва иш органларининг параметрларини асослашда қўллаш мумкинлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган комбинациялашган қазииш иш органли картошка ковлагич машинаси билан кам энергия сарфлаб агротехника талаблари даражасида картошкани ковлаб олиш ҳисобига ёнилғи-мойлаш материалларини камайтириш, меҳнат сарфи ва иш унумини оширишга эришилганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Картошка ковлагичнинг комбинациялашган қазувчи ишчи органи параметрларини асослаш бўйича олинган натижалар асосида:

комбинациялашган қазувчи ишчи органли картошка ковлагич машинасига дастлабки талаблар ва техник топшириқ тасдиқланган (Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2022 йил 3 августдаги 07/24-04/5230-сон маълумотномаси). Натижада, картошкани агротехник талаблар даражасида ковлашни амалга оширадиган иш сифати юқори комбинациялашган қазувчи ишчи органли картошка ковлагичнинг конструкциясини ишлаб чиқиш имконияти яратилган;

комбинациялашган қазувчи ишчи органли картошка ковлагич машинаси Қашқадарё вилояти Шаҳрисабз тумани фермер хўжаликларида жорий этилган (Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2022 йил 3 августдаги 07/24-04/5230-сон маълумотномаси). Натижада картошкани ковлашда ёнилғи сарфи 21,5 фоизга, меҳнат сарфи 21,6 фоизга ва фойдаланишдаги харажатлар 20,0 фоизга камайган;

ишлаб чиқилган картошка ковлагич машинасининг sanoat нусхаларини ишлаб чиқиш ва тайёрлаш учун дастлабки талаблар, техник топшириқ ва лойиҳа-конструкторлик ҳужжатлари (техникавий шартлар ва чизмалар) «ВМКВ-Агромаш» АЖ да лойиҳалаш жараёнига жорий этилган (Қишлоқ

хўжалиги вазирлигининг 2022 йил 3 августдаги 07/24-04/5230-сон маълумотномаси). Натижада асосланган параметрларга эга картошка ковлагичнинг саноат нусхаларини ишлаб чиқариш имкони яратилган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Тадқиқот натижалари, жумладан 3 та халқаро ва 4 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Тадқиқотнинг асосий мазмуни бўйича жами 16 та илмий ишлар чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертацияларнинг асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 5 та мақола, жумладан, 4 таси республика ва 1 таси хорижий журналларда нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, умумий хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 117 бетни ташкил этган.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объекти ва предметлари тавсифланган, республика фан ва технологиялар тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён этилган, олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этиш ва апробацияси, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Тадқиқот ҳолати ва вазифалари**» деб номланган биринчи бобида картошкани йиғиштириб олиш технологиялари ва машиналари, уларнинг ишчи органлари бўйича илгари бажарилган илмий-тадқиқот ишлари таҳлил этилган, улар асосида тадқиқот мақсади ва вазифалари шакллантирилган.

Кейинги йилларда республикамизда картошка экиладиган майдонларни ошириш ва картошкадан юқори ҳосил олиш борасида кенг қўламли ишлар амалга оширилмоқда. Бугунги кунда картошка йиғиштириш мавжуд машиналар билан амалга оширилмоқда. Ушбу машиналар талаб қилинган даражадаги агротехник кўрсаткичларни таъминламайди. Уларнинг қазииш ишчи органлари етарли даражада туганакли палахсани парчаламайди, оғир шароитларда эса улар олдида тупроқ уюмланиши ва мос ҳолда картошкани ортиқча юқотилиши юзага келади.

Ўтказилган таҳлилларни кўрсатишича, картошка ковлашда ёнилғи сарфи, меҳнат ва бошқа харажатларни камайтириш, картошкани ортиқча шикастланишини ва юқотилишини олдини олиш, меҳнат унумдорлигини ошириш учун пасив лемех, бўлгич ва фаол шнеклардан ташкил топган картошка ковлагич машинасини қўллаб эришиш мумкин. Шу боис мазкур иш картош ковлагич машинасининг комбинациялашган қазииш иш органининг параметрларини асослашга йўналтирилган.

Диссертациянинг «Картошка ковлагич комбинациялашган қазииш ишчи органининг параметрларини назарий асослаш» деб номланган иккинчи бобида комбинациялашган қазииш ишчи органи картошка ковлагич машинасининг конструктив схемаси, асосий ва оралик, бўлгичи ҳамда фаол шнекининг асосий параметрлари, уларни асослаш ва тортишга қаршилигини аниқлаш бўйича олиб борилган назарий тадқиқотлар натижалари келтирилган.

Илмий-техник адабиётлар ва патент-информацион материалларнинг таҳлиллари асосида комбинациялашган қазииш ишчи органи картошка ковлагич машинасининг конструктив схемаси ишлаб чиқилди.

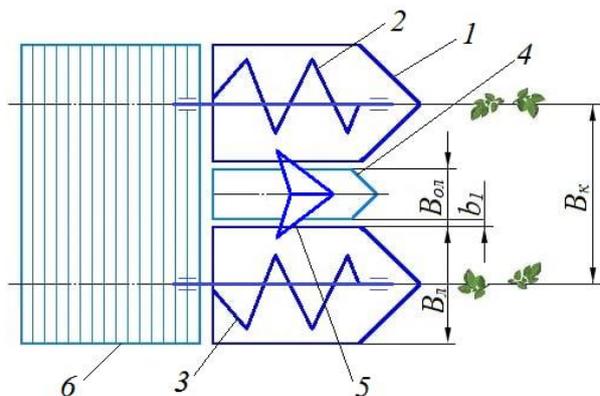
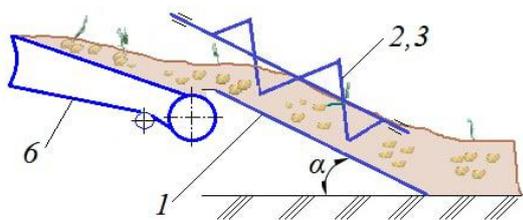
Таклиф қилинган картошка ковлагич (1-расм) асосий лемехлар 1, уларнинг устги қисмида жойлаштирилган ва бир-бирига қарама-қарши айланадиган ўнг ва чап ўрамли шнек 2 ва 3 кўринишидаги ташувчи элементлар, лемехларнинг симметрия ўқи бўйича ўрнатилган оралик лемех 4, бўлгич 5 ва элеватор 6 дан иборат. Бўлгич 5 оралик лемех 4 устида ўрнатилган. Туганакли тупроқ массасини ташишни яхшилаш мақсадида лемехлар устки қисмида шнекнинг ўрами катта  $S_1$  қадамли, лемехдан элакка ўтиш зонасида ва элак устки қисмида шнекнинг ўрами кичик  $S_2$  қадамли қилиниши мумкин.

Картошка ковлагичнинг технологик иш жараёни қуйидагича кечади (1-расм). Асосий лемехлар 1 туганаклар жойлашган тупроқ қатламини ковлайди, лемехларнинг четги қисмида ўрнатилган фаол шнеклар 2 ва 3 эса туганаклар билан бевосита алоқада бўлмасдан лемехлар ковлаган туганакли палахсаларни қамраб олади ва уларни деформациялайди. Бунда шнеклар туганаклар билан бевосита алоқада бўлмасдан улар билан тупроқ орасидаги боғлиқликни бузади ва бир маромда массани элеватор 6 га узатади, натижада туганакларни шикастланиши камаяди ва тупроқни элакраниш жараёни яхшиланади ҳамда ҳамда лемехлар олдида тупроқ уюмини ҳосил бўлиши бартараф этилади. Картошка ковлагичнинг оралик лемехи 5 картошка пуштасининг ёнбошида ковланмасдан қолган ва қатор орасига тушиб қолган картошкаларни сидириб олади. Бунда бўлгич 5 оралик лемех 5 қабул қилган туганакли массани шнеклар 2 ва 3 га йўналтиради, натижада у қўшимча парчаланади ва бир текис элеваторга йўналтирилади.

**Комбинациялашган қазииш ишчи органи лемехининг параметрларини асослаш.** Қуйидагилар картошка ковлагич лемехининг сифат кўрсаткичлари ва тортишга қаршилигига таъсир кўрсатувчи асосий параметрлари ҳисобланади: лемехнинг эни  $B_n$ ; лемехни горизонтга нисбатан қиялик - оғиш бурчаги  $\alpha$ ; лемехнинг узунлиги  $L_n$ ; лемех тумшугининг очилиш бурчаги  $\gamma$ , оралик лемехнинг эни  $B_{ло}$  ва узунлиги  $L_{ол}$  (2-расм).

Лемехнинг кенглигини тупроқни минимал қамраб олган ҳолда пуштада жойлашган барча туганакларни тулиқ ковлашни таъминлаш шартидан (2-расм) қўйидаги ифода орқали аниқлаймиз

$$B_n = b_m + 2\delta + 2(h - h_{cm}) \operatorname{ctg} \varphi, \quad (1)$$



1 – асосий қазииш лемехлари;  
 2 ва 3 – ўнг ва чап ўрамли шнектар; 4 – оралик лемех; 5 – бўлгич; 6 – элакловчи элеватор  
**1-расм. Комбинациялашган қазииш ишчи органли картошка ковлагичнинг технологик схемаси**

кенглиги ва лемехлар орасидаги тирқишнинг кенлигини эътиборга олган ҳолда (2-расм) қуйидаги ифода орқали аниқлаймиз

$$B_{ол} = B_к - B_л - 2b_1, \quad (2)$$

бунда  $B_к$  – қатор оралиги кенглиги, см;  $b_1$  – лемехлар орасидаги тирқишнинг кенглиги, см.

(2) ифодага  $B_к=70$  см,  $B_л=45$  см ва  $b_1=3$  см қўйиб оламиз  $B_{ол}=19$  см.

Лемех тумшуғининг очилиш бурчаги  $\gamma$  ўтлар қолдиқлари ва уларнинг илдизларини лемех тиғи бўйича сирпаниб кесилиши шартидан қуйидаги маълум ифодадан аниқлаймиз

$$\gamma = 2\left(\frac{\pi}{2} - \varphi_1\right), \quad (3)$$

бунда  $\varphi_1$  – тупроқ ва картошка илдизларини лемех тиғи бўйича ишқаланиш бурчагининг максимал қиймати, °.

(3) ифодага  $\varphi_1=40-45^\circ$  қўйиб, лемех тумшуғининг очилиш бурчаги  $90-100^\circ$  оралиғида бўлиши лозимлигини аниқлаймиз. Қабул қиламиз  $\gamma=90^\circ$ .

Лемехни горизонтга нисбатан оғиш бурчаги  $\alpha$  ни лемех билан кесиладиган палахсани таянч кучи қийматини минимал бўлиш шартидан қуйидаги маълум ифода бўйича аниқлаймиз

$$\alpha_{онм} = \arctg(-f + \sqrt{f^2 + 1}), \quad (4)$$

бунда  $f$  – тупроқнинг лемех юзаси бўйича ишқаланиш коэффициентини.

(4) ифодага  $f=0,5-0,7$  қўйиб, лемехни горизонтга нисбатан ўрнатиш бурчаги  $27,5^\circ-31,5^\circ$  оралиғида бўлиши лозимлигини аниқлаймиз. Қабул қиламиз  $\alpha=30^\circ$ .

бунда  $b_m$  – туганакларни уяда жойлашиш кенглиги, см;  $\delta$  – қаторнинг туғри чизиқли эмаслиги ва машинани туғри бошқарилмаганлиги туфайли лемех симметрия ўқиға нисбатан картошка экилган қаторни силжиши, см;  $h$  – қазииш чуқурлиги, см;  $h_{чм}$  – туганакларни уяси кенглиги бўйича четги туганакларни жойлашиш чуқурлиги, см;  $\varphi$  – тупроқни табиий қиялик бурчаги, °.

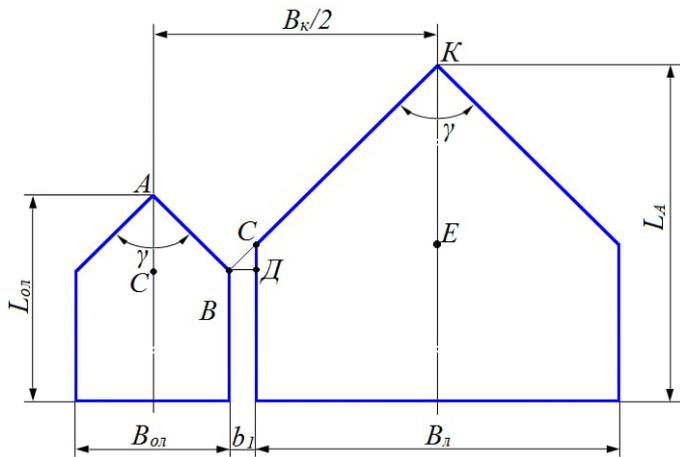
(1) ифодага  $b_m=23$  см,  $\delta=3,6$  см,  $h=22$  см,  $h_{чм}=18$  см ва  $\varphi=38^\circ$  қўйиб оламиз  $B_л=40,44$  см. Қабул қиламиз  $B_л=45$  см.

Оралик лемехнинг кенглигини қатор оралигининг кенглиги, асосий лемехнинг

Лемехнинг узунлиги  $L_l$  ни (2-расм) кўйидаги маълум ифода орқали аниқлаймиз

$$L_l = \frac{H}{\sin \alpha}, \quad (5)$$

бунда  $H$  – лемехнинг орқа қиррасини жойлашиш баландлиги, см.



2-расм. Оралиқ лемехнинг параметрларини аниқлашга доир схема

(5) ифодага  $\alpha=30^\circ$  ва  $H=20$  см кўйиб, лемехнинг узунлиги  $L_l=40$  см бўлиши лозимлигини аниқлаймиз.

Лемехнинг орқа қирраси баландлигини шундай қабул қилиш керакки бунда элеваторнинг пастги элементлари билан эгат туби орасидаги тирқиш 40 mm дан кичик бўлмаслиги керак. Илгари ўтказилган тадқиқотларга асосан қабул қиламиз  $H=200$  mm.

**Лемехнинг тортишга қаршилиги.** Ишлаб чиқилган машина лемехининг тортишга қаршилигини аниқлаш учун куйидаги ифода олинди

$$P = \left\{ \left[ \left( B_l + \frac{B_n - B_l}{2(\operatorname{ctg} \psi_{\bar{\epsilon}} + \operatorname{ctg} \varphi_n)} \operatorname{ctg} \psi_{\bar{\sigma}} \right) \times \left( \frac{B_n - B_l}{2(\operatorname{ctg} \psi_{\bar{\epsilon}} + \operatorname{ctg} \varphi_n)} \right) \right] + \left[ \left( h_n - \frac{B_n - B_l}{2(\operatorname{ctg} \psi_{\bar{\epsilon}} + \operatorname{ctg} \varphi_n)} \right) \left( b_{uu} + \frac{B_n - B_l}{2(\operatorname{ctg} \psi_{\bar{\epsilon}} + \operatorname{ctg} \varphi_n)} \operatorname{ctg} \varphi_n \right) \right] \right\} \times x \quad (6)$$

$$x \rho \left[ Hg \frac{\operatorname{tg} \alpha + f}{(1 - f \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{tg} \alpha} + V_m^2 \frac{f \sin \alpha}{1 - f \operatorname{tg} \alpha} \right],$$

бунда  $\rho$  – тупроқнинг зичлиги,  $\text{kg/m}^3$ ;  $V_m$  – машинанинг ҳаракат тезлиги,  $\text{m/s}$ ;  $h_n$  – картошка даласи пуштасининг баландлиги,  $\text{m}$ ;  $B_n$  – картошка даласи пуштасининг кенглиги,  $\text{m}$ ;  $\psi_{\bar{\epsilon}}$  – тупроқни кўндаланг текисликда синиш бурчаги,  $^\circ$ ;  $b_{uu}$  – картошка пуштасининг юқори қисми кенглиги,  $\text{m}$ ;  $b_{np}$  – асосий ва оралиқ лемехлар орасидаги тирқиш кенглиги,  $\text{m}$ ;  $\varphi_n$  – картошка пуштасининг табиий қиялик бурчаги,  $^\circ$ .

(6) ифода таҳлилига кўра, лемехнинг тортишга қаршилиги унинг параметрлари ( $L$ ,  $\alpha$ ,  $B_l$ ), лемехнинг қазिश чуқурлиги ( $h$ ), тупроқнинг физик-механик хосслари ( $\varphi_1$ ,  $\rho$ ,  $f$ ), пуштанинг ўлчамлари ва агрегатнинг ҳаракат тезлигига боғлиқ экан.  $L=0,4$   $\text{m}$ ,  $h=0,2$   $\text{m}$ ,  $\alpha=30^\circ$ ,  $B_l=0,45$   $\text{m}$ ,  $H=0,2$   $\text{m}$ ,  $\rho=1300$   $\text{kg/m}^3$ ,  $f=0,58$  қабул қилиб, (6) ифода бўйича ўтказилган ҳисоблар 0,8-1,1  $\text{m/s}$  тезлик оралиғида картошка ковлагич лемехининг тортишга қаршилиги 1,08-1,21  $\text{kN}$  ни ташкил этишини кўрсатди.

**Бўлгичнинг параметрларини асослаш.** Бўлгичнинг параметрларига унинг очилиш бурчаги  $2\gamma_6$  (бўлгич ишчи сиртини ҳаракат йўналишига нисбатан ўрнатиш бурчаги  $\gamma_6$ ), бўлгич ишчи сиртини кўндаланг-тик текисликда горизонтга нисбатан ўрнатиш бурчаги  $\varepsilon_6$ , бўлгич эни  $B_6$ , ишчи сиртининг узунлиги  $L_6$  ва оралиқ лемех тумшуғидан бўлгичгача бўйлама масофа  $l_6$  киради.

Бўлгич ишчи сиртини ҳаракат йўналишига нисбатан ўрнатиш бурчаги  $\gamma_6$  ни туганакларни тиф бўйича сирпаниши шартидан аниқлаймиз

$$\gamma_6 = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_1}{2}, \quad (7)$$

бунда  $\varphi_1$  – картошкани бўлгич ишчи сирти бўйича ишчаланиш бурчаги, °.

$\varphi_1=30^\circ$  бўлганда (7) ифодага асосан  $\gamma_6$  бурчак  $30^\circ$  бўлиши лозим.

Иш жараёнида туганак бўлгич ишчи сирти бўйлаб кўндаланг тик текисликда ҳаракат қилмаслиги шартидан (шнек томонга сурилиши шартидан)

$$\varepsilon_6 > \frac{\pi}{2} - \varphi_1, \quad (8)$$

(8) ифодага  $\varphi_1=30^\circ$  қўйиб  $\varepsilon_6>60^\circ$  бўлишини аниқлаймиз. Қабул қиламиз  $65^\circ$ .

Лемех тумшуғидан бўлгич тумшуғигача бўйлама масофани бўлгич таъсирида туганакни қайта қатор оралигига тушиб кетмаслиги шартидан аниқлаймиз

$$l_6 \geq \frac{1}{2} B_{ol} \operatorname{ctg} \frac{\gamma}{2} + l_k, \quad (9)$$

бунда  $l_m$  – туганакни энг катта узунлиги, см.

(9) ифодага  $B_{ol}=19$  см,  $\gamma=90^\circ$  ва  $l_k=23,1$  см қўйиб лемех тумшуғидан бўлгич тумшуғигача бўйлама масофа энг камида 32,6 см бўлиши лозимлигини аниқлаймиз.

Бўлгич энини қуйидаги ифода бўйича аниқлаймиз

$$B_6 \leq 2[B_n + \frac{B_{ol}}{2} + b_1 - (\Delta + D)]. \quad (10)$$

(10) ифодага  $B_n=45$  см,  $B_{ol}=19$  см,  $\Delta=3$  см,  $b_1=3$  см ва  $D=30$  см қўйиб бўлгичнинг эни 49 см дан кичик бўлиши лозимлигини аниқлаймиз. Қабул қиламиз  $B_6=45$  см.

Бўлгичнинг узунлигини қуйидаги ифода бўйича аниқлаймиз

$$L_6 = \frac{1}{2} B_6 \operatorname{ctg} \gamma_6. \quad (11)$$

(11) ифодага  $B_6=45$  см ва  $\gamma_6=30^\circ$  қўйиб бўлгичнинг узунлиги 38,94 см бўлиши лозимлигини аниқлаймиз.

**Комбинациялашган қазииш ишчи органи шнекининг параметрларини асослаш.** Қуйидагилар картошка ковлагич шнекининг асосий параметрлари ҳисобланади: шнекнинг диаметри  $D$ , шнекнинг винтли ва спирал қисмининг қадами  $L_в$  ва  $L_с$ , умумий узунлиги  $L_{ум}$ , винт қисмини кўтарилиш бурчаги  $\theta$  ҳамда кинематик иш режимининг кўрсаткичи  $\lambda$  (3-расм).

Шнекнинг диаметрини у томонидан лемех устидаги туганакли тупроқ массасини қамраб олиши ва шнек лемех бўйича кўтарилаётган туганакли тупроқ массасини элеваторга шикастламай бир текис узатиши шартларидан қуйидаги ифода бўйича аниқлаймиз

$$D = 2 \sqrt{\frac{(B_n + A \operatorname{ctg} \psi_{\bar{e}})A + (h_n - A)(b_{ум} + A \operatorname{ctg} \varphi_n)}{(1 - k_d^2)\pi \lambda k_3 \operatorname{tg} \theta}}, \quad (12)$$

бунда

$$A = \frac{B_n - B_l}{2(\operatorname{ctg} \psi_{\bar{e}} + \operatorname{ctg} \varphi_n)}. \quad (13)$$

(12) ифодага  $B_n=0,60$  м,  $B_l=45$  см,  $\psi_{\bar{e}}=45^\circ$ ,  $\varphi_n=40^\circ$ ,  $h_n=0,22$  м,  $b_{ум}=0,105$  м,  $k_d=0,15$ ;  $\lambda=4,1$ ;  $k_3=0,4$ ;  $\theta=15^\circ$  қўйиб шнекнинг диаметри 28,5 см дан катта бўлиши лозимлигини аниқлаймиз.

Шнек винтсимон чизигининг кўтарилиш бурчаги  $\theta$  ни қуйидаги ифода бўйича аниқлаймиз

$$\theta = \frac{\pi}{2} - (\alpha + \beta), \quad (14)$$

бунда  $\beta$  – шнекнинг винтсимон чизигига уринма билан горизонтал орасидаги бурчак,  $^\circ$ .

(14) ифода бўйича  $\alpha=30^\circ$  ва  $\beta=40-45^\circ$  бўлганда шнекнинг кўтарилиш бурчаги  $15-20^\circ$  оралиғида бўлиши лозим. Қабул қиламиз  $\theta=15^\circ$ .

Шнек урамининг қадамини қуйидаги маълум ифода орқали аниқлаймиз

$$S = \pi D \operatorname{tg} \theta, \quad (15)$$

бунда  $\theta$  – шнекнинг винтли қисмини кўтарилиш бурчаги,  $^\circ$ .

(15) ифодага  $D=0,3$  м ва  $\theta=15^\circ$  қўйиб  $S=0,252$  м бўлиши лозимлигини аниқлаймиз. Қабул қиламиз  $S=0,25$  м.

Шнекнинг кинематик иш режими кўрсаткичи  $\lambda$  ни у томонидан минимал энергия сарф қилган ҳолда картошкани шикастланмай элеваторга бир маромда етказиб бериш шартидан қуйидаги ифода бўйича аниқлаймиз

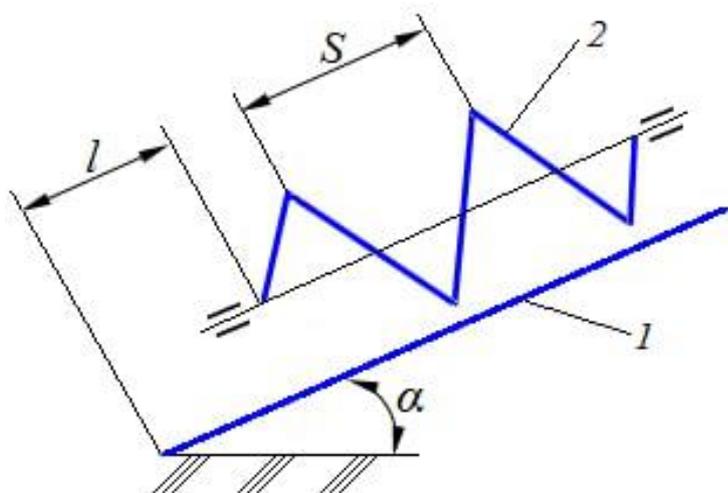
$$\lambda = \frac{2\pi R}{S(\cos^2 \theta - f \cos \theta \sin \theta)}. \quad (16)$$

$R=0,15$  м;  $f=0,36$  ва  $\theta=15-20^\circ$ ,  $S=25$  см қийматларни қабул қилсак (16) ифода бўйича  $\lambda=4,01-4,15$  га тенг бўлади.

**Картошка ковлагич фаол шнекли комбинациялашган қазииш ишчи органини ишлаши учун талаб қилинадиган қувват  $N_e$  ни қуйидаги ифода бўйича аниқлаймиз**

$$\begin{aligned}
N_c = & \frac{1}{\eta_{mp}} \left\{ z k_1 b (a - \Delta) \omega_{uu} R_{uu} + \omega_n R m \frac{\sin(\theta + \varphi_1)}{\cos \varphi_1} \left[ g \sin \theta + \frac{g_{on}^2}{R} f_2 \cos(\psi - \theta) \right] + \right. \\
& \frac{b a j_0 t g^2 \psi}{2g} g_{azp}^3 \left. + \left\{ \left[ \left( B_n + \frac{B_n - B_l}{2(\operatorname{ctg} \psi_\varepsilon + \operatorname{ctg} \varphi_n)} \operatorname{ctg} \psi_\sigma \right) \times \left( \frac{B_n - B_l}{2(\operatorname{ctg} \psi_\varepsilon + \operatorname{ctg} \varphi_n)} \right) \right] + \right. \right. \\
& \left. \left. + \left[ \left( h_n - \frac{B_n - B_l}{2(\operatorname{ctg} \psi_\varepsilon + \operatorname{ctg} \varphi_n)} \right) \left( b_{uu} + \frac{B_n - B_l}{2(\operatorname{ctg} \psi_\varepsilon + \operatorname{ctg} \varphi_n)} \operatorname{ctg} \varphi_n \right) \right] \right\} x \quad (17) \\
& x \rho \left[ H g \frac{t g \alpha + f}{(1 - f t g \alpha) t g \alpha} + V_m^2 \frac{f \sin \alpha}{1 - f t g \alpha} \right] V_{azp} - N_{mp}.
\end{aligned}$$

бунда  $\eta_{mp}$  – трактор трансмиссиясининг Ф.И.К;  $Z$  – шнекнинг айланишлар сони;  $j_n$  – тупроқ зичлиги,  $\text{kg/m}^3$ ;  $k_1$  – тупроқ палахсасини кесишдаги солиштирма қаршилиқ;  $b$  – шнек орқали тупроқ палахсасини ишлов бериш эни,  $\text{m}$ ;  $h_{uu}$  – шнек паррагини тупроққа ботиш чуқурлиги,  $\text{m}$ ;  $V_n$  – агрегатнинг ҳаракат тезлиги,  $\text{m/s}$ .



3-расм. Комбинациялашган қазииш иш органи шнегининг параметрлари: 1–лемех; 2–шнек

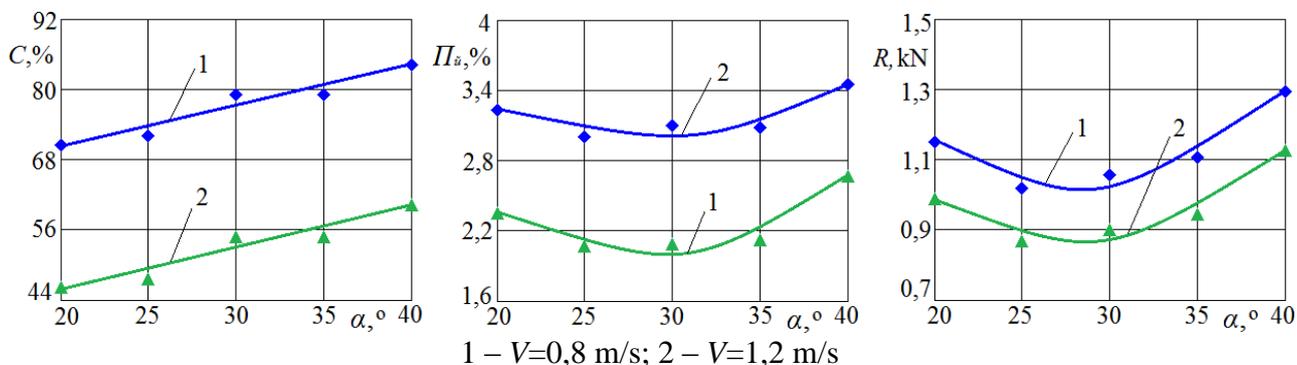
(17) ифодадан кўришиб турибдики, фаол шнек-ли комбинациялашган қазииш ишчи органи билан туганакли тупроққа ишлов беришда сарфланадиган қувват миқдорига лемехнинг тортишга қаршилиги, тупроқни шнек билан кесишга қаршилиги, шнекнинг иш режими ва тупроқнинг физик-механик хоссалари таъсир кўрсатади.

Диссертациянинг «Картошка қовлагич комбинациялашган қазииш ишчи органининг параметрларини асослаш бўйича ўтказилган экспериментал тадқиқотлар натижалари» деб номланган учинчи бобида ишлаб чиқилган машинанинг лемехи, бўлгичи ва шнеки параметрларининг мақбул қийматларини асослаш бўйича ўтказилган тадқиқотлар натижалари келтирилган.

Машинанинг лемехи, бўлгичи ва шнеки параметрларининг мақбул қийматларини аниқлашда бир ва кўп омили экспериментлар ўтказилди. Тажрибавий тадқиқотларни ўтказиш учун лемехлар, бўлгичлар ва диаметри ҳар хил шнеклар тайёрланди.

Тажрибаларни ўтказишда баҳолаш мезони сифатида сифатида тупроқни уваланиш даражаси, картошка йўқотилиши ва шикастланиши дараалари ҳамда лемехнинг тортишга қаршилиги қабул қилиниб, тажрибалар агрегатнинг 0,8 ва 1,2  $\text{m/s}$  ҳаракат тезликларида ўтказилди.

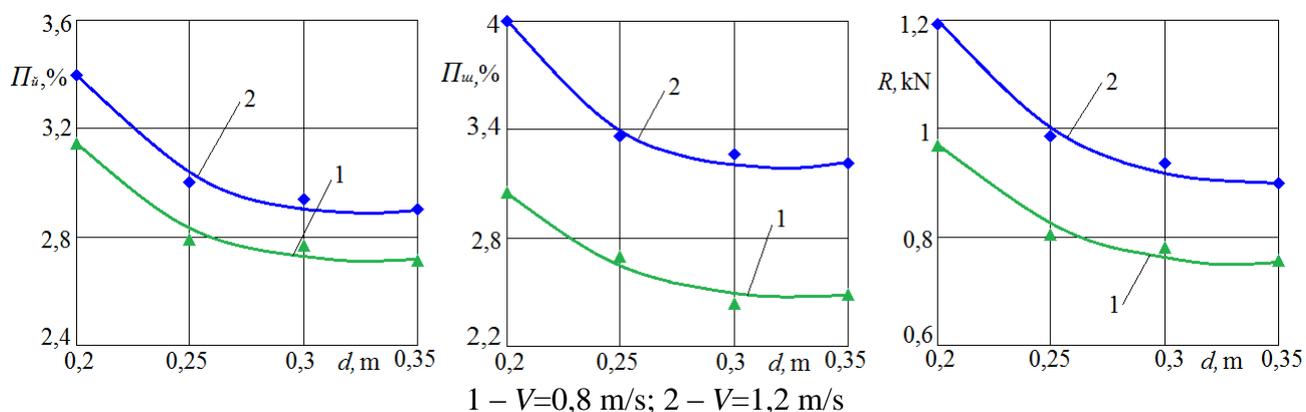
**Лемехнинг горизонтга нисбатан ўрнатиш бурчагини комбинациялашган қазих иш органи кўрсаткичларига таъсири.** Олинган натижалар таҳлилига кўра (4-расм) лемехнинг оғиш бурчагини ошиши билан картошканинг йўқотилиш даражаси ва лемехнинг тортишга қаршилиги ботиқ парабола қонунияти бўйича дастлаб камайган, сўнгра эса ортган, тупроқнинг уваланиши эса тўғри чизик қонунияти бўйича ортган.



**4-расм. Тупроқнинг уваланиш ( $C$ ) ва картошка йўқотилиш ( $P_i$ ) даражалари ҳамда лемехни тортишга қаршилиги ( $R$ ) ни уни горизонтга нисбатан оғиш бурчагига боғлиқлик графиклари**

Юқорида келтирилган маълумотларга кўра, шнекли комбинациялашган ковлагичда лемехнинг оғиш бурчагини 25-30° оралиғида бўлиши лозим.

**Шнек диаметрини комбинациялашган қазих иш органи кўрсаткичларига таъсири.** Тадқиқот натижаларига кўра (5-расм), шнек диаметрини ошиши билан картошканинг йўқотилиши, шикастланиши ва лемехни тортишга қаршилиги ботиқ парабола қонунияти бўйича камайган. Бунда шнекнинг диаметри 0,2 дан 0,3 m гача ортганда бу кўрсаткичлар кескин камайиб боради. Буни шнекнинг диаметри ошиши билан ковлаб олинаётган тупроқ-картошка массасининг элакларга узатилиш тезлиги ва ҳажмини ошиши билан изоҳлаш мумкин. Шнек диаметри 0,3 m дан ортгандан сўнг картошканинг йўқотилиши ва шикастланиши деярли ўзгармаган. Картошкаларнинг энг кам йўқотилиши шнекнинг диаметри 0,3-0,35 m оралиғида бўлиб ҳар иккала тезликда ҳам 3 фоиздан кам бўлишлиги кузатилди.



**5-расм. Картошка йўқотилиши ( $P_i$ ) ва шикастланиши ( $P_u$ ) ҳамда қазих иш органининг тортишга қаршилиги ( $R$ ) ни шнек диаметрига боғлиқлик графиклари**

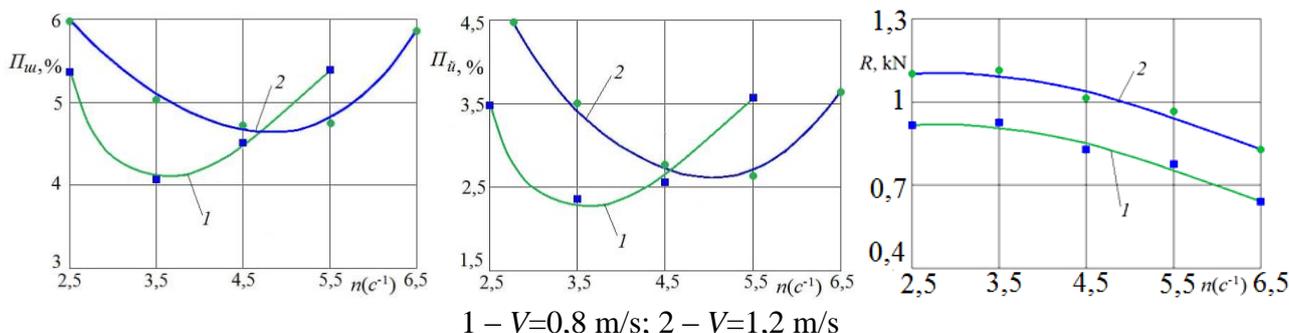
Келтирилган маълумотлардан кўришиб турибдики, кам энергия сарфланган ҳолда картошкани йўқотилиши ва шикастланиши талаб даражасида бўлиши учун шнекнинг диаметри 0,3 м дан кичик бўлмаслиги лозим.

**Шнек айланиш частотасини комбинациялашган қазииш иш органи кўрсаткичларига таъсири.** Тажрибаларда шнекнинг айланиш частотаси  $n=2,5 \text{ с}^{-1}$  дан  $6,5 \text{ с}^{-1}$  гача  $n=1,0$  ораликда ўзгартирилди. Тажрибаларда шнекнинг диаметри 0,3 м, агрегатнинг ҳаракат тезлиги 0,8 ва 1,2 м/с, қазииш лемехининг горизонтга нисбатан оғиш бурчаги  $\alpha=30^\circ$  ташкил қилди.

Тажриба натижаларига кўра (6-расм) шнекнинг айланиш частотасини ошиши билан картошканинги шикастланиши ошади. Шнекнинг айланиш частотасини ошиши билан унинг винтли қисмини лемех орқали ковлаб олинаётган картошка-тупроқ массасига таъсир этувчи айланма тезлиги ошади ва бунинг натижасида шнек паррагининг картошкаларга зарб кучи ошади.

Олинган тажриба натижаларига кўра, агрегатнинг ҳаракат тезлиги 0,8 м/с, шнекнинг айланиш частотаси 3,5 ва 5,5  $\text{с}^{-1}$  бўлганда картошкани шикастланиши 2,34 ва 3,24 фоизни, 1,2 м/с бўлганда эса 2,74 ва 3,60 фоизни ташкил этди.

Олинган тажриба натижаларини таҳлилликга кўра картошкани энг кам йўқотилиши агрегат ҳаракат тезлиги 0,8 м/с бўлганда шнекнинг айланиш частотаси қийматининг 4,35-4,5  $\text{с}^{-1}$  оралиғида, агрегат ҳаракат тезлиги 1,2 м/с бўлганда эса шнекнинг айланиш частотаси қийматининг 5,2-5,25  $\text{с}^{-1}$  оралиғида кузатилди.



**6-расм. Картошкани йўқотилиши ( $P_{iu}$ ), шикастланиши ( $P_{ii}$ ) ва қазииш иш органининг тортишга қаршилиги ( $R$ )ни шнек айланиш частотасига боғлиқлик графиклари**

Ишлаб чиқилган картошка ковлагич машинаси лемехи ва шнекининг назарий ва бир омилли экспериментларда ўрганилган параметрларининг мақбул қийматларини аниқлаш учун кўп омилли экспериментлар ўтказилди. Бунда шнекнинг диаметри, айланиш частотаси, қазииш лемехининг горизонтга нисбатан ўрнатилиш бурчаги ва агрегат ҳаракат тезлиги картошка ковлагичнинг сифат ва энергетик иш кўрсаткичларига таъсир этувчи омиллар сифатида танлаб олинди.

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

- тупрокнинг элакраниш даражаси бўйича, (%)

$$Y=89.287+1.092X_1+1.102 X_2-1.138 X_3-1.314X_4+3.203X_1X_1+0.000X_1X_2-0.310X_1X_3+0.380 X_1X_4+4.705X_2X_2+0.000 X_2X_3+0.000 X_2X_4+0.000X_3X_3-0.723X_3X_4-2.402 X_4X_4 \quad (18)$$

- картошкани шикастланиши бўйича, (%)

$$Y=2.902+0.248X_1+0.300X_2-0.112X_3+0.122X_4+0.000X_1X_1-0.087X_1X_2-0.048X_1X_3+0.000 X_1X_4+0.981X_2X_2+0.032X_2X_3+0.000X_2X_4-0.069X_3X_3+0.038X_3X_4+0.000X_4X_4 \quad (19)$$

- картошка ковлагичнинг тортишга қаршилиги бўйича, (kN)

$$Y=1.659-0.226X_1-0.200X_2+0.200X_3+0.510X_4+0.269X_1X_1-0.451X_1X_2+0.370X_1X_3+0.031X_1X_4-0.009X_2X_2+0.180X_2X_3+0.031X_2X_4+0.691X_3X_3+0.162X_3X_4-0.009X_4X_4 \quad (20)$$

Мазкур регрессия тенгламаларини таҳлилидан келиб чиқиб шуни айтиш мумкинки, барча омиллар баҳолаш мезонларига сезиларли таъсир кўрсатган.

Параметрларнинг талаб даражасидаги иш сифатини кам энергия сарфлаган ҳолда таъминлайдиган қийматларини аниқлашда (18)-(20) регрессия тенгламалари ПК «Pentium IV» компютерида Excel дастурини «ечимни қидириш» (поиск решения) амали бўйича биргаликда ечилди. Регрессия тенгламаларини биргаликда ечишда  $Y_p$  мезон, яъни тупрокни элакраниши 90 фоиздан кам ва  $Y_n$  мезон, яъни картошкани шикастланиши 3 фоиздан катта бўлмаслиги ҳамда  $Y_m$  мезон, яъни ковлагичнинг тортишга қаршилиги минимал қийматга эга бўлиши шартлари қабул қилинди. (18)-(20) регрессия тенгламалари  $Y_p$  мезон 90 фоиздан юқори,  $Y_n$  мезон, яъни картошкани шикастланиши 3 фоиздан кичик ва  $Y_m$  мезон минимал қийматга эга бўлиш шартларидан биргаликда ечилиб, омилларнинг ушбу шартларнинг бажарилишини таъминловчи қуйидаги мақбул қийматлари аниқланди: лемехнинг горизонтга нисбатан ўрнатилиш бурчаги 28-30° оралиғида, шнекнинг айланиш частота 4,3-4,45 с<sup>-1</sup> оралиғида, унинг диаметри 30 см, агрегатнинг иш тезлиги 1,0 m/s. Ушбу мақбул қийматларда тупрокнинг элакраниш даражаси 90-93 фоизни, картошканинги шикастланиши 3 фоиздан кам бўлишлиги таъминланади. Омилларнинг ушбу қийматларида  $Y_m$  эса 1,80-2,17 kN ташкил этди.

Тажрибалардан олинган натижалар назарий тадқиқотларнинг натижаларига тўлиқ мос келади.

Диссертациянинг «**Комбинациялашган қазил иш органли картошка ковлагичнинг таққослов синов натижалари ва иқтисодий кўрсаткичлари**» деб номланган тўртинчи бобида ишлаб чиқилган картошка ковлагич машинаси нусхасининг қисқача техник тавсифи, дала синов натижалари ва унинг иқтисодий самарадорлиги келтирилган.

Синовларда ишлаб чиқилган комбинациялашган қазиш ишчи органи картошка ковлагич машинасининг тажриба нусхаси белгиланган технологик жараёни ишончли бажарди ва иш кўрсаткичлари унга қўйилган талабларга тўлиқ мос келди. Машинанинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини аниқлаш бўйича ўтказилган ҳисоблар ушбу машина картошка ковлашда қўлланилганда мавжуд машиналарга нисбатан 1 гектар ерга сарфланадиган эксплуатацион харажатларни 20,0 фоизга камайтириш имконини беради. Буни эвазига йилига 25686775,6 сўм иқтисодий самара олинади.

## ХУЛОСА

«Картошка ковлагич комбинациялашган қазиш иш органининг параметрларини асослаш» мавзусидаги техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Ўтказилган таҳлиллар картошка йиғиштиришда қўлланиладиган мавжуд машиналар ва улар ишчи органларининг конструктив хусусиятлари асосида иш унумини ошириш, картошкани минимал шикастланиши ва йўқотилишини таъминлашни амалга оширадиган картошка ковлагичнинг конструкциясини ишлаб чиқиш имкониятини берди.

2. Картошка ковлагичнинг комбинациялашган қазиш иш органининг энг мақбул схемаси пассив лемех, бўлгич ва фаол шнеклардан ташкил топган схема ҳисобланади.

3. Ўтказилган назарий тадқиқотлар натижасида картошка ковлагич комбинациялашган қазиш ишчи органи лемехи, бўлгичи ва фаол шнеки параметрлари ҳамда шнекнинг иш режимини аниқлаш имконини берадиган аналитик боғланишлар ва математик моделлар олинди.

4. Кам энергия сарфлаган ҳолда талаб даражасида туганакли палахсани жадал парчалаш ва уни бир маромда узатиш учун комбинациялашган қазиш ишчи органи лемехининг кенглиги 45 см, лемех тиғининг очилиш бурчаги 90°, лемехни горизонтга нисбатан ўрнатиш бурчаги 27-30° оралиғида, лемехнинг узунлиги 40 см бўлиши лозим.

5. Ўтказилган назарий тадқиқотлар натижалари кўра комбинациялашган қазиш ишчи органи бўлгичининг кенглиги 45 см, узунлиги 39 см, очилиш бурчаги 60°, ишчи сиртини кўндаланг-тик текисликда горизонтга нисбатан ўрнатиш бурчаги 65° ва оралиқ лемех тумшуғидан бўлгичгача масофа 32,6 см бўлиши лозим.

6. Ўтказилган тадқиқотлар натижалари кўра комбинациялашган қазиш ишчи органи шнегининг диаметри 300 мм, унинг урами қадами 250 мм, винтсимон чизигининг кўтарилиш бурчаги 15°, ҳаракат тезлиги 1,0 м/с бўлганда айланиш частотаси 4,3-4,45 с<sup>-1</sup> оралиғида, кинематик иш режими

кўрсатгичи 4,01-4,5 оралиғида бўлиши лемехлар олдида тупроқ массасини уюмланиши бартараф қилиш ва қозиш ишчи органи шикастланмаслигини таъминлаш имконини беради.

7. Ўтказилган тадқиқотлар асосида ишлаб чиқилган комбинациялашган қозиш иш органи картошка қовлагични жорий қилиш 1 гектар ерга сарфланадиган эксплуатацион харажатларни эса 20,0 фоизга камайтириш имконини беради. Умумий иқтисодий самара 25317130 сўмни ташкил этади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/30.06.2020.Т.111.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ КАРШИНСКОМ ИНЖЕНЕРНО-  
ЭКОНОМИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**КАРШИНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ**

**РУСТАМОВА НИГОРА РУСТАМОВНА**

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОМБИНИРОВАННОГО РАБОЧЕГО  
ОРГАНА КАРТОФЕЛЕКОПАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ**

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

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

**Карши – 2022**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером В2019.2PhD/Т1207.

Диссертация выполнена в Каршинском инженерно-экономическом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета по адресу [www.qmii.uz](http://www.qmii.uz) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)).

**Научный руководитель:** Маматов Фармон Муртозевич  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** Тухтакузиев Абдусалим  
доктор технических наук, профессор  
Абдурахманов Урал Нурматович  
кандидат технических наук, доцент

**Ведущая организация:** Каршинский институт ирригации и агротехнологий НИУ «ТИИМСХ»

Защита диссертации состоится «22» 11. 2022 г. в 14<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета PhD.03/30.06.2020.Т.111.02 при Каршинском инженерно-экономическом институте (Адрес: 180100, г.Карши, ул. Мустакиллик, 225-уй. Тел.: (+99875) 221-09-23, факс: (+99875) 224-13-95, e-mail: [kiei\\_info@edu.uz](mailto:kiei_info@edu.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Каршинского инженерно-экономического института (регистрационный номер 38). Адрес: 180100, г.Карши, ул. Мустакиллик, 225-уй. Тел.: (+99875) 221-09-23, факс: (+99875) 224-13-95, e-mail: [kiei\\_info@edu.uz](mailto:kiei_info@edu.uz)).

Автореферат диссертации разослан «8» ноября 2022 года.

(Протокол рассылки № 17 «8» ноября 2022 года).



**И.Т.Эргашев**  
Илмий даража берувчи илмий кенгаш  
раис уринбосари, т.ф.д., профессор

**Д.Ш.Чуянов**  
Илмий даража берувчи илмий кенгаш  
илмий котиби, т.ф.д., доцент

**З.Л.Батиров**  
Илмий даража берувчи илмий кенгаш  
илмий семинар раиси, т.ф.д., доцент

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В настоящее время в мире одно из ведущих мест занимает применение энерго-ресурсосберегающих и высокопроизводительных машин при уборочных работах картофеля. «Если учесть, что в мире площадь посева картофеля составляет 22 млн. гектара»<sup>1</sup>, то требуется внедрение в практику технических средств и орудий, осуществляющих уборку картофеля с высоким качеством и производительностью, а также с меньшим расхода топлива. В этом процессе особое значение имеет освоение производства машин с комбинированными рабочими органами, способными качественно подкапывать картофель и использовать их при уборке корнеклубнеплодов.

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на разработку ресурсосберегающих способов уборки урожая корнеклубнеплодов и технических средств для их осуществления. В частности, можно указать работы, направленные на усовершенствование способов уборки картофеля и создание машин с комбинированными подкапывающими рабочими органами для их осуществления, обоснование технологических процессов их работы и параметров.

В сельскохозяйственном производстве республики при выращивании корнеклубнеплодов проводятся широкомасштабные мероприятия по разработке ресурсосберегающих технологий и техники, способствующих снижению затрат труда и энергии, сбережению ресурсов, повышению производительности труда и достигнуты определенные успехи. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы намечены задачи, в частности, «... для модернизации и интенсивного развития, дальнейшего улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель, развития сети мелиоративных и ирригационных объектов, широкое внедрение в сельскохозяйственное производство интенсивных методов, прежде всего современных водо и ресурсосберегающих агротехнологий, использование высоко-производительной сельско-хозяйственной техники»<sup>2</sup>. При выполнении этих задач, в частности, в процессе уборки картофеля, является важным проведение исследований в таких направлениях, как разработка научно-технических основ создания картофелекопателя с комбинированными подкапывающими рабочими органами, а также обоснование параметров рабочих органов с высокими качественными показателями.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы», в Постановлениях ПП-2694 от 23 декабря 2016 года «О мерах по дальнейшему реформированию и развитию сельского хозяйства на период 2016-2020 гг.», ПП-3117 от 7 июля

---

<sup>1</sup> <https://businessstat.ru/catalog/id8328/>

<sup>2</sup> Указ Президента Республики Узбекистан № УП 4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

2017 года «О мерах по дальнейшему развитию научно-технической базы в сфере сельскохозяйственного машиностроения», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики II «Энергетика, энергия и ресурсосбережение».

**Степень изученности проблемы.** За рубежом проведены исследования по созданию картофелекопательных машин, усовершенствованию конструкции их подкапывающих рабочих органов и обоснованию параметров J.Patrik, A.Sptcht, P.Howard, J.L.Halderson, J.Breska, P.Jakob, D.Koppen, G.Knochel Г.Д.Петровым, А.А.Сорокиным, В.А.Сакуном, Я.П.Лобачевским, А.М.Марченко, М.Е.Мацепуро, Н.Ф.Диденко, С.Н.Борычевым, Э.С.Рейнгартом, В.Т.Амилчевым, Н.Ю.Липским, И.Р.Размысловичом, М.Б.Углановым и другими.

В условиях нашей республики научно-исследовательские работы по разработке технологий и машин для уборки урожая корнеклубнеплодов, обоснованию их технологических процессов работы и параметров рабочих органов были проведены Р.И.Байметовым, А.Тухтакузиевым, Н.Байбабаевым, Ф.М.Маматовым, Д.Р.Норчаевым, Р.Н.Норчаевым и другими.

В результате этих исследований созданы машины и подкапывающие рабочие органы, осуществляющие уборку картофеля, которые с определенными положительными результатами применяются в сельскохозяйственном производстве. Однако, в данных исследованиях недостаточно изучены вопросы разработки картофелекопательной машины с комбинированными подкапывающими рабочими органами, оснащенной активными шнеками и делителями и обоснованию параметров ее рабочих органов.

**Связь темы научно-исследовательской работы с планами научно-исследовательских работ высшего учебного заведения.** Научно-исследовательская работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ Каршинского инженерно-экономического института и Научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства по прикладному проекту КА-3-013 «Разработка ресурсосберегающей технологии и комплекса технических средств для выращивания картофеля» (2012-2014 гг.).

**Целью исследования** является улучшение качества подкапывания клубненосного пласта и производительности путем разработки картофелекопательной машины с комбинированными рабочими органами.

**Задачи исследования:**

аналитические исследования научно-технических сведений по машинам для уборки картофеля и их подкапывающим рабочим органам, а также ранее проведенных научно-исследовательских работ в этом направлении;

определение физико-механических свойств почвы и рельеф поля из-под картофеля, влияющих на технологический процесс подкапывания картофеля;

обоснование конструкции и технологического процесса работы

комбинированного подкапывающего рабочего органа картофелекопательной машины;

теоретическое и экспериментальное обоснование оптимальных параметров лемеха, делителя и шнека, комбинированного подкапывающего рабочего органа;

проведение хозяйственных испытаний картофелекопательной машины с комбинированными подкапывающими рабочими органами и оценка ее технико-экономических показателей.

**Объектом исследования** являются физико-механические свойства почвы полей из-под картофеля и комбинированный рабочий орган картофелекопателя.

**Предметом исследования** являются технологический процесс подкапывания картошки, процессы взаимодействия лемеха, делителя и шнека комбинированного рабочего органа картофелекопательной машины с клубненоносной массой и их параметры, закономерности изменения энергетических и качественных показателей машины.

**Методы исследования.** В процессе исследования применены правила математического расчета, законы теоретической механики, методы статистического анализа, определения степени повреждения и потери картошки в процессе транспортировки клубненоносной массы, математического планирования экспериментов и методы тензометрирования, а также методы, приведенные в существующих нормативных документах.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

конструктивная схема картофелекопательной машины, оснащенная комбинированным подкапывающим рабочим органом, состоящей из лемехов, правого и левого шнеков, делителя, разработана с учетом интенсивного разрушения клубненоносного пласта и исключения сгруживания его перед лемехом;

ширина лемеха комбинированного подкапывающего рабочего органа определялась с учетом обеспечения полного подкапывания картофеля, расположенного в гребне, при минимальном захвате почвы, а угол наклона к горизонту - из условия достижения минимума значения подпорной силы пласта, вырезаемого лемехом;

показатель кинематического режима работы шнека, его диаметр и шаг винта определялись с учетом свободного деформирования и смещения клубненоносного пласта почвы без повреждения картошки;

параметры делителя обоснованы с учетом смещения картошки в сторону винта шнека с минимальными затратами энергии.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработана картофелекопательная машина с комбинированными подкапывающими рабочими органами;

при применении разработанной картофелекопательной машины достигнуто снижение потери и повреждения картофеля, а также энергетических затрат.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов

исследований обоснована тем, что исследования проводились с использованием современных методов и измерительных приборов, адекватностью теоретических и экспериментальных исследований, положительными результатами испытаний разработанной картофелекопательной машины, внедренной в практику.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость результатов исследования заключается в разработке конструкции картофелекопательной машины с комбинированными подкапывающими рабочими органами, а также полученных математических моделей и аналитических зависимостей, описывающих процессы взаимодействия рабочих органов с обрабатываемым клубненосным пластом и возможности их использования при обосновании параметров других подобных рабочих органов.

Практическая значимость результатов исследования заключается в достижении снижения затрат горюче-смазочных материалов, труда и эксплуатационных расходов, а также повышении производительности труда за счет обеспечения качественного подкапывания картофеля с наименьшими затратами на уровне агротехнических требований разработанной картофелекопательной машиной с комбинированными подкапывающими рабочими органами.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных результатов по обоснованию параметров комбинированного рабочего органа картофелекопательной машины:

утверждены исходные требования и технические задания на картофелекопательную машину с комбинированными рабочими органами (справка Министерства сельского хозяйства №07/24-04/5230 от 3 августа 2022 г.). В результате создана возможность разработки конструкции картофелекопательной машины с комбинированными рабочими органами, осуществляющей подкапывание картофеля на уровне агротехнических требований;

картофелекопательная машина с комбинированными рабочими органами внедрена в фермерские хозяйства Шахрисабзского района Кашкадарьинской области (справка Министерства сельского хозяйства №07/24-04/5230 от 3 августа 2022 г.). В результате при подкапывании картофеля достигнуто снижение расхода горюче-смазочных материалов на 21,5%, затрат труда на 21,6% и эксплуатационных расходов на 20,0 %.

для освоения производства разработанной картофелекопательной машины исходные требования, техническое задание и проектно-конструкторская документация (технические условия и чертежи) внедрены в проектные процессы АО «ВМКВ-Agromash» (справка Министерства сельского хозяйства №07/24-04/5230 от 3 августа 2022 г.). В результате создана возможность производства промышленных образцов картофелекопательной машины с обоснованными параметрами.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования обсуждены на 3 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По основному содержанию исследования опубликовано 16 научных работ, из них 5 в научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций, в том числе 4 – в республиканских и 1 – в зарубежных журналах.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 117 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

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

В первой главе диссертации **«Состояние и задачи исследования»** приведены анализ ранее проведенных научно-исследовательских работ по технологиям и машинам для уборки картофеля, их рабочим органам, на основе которых сформулированы цель и задачи исследования.

В последние годы в республике проводятся широкомасштабные работы по увеличению площади возделывания и получению высокой урожайности картофеля. В настоящее время уборка картофеля осуществляется существующими машинами. Эти машины не обеспечивают в требуемой степени агротехнические показатели. Их подкапывающие рабочие органы не разрушают клубненосного пласта в достаточной степени, а в тяжелых условиях происходит сгуживание почвы перед ними и, соответственно, излишняя потеря картофеля.

Анализ исследований показал, что уменьшение расхода горючего, труда и других затрат, предотвращение излишних потерь и повреждения картофеля при его подкапывании можно достичь, применив картофелекопательную машины с комбинированным подкапывающим рабочим органом, состоящую из лемехов, правого и левого шнеков, делителя. В связи с этим настоящая работа направлена на обоснование параметров комбинированного подкапывающего рабочего органа данной машины.

Во второй главе диссертации **«Теоретическое обоснование параметров комбинированного подкапывающего рабочего органа картофелекопателя»** приведены конструктивная схема картофелекопательной машины с комбинированным подкапывающим рабочим органом и результаты теоретических исследований по обоснованию основных параметров основного

и промежуточного лемехов, делителя, а также активного шнека и определения их тягового сопротивления.

На основании анализа научно-технической литературы и патентно-информационных материалов разработана конструктивная схема картофелекопательной машины с комбинированным подкапывающим рабочим органом (рис.1).

Предложенный картофелекопатель (рис.1) состоит из основных лемехов 1, расположенных над ними и вращающихся навстречу друг другу транспортирующих шнеков 2 и 3 с левой и правой навивкой, установленных по оси симметрии лемехов промежуточного лемеха 4, делителя 5 и элеватора 6. Делитель 5 установлен над промежуточным лемехом 4. Для улучшения транспортировки клубненоносной массы шаг витков шнека над лемехом выполнен больше чем шаг витков в зоне перехода лемеха к элеватору и над элеватором.

Технологический процесс работы картофелекопателя осуществляется следующим образом (рис.1): основные лемеха 1 подкапывают клубноносный пласт, а активные шнеки 2 и 3, установленные на крайние части лемехов, вращаясь, охватывают клубноносный пласт, не входя с клубнями в непосредственный контакт, и деформируют почву. При этом шнеки, не входя в непосредственный контакт с клубнями разрушают связь между клубнями и почвой и равномерно транспортируют массы на сепарирующий элеватор 6, вследствие чего снижается повреждение клубней, улучшается процесс сепарации почвы и устраняется сгуживание клубненоносной массы. Промежуточный лемех 5 подбирает не подкопанный картофель с боковой части гребня и выброшенный в междурядья. При этом делитель 5 направляет к шнекам 2 и 3 клубноносную массу, принятую промежуточным лемехом 4, в результате чего она дополнительно разрушается и равномерно направляется к элеватору 6.

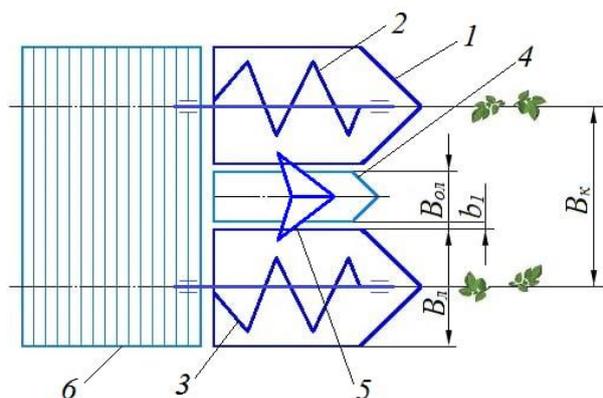
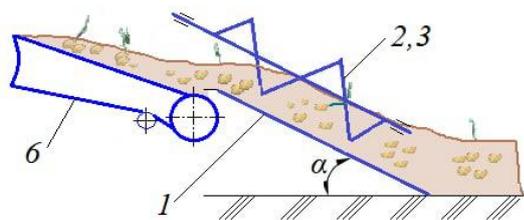
**Обоснование параметров комбинированного подкапывающего рабочего органа.** Основными параметрами, влияющими на качественные показатели и тяговое сопротивление лемеха картофелекопателя, является: ширина лемеха  $B_{л}$ ; угол наклона лемеха к горизонту  $\alpha$ ; длина лемеха  $L_{л}$ ; угол раствора носка лемеха  $\gamma$ , ширина промежуточного лемеха  $B_{ло}$  и длина его  $L_{ол}$  (рис.2).

Ширину лемеха определяем по следующему выражению с учетом обеспечения полного подкапывания картошки, расположенной в гребне при минимальном захвате почвы (рис.2)

$$B_{л} = b_{m} + 2\delta + 2(h - h_{чм}) \operatorname{ctg} \varphi, \quad (1)$$

где  $b_m$  – ширина расположения клубней в гнезде, см;  $\delta$  – смещение оси рядка относительно оси лемеха, которое может иметь место из-за непрямолинейности рядка и неточности вождения машины, см;  $h$  – глубина подкапывания, см;  $h_{чм}$  – глубина залегания крайних по ширине гнезда клубней, см;  $\varphi$  – угол естественного откоса почвы, °.

Подставив в (1)  $b_m=23$  см,  $\delta=3,6$  см,  $h=22$  см,  $h_{\text{чм}}=18$  см и  $\varphi=38^\circ$ , получим  $B_l=40,44$  см. Принимаем  $B_l=45$  см.



1 – основные лемеха; 2 и 3 – шнеки с правыми и левыми витками; 4 – промежуточный лемех; 5 – делитель; 6 – элеватор

**Рис. 1. Технологическая схема картофелекопателя с комбинированным подкапывающим рабочим органом**

Ширину промежуточного лемеха определяем по следующему выражению с учетом ширины междурядья, ширины основного лемеха и ширины щели между лемехами (рис.2)

$$B_{ол} = B_k - B_l - 2b_1, \quad (2)$$

где  $B_k$  – ширина междурядья, см;  $b_1$  – ширина щели между лемехами, см.

Подставив в (2)  $B_k=70$  см,  $B_l=45$  см и  $b_1=3$  см получим  $B_{ол}=19$  см.

Угол раствора  $\gamma$  носка лемеха определяем по следующему известному выражению из условия разрезания растительных остатков и их корней со скольжением по лезвию лемеха

$$\gamma = 2\left(\frac{\pi}{2} - \varphi_1\right), \quad (3)$$

где  $\varphi_1$  – максимальное значение угла трения почвы и корней картофеля по лезвию лемеха,  $^\circ$ .

Подставив в (3)  $\varphi_1=40-45^\circ$  определяем, что угол раствора носка лемеха должен быть в пределах  $90-100^\circ$ . Принимаем  $\gamma=90^\circ$ .

Угол наклона лемеха к горизонту  $\alpha$  определяем по следующему выражению из условия достижения минимума значения подпорной силы пласта, вырезаемого лемехом

$$\alpha_{онм} = \arctg(-f + \sqrt{f^2 + 1}), \quad (4)$$

где  $f$  – коэффициент трения почвы по поверхности лемеха.

Подставив в (4)  $f=0,5-0,7$  находим, что угол наклона лемеха к горизонту должен быть в пределах  $27,5^0-31,5^\circ$ . Принимаем  $\alpha=30^\circ$ .

Длина лемеха  $L_l$  (рис.2) по следующему известному выражению

$$L_l = \frac{H}{\sin \alpha}, \quad (5)$$

где  $H$  – высота расположения конечной части лемеха, см.

Высота расположения конечной части лемеха должна быть такой, чтобы щель между нижними элементами элеватора и дном борозды была не менее 40 мм. Исходя из ранее проведенных исследований принимаем  $H=20$  см.

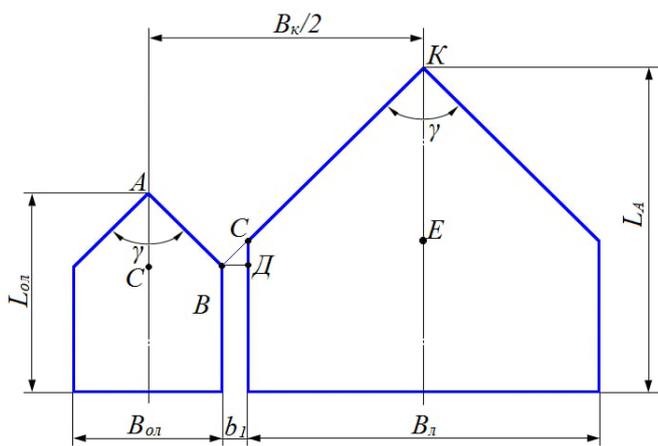
Подставив в (5)  $\alpha=30^\circ$  и  $H=20$  см определяем, что длина лемеха должна быть  $L_l=40$  см.

**Тяговое сопротивление лемеха.** Для определения тягового сопротивления лемеха разработанной машины получено следующее выражение

$$P = \left\{ \left[ \left( B_n + \frac{B_n - B_l}{2(\operatorname{ctg} \psi_{\bar{\epsilon}} + \operatorname{ctg} \varphi_n)} \operatorname{ctg} \psi_{\delta} \right) \times \left( \frac{B_n - B_l}{2(\operatorname{ctg} \psi_{\bar{\epsilon}} + \operatorname{ctg} \varphi_n)} \right) \right] + \left[ \left( h_n - \frac{B_n - B_l}{2(\operatorname{ctg} \psi_{\bar{\epsilon}} + \operatorname{ctg} \varphi_n)} \right) \left( b_{\text{ш}} + \frac{B_n - B_l}{2(\operatorname{ctg} \psi_{\bar{\epsilon}} + \operatorname{ctg} \varphi_n)} \operatorname{ctg} \varphi_n \right) \right] \right\} \times x \quad (6)$$

$$x \rho \left[ Hg \frac{\operatorname{tg} \alpha + f}{(1 - f \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{tg} \alpha} + V_m^2 \frac{f \sin \alpha}{1 - f \operatorname{tg} \alpha} \right],$$

где  $\rho$  – плотность почвы,  $\text{kg/m}^3$ ;  $V_m$  – скорость движения машины,  $\text{m/s}$ ;  $h_n$  – высота гребня картофельного поля,  $\text{m}$ ;  $B_n$  – ширина гребня картофельного поля,  $\text{m}$ ;  $\psi_{\bar{\epsilon}}$  – угол скалывания почвы в поперечной плоскости, град;  $b_{\text{ш}}$  – ширина верхней части гребня картофельного поля,  $\text{m}$ ;  $b_{\text{шр}}$  – ширина щели между основным и промежуточным лемехом,  $\text{m}$ ;  $\varphi_n$  – угол естественного откоса гребня,  $^{\circ}$ .



**Рис.2.** Схема к определению параметров промежуточного лемеха

Анализ выражения (6) показывает, что, тяговое сопротивление лемеха зависит от его параметров ( $L$ ,  $\alpha$ ,  $B_l$ ), глубины подкапывания лемеха ( $h$ ), физико-механических свойств почвы ( $\varphi_1$ ,  $\rho$ ,  $f$ ), размеров гребня и скорости движения агрегата. При  $L=0,4$   $\text{m}$ ,  $h=0,2$   $\text{m}$ ,  $\alpha=30^{\circ}$ ,  $B_l=0,45$   $\text{m}$ ,  $H=0,2$   $\text{m}$ ,  $\rho=1300$   $\text{kg/m}^3$ ,  $f=0,58$ , расчеты, проведенные по выражению (6), показали, что тяговое сопротивление лемеха

картофелекопателя при скорости движения  $0,8-1,1$   $\text{m/s}$  составляет  $1,08-1,21$   $\text{kN}$ .

**Обоснование параметров делителя.** К параметрам делителя относятся его угол раствора  $2\gamma_{\delta}$ , то есть угол установки рабочей поверхности делителя к направлению движения  $\gamma_{\delta}$ , угол установки рабочей поверхности делителя к горизонту в поперечно-вертикальной плоскости  $\epsilon_{\delta}$ , ширина делителя  $B_{\delta}$ , длина рабочей поверхности  $L_{\delta}$  и расстояние между носком промежуточного лемеха и носка делителя  $l_{\delta}$ .

Угол установки рабочей поверхности делителя к направлению движения  $\gamma_{\delta}$  определяем из условия скольжения клубней по его рабочей поверхности

$$\gamma_{\delta} = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_1}{2}, \quad (7)$$

где  $\varphi_1$  – угол трения картофеля по рабочей поверхности делителя,  $^{\circ}$ .

Если  $\varphi_1=30^\circ$  по выражению (7) угол  $\gamma_6$  должен быть  $30^\circ$ .

Из условия, при котором в процессе работы делителя картофель не должен двигаться в поперечно-вертикальной плоскости по его рабочей поверхности (при этом картофель должен перемещаться в сторону шнека), имеем

$$\varepsilon_6 > \frac{\pi}{2} - \varphi_1, \quad (8)$$

Подставив в выражение (8)  $\varphi_1=30^\circ$  определяем, что угол  $\varepsilon_6$  должен быть  $\varepsilon_6 > 60^\circ$ . Принимаем  $65^\circ$ .

Расстояние от носка промежуточного лемеха до носка делителя  $l_6$  определяем из условия исключения повторного выпадания картофеля в междурядье под действием делителя

$$l_6 \geq \frac{1}{2} B_{ol} \operatorname{ctg} \frac{\gamma}{2} + l_k, \quad (9)$$

где  $l_m$  – наибольшая длина картофеля, см.

Подставив в выражение (9)  $B_{ol}=19$  см,  $\gamma=90^\circ$  и  $l_k=23,1$  см определяем, что расстояние от носка промежуточного лемеха до носка делителя  $l_6$  должно быть не менее 32,6 см.

Ширину делителя определяем по следующему выражению

$$B_6 \leq 2[B_n + \frac{B_{ol}}{2} + b_1 - (\Delta + D)]. \quad (10)$$

При значениях  $B_n=45$  см,  $B_{ol}=19$  см,  $\Delta=3$  см,  $b_1=3$  см и  $D=30$  см по выражению (10) ширина делителя должна быть менее 49 см. Принимаем  $B_6=45$  см.

Длину делителя определяем по следующему выражению

$$L_6 = \frac{1}{2} B_6 \operatorname{ctg} \gamma_6. \quad (11)$$

Подставив в выражении (11)  $B_6=45$  см и  $\gamma_6=30^\circ$  находим, что длина делителя должна быть 38,94 см.

**Обоснование параметров шнека** комбинированного подкапывающего рабочего органа. К основным параметрам шнека относятся следующие параметры: диаметр шнека  $D$  (рис.3), шаг винта, угол подъема винтовой линии  $\theta$  и показатель кинематического режима работы  $\lambda$ .

Диаметр шнека определяем с учетом свободного деформирования и смещения клубненосного пласта почвы без повреждения картошки

$$D = 2 \sqrt{\frac{(B_n + A \operatorname{ctg} \psi_{\bar{e}}) A + (h_n - A)(b_{ul} + A \operatorname{ctg} \varphi_n)}{(1 - k_d^2) \pi \lambda k_3 \operatorname{tg} \theta}}, \quad (12)$$

где

$$A = \frac{B_n - B_n}{2(\operatorname{ctg} \psi_{\bar{e}} + \operatorname{ctg} \varphi_n)}. \quad (13)$$

Подставив в выражение (12)  $B_n=0,60$  м,  $B_n=45$  см,  $\psi_{\bar{e}}=45^\circ$ ,  $\varphi_n=40^\circ$ ,  $h_n=0,22$  м,  $b_{ul}=0,105$  м,  $k_d=0,15$ ;  $\lambda=4,1$ ;  $k_3=0,4$  и  $\theta=20^\circ$  находим, что диаметр шнека должен быть больше 28,5 см. Принимаем  $D=30$  см.

Угол подъема винтовой линии  $\theta$  определяем по следующей формуле:

$$\theta = \frac{\pi}{2} - (\alpha + \beta), \quad (14)$$

где  $\beta$  – угол между касательной к винтовой линии и горизонталью, град.

При  $\alpha=30^\circ$  и  $\beta=40-45^\circ$  по выражению (14) угол подъема винтовой линии шнека должен быть в пределах  $15-20^\circ$ . Принимаем  $\theta=15^\circ$ .

Шаг винта шнека определяем по следующей известной формуле:

$$S = \pi D \operatorname{tg} \theta, \quad (15)$$

При  $D=0,3$  м и  $\theta=15^\circ$  по выражению (15) шаг винта шнека должен быть  $S=0,252$  м. Принимаем  $S=0,25$  м.

Показатель кинематического режима работы шнека  $\lambda$  определяем с учетом равномерного транспортирования клубненоносного пласта почвы без повреждения клубня к элеватору с минимальными энергетическими затратами

$$\lambda = \frac{2\pi R}{S(\cos^2 \theta - f \cos \theta \sin \theta)}. \quad (16)$$

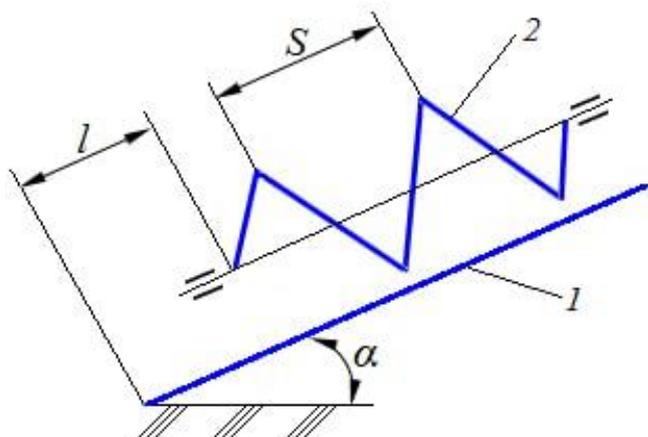


Рис.3. Параметры шнека комбинированного подкапывающего рабочего органа: 1–лемех; 2–шнек

При  $R=0,15$  м;  $f=0,36$  и  $\theta=15-20^\circ$  по выражению (16) показатель кинематического режима работы шнека должен быть в пределах  $\lambda=4,01-4,15$ .

**Требуемую мощность**  $N_e$  для работы комбинированного подкапывающего рабочего органа с активным шнеком определяем по следующему выражению:

$$\begin{aligned} N_c = & \frac{1}{\eta_{mp}} \left\{ z k_1 b (a - \Delta) \omega_u R_{uu} + \omega_n R m \frac{\sin(\theta + \varphi_1)}{\cos \varphi_1} \left[ g \sin \theta + \frac{g_{on}^2}{R} f_2 \cos(\psi - \theta) \right] + \right. \\ & \frac{b a j_0 \operatorname{tg}^2 \psi}{2g} g_{azp}^3 \left. + \left\{ \left[ \left( B_l + \frac{B_n - B_l}{2(\operatorname{ctg} \psi_{\bar{e}} + \operatorname{ctg} \varphi_n)} \operatorname{ctg} \psi_{\bar{o}} \right) \times \left( \frac{B_n - B_l}{2(\operatorname{ctg} \psi_{\bar{e}} + \operatorname{ctg} \varphi_n)} \right) \right] + \right. \right. \\ & \left. \left. + \left[ \left( h_n - \frac{B_n - B_l}{2(\operatorname{ctg} \psi_{\bar{e}} + \operatorname{ctg} \varphi_n)} \right) \left( b_{uu} + \frac{B_n - B_l}{2(\operatorname{ctg} \psi_{\bar{e}} + \operatorname{ctg} \varphi_n)} \operatorname{ctg} \varphi_n \right) \right] \right\} x \right. \\ & \left. x \rho \left[ H g \frac{\operatorname{tg} \alpha + f}{(1 - f \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{tg} \alpha} + V_m^2 \frac{f \sin \alpha}{1 - f \operatorname{tg} \alpha} \right] V_{azp} - N_{mp} \right. \end{aligned} \quad (17)$$

где  $\eta_{mp}$  – КПД трансмиссии трактора;  $Z$  – частота вращения шнека;  $j_n$  – плотность почвы,  $\text{kg/m}^3$ ;  $k_1$  – удельное сопротивление пласта при срезе,  $\text{Pa}$ ;  $b$  – ширина пласта, обрабатываемого шнеком, м;  $h_{uu}$  – глубина обработки почвы

винтом шнека,  $m$ ;  $V_n$  – скорость движения агрегата,  $m/s$ .

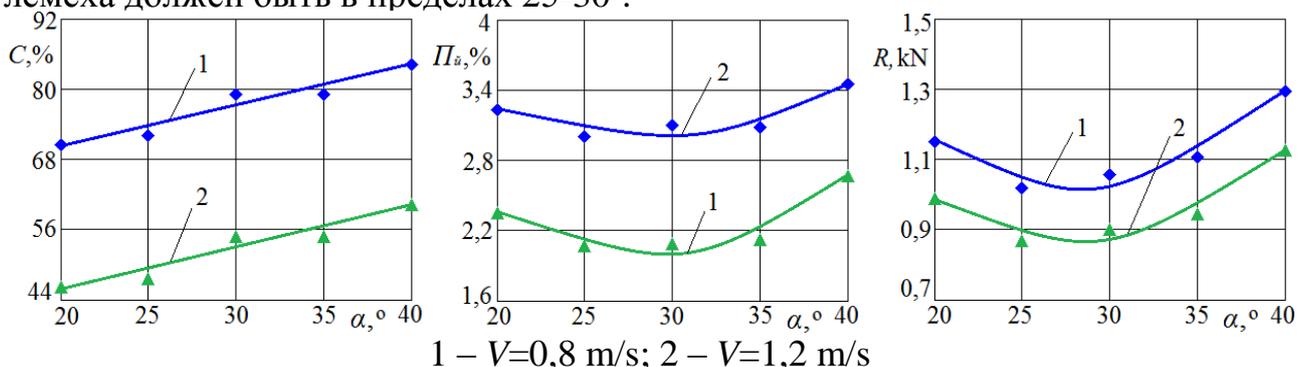
Анализ выражения (17) показывает, что на величину расхода мощности при обработке клубноносной почвы комбинированным подкапывающим рабочим органом оказывают влияние тяговое сопротивление лемеха, сопротивление шнека, параметры шнека и физико-механические свойства почвы.

В третьей главе диссертации «**Результаты проведенных экспериментальных исследований по обоснованию параметров комбинированного подкапывающего рабочего органа картофелекопателя**» приведены результаты проведенных исследований по обоснованию оптимальных значений параметров лемеха, делителя и шнека разработанной машины.

При определении оптимальных параметров лемеха, делителя и шнека машины проводились одно- и многофакторные эксперименты. Для проведения экспериментальных исследований разработаны и изготовлены лемехи, делители и шнеки с разными диаметрами.

При проведении экспериментов в качестве критериев оценки были приняты степень крошения почвы, степени повреждения и потери клубня, а также тяговое сопротивление лемеха, при этом эксперименты были проведены на скоростях движения агрегата  $0,8$  и  $1,2$   $m/s$ .

**Влияние угла установки лемеха к горизонту к показателям комбинированного подкапывающего рабочего органа.** Из полученных результатов (рис.4) видно, что с увеличением угла наклона лемеха степень потери клубня и тяговое сопротивление лемеха вначале уменьшается, затем увеличится по закону вогнутой параболы, а степень крошения почвы увеличивается по закону прямой. Из приведенных данных видно, что в шнековом комбинированном подкапывающем рабочем органе угол наклона лемеха должен быть в пределах  $25-30^\circ$ .



**Рис 4. Графики изменения степени крошения почвы ( $C$ ), степени потери клубня ( $P_i$ ) и тягового сопротивления лемеха ( $R$ ) в зависимости от угла наклона лемеха к горизонту**

**Влияние диаметра шнека на показатели комбинированного подкапывающего рабочего органа.** Из результатов экспериментов видно (рис.5), что с увеличением диаметра шнека потери и повреждение картофеля, а также тяговое сопротивление лемеха уменьшается по закону вогнутой параболы. При том с увеличением диаметра от  $0,2$  до  $0,3$   $m$  все эти показатели резко уменьшаются. Это объясняется тем, что с увеличением диаметра шнека увеличивается скорость транспортировки и объёма подкапываемой клубноносной массы к элеватору. С увеличением диаметра шнека более  $0,3$   $m$

потери и повреждение картофеля незначительно изменяется. Наименьшие потери картофеля наблюдались при диаметре шнека в пределах 0,3-0,35 м и составили менее 3 процентов в обоих скоростях движения. Из приведенных данных видно, что для обеспечения требуемой потери и повреждения картофеля с минимальными затратами энергии диаметр шнека должен быть не менее 0,3 м.

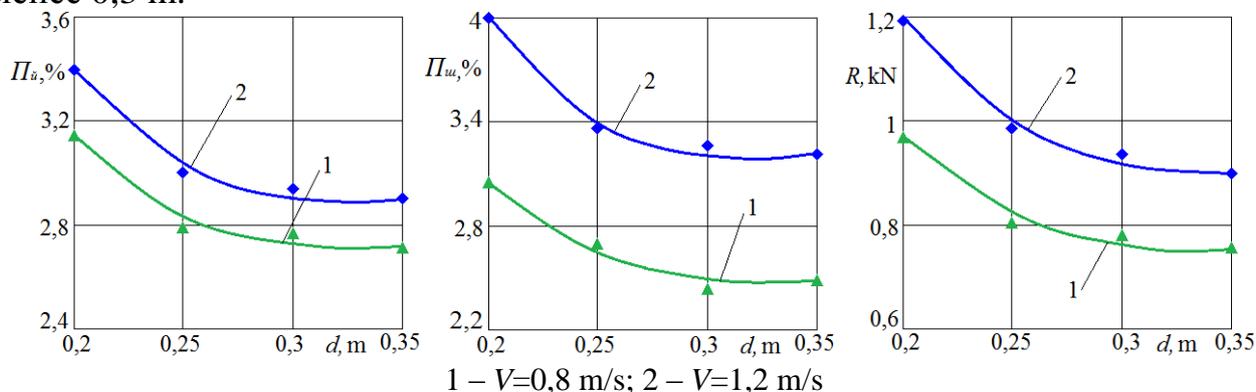


Рис 5. Графики изменения степени потери клубня ( $P_{i_i}$ ), степени повреждения ( $P_{i_u}$ ) и тягового сопротивления лемеха ( $R$ ) в зависимости от диаметра шнека

**Влияние частоты вращения шнека на показатели комбинированного подкапывающего рабочего органа.** В экспериментах частота вращения шнека изменялась с  $n=2,5 \text{ с}^{-1}$  до  $6,5 \text{ с}^{-1}$  с интервалом  $n=1,0$ . При этом диаметр шнека составлял 0,3 м, скорость движения агрегата 0,8 и 1,2 м/с, угол наклона лемеха к горизонту  $\alpha=30^\circ$ .

Из результатов экспериментов видно (рис.6), что с увеличением частоты вращения шнека увеличивается повреждение клубня. Это объясняется тем, что с увеличением частоты вращения шнека увеличивается окружная скорость винта, и воздействующего на клубеносную массу, в результате чего увеличивается сила удара его на клубни.

Полученные данные показывают, что при скорости движения агрегата 0,8 м/с и частоты вращения шнека 3,5 и 5,5  $\text{с}^{-1}$  повреждение картофеля составляет соответственно 2,34 и 3,24 %, а при 1,2 м/с соответственно - 2,74 и 3,60 %. По результатам экспериментов (рис.6) наименьшие потери клубней наблюдались при скорости движения агрегата 0,8 м/с в частотах вращения шнека 4,35-4,5  $\text{с}^{-1}$ , а при скорости агрегата 1,2 м/с – в частотах вращения шнека 5,2-5,25  $\text{с}^{-1}$ .

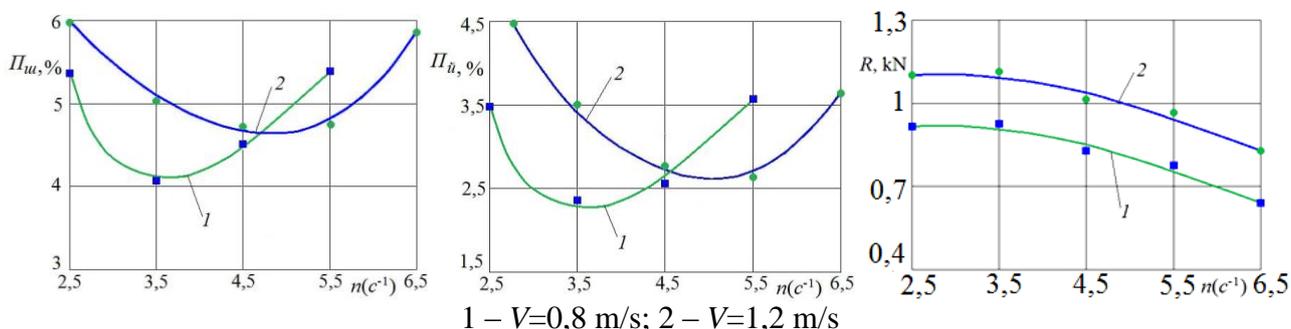


Рис.6. Графики изменения степени повреждения ( $P_{i_u}$ ), степени потери клубня ( $P_{i_i}$ ) и тягового сопротивления лемеха ( $R$ ) в зависимости от частоты вращения шнека

Для определения оптимальных параметров лемеха и шнека разработанной картофелекопательной машины, изученных в теоретических исследованиях и однофакторных экспериментах, были проведены многофакторные эксперименты. При этом в качестве основных факторов,

влияющих на качественные и энергетические показатели картофелекопательной машины, были выбраны диаметр шнека и его частота вращения, угол наклона лемеха к горизонту, а также скорость движения агрегата.

Получены следующие уравнения регрессии после соответствующей обработки результатов экспериментов, адекватно описывающие критерии оценки:

- по степени сепарации почвы (%)

$$Y=89.287+1.092X_1+1.102 X_2-1.138 X_3-1.314X_4+3.203X_1X_1+0.000X_1X_2-0.310X_1X_3+0.380 X_1X_4+4.705X_2X_2+0.000 X_2X_3+0.000 X_2X_4+0.000X_3X_3-0.723X_3X_4-2.402 X_4X_4 \quad (18)$$

- по степени повреждения картофеля, (%)

$$Y=2.902+0.248X_1+0.300X_2-0.112X_3+0.122X_4+0.000X_1X_1-0.087X_1X_2-0.048X_1X_3+0.000 X_1X_4+0.981X_2X_2+0.032X_2X_3+0.000X_2X_4-0.069X_3X_3+0.038X_3X_4+0.000X_4X_4 \quad (19)$$

- по тяговому сопротивлению картофелекопателя (kN)

$$Y=1.659-0.226X_1-0.200X_2+0.200X_3+0.510X_4+0.269X_1X_1-0.451X_1X_2+0.370X_1X_3+0.031X_1X_4-0.009X_2X_2+0.180X_2X_3+0.031X_2X_4+0.691X_3X_3+0.162X_3X_4-0.009X_4X_4 \quad (20)$$

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

При определении значений параметров, обеспечивающих требуемое качество работы при минимальных затратах энергии, уравнения регрессии (18)-(20) совместно были решены на практике с использованием электронного графика «поиск решения» по программам Excel. При совместном решении уравнений регрессии (18)-(20) были приняты следующие условия: критерий  $Y_p$ , т.е. степень сепарации почвы, должен быть не менее 90%, критерий  $Y_n$ , т.е. степень повреждения картофеля, должен быть не менее 3%, критерий  $Y_m$ , т.е. тяговое сопротивление картофелекопателя, должен иметь минимальное значение. На основе результатов проведенных многофакторных экспериментов для обеспечения требуемого качества работы с минимальными затратами энергии определены следующие оптимальные значения параметров: угол наклона лемеха к горизонту в пределах 28-30°, частота вращения шнека в пределах 4,3-4,45 с<sup>-1</sup>, диаметр шнека 30 см, скорость движения агрегата 1,0 м/с. При этих оптимальных параметрах комбинированного подкапывающего рабочего органа степень сепарации почвы составляла 90-93 %, обеспечено повреждение картофеля менее 3 %. При значениях этих параметров тяговое сопротивление комбинированного подкапывающего рабочего органа составило в пределах 1,80-2,17 kN.

Полученные результаты экспериментальных и теоретических исследований соответствуют друг к другу.

В четвертой главе диссертации **«Результаты испытания картофелекопательной машины с комбинированным подкапывающим рабочим органом и его экономические показатели»** приведены краткая характеристика разработанной картофелекопательной машины, результаты её полевых испытаний и экономическая эффективность.

При испытаниях экспериментальный образец разработанной картофелекопательной машины с комбинированным подкапывающим рабочим

органом надежно выполнял заданный технологический процесс и показатели его работы полностью соответствовали предъявляемым требованиям.

Расчеты, проведенные по определению технико-экономических показателей машины показали, что при применении данной машины для подкапывания картофеля прямые затраты на обработку одного гектара площади снижаются на 20,0 %. В результате этого годовой экономический эффект от внедрения составляет 25686775,6 сум на одну машину.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основе результатов проведенных исследований по диссертации доктора философии (PhD) на тему «Обоснование параметров комбинированного рабочего органа картофелекопательной машины» были представлены следующие выводы:

1. Анализы проведенные, на основании конструктивных особенностей применяемых машин для уборки картофеля и их рабочих органов, дают возможность разработать конструкцию картофелекопательной машины, обеспечивающей повышение производительности труда, минимизации повреждения и потери картофеля.

2. Наиболее оптимальной конструктивной схемой комбинированного рабочего органа картофелекопательной машины считается схема, состоящая из пассивного лемеха, делителя и активного шнека.

3. По результатам проведенных теоретических исследований получены аналитические зависимости и математические модели, позволяющие определить параметры лемеха, делителя и активного шнека, а также режим работы шнека.

4. Для интенсивного разрушения клубненосного пласта с минимальными затратами энергии и равномерного транспортирования ширина лемеха комбинированного рабочего органа должна быть 45 см, угол раствора лезвия лемеха 90°, угол наклона лемеха к горизонту в пределах 27-30°, длина лемеха 40 см.

5. По результатам проведенных теоретических исследований ширина делителя комбинированного рабочего органа должна быть 45 см, длина 39 см, угол раствора 60°, угол установки рабочей поверхности к горизонту в поперечно-вертикальной плоскости 65° и расстояние от носка лемеха промежуточного лемеха до делителя 32,6 см.

6. По результатам проведенных исследований установлено, что при диаметре шнека комбинированного рабочего органа 300 мм, шага витков 250 мм, угла подъема винтовой линии 15°, частоте вращения в пределах 4,3-4,45 с<sup>-1</sup> при скорости движения агрегата 1,0 м/с, показателях кинематического режима работы в пределах 4,01-4,5 предотвращается сгуживание клубненосной массы перед лемехами и обеспечиваются наилучшие качественные показатели подкапывающего рабочего органа.

7. Применение разработанной на основе результатов исследований картофелекопательной машины с комбинированными рабочими органами обеспечивает снижение прямых затрат на обработку 1 гектара площади по сравнению с применяемыми техническими средствами на 20,0 % и за счет этого годовой экономический эффект составляет 25317130 сум на одну машину.

**SCIENTIFIC COUNCIL TO AWARDING OF THE SCIENTIFIC  
DEGREES PhD.03/30.06.2020.T.111.02 AT THE KARSHI  
ENGINEERING-ECONOMICS INSTITUTE**

---

**KARSHI ENGINEERING-ECONOMICS INSTITUTE**

**RUSTAMOVA NIGORA RUSTAMOVNA**

**JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF THE COMBINED WORKING  
BODY OF THE POTATO HARVESTER**

**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 № B2019.2.PhD/T1207.**

The dissertation was completed at the Karshi Engineering and Economics Institute.

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

<b>Scientific supervisor:</b>	<b>Mamatov Farmon Murtozevich</b> doctor of technical science, professor
<b>Official opponents:</b>	<b>Tukhtakuziev Abduisalim</b> doctor of technical science, professor <b>Abdurakmonov Ural Nurmatovich</b> doctor of technical science, docent
<b>Leading organization:</b>	<b>Karshi Institute of Irrigation and Agro technologies of the National Research University Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers</b>

The defense of the dissertation will be held at 14<sup>th</sup> on «22» 11. 2022 year at the scientific council meeting PhD.03/30.06.2020.T.111.02 at the Karshi engineering-economics institute (at the address:225, Mustakillik street, Kashkadarya, 180100. Tel: (+99875) 221-09-23; Fax: (+99875) 224-13-95, e-mail: [kiei\\_info@edu.uz](mailto:kiei_info@edu.uz)).

The dissertation is available at the Information-resource center of the Karshi engineering-economics institute (registration number 38). Address: 225, Mustakillik street, Kashkadarya, 180100. Tel: (+99875) 221-09-23; Fax: (+99875) 224-13-95, e-mail: [kiei\\_info@edu.uz](mailto:kiei_info@edu.uz).

The abstract from the thesis is distributed «8» 11. 2022.

(Mailing protocol No 17 on 8 «11», 2022).



## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the study** is to improve the quality of digging of the tuberous formation and productivity by developing a potato digging machine with combined working bodies.

**The object of the study** is the physical and mechanical properties of the soil of potato fields and the combined working body of the cartographer.

**The scientific novelty of the study is as follows:**

the design scheme of a potato digging machine equipped with a combined digging working body consisting of ploughshares, right and left augers, divider is designed taking into account the intensive destruction of the tuberous formation and the exclusion of unloading it in front of the ploughshare

the width of the ploughshare of the combined digging working body was determined taking into account the provision of complete digging of potatoes located in the ridge with minimal soil capture, and the angle of inclination to the horizon - from the condition of achieving a minimum value of the retaining force of the formation cut by the ploughshare;

the indicator of the kinematic mode of operation of the auger, its diameter and the pitch of the screw were determined taking into account the free deformation and displacement of the tuberous soil layer without damaging the potatoes;

the divider parameters are justified taking into account the displacement of potatoes towards the screw with minimal energy consumption.

**Implementation of the research results.** Based on the results obtained to substantiate the parameters of the combined working body of the potato digging machine:

The initial requirements and technical specifications for a potato digging machine with combined working bodies have been approved (reference of the Ministry of Agriculture No. 07/24-04/5230 dated August 3, 2022). As a result, it is possible to develop a design of a potato digging machine with combined working bodies that performs potato digging at the level of agrotechnical requirements;

a potato digging machine with combined working bodies was introduced into the farms of the Shakhrisabz district of Kashkadarya region (certificate of the Ministry of Agriculture No. 07/24-04/5230 dated August 3, 2022). As a result, when digging potatoes, a reduction in fuel and lubricants consumption by 21.5%, labor costs by 21.6% and operating costs by 20.0% was achieved.

to master the production of the developed potato-digging machine, the initial requirements, technical specifications and design documentation (technical specifications and drawings) have been introduced into the design processes of BMKB-Agromash JSC (reference of the Ministry of Agriculture

No. 07/24-04/5230 of August 3, 2022). As a result, it is possible to produce industrial samples of potato diggers with reasonable parameters.

**The structure and scope of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 117 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**  
**I БЎЛИМ (I ЧАСТ; I PART)**

1. Норчаев Р., Норчаев Д.Р., Норчаев Ж.Р., Рустамова Н.Р. Илдиз меваларни йиғиштириш машиналарининг конструкцияси ва назарияси / Монография. – Тошкент: “Фан”, 2019. – 104 б.
2. Mamatov F., Rustamova N. Potato harvester with combined working tools// International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – India, 2022. – Vol. 9, Issue 4. – pp. 19199-19202. (IF – 6.684: Google Scholar).
3. Маматов Ф.М., Норчаев Р., Рустамова Н.Р. Картошка ковлагичнинг комбинациялашган казиш иш органи иш режимини асослаш// Инновацион технологиялар. – Қарши, 2020. Махсус сон. – Б.46-50. (05.00.00. №38)
4. Рустамова Н.Р. Обоснование параметров комбинированного подкапывающего рабочего органа картофелеуборочной машины// Инновацион технологиялар. – Қарши, 2021. Махсус сон. – Б.97-100. (05.00.00. №38)
5. Маматов Ф.М., Норчаев Д., Рустамова Н. Обоснование параметров комбинированного подкапывающего рабочего органа картофелеуборочных машин// –Агро илм, 2019. –№ 3. – Б.100-102. (05.00.00. №3)
6. Рустамова Н.Р., Рўзиев Э.Р. Картошка ковлагич шнеги диаметрини тажрибавий асослаш// Инновацион технологиялар. – Қарши, 2021. Махсус сон. – Б.74-78. (05.00.00. №38)

**II бўлим (II част; II part)**

7. Norchaev R., Norchaev Zh., Rustamova N.R. Scientific and technical solutions for mechanized harvesting of potatoes in the conditions of Uzbekistan// Galaxy International Interdisciplinary Research Journal (GIIRJ). – India, 2021. – Vol. 9, Issue 10. – pp.230-233.
8. Норчаев Д.Р., Лобачевский Я.П., Норчаев Р., Норчаев Ж.Р., Рустамова Н. Р. Облегчить уборку// – Москва, 2022. Агробизнес, № 1 (73). – С.90.
9. Норчаев Р., Рустамова Н.Р. Баланс мощности комбинированного подкапывающего рабочего органа картофелекопателя// «Молодежь и инновации-2020»: Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых. – Горки, 2020. – С.106-111.
10. Норчаев Р., Норчаев Ж.Р., Рустамова Н.Р. Выкапывающий рабочий орган картофелеуборочной машины// Научное обеспечения устойчивого развития промышленного комплекса. Сборник материалов международной научно-практической конференции посвященной памяти академика РАН В.П.Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». – Солёное Займище, 2021. – С.1255-1256.
11. Норчаев Д.Р., Лобачевский Я.П., Норчаев Р., Норчаев Ж.Р., Рустамова Н.Р. Картофелекопатель с новыми рабочими органами// Научное обеспечения устойчивого развития промышленного комплекса. Сборник материалов

международной научно-практической конференции посвященной памяти академика РАН В.П.Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». – Солёное Займище, 2021. – С.1257-1259.

12. Норчаев Д.Р., Лобачевский Я.П., Норчаев Р., Норчаев Ж.Р., Рустамова Н.Р. Картофелекопатель с новыми рабочими органами// Аграрная тема, № 09 (146). – Москва, 2021. – С.20-21.

13. Норчаев Р., Маматов Ф.М., Норчаев Ж.Р., Рустамова Н.Р. Совершенствование подкапывающих рабочих органов картофелеуборочных машин// «Илм-фан тараққийётига ёшларнинг инновацион ёндашувлари» мавзусидаги онлайн ҳудудий илмий-амалий анжумани – Қарши, 2020. – Б.183-186.

14. Норчаев Р., Маматов Ф.М., Норчаев Ж.Р., Рустамова Н.Р. Картошка йиғиш машинасининг қазш ишчи органининг параметрларини назарий асослаш// «Илм-фан тараққийётига ёшларнинг инновацион ёндашувлари» мавзусидаги онлайн ҳудудий илмий-амалий анжумани – Қарши, 2020. – Б.183-186.

15. Норчаев Д.Р., Норчаев Р., Рустамова Н.Р. Интенсификация процесса загрузки и сепарации картофелеуборочных машин// “Ўзбекистон жанубида қишлоқ хўжалик маҳсулотларини етиштириш, сақлаш ва дастлабки қайта ишлашнинг муаммолари ва истиқболлари” мавзусидаги Республика илмий-техник анжумани// – Қарши, 2016. – Б.393-394.

16. Рустамова Н.Р., Норчаев Р. Картошка йиғиштириш машинасининг қазш ишчи органини такомиллаштириш// “XXI аср – интеллектуал авлод асри” Қашқадарё ва Сурхондарё вилоятлари ёш олимлар ва талабалари иштирокидаги ҳудудий илмий-амалий анжумани// – Қарши, 2014. – Б.393-394.

Автореферат «Innovatsion texnologiyalar» илмий журнали таҳририятида  
таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз (тезис) тилларидаги  
матнлар мослиги текширилди (06.09.2022 й.)

Босмага рухсат этилди: 08.11.2022 йил.  
Бичими 60x45 1/8, «Times New Roman»  
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.  
Шартли босма табағи 2,70 Адади: 100. Буюртма: №50

ҚарМИИ «INTELLEKT» нашриёти МИУ босмахонасида чоп этилди.  
Манзил: Қарши шаҳри, Мустақиллик кўчаси, 225-уй.

