

**QISHLOQ XO‘JALIGINI MEXANIZATSIYALASH ILMIY-TADQIQOT  
INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.05/13.05.2020.T.112.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**QISHLOQ XO‘JALIGINI MEXANIZATSIYALASH  
ILMIY-TADQIQOT INSTITUTI**

**EGAMOV JO‘SHQIN JUMANAZAR O‘G‘LI**

**ENERGIYATEJAMKOR KARTOSHKА KOVLAGICHGA  
SILINDRSIMON ELEVATOR ISHLAB CHIQISH VA  
PARAMETRLARINI ASOSLASH**

**05.07.01 – Qishloq xo‘jaligi va melioratsiya mashinalari. Qishloq xo‘jaligi va  
melioratsiya ishlarini mexanizatsiyalash**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)  
dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi**

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

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

**Egamov Jo‘shqin Jumanazar o‘g‘li**

Energiyatejamkor kartoshka kovlagichga silindrsimon elevator ishlab chiqish va parametrlarini asoslash.....	3
--	---

**Эгамов Жушкин Жуманазар уgli**

Разработка и обоснование параметров цилиндрического элеватора для энергосберегающего картофелекопателя .....	19
---	----

**Egamov Joshkin Jumanazar ugli**

Development of a cylindrical elevator for an energy-saving potato digger and justification of its parameters. ....	35
---	----

**E’lon qilingan ishlar ro‘yxati**

**Список опубликованных работ**

List of published works.....	38
------------------------------	----

**QISHLOQ XO‘JALIGINI MEXANIZATSIYALASH ILMIY-TADQIQOT  
INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.05/13.05.2020.T.112.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**QISHLOQ XO‘JALIGINI MEXANIZATSIYALASH  
ILMIY-TADQIQOT INSTITUTI**

**EGAMOV JO‘SHQIN JUMANAZAR O‘G‘LI**

**ENERGIYATEJAMKOR KARTOSHKА KOVLAGICHGA  
SILINDRSIMON ELEVATOR ISHLAB CHIQISH VA  
PARAMETRLARINI ASOSLASH**

**05.07.01 – Qishloq xo‘jaligi va melioratsiya mashinalari. Qishloq xo‘jaligi va  
melioratsiya ishlarini mexanizatsiyalash**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lif, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.3.PhD/T4946 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqiot institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) ilmiy kengashning veb sahifasi [www.qxmiti.uz](http://www.qxmiti.uz) va "ZiyoNet" Axborot ta'lif portalida ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

**Norchayev Davron Rustamovich**  
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

**Tolibayev Alpisbay Yerjanbayevich**  
texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim

**Goyipov Umidjon Gulomjonovich**  
texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent

Yetakchi tashkilot:

**Guliston davlat universiteti**

Dissertatsiya himoyasi Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqiot instituti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.05/13.05.2020.T.112.01 raqamli ilmiy kengashning 2026-yil "15" 01 soyat 1000 dagi majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 110800, Toshkent viloyati, Yangiyo'l tumani, Gulbahor shaharchasi, Samarqand ko'chasi, 41-uy. Tel.: (+998) 55-903-14-18, e-mail: qabulxona@qxmiti.uz).

Dissertatsiya bilan Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqiot instituti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (510 raqami bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 110800, Toshkent viloyati, Yangiyo'l tumani, Gulbahor shaharchasi, Samarqand ko'chasi, 41-uy. Tel.: (+998) 55-903-14-18, e-mail: qabulxona@qxmiti.uz.

Dissertatsiya avtoreferati 2025-yil "26 " 12 kuni tarqatildi.  
(2025-yil "26 " 12 dagi №67 raqamli reestr bayonnomasi).



**A.To'xtaqo'ziyev**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash raisi, texnika fanlari doktori, professor

**B.P.Artikbayev**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash ilmiy kotibi, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, katta ilmiy xodim

**R.R.Xudaykuliev**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi, texnika fanlari nomzodi, katta ilmiy xodim

## **KIRISH (falsaфа doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)**

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati.** Jahonda kartoshka yetishtirish va uni yig‘ishtirish texnologiyalari va texnika vositalarini ishlab chiqish va qo‘llash yetakchi o‘rinlardan birini egallamoqda. “Dunyo miqyosida har yili 16,0 mln. hektar maydonda kartoshka yetishtirilishini”<sup>1</sup> hisobga olsak, ish unumi yuqori hamda kartoshka hosilini bir o‘tishda kam energiya sarflab to‘liq yig‘ishtirib oladigan mashinalar va qurilmalarni yaratish hamda ishlab chiqarish, shu jumladan, kartoshka hosilini yig‘ishtirishda qo‘llaniladigan mashinalarni ish sifati va unumini oshirish hamda energiyaresurstejamkorlikni ta‘minlash yo‘nalishida takomillashtirish muhim vazifalardan hisoblanmoqda. Shu jihatdan, kartoshka hosilini yig‘ishtirishda ish unumi yuqori bo‘lgan resurstejamkor texnika vositalarini ishlab chiqish muhim ahamiyatga ega.

Jahonda kartoshka hosilini to‘liq kovlab olishni ta‘minlaydigan resurstejamkor va samarali texnika vositalari hamda texnologiyalarni ishlab chiqish uchun ilmiy-texnikaviy yechimga ega bo‘lgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada kartoshka kovlab olishda ixcham konstruksiyaga ega uning tuginaklarini bir yo‘la elab uyumlovchi qurilma bilan jihozlangan kovlagichni ishlab chiqish va texnologik ish jarayonini asoslash, uning resurstejamkorligini ta‘minlaydigan parametrlarini asoslash bo‘yicha maqsadli ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borish dolzarb masalalardan hisoblanadi. Shuning uchun respublikaning turli tuproq-iqlim sharoitida kartoshka kovlab olishda elevatorlar va uyumlagichlarni takomillashtirish yo‘li bilan kam nobudgarchilikni ta‘minlaydigan, ish unumi yuqori energiya-resurstejamkor kartoshka kovlagichni ishlab chiqish va ishchi qismlarining texnologik jarayonlarini ish sifatini oshirish zarur hisoblanadi.

Respublika qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishida mehnat va energiya sarfini kamaytirish, resurslarni tejash, qishloq xo‘jalik ekinlarini ilg‘or texnologiyalar asosida yetishtirish va yuqori unumli qishloq xo‘jalik mashinalarini ishlab chiqish va qo‘llashga alohida e‘tibor qaratilmoqda. O‘zbekiston Respublikasi qishloq xo‘jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo‘ljallangan strategiyasida, jumladan, “...yer va suv resurslaridan oqilona foydalanish, fermer xo‘jaliklarida mehnat unumdorligini oshirish, mahsulot sifatini yaxshilash”<sup>2</sup> vazifalari belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda jumladan, kartoshka kovlashda gabarit o‘lchami ixcham bo‘lgan va elash hamda uyumlash imkonini beradigan silindrsimon elevator qurilmasi bilan jihozlangan kovlagichni ishlab chiqish va uning talablar darajasidagi ish sifatini kam energiya sarflagan holda ta‘minlaydigan parametrlarini asoslash muhim vazifalardan hisoblanadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 23.10.2019 yildagi PF-5853-sodan “O‘zbekiston Respublikasi qishloq xo‘jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo‘ljallangan strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi Farmoni, 31.06.2019-yildagi PQ 4410-sodan “Qishloq xo‘jaligi mashinasozligini jadal rivojlantirish, agrar sektorni qishloq xo‘jaligi texnikalari bilan ta‘minlashni davlat tomonidan qo‘llab-

---

<sup>1</sup> <https://www.fao.org>.

<sup>2</sup> O‘zbekiston Respublikasi qishloq xo‘jaligini rivojlantirishning 2020-2030-yillarga mo‘ljallangan strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risidagi O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 23.10.2019 yildagi PF-5853-sodan Farmoni.

quvvatlashga oid chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi va 11.05.2020-yildagi PQ-4709-son “Respublika hududlarini qishloq xo‘jaligi mahsulotlari yetishtirishga ixtisoslashtirish bo‘yicha qo‘sishma chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi Qarorlari hamda mazkur sohaga tegishli boshqa me’yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertasiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi.** Mazkur tadqiqot ishi respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining II. “Energetika, energiya va resurstejamkorlik” ustuvor yo‘nalishi doirasida bajarilgan.

**Muammonining o‘rganilganlik darjasи.** Kartoshka kovlab olishda energiya va material tejamkorlikni ta’minlaydigan bir yo‘la elab va uyumlaydigan ishchi organlarini ishlab chiqish va takomillashtirish, ularning parametrlari va texnologik ish jarayonlarini asoslash bo‘yicha tadqiqotlar bilan xorijda M.G.Matsepuro, G.D.Petrov, A.A.Sorokin, M.B.Uglanov, I.E.Kushev, S.N.Borichev, N.V.Bishov, N.I.Vereshagin, M.Y.Kostenko, V.S.Boloxoyev, A.A.Golikov, L.L.Maksimov, A.V.Parshkov, S.S.Rogov, G.K.Rembalovich, I.A.Uspenskiy, N.N.Yakutin, W.Brecka va boshqalar ilmiy tadqiqotlar olib borishgan. Ushbu tadqiqotlar natijasida ishlab chiqilgan mashina va qurilmalar qishloq xo‘jaligida qo‘llanilmoqda.

Ushbu yo‘nalishda respublikada N.G‘.Boyboboyev, T.E.Ostonaqulov, R.I.Boymetov, F.G‘aniyev, R.Norchayev, D.R.Norchayev va boshqa olimlar tomonidan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilgan. Ammo, bu tadqiqotlarda kartoshka kovlagich elevatori va uyumlagichini takomillashtirish orqali energiya-resurs tejamkor kovlagichni ishlab chiqish, uning ish jarayonining sifat ko‘rsatkichlarini oshirish va parametrlarini asoslash bo‘yicha ilmiy-tadqiqot ishlari yetarli darajada o‘rganilmagan.

**Tadqiqot mavzusining dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalarini bilan bog‘liqligi.** Dissertasiya tadqiqoti Qishloq xo‘jaligini mexanizasiyalash ilmiy-tadqiqot institutining 2022-2023 yillarga mo‘ljallangan rejasiga kiritilgan IZ-2021012711, “Fermerbop universal ildizmeva kovlagich mashinasining tajriba nusxasini yaratish” mavzusidagi innovasion loyiha doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** energiyatejamkor kartoshka kovlagichga uning tuganaklarini sifatli elaklaydigan silindrsimon elevator ishlab chiqish va parametrlarini asoslashdan iborat.

#### **Tadqiqotning vazifalari:**

kartoshka kovlaydigan texnika vositalarining texnologik ish jarayonlari va parametrlarini asoslash bo‘yicha avval bajarilgan tadqiqotlarni o‘rganish va tahlil etish;

kartoshka kovlagich uchun tuproq-iqlim sharoitlariga mos talablarni ishlab chiqish;

kartoshka kovlashdan oldin uning pushtasi tuprog‘ining fizik-mexanik xossalari, kartoshkaning shakli va o‘lchamlarini o‘rganish;

kartoshka tuganaklarini sifatli elab uyumlaydigan silindrsimon elevatoring konstruktiv sxemasini ishlab chiqish;

kartoshka tuganaklarini sifatli elab uyumlaydigan energiyatejamkor kovlagichning silindrsimon elevatorning parametrlarini assoslash bo'yicha nazariy va eksperimental tadqiqotlar o'tkazish;

silindrsimon elevator bilan jihozlangan energiyatejamkor kartoshka kovlagichning tajriba nusxasini tayyorlash va dala sinovlarini o'tkazish;

silindrsimon elevator bilan jihozlangan energiyatejamkor kartoshka kovlagichning texnik-iqtisodiy samarasini aniqlash.

**Tadqiqotning obyekti.** Kartoshka tuganaklarini sifatli elaklaydigan energiyatejamkor kovlagichning silindrsimon elevatori, uning texnologik ish jarayonlari hamda kartoshkaning geometrik o'lchamlari olingan.

**Tadqiqotning predmeti.** Kartoshka-tuproq aralashmasini sifatli elab uyumlaydigan energiyatejamkor kovlagich silidrsimon elevatorida kartoshkani elash jarayonining sifat va energetik ko'rsatkichlarini o'zgarish qonuniyatlari, uning ish rejimi va ratsional parametrlarini aniqlash imkonini beradigan analitik bog'lanishlar hisoblanadi.

**Tadqiqotning usullari.** Tadqiqot jarayonida nazariy mexanika, dehqonchilik mexanikasi, matematik statistikaning qonun va qoidalari, eksperimentlarni matematik rejalashtirish hamda tenzometriya usullari qo'llanilgan va mavjud me'yoriy hujjatlarda (O'z DSt 3193:2017 "Qishloq xo'jaligi texnikasini sinash. Mashinalarni energetik baholash usuli") keltirilgan usullardan foydalanilgan. Taklif etilayotgan kartoshka tuganaklarini sifatli elab va uyumlaydigan energiyatejamkor kovlagichning iqtisodiy samarasi РД Уз 63.03-98 «Испытания сельскохозяйственной техники. Методы расчета экономической эффективности, испытываемой сельскохозяйственной техники» bo'yicha aniqlangan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

kartoshka pushtasining tuprog'ini kam energiya hisobiga samarali elaklash uchun energiyatejamkor kartoshka kovlagichga silindrsimon elevatorning konstruksiyasi ishlab chiqilgan;

ishlab chiqilgan silindrsimon elevatorning konstruktiv parametrlari, kam energiya sarflash, kartoshkani kam shikastlash va samarali elaklash shartidan keltirib chiqarilgan analitik ifodalar asosida aniqlangan;

silindrsimon elevator bilan jihozlangan energiyatejamkor kartoshka kovlagichning elaklovchi silindrsimon elevatorining gorizontga nisbatan o'rnatilish burchagi kartoshkani shikastlanishi va yergacha bo'lgan uchish masofasidan kelib chiqib asoslangan;

silindrsimon elevatorning gorizontga nisbatan o'rnatilish burchagi, uzunligi va aylanishlar sonining maqbul qiymatlari tuproqning elaklanish darajasi, kartoshkaning yo'qotilishi va shikastlanishi hamda agregatning harakat tezligi va ish rejimlariga bog'liqlik qonuniyatlarini ifodalovchi regressiya tenglamalarini birgalikda yechish orqali aniqlangan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

O'zbekiston tuproq-iqlim sharoitida agrotexnika talablariga mos kartoshka-tuproq aralashmasini bir yo'la elab uyumlaydigan silindrsimon elevator bilan jihozlangan energiyatejamkor kartoshka kovlagichning konstruksiyasi ishlab

chiqilgan;

kartoshka-tuproq aralashmasini sifatli elab uyumlaydigan silindrsimon elevator uyumagich bilan jihozlangan energiyatejamkor kartoshka kovlagichni qo'llash natijasida metallhajmdorlik, yonilg'i sarfini kamayishi hamda mehnat sarfini qisqartirishga erishilgan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi.** Tadqiqot natijalarining ishonchliligi izlanishlarning zamonaviy usul va o'lchov vositalaridan foydalangan holda o'tkazilganligi, nazariy va eksperimental tadqiqotlarning o'zaro adekvatligi, olib borilgan tadqiqotlar asosida ishlab chiqilgan kartoshka yig'ishtirib olish mashinasi dala sinovlarining ijobiy natijalari va amaliyotga joriy etilganligi bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.** Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati kartoshka hosilini kam shikastlash orqali samarali kovlab oladigan energiyatejamkor kovlagich silindrsimon elevatorining parametrlarini uning sifat ko'rsatkichlariga ta'sirini ifodalaydigan analitik bog'lanishlar olinishi hamda nazariy tadqiqot natijalardan shunga o'xshash boshqa mashinalarning parametrlarini asoslashda foydalanish imkoniyatini mavjudligi bilan baholanadi.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati ishlab chiqilgan energiya va resurstejamkorlikni ta'minlaydigan, kartoshka tuganaklarini bir yo'la elab uyumlaydigan silindrsimon elevator bilan jihozlangan kovlagich qo'llanilganida tuproqni elanish darajasi, kartoshkani kovlab olish to'liqligi va ish unumining oshishi, ularning shikastlanish darajasi, mehnat sarfi hamda ekspluatasion harajatlarning kamayishi bilan belgilanadi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Energiyatejamkor kartoshka kovlagichga silindrsimon elevator ishlab chiqish va parametrlarini asoslash bo'yicha olingan natijalar asosida:

silindrsimon elevator bilan jihozlangan energiyatejamkor kartoshka kovlagichga dastlabki talablar va texnik topshiriq ishlab chiqilgan (Qishloq xo'jaligida bilim va innovatsiyalar milliy markazining 2024-yil 21-dekabrdagi №05/01-05/02-05/04-03-430-son ma'lumotnomasi). Natijada silindrsimon elevator bilan jihozlangan kartoshka kovlagich konstruksiyasini ishlab chiqish imkon yaratilgan;

silindrsimon elevator bilan jihozlanadigan energiyatejamkor kartoshka kovlagichning tajriba nusxasi Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot instituti tajriba xo'jaligi dalasida va Toshkent viloyati Yangiyo'l tumanidagi fermer xo'jaliklarida joriy etilgan (Qishloq xo'jaligida bilim va innovatsiyalar milliy markazining 2024-yil 21-dekabrdagi №05/01-05/02-05/04-03-430-son ma'lumotnomasi). Natijada kartoshka kovlagichning agrotexnik va texnik-ekspluatatsion ish ko'rsatgichlari, ya'ni kartoshka tugunaklarining kovlab olish to'liqligi 97,3 foizgacha oshishiga, kartoshka tugunaklarining shikastlanish darajasini 1,5-2,0 foizgacha kamayishiga erishilgan;

silindrsimon elevator bilan jihozlangan energiyatejamkor kartoshka kovlagichni o'zlashtirish uchun uning loyiha-konstrukturlik hujjatlari (dastlabki talablar, texnik topshiriq va chizmalar) "BMKB-Agromash" AJ da loyihalash jarayoniga joriy etilgan (Qishloq xo'jaligida bilim va innovatsiyalar milliy markazining 2024-yil 21-dekabrdagi №05/01-05/02-05/04-03-430-son

ma'lumotnomasi). Natijada silindrsimon elevator uyumlagich bilan jihozlangan kartoshka kovlagichning sanoat nusxalarini ishlab chiqarish imkoniyati yaratilgan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Tadqiqot natijalari 2 ta xalqaro va 2 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

**Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi.** Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 9 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 5 ta maqola, jumladan, 2 ta respublika va 3 ta xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya kirish, beshta bob, umumiy xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya hajmi 117 betni tashkil etadi.

## **DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI**

**Kirish** qismida o'tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbliji va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari, obyekti va predmetlari tavsiflangan, respublika fan va texnologiyalari taraqqiyotining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon etilgan, olingan natijalarning nazariy va amaliy ahamiyati oshib berilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy etilganligi, ishning aprobatsiya natijalari, e'lon qilingan ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

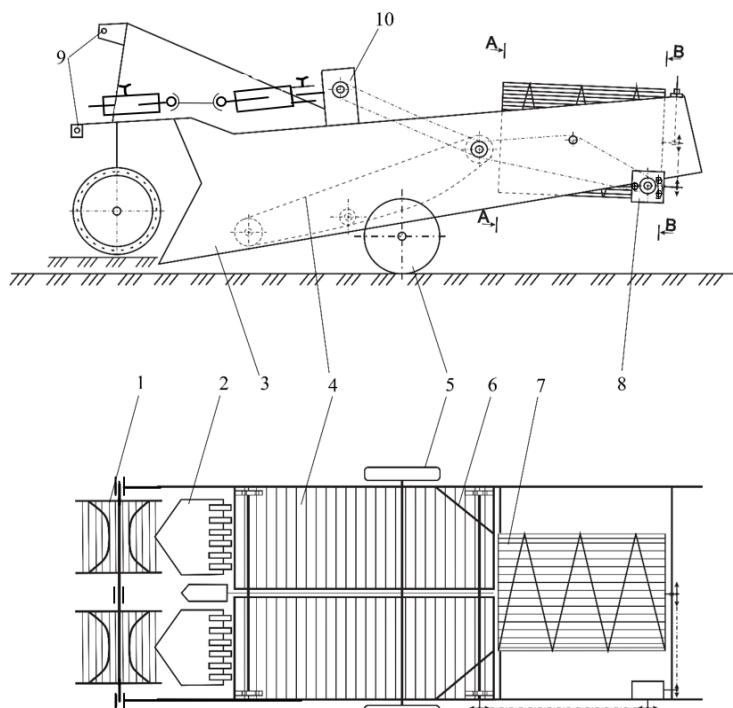
Dissertatsiyaning "**Masalaning qo'yilishi, tadqiqotning maqsadi va vazifalari**" deb nomlangan birinchi bobida jahonda va Respublikamizda kartoshka ekin turining o'rni va ahamiyati hamda uni yetishtirish va yig'ishtirishning hozirgi holati o'rganilgan, kartoshka yig'ishtirish texnologiyalari va ularni amalga oshiradigan texnika vositalarining tahlili o'tkazilgan, kartoshka kovlagichlarning elash va uyumlash qurilmalarining maqbul turini tanlash bo'yicha va kartoshka kovlagichlarning elash hamda uyumlash qurilmalari bo'yicha bajarilgan tadqiqotlar tahlili o'tkazilib, natijalari o'rganilgan va shular asosida tadqiqotning maqsadi va vazifalari shakllantirilgan.

Dissertatsiyaning "**Kartoshka pushtasi tuprog'inining fizik-mexanik xossalari va kartoshkaning fraksion tarkibi**" deb nomlangan ikkinchi bobida kartoshka va uning pushtasini geometrik parametrlari, kartoshka pushtasi tuprog'inining namligi va qattiqligi, pushtada joylashgan kartoshka tugunaklarini fraksion tarkibi hamda kartoshka tugunaklarining massasini o'rganish bo'yicha o'tkazilgan izlanishlarning natijalari keltirilgan.

Tajribalarda o'lchangan pushta ko'ndalang kesimining yuzasiga qarab uning shakli trapesiyasimon deb qabul qilindi. Shunda pushtaning pastki asosini eni  $B_{pa}=63-68$  cm orasida, yuqorisiniki esa  $b_{ya}=16,1-17,5$  cm va uning balandligi  $H_{pu}=20,0-21,5$  cm hamda haqiqiy qiyalik burchagi  $\varphi_g=43-45^0$  ekanligi, kartoshka uyasining pushta ichidagi yuqori va pastki joylashish balandliklari, mos ravishda,  $h_{yu}=5,1-6,4$  cm va  $h_{pa}=17-18,9$  cm, kartoshka uyasining eni esa  $B_{uy}=26,3-29,4$  cm bo'lishi aniqlandi. Kartoshka pushtasining qattiqligi, 0,75-0,81 MPa ni, namligi 12,5-12,9 foizni, zichliklari  $1080-1105 \text{ kg/m}^3$  ni, pushtasining  $1 \text{ m}^2$  yuzasida

joylashgan kartoshkalarning o‘rtacha soni 39,5 donani, o‘rtacha kvadratik og‘ishi  $\pm 1,8$  donani hamda ularning massalari bo‘yicha o‘rtacha qiymatlari, 88,5-90,5 grammni tashkil etishini ko‘rsatdi. Turli nav ekilgan kartoshka pushtasining  $0,14 \text{ m}^3$  hajmdagi tuprog‘i massasining o‘rtacha qiymati 160-165 kg ni tashkil etdi.

Dissertatsiyaning “Energiyatejamkor kartoshka kovlagichning elab uyumlaydigan ish organi parametrlarini nazariy asoslash” deb nomlangan uchinchi bobida ishlab chiqilgan silindrsimon elevator bilan jihozlangan kartoshka kovlagichning konstruktiv sxemasi va texnologik ish jarayoni hamda uning tadqiq etiladigan parametrlari, silindrsimon elevatordaning ko‘ndalang kesimi bo‘yicha kartoshka-tuproq aralashmasining harakatlanish rejimlarini asoslash bo‘yicha olib borilgan nazariy tadqiqotlarning natijalari keltirilgan.



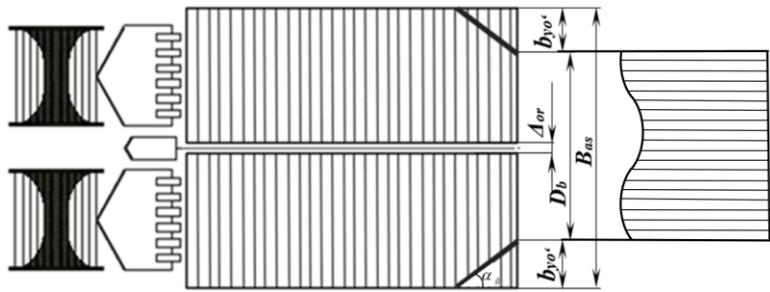
1—g‘altaksimon kesak maydalagich; 2—lemex; 3—rama; 4—kartoshka-tuproq aralashmasini ajratuvchi elevator; 5—tayanch g‘ildiraklar; 6—yo‘naltirgich; 7—silindrsimon elevator; 8,10—reduktorlar; 9—osish mexanizmi

#### **1-rasm. Silindrsimon elevator bilan jihozlangan kartoshka kovlagichning konstruktiv sxemasi**

Silindrsimon elevatordaning parametrlarini asoslash ishlari quyidagi ketma ketliklarda o‘rganildi (2-rasm). Kartoshka birlamchi elevator ustida harakatlanayotganda yo‘naltirgich yuzasi bo‘ylab erkin sirpanishi lozim. Mazkur shartni hisobga olgan holda, kartoshkaning yo‘naltirgich bo‘ylab sirpanishini ta’minlaydigan burchak quyidagi ifoda orqali aniqlanadi

$$\alpha_{\ddot{u}} = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_c}{2} \quad (1)$$

bunda  $\varphi_c$  – kartoshkaning yo‘naltirgichga ishqalanish burchagi,  $^\circ$ .



**2-rasm. Silindrsimon elevatorming parametrlarini aniqlashga doir sxema**

Uyumlovchi silindrik elevator diametri quyidagi shart orqali aniqlanadi

$$D_b \geq B_{as} - 2b_{yo'}, \quad (2)$$

bunda  $B_{as}$  – asosiy elevatorming eni, m;

$b_{yo'}$  – yo‘naltirgich va elevator ramasi orasidagi masofa, m.

$b_{yo'}$  esa quyidagi ifoda orqali aniqlanadi

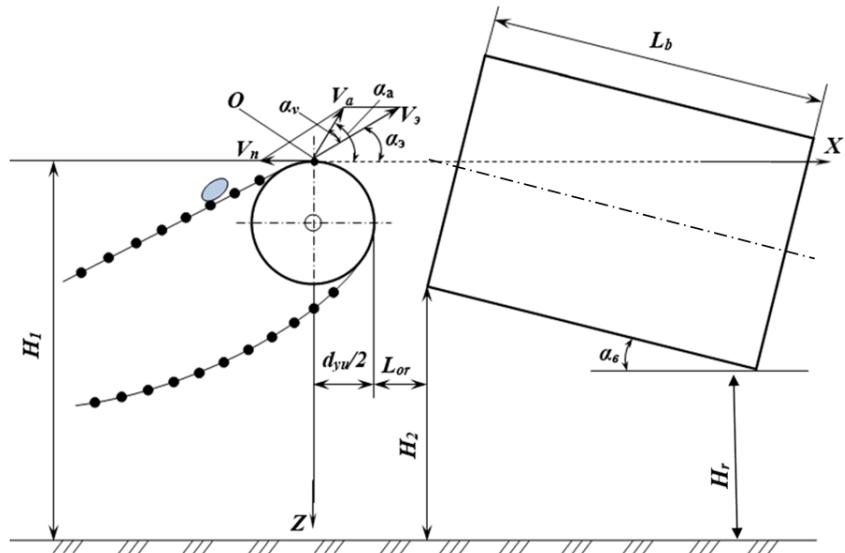
$$b_{yo'} = L_{yo'} \sin\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_c}{2}\right), \quad (3)$$

bunda  $L_{yo'}$  – yo‘naltirgichning uzunligi, m.

(3)ni hisobga olganda uyumlovchi silindrik elevator diametrini aniqlash imkonini beradigan yakuniy ifoda quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi.

$$D_b \geq B_{as} - 2L_{yo'} \sin\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_c}{2}\right). \quad (4)$$

(4) ifodaga  $B_{as}=145$  cm,  $\varphi_c=18-20^\circ$ ,  $L_{yo'}=75$  cm qiymatlarni qo‘yib, uyumlovchi silindrik elevatorming diametri 60 cm ga teng yoki undan katta bo‘lishi lozimligi aniqlandi.



**3 - rasm. Kartoshka asosiy elevatordan uyumlovchi silindrik elevator tomon gorizontal uchish masofasini aniqlash sxemasi**

Asosiy elevator va silindrik elevator orasidagi bo‘ylama masofa quyidagi shart orqali aniqlanadi (3-rasm)

$$L_{or} \leq L_{uch} - \frac{d_{yu}}{2}, \quad (5)$$

bunda  $L_{uch}$  – kartoshkaning asosiy elevatordan gorizontal yo‘nalishdagi uchish masofasi, m;

$d_{yu}$  – elevator yulduzchasining diametri, m.

Kartoshkaning asosiy elevatordan gorizontal yo‘nalishdagi uchish masofasi quyidagicha aniqlanadi

$$L_{uch} = V_a \frac{V_a \sin \alpha_a + \sqrt{V_a^2 \sin^2 \alpha_a + 2g(H_1 - H_2)}}{g} \cos \alpha_a, \quad (6)$$

bunda

$$V_a = \sqrt{V_n^2 + V_s^2 - 2V_n V_s \cos \alpha_s}; \quad (7)$$

$V_a$  – kartoshkaning boshlang‘ich tezligi, m/s;

$\alpha_s - V_a$  tezlik va gorizontal o‘q orasidagi burchak, °;

Agar agregat 0,8 m/s tezdikda harakatlansa  $V_a = 1,3-1,5$  m/s, agar agregat 1,2 m/s tezdikda harakatlanganda esa  $V_a = 1,6-2,0$  m/s bo‘ladi.

(6) ni (5) ifodaga qo‘yib, quyidagiga ega bo‘lamiz

$$L_{or} \leq V_a \frac{V_a \sin \alpha_a + \sqrt{V_a^2 \sin^2 \alpha_a + 2g(H_1 - H_2)}}{g} \cos \alpha_a - \frac{d_{yu}}{2}. \quad (8)$$

Silindrsimon elevatoring gorizontga nisbatan o‘rnatilish burchagini quyidagi ifoda yordamida aniqlaymiz

$$\sin \alpha_s = \frac{H_r - H_2}{L_b}, \quad (9)$$

bunda  $L_b$  – uyumlovchi silindrik elevatoring uzunligi, m.

Silindrik elevatoring uzunligi kaskadli elevatoring uzunligidan kichik yoki teng bo‘lish shartidan aniqlanadi

$$L_b \leq L_k - L_{or}, \quad (10)$$

bunda  $L_k$  – kaskadli elevator uzunligi, m.

(10) ifodaga  $L_k = 130$  cm va  $L_{or} = 20$  cm qiymatlarni qo‘yib,  $L_b = 110$  cm ga teng yoki kichik bo‘lishi lozimligi aniqlanadi.

Mavjud kartoshka kovlagichlarning kaskadli elevatoringin uzunligi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi

$$L_k = \left( \frac{1}{2\mu} \ln \frac{\eta F_{io} \rho_n}{0,097 Q_k b} \right) - L_{ac}, \quad (11)$$

bunda  $\eta$  – dalaga uyumlab ketilgan kartoshka va tuproqning o‘zaro nisbati;  $\mu$  – elaklash koefitsienti,  $m^{-1}$ ;  $F_{io}$  – lemex bilan kovlab olinadigan pushtaning ko‘ndalang kesimini yuzasi,  $m^2$ ;  $\rho_n$  – tuproqning zichligi,  $kg/m^3$ ;  $Q_k$  – kartoshkaning hosildorligi, t/ha;  $b$  – qator oralarining eni, m;  $L_{ac}$  – asosiy elevatoringin uzunligi, m.

(11) ni hisobga olganda silindrik elevatorning gorizontga nisbatan o‘rnatilish burchagi quyidagi shart orqali aniqlandi

$$\sin \alpha_e \geq (H_r - H_2) / \left( \left( \frac{1}{2\mu} \ln \frac{\eta F_{io} \rho_n}{0,097 Q_k b} \right) - L_{ac} \right). \quad (12)$$

Ushbu ifodadan  $\alpha_e \geq 10^\circ$  bo‘lishi lozimligini aniqlaymiz.

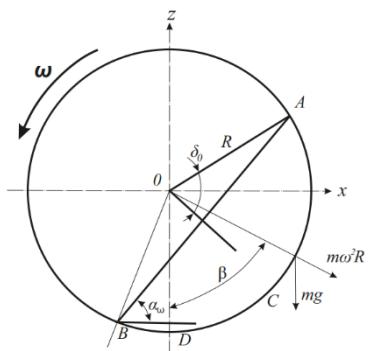
Demak, taklif etilayotgan uyumlovchi silindrik elevator belgilangan agrotexnik talablarni to‘liq bajarishi uchun uning diametri 60 cm ga teng yoki undan katta bo‘lishi, uzunligi  $L_b \leq 110$  cm, asosiy elevator va uning orasidagi bo‘ylama masofa 20 cm dan katta bo‘lmasligi, gorizontga nisbatan o‘rnatilish burchagi  $\alpha_e \geq 10^\circ$  bo‘lishi lozim.

Elevatorning ish unumi va elash intensivligini aniqlashning yakuniy ifodalari quyidagicha (4-rasm)

$$Q = k_p \rho_n \left( \delta_0 - \frac{\sin 2\delta_0}{2} \right) R^2 \cdot \frac{\omega \cdot R \sin \delta_0 \operatorname{tg} \alpha}{\delta_0 \sin \left( \arcsin \left( \frac{\omega^2 R}{g} \sin (\delta_0 + \varphi_t) \right) + \varphi_t \right)}; \quad (13)$$

$$q = \frac{k_{np} k_p \rho_n}{Q \delta_0} \left( \omega^2 R \delta_0 + g \sin \delta_0 \cos \left( \arcsin \left( \frac{\omega^2 R}{g} \sin (\delta_0 + \varphi_t) \right) + \varphi_t \right) \right), \quad (14)$$

bunda  $k_p$  – tuproq massasining g‘ovaklik koeffitsienti,  $k_{np}$  – mutanosiblik koeffisienti, (kg);  $\delta_0$  – kartoshka-tuproq massasining ushlanish burchagi, rad;  $\omega$  – silindrsimon elevator burchak tezligi, rad/s;  $\varphi_t$  – kartoshka-tuproq massasining elevator ichki yuzasiga ishqalanish burchagi, °;  $R$  – silindrsimon elevator radiusi, m.



**4-rasm. Kartoshka-tuproq aralashmasining ko‘ndalang kesim bo‘yicha harakati**

(14) ifodaga  $R=0,3$  m,  $\varphi_t=40^\circ$ ,  $\alpha_e=10^\circ$ ,  $\delta_0=\pi/3$ ,  $n=30$  r/min,  $k_p=0,9$ ,  $\rho=1040-1190$  kg/m<sup>3</sup> qiymatlarni qo‘yib, elevatorning ish unumi 34,5 kg/s gacha bo‘lish lozimligi aniqlandi.

(14) ifodadagi  $q$   $\delta_0$  ga bog‘liq bo‘lsa, u o‘z navbatida  $\omega$  va  $\alpha_e$  ga bog‘liq bo‘ladi, ya’ni agar baraban radiusining optimal qiymati oldindan ma’lum va o‘zgarmas bo‘lsa, u holda elash intensivligi  $q$  barabanning burchak tezligi  $\omega$  va uning o‘rnatilish burchagi  $\alpha_e$  ga bog‘liq bo‘ladi.

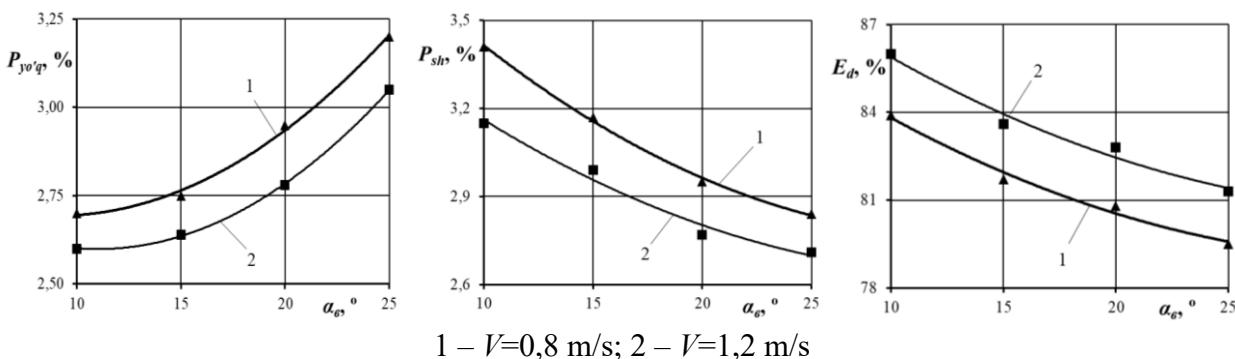
Dissertatsiyaning “Eksperimental tadqiqotlarni o‘tkazish usullari va natijalari” deb nomlangan to‘rtinchibobida silindrsimon elevator bilan jihozlangan kartoshka kovlagichning talab darajasidagi ish sifatini ta’minlaydigan parametrlarini aniqlash maqsadida o‘tkazilgan bir va ko‘p omilli eksperimental tadqiqotlarning natijalari keltirilgan. Eksperimental tadqiqotlarda silindrsimon elevatorning diametri, silindrsimon elevatorning uzunligi, silindrsimon elevatorning gorizontga nisbatan o‘rnatilish burchagi, silindrsimon elevatorning aylanishlar sonini

kartoshkaning yo‘qotilishi, shikastlanishi va tuginak-tuproq massasining elaklanish darajasiga ta’siri o‘rganildi. Ularning natijalari 5-8-rasmlarda tasvirlangan.

Tajribalar jarayonida silindrik elevatorlardan uzatilayotgan kartoshka-tuproq massasining elanish darajasini aniqlash uchun o‘lchami 1,5x14 m bo‘lgan material o‘qqa o‘ralib, elevator oxiriga mahkamlab qo‘yildi. Agregat harakatlanganda material bir uchidan ushlab turildi va o‘qqa o‘ralgan material aylanishi natijasida yer yuzasiga to‘saldi. To‘shalgan material yuzasiga kartoshkalar, elanmagan tuproq kesaklari va o‘simlik poyasi qoldiqlari tushdi. Massadagi uchala komponentlar alohida o‘lchandi va umumiy massaga nisbatan foiz ulushi aniqlandi. Material yuzasidagi kartoshka va o‘simlik poyasi alohida yig‘ishtirib olindi va tarozida o‘lchandi.

Silindrsimon elevatorning gorizontga nisbatan o‘rnatalish burchagini kartoshka kovlagichning ish ko‘rsatkichlariga ta’sirini o‘rganish maqsadida eksperimental tadqiqotlar o‘tkazildi. Tajribalarni o‘tkazishda elevatorning gorizontga nisbatan o‘rnatalish burchagi  $5^\circ$  interval bilan  $10^\circ$  dan  $25^\circ$  gacha o‘zgartirildi. Bunda elevatorninig diametri 80 cm, uzunligi 100 cm, aylanishlar soni 30 r/min, elevator yo‘naltirgichining balandligi 18 cm, agregatning ish tezligi 0,8 m/s va 1,2 m/s etib belgilandi.

5-rasmdagi bog‘liqliklardan ko‘rinib turibdiki, elevatorni gorizontga nisbatan



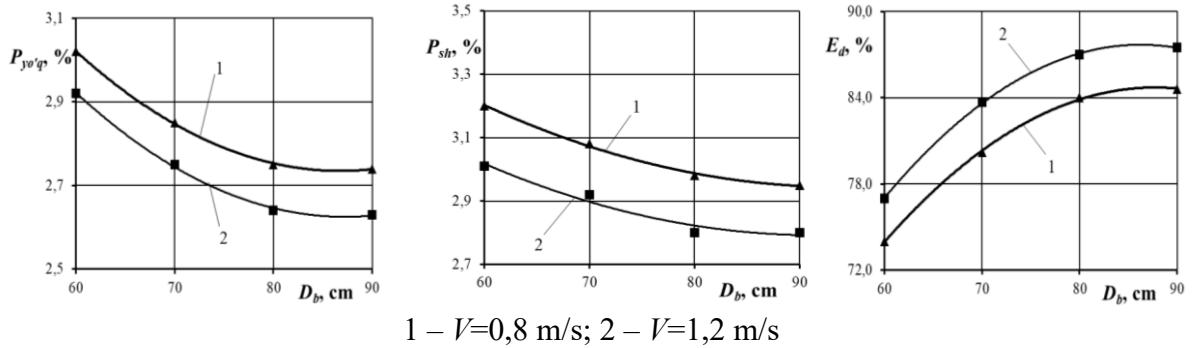
5-rasm. Silindrsimon elevatorning gorizontga nisbatan o‘rnatalish burchagi( $\alpha_e$ )ga bog‘liq ravishda kartoshkaning yo‘qotilish darjasini ( $P_{yo'q}$ ), kartoshkaning shikastlanish darjasini ( $P_{sh}$ ) va kartoshka-tuproq aralashmasining elanish darjasini ( $E_d$ ) ni o‘zgarish grafiklari

o‘rnatalish burchagi  $10^\circ$  dan  $25^\circ$  gacha oshganda va agregatning harakat tezligi 0,8 m/s bo‘lganda, kartoshkaning yo‘qotilish darjasini 2,70 foizdan 3,21 foizgacha, harakat tezligi 1,2 m/s bo‘lganda, yo‘qotilish darjasini 2,59 foizdan 3,05 foizgacha oshgan. Buni kartoshka-tuproq massasini elevatorda elanish darjasini kamayishi bilan izohlash mumkin.

Silindrik elevatorning gorizontga nisbatan o‘rnatalish burchagi oshishi bilan harakat tezligi 0,8 m/s bo‘lganda kartoshkaning shikastlanish darjasini 3,41 foizdan 2,84 foizgacha, 1,2 m/s bo‘lganda esa shikastlanish darjasini 3,15 foizdan 2,71 foizgacha kamaygan. Buni silindrik elevator va kartoshka-tuproq aralashmasining ta’sir vaqtin kamayganligi bilan izohlash mumkin.

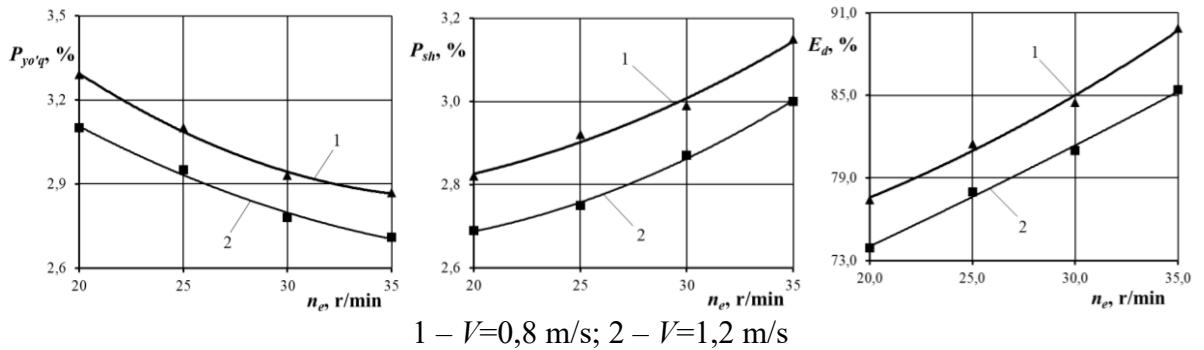
Silindrik elevatorning gorizontga nisbatan o‘rnatalish burchagi  $10^\circ$  dan  $25^\circ$  gacha oshganda va agregatning harakat tezligi 0,8 m/s va 1,2 m/s bo‘lganda kartoshka-tuproq massasining elanish darjasini mos ravishda 83,9 foizdan 79,5 foizgacha va 86,0 foizdan 83,1 foizgacha kamaygan. Agregat harakat

tezligining oshishi ushbu ko'rsatkichga ijobiy ta'sir ko'rsatgan. Elanish darajasini kamayishini uyumlovchi silindrik elevator va kartoshka-tuproq aralashmasini ta'sir vaqtin kamayganligi, yani to'liq elanmasligi bilan izohlash mumkin.



**6-rasm. Silindrmon elevatorning diametri( $D_b$ )ga bog'liq ravishda kartoshkaning yo'qotilish darajasi ( $P_{yo'q}$ ), kartoshkaning shikastlanish darajasi ( $P_{sh}$ ) va kartoshka-tuproq aralashmasining elanish darajasi ( $E_d$ ) ni o'zgarishi**

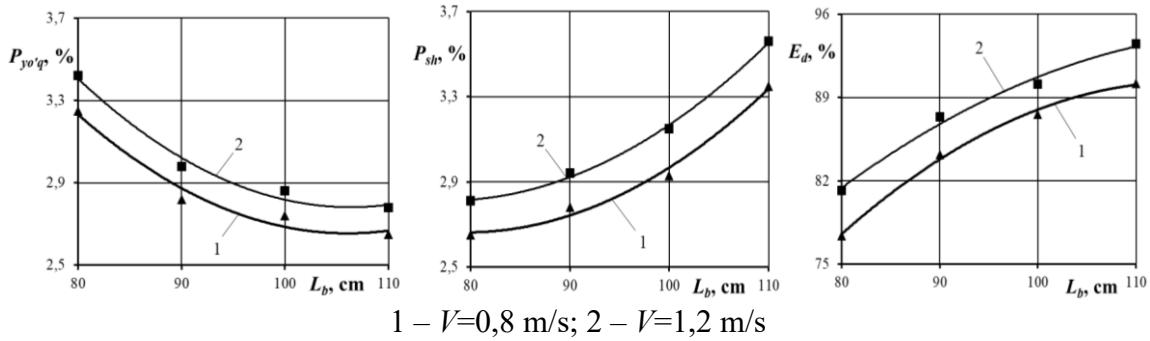
6-rasmida tasvirlangan egri chiziqlardan ko'rinish turibdiki, silindrmon elevator diametrini oshishi bilan kartoshkalarning yo'qotilish va shikastlanish darajasi kamaygan, kartoshka-tuproq aralashmasining elanish darajasi esa oshgan.



**7-rasm. Silindrmon elevatorning aylanish soni( $n_e$ )ga bog'liq ravishda kartoshkaning yo'qotilish darajasi( $P_{yo'q}$ ) ni, kartoshkaning shikastlanish darajasi( $P_{sh}$ )ni va kartoshka-tuproq aralashmasining elanish darajasi( $E_d$ )ni o'zgarish grafiklari**

Silindrmon elevatorning aylanishlar soni oshishi bilan kartoshka-tuproq massasi elevatorda yaxshi elanganligi sababli agregatning har ikkala harakat tezligida ham kartoshkaning yo'qotilish darajasi kamaygan (7-rasm). Kartoshkaninng shikastlanish darajasi va kartoshka-tuproq aralashmasining elanish darajasi esa oshgan. Buni elak va elanuvchi aralashmaning ta'sir yo'li oshganligi bilan izohlash mumkin.

8-rasmida tasvirlangan bog'liqliklardan ko'rinish turibdiki, kartoshka kovlagich silindrmon elevator uzunligining oshishi bilan elanish vaqtini va yo'li oshganligi sababli kartoshkaning yo'qotilish darajasi kamaygan. Kartoshkaning shikastlanish darajasi va kartoshka-tuproq aralashmasining elanish darajasi esa oshganligini ko'rishimiz mumkin. Ushbu natijani ham elevatorning uzunligi oshishi sababli uni kartoshka-tuproq aralashmasi bilan tasirlashish vaqtini va yo'li oshganligi bilan izohlashimiz mumkin.



**8-rasm. Silindrsimon elevatorning uzunligi( $L_b$ )ga bog‘liq ravishda kartoshkaning yo‘qotilish darajasi( $P_{yo'q}$ ), kartoshkaning shikastlanish darajasi( $P_{sh}$ ) va kartoshka-tuproq aralashmasining elanish darajasi( $E_d$ )ni o‘zgarish grafiklari**

Silindrsimon elevator bilan jihozlangan kartoshka kovlagichning bir omilli eksperimentlarda aniqlangan parametrlarining maqbul qiymatlarini aniqlash maqsadida ko‘p omilli eksperimentlarni matematik rejulashtirish usulidan foydalanib tajribalar o‘tkazildi. Bunda baholash mezonlariga omillarning ta’sirini ikkinchi darajali polinom to‘liq yoritib beradi deb qaralib, tajribalar Xartli-4 ( $H_4$ ) rejasi bo‘yicha o‘tkazildi.

O‘tkazilgan nazariy tadqiqotlar va bir omilli eksperimentlar natijalaridan kelib chiqqan holda, silindrsimon elevatorning gorizontga nisbatan o‘rnatalish burchagi( $X_1$ ), aylanishlar soni( $X_2$ ), uzunligi( $X_3$ ), agregat harakat tezligi( $X_4$ ) kartoshka tuproq massasining elaklanish darajasiga, kartoshkaning shikastlanish va yo‘qotilishiga eng ko‘p ta’sir ko‘rsatadigan omillar sifatida qabul qilindi.

Ko‘p omilli eksperimentlarni o‘tkazishda baholash mezoni sifatida kartoshka-tuproq aralashmasining elaklanish darajasi  $Y_1$  (%), kartoshkaning shikastlanish darajasi  $Y_2$  (%) va kartoshkaning yo‘qotilish darajasi  $Y_3$  (%) qabul qilindi.

Tajribalarda olingan natijalarga “PLANEXP” dasturi bo‘yicha ishlov berildi. Bunda dispersiyaning bir xilligini baholashda Koxren mezonidan, regressiya koeffitsientlarini qiymatini baholashda Styudent mezonidan, regression modellarning adekvatligini baholashda Fisher mezonidan foydalanildi.

Tajribalarda olingan natijalarga yuqoridagi tartibda ishlov berilib, baholash mezonlarini adekvat ifodalovchi quyidagi regressiya tenglamalari olindi:

kartoshka-tuproq massasining elaklanish darajasi bo‘yicha, (%):

$$Y_1 = 85,32 + 0,042X_1 + 0,038X_2 + 0,044X_3 - 0,035X_4 - 0,028X_1^2 + \\ + 0,029X_1X_2 + 0,031X_1X_3 + 0,026X_1X_4 - 0,022X_2^2 + 0,030X_2X_3 + \\ + 0,033X_2X_4 + 0,026X_3^2 + 0,025X_3X_4 - 0,020X_4^2; \quad (15)$$

kartoshkaning shikastlanish darajasi bo‘yicha, (%):

$$Y_2 = 2,61 + 0,028X_1 + 0,025X_2 + 0,032X_3 - 0,027X_4 + 0,039X_1^2 + \\ + 0,015X_1X_2 + 0,017X_1X_3 + 0,018X_1X_4 - 0,015X_2^2 + 0,020X_2X_3 + \\ + 0,032X_2X_4 + 0,014X_3^2 + 0,025X_3X_4 + 0,019X_4^2; \quad (16)$$

kartoshkaning yo‘qotilish darajasi bo‘yicha, (%):

$$Y_3 = 1,78 - 0,022X_1 - 0,018X_2 + 0,026X_3 + 0,019X_4 + 0,016X_1^2 - \\ - 0,014X_1X_2 + 0,017X_1X_3 - 0,013X_1X_4 + 0,018X_2^2 + 0,012X_2X_3 + \\ + 0,015X_2X_4 + 0,013X_3^2 + 0,020X_3X_4 + 0,014X_4^2. \quad (17)$$

(15)-(17) regressiya tenglamalarining yechimlari 0,8-1,2 m/s harakat tezligida kam energiya sarflagan holda talab darajasidagi ish sifatini ta’minlashi uchun

silindrsimon elevatorming gorizontga nisbatan o‘rnatilish burchagi  $20^\circ$ , aylanishlar soni 30 r/min, uzunligi 100 cm bo‘lishi lozimligini ko‘rsatdi. Bunda tuproqning elanish darajasi 84,5 foiz, kartoshkaning shikastlanish va yo‘qotilish darajasi 3,0 foizdan kam bo‘ldi.

Dissertatsyaning “**Asoslangan parametrlarga ega silindrik elevator bilan jihozlangan energiyatejamkor kartoshka kovlagich xo‘jalik sinovlarining natijalari va uning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari**” deb nomlangan beshinchi bobida silindrsimon elevator bilan jihozlangan kartoshka kovlagich tajriba nusxasining texnik tavsifi, asosiy parametrlari, xo‘jalik sinovlarining natijalari va uning texnik-iqtisodiy samarasi keltirilgan.

Sinovlarda ishlab chiqilgan tajribaviy kartoshka kovlagichning ish ko‘rsatkichlari agrotexnik talablarga to‘liq mos keldi va u belgilangan texnologik jarayonni to‘liq va ishonchli bajardi hamda sinovlarda olingan natijalar unga qo‘yilgan dastlabki talablarga mos keladi.

Iqtisodiy hisob-kitoblar shuni ko‘rsatadiki, silindrsimon elevator bilan jihozlangan energiyatejamkor kartoshka kovlagich qo‘llanilganda mehnat sarfi 11,69 foizga va ekspluatatsion harajatlar 24,79 foizga kamayib, 11007918,21 UZS yillik iqtisodiy samaraga erishiladi.

## XULOSA

“Energiyatejamkor kartoshka kovlagichga silindrsimon elevator ishlab chiqish va parametrlarini asoslash” mavzusidagi texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar natijalari asosida quyidagi xulosalar taqdim etiladi:

1. Mavjud kartoshka kovlagich qurilmalari og‘ir tuproq sharoitlarida va kuzgi mavsum hosilini yig‘ishtirib olishda ishlatilganda kartoshka-tuproq aralashmalarini sifatli elanishini ta‘minlay olmaydi. Shuning uchun mavjud kartoshka kovlagich qurilmalarining elaklash moslamasi konstruksiyasining elash qobiliyatini jadallashtiradigan va bir nechta funksiyalarni bajarish imkonini beradigan ish organlarini qo‘llash orqali takomillashtirish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

2. Kartoshka pushtasi tuprog‘ining fizik-mexanik xossalari va kartoshkaning fraktsion tarkibi, ya’ni pushtaning geometrik parametrlari, tuprog‘ining namligi, qattiqligi, pushtada joylashgan kartoshka tuganaklarining fraktsion tarkibi hamda ularning massasini o‘rganish natijalari taklif qilinayotgan silindrsimon elevatorming maqbul konstruksiyasini ishlab chiqish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

3. Taklif qilinayotgan silindrsimon elevator diametri 60 cm ga teng yoki undan katta, uzunligi 80-110 cm intervalda, asosiy elevator bilan uning orasidagi bo‘ylama masofa 20 cm dan katta bo‘lganda va gorizontga nisbatan o‘rnatilish burchagi  $\alpha_e \geq 10^\circ$  bo‘lganda belgilangan agrotexnik talablarni to‘liq bajarilishi ta‘minlanadi.

4. Silindrsimon elevatorming ish unumi barabanning burchak tezligi, barabanni kartoshka, tuproq va begona aralashmalar tarkibi bilan to‘lish darajasi hamda barabanning radiusi va og‘ish burchagiga bog‘liq bo‘lib,  $Q=34,5$  kg/s ni tashkil etadi.

5. Energiyatejamkor kartoshka kovlagichning ish sifati ko‘rsatkichlarini agrotexnik talablarga mos kelishi hamda hosilni kam yo‘qotilishi va shikastlanishiga

silindrsimon elevatorning gorizontga nisbatan o‘rnatilish burchagi  $20^\circ$ , uzunligi 100 cm va aylanishlar soni 30 r/min ga teng bo‘lganda erishiladi.

6. Silindrsimon elevator bilan jihozlangan kartoshka kovlagichdan foydalanilganda mehnat sarfini 11,69 foiz va ekspluatatsion harajatlarni 24,79 foizga kamayishi hisobiga yillik iqtisodiy samara 11007918,21 so‘mni tashkil etadi.

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

---

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**ЭГАМОВ ЖУШКИН ЖУМАНАЗАР УГЛИ**

**РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ  
ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЭЛЕВАТОРА ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО  
КАРТОФЕЛЕКОПАТЕЛЯ**

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

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

**Гульбахор – 2025**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инновации Республики Узбекистан за В2024.3.PhD/T4946.

Диссертация выполнена в Научно-исследовательском институте механизации сельского хозяйства.

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

Научный руководитель:

Норчаев Даврон Рустамович  
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Толыбаев Алпысбай Ержанбаевич  
доктор технических наук, старший научный сотрудник

Гойинов Умиджон Гуломжонович  
доктор философии по техническим наукам,  
доцент

Ведущая организация:

Гулистанский государственный университет

Защита диссертации состоится "15" 01 2026 г. в 10:00 часов на заседании Научного совета DSc.05/13.05.2020.T.112.01 при Научно-исследовательском институте механизации сельского хозяйства. (Адрес: 110800, Ташкентская область, Янгиюльский район, пос. Гульбахор, ул. Самаркандская, 41. Тел.: (+998) 55-903-14-18, e-mail: qabulxona@qxmiti.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства (регистрационный номер 510). (Адрес: 110800, Ташкентская область, Янгиюльский район, пос. Гульбахор, ул. Самаркандская, 41. Тел.: (+998) 55-903-14-18, e-mail: qabulxona@qxmiti.uz).

Автореферат диссертации разослан "26" 12 2025 года.  
(Протокол рассылки № 67 от "26" 12 2025 года).

  
А.Тухтакузиев  
Председателя научного совета по присуждению ученых степеней, доктор технических наук, профессор

  
Б.П.Артиқбаев  
Ученый секретарь научного совета по присуждению ученых степеней, доктор философии по техническим наукам, старший научный сотрудник

  
Р.Р.Худайкулиев  
Председатель научного семинара при научном совете по присуждению ученых степеней, кандидат технических наук, старший научный сотрудник



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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире разработка и применение технологий и технических средств для выращивания и уборки картофеля занимает одно из ведущих мест. Учитывая, что «ежегодно во всем мире выращивается картофель на площади 16,0 млн. гектаров»<sup>1</sup> создание и производство высокопроизводительных машин и устройств, способных полностью убирать урожай картофеля за один проход с минимальными затратами энергии, в том числе совершенствование машин, используемых при уборке урожая картофеля в направлении повышения качества работы и производительности, а также обеспечения энергосбережения, считается одной из важных задач. В связи с этим разработка ресурсосберегающих технических средств с высокой производительностью труда при уборке урожая картофеля имеет важное значение.

В мире ведутся научно-исследовательские работы по созданию эффективных и ресурсосберегающих технических средств и технологий, обеспечивающих полную уборку урожая картофеля. В этом направлении актуальной задачей является разработка картофелекопателя компактной конструкции, оснащённого просеивающим и формирующим клубни в валок, а также обоснование его технологического процесса и параметров, обеспечивающих ресурсосбережение. Поэтому необходимо разработать высокопроизводительный, энерго- и ресурсосберегающий картофелекопатель с минимальными потерями урожая, путём совершенствования элеваторных и валкообразующих устройств для применения в различных почвенно-климатических условиях республики, а также обосновать технологические процессы его рабочих органов.

В сельскохозяйственном производстве нашей республики уделяется особое внимание снижению затрат труда и энергии, экономии ресурсов, выращиванию сельскохозяйственных культур на основе передовых технологий, разработке и применению высокопроизводительных сельскохозяйственных машин. В Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030 годы, в частности, определены такие задачи, как «...рациональное использование земельных и водных ресурсов, повышение производительности труда в фермерских хозяйствах, улучшение качества продукции».<sup>2</sup> В реализации этих задач особенно важно разработать компактный картофелекопатель, оснащённый просеивающим устройством для просеивания и валкообразования, а также обосновать его параметры, обеспечивающие необходимое качество работы при минимальном энергопотреблении.

Определённый вклад в реализацию задач, в Указе Президента от 23

---

<sup>1</sup> <https://www.fao.org>.

<sup>2</sup> Указ Президента Республики Узбекистан от 23 октября 2019 года № ПФ–5853 «Об утверждении Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030 годы».

октября 2019 года №УП-5853 «Об утверждении Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030 годы», обозначенных в Постановлениях Президента Республики Узбекистан от 31 июля 2019 года №ПП-4410 «О мерах по ускоренному развитию сельскохозяйственного машиностроения, государственной поддержке обеспечения аграрного сектора сельскохозяйственной техникой» и от 11 мая 2020 года №ПП-4709 «О дополнительных мерах по специализации регионов республики на производство сельскохозяйственной продукции», а также других нормативно-правовых актах в данной сфере, вносит настоящее диссертационное исследование.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в рамках приоритетного направления II «Энергетика, энергия- и ресурсосбережение» развития науки и технологий республики.

**Степень изученности проблемы.** В области разработки и совершенствования рабочих органов, для одновременного просеивания и укладки клубней картофеля с обеспечением энергосбережения и экономией материалов, а также обоснования их параметров и технологических процессов, за рубежом проводились научные исследования учёными, такими как М.Г. Мацепуро, Г.Д. Петров, А.А. Сорокин, М.Б. Угланов, И.Е. Кушев, С.Н. Боричев, Н.В. Бишов, Н.И. Верешагин, М.Ю. Костенко, В.С. Болохоев, А.А. Голиков, Л.Л. Максимов, А.В. Паршков, С.С. Рогов, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, Н.Н. Якути́н, В. Бречка и другие. Разработанные по результатам этих исследований машины и устройства уже применяются в сельском хозяйстве.

В данном направлении в нашей республике научные исследования проводили Н.Г. Бойбобаев, Т.Э. Астонақулов, Р.И. Байметов, Ф. Ганиев, Р. Норчаев, Д.Р. Норчаев и другие учёные. Однако в этих исследованиях недостаточно изучены вопросы разработки энерго- и ресурсосберегающего картофелекопателя путем совершенствования элеватора и валкообразователя, а также повышения качества его работы и обоснованию параметров и рабочих процессов.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими и планами научно-исследовательской организации.** Диссертационное исследование выполнено в рамках инновационного проекта ИЗ-2021012711 на тему: «Создание опытного образца универсальной фермерской машины для выкопки корнеплодов», включённого в план Научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства на 2022–2023 годы.

**Цель исследования** разработка цилиндрического элеватора для энергосберегающего картофелекопателя, обеспечивающего качественное просеивание и укладку клубней картофеля, а также обоснование его параметров.

**Задачи исследования:**

изучение и анализ ранее проведённых исследований по обоснованию

технологического процесса работы и параметров технических средств для копания картофеля;

разработка требований для картофелекопателя с учётом почвенно-климатических условий;

изучение физико-механических свойств почвы картофельных грядков, формы и размеров клубней перед началом выкопки картофеля;

разработка конструктивной схемы цилиндрического элеватора, обеспечивающего качественное просеивание и укладку клубней картофеля;

проведение теоретических и экспериментальных исследований по обоснованию устройство цилиндрического элеватора укладчика энергосберающего копателя, обеспечивающего качественное просеивание и укладку клубней картофеля;

изготовление экспериментального образца энергосберегающего картофелекопателя, оснащенного цилиндрическим элеваторном и проведение полевых испытаний;

определение технико-экономической эффективности энергосберающего картофелекопателя, оснащенного цилиндрическим элеватором.

**Объект исследования.** Цилиндрический элеватор энергосберающего картофелекопателя, обеспечивающего качественное просеивание и укладку клубней картофеля и его технологические процессы работы и геометрические размеры картофеля.

**Предмет исследования.** Закономерности изменения качественных и энергетических показателей процесса просеивания картофеля в цилиндрическом элеваторе энергосберающего картофелекопателя, обеспечивающего качественное просеивание и укладку картофель-почва, аналитические зависимости позволяющие определить его режим работы и рациональные параметры.

**Методы исследования.** В процессе исследования применены законы и правила теоретической механики, земледельческой механики, математической статистики, математическое планирование экспериментов и методы тензометрирования, а также использованы методы, приведенные в нормативных документах (О‘з DSt 3193:2017. «Испытания сельскохозяйственной техники. Методы энергетические оценки машины»). Экономическая эффективность разработанного энергосберающего копателя, обеспечивающего качественное просеивание и укладку клубней картофеля определены по РД Уз 63.03-98 «Испытания сельскохозяйственной техники. Методы расчета экономической эффективности испытываемой сельскохозяйственной техники».

**Научная новизна исследования заключается в следующем:**

разработана конструкция цилиндрического элеватора валкоукладчика энергосберающего картофелекопателя для эффективного просеивания и укладки почвы в грядках картофеля с минимальными энергозатратами;

конструктивные параметры разработанного цилиндрического элеватора определены на основе аналитических выражений, выведенных из условия эффективного просеивания при минимальных затратах энергии и повреждений картофеля;

обоснован угол установки ситового цилиндрического элеватора энергосберегающего картофелекопателя, оснащенного цилиндрическим элеваторным устройством, относительно горизонта, исходя из повреждения картофеля и расстояния полета до земли;

оптимальные значения угла установки относительно горизонта, длины и числа оборотов цилиндрического элеватора определены путем совместного решения уравнений регрессии, выражающих закономерности зависимости степени просеивания почвы, потери и повреждения картофеля, а также скорости движения и режимов работы агрегата.

#### **Практические результаты исследования заключаются в следующем:**

разработана конструкция энергосберегающего картофелекопателя, оснащенного цилиндрическим элеватором одновременно просеивающим и укладывающим картофельно-почвенной смеси в соответствии агротехническим требованиям в почвенно-климатические условия Узбекистана;

в результате применения энергосберегающего картофелекопателя, оснащенного цилиндрическим элеватором, обеспечивающим качественное просеивание и укладку картофельно-почвенной смеси достигнуто снижение металлоемкости и расхода топлива, а также сокращение затрат труда.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследования подтверждается тем, что они проведены с использованием современных методов и измерительных приборов, адекватностью теоретических и экспериментальных исследований, положительными результатами полевых испытаний картофелеуборочной машины, разработанной на основании проведенных исследований, и внедрением в практику.

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

Научная значимость результатов исследований заключается в получении аналитических зависимостей, выражающие влияние параметров на качественные показатели работы цилиндрического элеватора копателя, позволяющего эффективно копать урожай картофеля при его минимальных повреждениях, а также возможности использования результатов теоретических исследований при обосновании параметров других подобных машин.

Практическая значимость результатов исследования заключается в повышении степени просеивания почвы, полноты выкапывания картофеля и производительности работы, снижении степени их поврежденности, затрат труда и эксплуатационных расходов при применении копателя оснащенного цилиндрическим элеватором одновременно просеивающим и укладывающим клубней картофеля.

**Внедрение результатов исследования:** На основе полученных результатов по разработке и обоснованию параметров цилиндрического элеватора для энергосберегающего картофелекопателя:

разработаны исходные требования и техническое задание на энергосберегающий картофелекопатель (справка № 05/01-05/02-05/04-03-430 Национального центра знаний и инновации в сельском хозяйстве при Министерства сельского хозяйства Республике Узбекистан от 21 декабря 2024 года). В результате стало возможным разработать конструкцию картофелекопателя, оснащенного цилиндрическим элеватором;

опытный образец энергосберегающего картофелекопателя внедрен на полях опытного хозяйства Научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства и в фермерских хозяйствах Янгиюльского района Ташкентской области (справка № 05/01-05/02-05/04-03-430 Национального центра знаний и инновации в сельском хозяйстве при Министерства сельского хозяйства Республике Узбекистан от 21 декабря 2024 года). В результате достигнуто повышение агротехнических и технико-эксплуатационных показателей картофелекопателя, то есть полноты выкапывания клубней картофеля до 97,3 %, снижение степени повреждения клубней картофеля до 1,5-2,0 %;

проектно-конструкторская документация (исходные требования, техническое задание и чертежи) для освоения энергосберегающего картофелекопателя внедрена в процесс проектирования АО «ВМКВ-Agromash» (справка № 05/01-05/02-05/04-03-430 Национального центра знаний и инноваций в сельском хозяйстве при Министерства сельского хозяйства Республике Узбекистан от 21 декабря 2024 года). В результате создана возможность производства промышленных образцов картофелекопателя, оснащенного цилиндрическим элеватором.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования обсуждены на 2 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 9 научных работ, из них в научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных результатов докторской диссертации философии (PhD) 5, в том числе 2 республиканских и 3 в зарубежных журналах.

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

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

Во **введении** обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования, цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и

практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

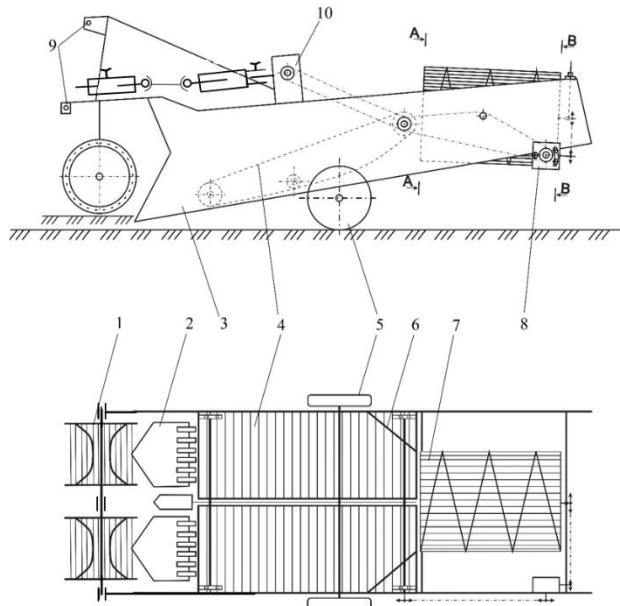
В первой главе диссертации «**Постановка задачи, цель и задачи исследования**» рассмотрены место и значение картофеля в мире и Республике, текущее состояние его выращивания и уборки, проведены анализ технологии уборки картофеля и технических средства для их осуществления, по выбору рационального типа просеивающего и укладывающего устройства картофелекопателя и изучены исследования, выполненные по просеивающим, а также укладывающим устройствам картофелекопателя и на основании этого сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе диссертации «**Физико-механические свойства почвы гребня и фракционный состав картофеля**» приведены результаты проведенных исследований по изучению геометрических параметров картофеля и его гребня, влажности и твердости почвы гребня картофеля, фракционного состава клубней картофеля, расположенных в гребнях, а также массы клубней картофеля.

В экспериментах измеренное поперечное сечение гребня в зависимости от поверхности принято в форме трапеции. При этом ширина нижнего основания гребня составляет в пределах  $B_{pa}=63\text{-}68$  см, а верхнего  $b_{ya}=16,1\text{-}17,5$  см и его высота  $H_{pu}=20,0\text{-}21,5$  см, а также действительные угол наклона  $\varphi_g=43\text{-}45^\circ$ . Определены, что верхние и нижние высоты расположения гнезд картофеля внутри гребня, соответственно, равны  $h_{yu}=5,1\text{-}6,4$  см и  $h_{pa}=17,0\text{-}18,9$  см, а ширина гнезд картофеля  $B_{uy}=26,3\text{-}29,4$  см, твердость грядки картофеля составляет 0,75- 0,81 МПа, влажность 12,5-12,9 %, плотность 1080-1105 kg/m<sup>3</sup>, среднее количество клубней из трех фракций, расположенных на поверхности 1 m<sup>2</sup> гребня 39,5 штук, среднее квадратическое отклонение  $\pm 1,8$  штук, а также среднее значение их по массе 88,5-90,5 g, среднее значение массы почвы грядки при посадке различных сортов картофеля в объеме 0,14 m<sup>3</sup> составляет 160-165 kg.

В третьей главе диссертации «**Теоретическое обоснование параметров просеивающе-укладывающего рабочего органа энергосберегающего картофелекопателя**» приведены конструкторская схема и технологический процесс работы разработанного картофелекопателя, оборудованного цилиндрическим элеватором а также его исследуемые параметры, результаты проведенных исследований по обоснованию режимов движении смеси картошка-почва по поперечному сечению цилиндрического элеватора.

Обоснование параметров цилиндрического элеватора были выполнены следующей последовательности работы (рис. 2). При движении по первичному элеватору картофель должен свободно скользить по поверхности направляющего.



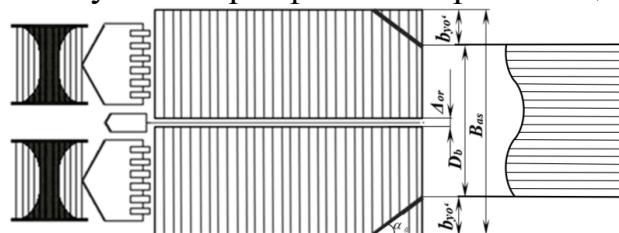
1 – катушечный комкодробитель, 2 – лемех, 3 – рама, 4 – элеватор для разделения картофельно-почвенной смеси, 5 – опорные колеса, 6 – направляющая, 7 – цилиндрический элеватор, 8,10 – редукторы, 9 – механизм навески

**Рис. 1. Конструктивная схема картофелекопалки, оборудованной цилиндрическим элеватором**

С учетом этого условия угол, обеспечивающий скольжение клубней картофеля определяется по следующему выражению

$$\alpha_{\dot{u}} = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_c}{2}, \quad (1)$$

где  $\varphi_c$  - угол трения клубней картофеля о направляющее, °.



**Рис. 2. Схема к определению параметров цилиндрического элеватора**

Диаметр цилиндрического элеватора определяется исходя из условия

$$D_b \geq B_{as} - 2b_{yo'}, \quad (2)$$

где:  $B_{as}$  - ширина основного элеватора, м;  $b_{yo'}$  - расстояние между рамой элеватора и направляющей, м.

Значение  $b_{yo'}$  определяется по выражению

$$b_{yo'} = L_{yo'} \sin\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_c}{2}\right), \quad (3)$$

где  $L_{yo'}$  — длина направляющей, м.

Окончательное выражение, позволяющие определить диаметр цилиндрического элеватора следующее

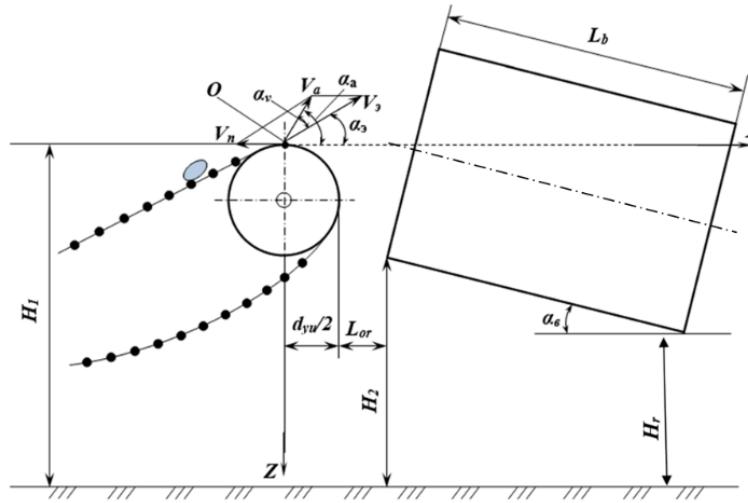
$$D_b \geq B_{as} - 2L_{yo} \sin\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_c}{2}\right). \quad (4)$$

Подставив в выражение (4) следующие значения:  $B_{as}=145$  см,  $\varphi_c=18-20^\circ$  и  $L_{yo}=75$  см определено, что диаметр цилиндрического элеватора должен быть равен 60 см или больше.

Продольное расстояние между основным элеватором и цилиндрическим элеватором укладчиком определяется по следующему условию (рис. 3)

$$L_{or} \leq L_{uch} - \frac{d_{yu}}{2}, \quad (5)$$

где  $L_{uch}$  - расстояние полета клубней картофеля в горизонтальном направлении от основного элеватора, м;  $d_{yu}$  - диаметр звёздочки элеватора, м.



**Рис. 3. Схема для определения горизонтального расстояния полёта клубня картофеля от основного элеватора к цилиндрическому элеватору**

Расстояние полета клубней картофеля в горизонтальном направлении от основного элеватора определяется следующим выражением

$$L_{uch} = V_a \frac{V_a \sin \alpha_a + \sqrt{V_a^2 \sin^2 \alpha_a + 2g(H_1 - H_2)}}{g} \cos \alpha_a, \quad (6)$$

$$V_a = \sqrt{V_n^2 + V_\vartheta^2 - 2V_n V_\vartheta \cos \alpha_\vartheta} \quad (7)$$

где  $V_a$ - начальная скорость частицы, м/с;  $\alpha_a$ -угол между направлением движения и горизонтальной осью,  $^\circ$ .

Если агрегат движется со скоростью 0,8 м/с, то  $V_a = 1,3-1,5$  м/с, если со скоростью 1,2 м/с, то  $V_a = 1,6-2,0$  м/с.

Подставив выражение (6) в (5), получим следующее условие

$$L_{or} \leq V_a \frac{V_a \sin \alpha_a + \sqrt{V_a^2 \sin^2 \alpha_a + 2g(H_1 - H_2)}}{g} \cos \alpha_a - \frac{d_{yu}}{2}. \quad (8)$$

Угол установки цилиндрического элеватора укладчика относительно горизонтали определим по выражению

$$\sin \alpha_e = \frac{H_r - H_2}{L_b}, \quad (9)$$

где  $L_b$  – длина цилиндрического элеваторного укладчика, м.

Длина цилиндрического элеватора определяется из условия, что она должна быть меньше или равна длине каскадного элеватора.

$$L_b \leq L_k - L_{ac}, \quad (10)$$

где  $L_k$  – длина каскадного элеватора, м.

Подставив в выражение (10) значения  $L_k=130$  см и  $L_{ac}=20$  см определим, что  $L_b$  должен быть равен или меньше 110 см.

У существующих картофелекопателей длина каскадного элеватора определяется по выражению

$$L_k = \left( \frac{1}{2\mu} \ln \frac{\eta F_{yo} \rho_n}{0,097 Q_k b} \right) - L_{ac}, \quad (11)$$

где  $\eta$  – соотношение картофеля и почвы, сваленной в поле;  $\mu$  – коэффициент просеивания,  $m^{-1}$ ;  $F_{yu}$  – площадь поперечного сечения гребня, выкапываемого лемехом,  $m^2$ ;  $\rho_n$  – плотность почвы,  $kg/m^3$ ;  $Q_k$  – урожайность картофеля,  $t/ha$ ;  $b$  – ширина междуурядий, м;  $L_{ac}$  – длина основного элеватора, м.

С учетом (11) угол установки цилиндрического элеваторного укладчика относительно горизонту определим из условия

$$\sin \alpha_e \geq (H_r - H_2) / \left( \left( \frac{1}{2\mu} \ln \frac{\eta F_{yo} \rho_n}{0,097 Q_k b} \right) - L_{ac} \right). \quad (12)$$

Из данного выражения определим, что угол  $\alpha_e \geq 10^\circ$ .

Таким образом, для полного выполнения за данных агротехнических требований предлагаемым цилиндрическим элеватором его диаметр должен быть равен или больше 60 см, длина  $L_b \leq 110$  см, продольное расстояние между ним и основным элеватором не больше 20 см и угол установки относительно горизонтали  $\alpha_e \geq 10^\circ$ .

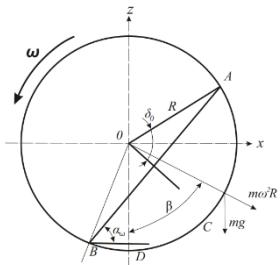
Окончательные формулы для определения производительности и интенсивности просеивания элеватора выглядят следующим образом (рис. 4).

$$Q = k_p \rho \left( \delta_0 - \frac{\sin 2\delta_0}{2} \right) R^2 \cdot \frac{\omega \cdot R \sin \delta_0 \operatorname{tg} \alpha}{\delta_0 \sin \left( \arcsin \left( \frac{\omega^2 R}{g} \sin(\delta_0 + \varphi_t) \right) + \varphi_t \right)}; \quad (13)$$

$$q = \frac{k_{np} k_p \rho}{Q \delta_0} \left( \omega^2 R \delta_0 + g \sin \delta_0 \cos \left( \arcsin \left( \frac{\omega^2 R}{g} \sin(\delta_0 + \varphi_t) \right) + \varphi_t \right) \right) \quad (14)$$

где  $k_p$  – коэффициент пористости почвенной массы,  $k_{np}$  – коэффициент пропорциональности, ( $kg$ );  $\delta_0$  – угол удержания картофельно-почвенной массы, rad;  $\omega$  – угловая скорость цилиндрического элеватора, rad/s;  $\varphi_t$  – угол сцепления картофельно-почвенной массы с внутренней поверхностью элеватора,  $^\circ$ ;  $R$  – радиус цилиндрического элеватора, м.

Подставив в выражение (13) значения:  $R=0,3$  м,  $\varphi_t=40^\circ$ ,  $\alpha_e=10^\circ$ ,  $\delta_0=\pi/3$ ,  $n=30$  r/min,  $k_p=0,9$ ,  $\rho=1040-1190$   $kg/m^3$ , определено, что производительность элеватора должна быть до 34,5  $kg/s$ .



**Рис. 4. Движение картофельно-почвенной смеси по поперечному сечению**

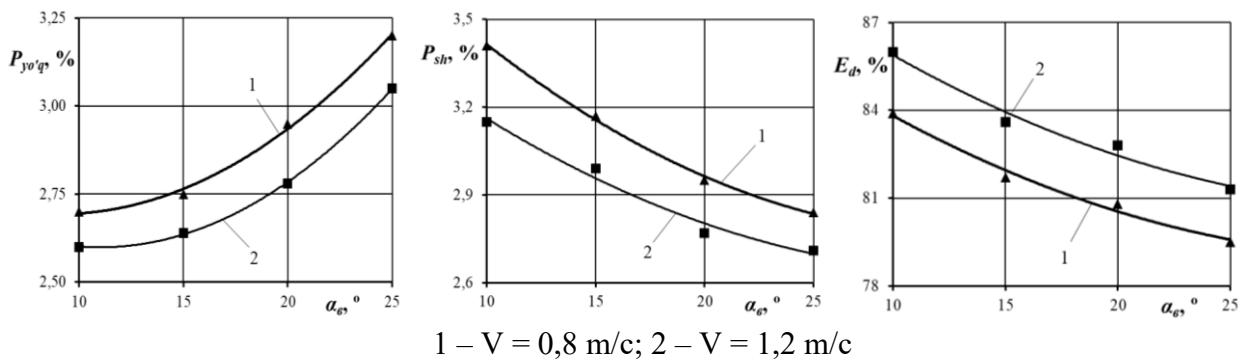
В четвертой главе диссертации «**Методики и результаты проведенных экспериментальных исследований**» приведены результаты проведенных одно и многофакторных экспериментальных исследований с целью определения параметров, обеспечивающих требуемое качество работы картофелекопателя, оснащенного цилиндрическим элеватором. В экспериментальных исследованиях изучены влияние диаметра цилиндрического элеватора, длины цилиндрического элеватора, угла установки цилиндрического элеватора относительно горизонтали, частота вращения цилиндрического элеватора на потери картофеля, их повреждение, а также степени просеивание картофельно-почвенной смеси. Результаты исследований представлены на рисунках 5-8.

В процессе экспериментов для определения степени просеивания картофельно-почвенной массы, передаваемой от цилиндрического элеватора материал размером 1,5x14 м был намотан на ось и закреплен на конце элеватора. В ходе движения агрегата один конец материала удерживался и в результате разматывания равномерно укладывался на поверхность земли. На поверхность укладенного материала попадали клубни картофеля, не просеянные комки почвы и остатки стеблей растений. Измерялись массы всех трех компонентов в отдельности и определялись процентное соотношение относительно общей массы. Клубни картофеля и стебли растений, находящихся на поверхности материала собирались отдельно и измерялись в весах.

С целью изучения влияния на качества работы картофелекопателя угол установки цилиндрического элеватора относительно горизонтали были проведены экспериментальные исследования. В ходе проведения экспериментов угол установки элеватора относительно направления движения с интервалом 5° изменялся с 10° до 25°. Тогда были равны диаметр элеватора 80 см, длина 100 см, частота вращения 30 г/мин, высота направителя элеватора 18 см, рабочая скорость агрегата 0,8 м/с и 1,2 м/с.

Из зависимостей, представленных на рис.5, видно, что при увеличении угла установки элеватора относительно горизонта с 10° до 25° при скорости движения агрегата 0,8 м/с степень потери картофеля возрастает с 2,70 % до 3,21 %, а при скорости движения 1,2 м/с степень потери увеличилась с 2,59 % до 3,05 %. Это можно объяснить уменьшением степени просеивания картофельно-почвенной массы на элеваторе.

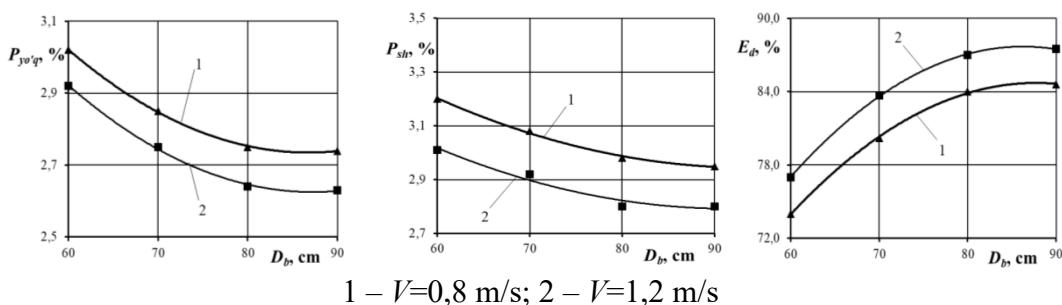
Если значение  $q$  в выражении (14) зависит от  $\delta_0$ , то он свою очередь будет зависеть от  $\omega$  и  $\alpha_e$ , то есть, если оптимальное значение радиуса барабана заранее известно и неизменно, то тогда интенсивность просеивания  $q$  будет зависеть от угловой скорости барабана  $\omega$  и угла его установки  $\alpha_e$ .



**Рис. 5. Изменение степени потерь картофеля ( $P_{yo'q}$ ), степени повреждения картофеля ( $P_{sh}$ ) и степени просеивания картофельно-почвенной смеси ( $E_d$ ) в зависимости от угла установки цилиндрического элеватора относительно горизонта ( $\alpha_e$ )**

При увеличении угла установки цилиндрического элеватора относительно горизонта при скорости движения равным 0,8 м/с степень повреждения картофеля уменьшается с 3,41 % до 2,84 %, а при скорости 1,2 м/с с 3,15 % до 2,71 %. Это можно объяснить уменьшением времени влияния цилиндрического элеваторного валкоукладчика и картофельно-почвенной смеси.

При увеличении угла установки цилиндрического элеватора относительно горизонтали с  $10^\circ$  до  $25^\circ$  и скорости движения агрегата равным 0,8 м/с и 1,2 м/с степень просеивания картофельно-почвенной массы уменьшалась, соответственно, с 83,9 % до 79,5 % и с 86,0 % до 83,1 %. Повышение скорости движения агрегата оказало положительное влияние на данный показатель. Уменьшение степени просеивания можно объяснить уменьшением времени влияния цилиндрического элеваторного валкоукладчика и картофельно-почвенной смеси, то есть с неполным просеиванием.

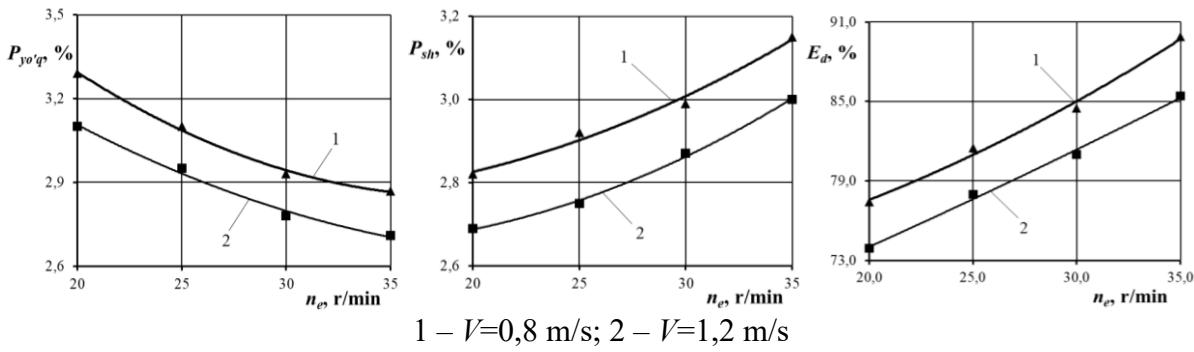


**Рис. 6. Графики изменения степени потерь картофеля ( $P_{yo'q}$ ), степени повреждения картофеля ( $P_{sh}$ ) и степени просеивания картофельно-почвенной массы ( $E_d$ ) в зависимости от диаметра цилиндрического элеватора**

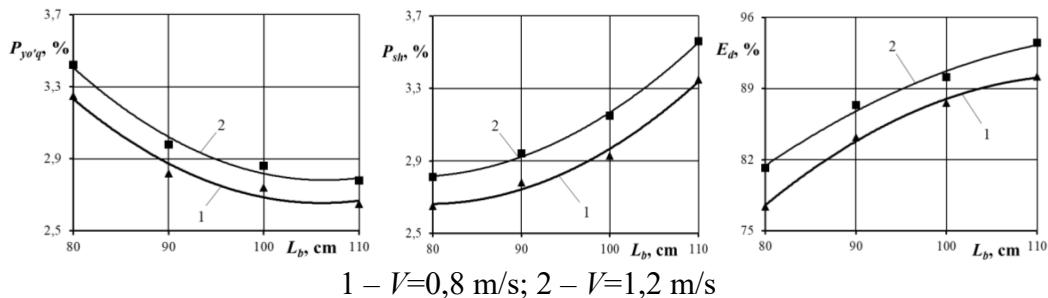
Из представленных кривых зависимостей на рис. 6 видно, что с увеличением диаметра цилиндрического элеватора уменьшается степень потерь и повреждения клубней картофеля, а степень просеивания картофельно-почвенной смеси повышается.

С увеличением частоты вращения цилиндрического элеваторного валкоукладчика в связи с хорошим просеиванием картофельно-почвенной смеси при обеих скоростях движения агрегата (рис. 7), степень потерь клубней картофеля и просеивания картофельно-почвенной смеси повышается. Это

можно объяснить увеличением пути влияния просеивателя и просеиваемой смеси.



**Рис. 7. Графики изменения степени потерь картофеля ( $P_{yo'q}$ ), степени повреждения картофеля ( $P_{sh}$ ) и степени просеивания картофельно-почвенной массы ( $E_d$ ) в зависимости от частоты вращения цилиндрического элеватора**



**Рис. 8. Графики изменения степени потерь картофеля ( $P_{yo'q}$ ), степени повреждения картофеля ( $P_{sh}$ ) и степени просеивания картофельно-почвенной массы ( $E_d$ ) в зависимости от длины укладываемого цилиндрического элеватора**

Из зависимостей представленных на рис. 8 видно, что с увеличением длины цилиндрического элеватора картофелекопателя из-за увеличения времени просеивания и пути уменьшается степень потерь клубней картофеля. При этом повышается степень повреждения и просеивания картофельно-почвенной смеси. Данный результат можно объяснить, что с увеличением длины элеватора увеличивается его время влияния и пути с картофельно-почвенной смеси.

Для определения рациональных значений параметров картофелекопателя, оснащенного цилиндрическим элеватором, были проведены многофакторные эксперименты с использованием метода математического планирования. При этом считая, что влияние факторов на критерии оценки полно полиномом описывается второго порядка, эксперименты проводились по плану Хартли-4 ( $H_4$ ).

На основании проведенных теоретических исследований и результатов однофакторных экспериментов в качестве наиболее влияющих факторов на степень просеивания картофельно-почвенной массы, повреждения картофеля и потери картофеля были приняты следующие параметры; угол установки цилиндрического элеватора относительно горизонта ( $X_1$ ), число оборотов ( $X_2$ ), длина ( $X_3$ ) и скорость движения агрегата ( $X_4$ ).

При проведении многофакторных экспериментов в качестве критерии оценки были приняты степень просеивания картофельно-почвенной смеси  $Y_1$  (%), степень повреждения картофеля  $Y_2$  (%) и степень потерь

картофеля  $Y_3$  (%).

Результаты экспериментов обработаны по программе «PLANEXP». При этом однородность дисперсии оценивались по критерию Кохрена, значимость коэффициентов регрессии по критерию Стьюдента и адекватность моделей регрессии по критерию Фишера.

После обработки результатов экспериментов по выше указанному порядку, получены следующие уравнения регрессии, адекватно описывающие критерии оценки:

по степени просеивания картофельно-почвенной массы, (%):

$$Y_1 = 85,32 + 0,042X_1 + 0,038X_2 + 0,044X_3 - 0,035X_4 - 0,028X_1^2 + \\ + 0,029X_1X_2 + 0,031X_1X_3 + 0,026X_1X_4 - 0,022X_2^2 + 0,030X_2X_3 + \\ + 0,033X_2X_4 + 0,026X_3^2 + 0,025X_3X_4 - 0,020X_4^2; \quad (15)$$

по повреждению картофеля, (%):

$$Y_2 = 2,61 + 0,028X_1 + 0,025X_2 + 0,032X_3 - 0,027X_4 + 0,039X_1^2 + \\ + 0,015X_1X_2 + 0,017X_1X_3 + 0,018X_1X_4 - 0,015X_2^2 + 0,020X_2X_3 + \\ + 0,032X_2X_4 + 0,014X_3^2 + 0,025X_3X_4 + 0,019X_4^2, \quad (16)$$

по степени потери картофеля, (%):

$$Y_3 = 1,78 - 0,022X_1 - 0,018X_2 + 0,026X_3 + 0,019X_4 + 0,016X_1^2 - \\ - 0,014X_1X_2 + 0,017X_1X_3 - 0,013X_1X_4 + 0,018X_2^2 + 0,012X_2X_3 + \\ + 0,015X_2X_4 + 0,013X_3^2 + 0,020X_3X_4 + 0,014X_4^2. \quad (17)$$

Решения уравнение регрессии (15) – (17) показали, что для обеспечения требуемого качества работы с минимальными затратами энергии при скорости движения агрегата 0,8–1,2 m/s рациональные значение параметров цилиндрического элеваторного валкоукладчика должно быть следующими: угол установки относительно горизонта 20°, частота вращения 30 r/min, длина 100 см, скорость движения агрегата 1,2 m/s. При этих значениях степень просеивания картофельно-почвенной массы составила 84,5 %, степень потери и повреждения картофеля менее 3,0 %.

В пятой главе диссертации под названием «**Результаты хозяйственных испытаний и технико-экономические показатели энергосберегающего картофелекопателя, оснащенного цилиндрическим элеватором с обоснованными параметрами**» приведены технические характеристики, основные параметры, результаты хозяйственных испытаний и технико-экономическая эффективность экспериментального образца картофелекопателя, оснащенного цилиндрическим элеватором.

В испытаниях показатели качества работы разработанного картофелекопателя полностью соответствовал агротехническим требованиям и он полностью и надежно выполнял заданный технологический процесс, а также полученные результаты соответствовало поставленным на него исходным требованиям.

Расчеты показали, что при применении энергосберегающего картофелекопателя, оснащенного цилиндрическим элеватором, за счет снижения затраты труда на 11,69 %, и эксплуатационного расхода на 24,79 % достигается годовой экономической эффективности 11007918,21 UZS.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по теме диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам «Разработка и обоснование параметров цилиндрического элеватора для энергосберегающего картофелекопателя» сформулированы следующие выводы:

1. Существующие картофелекопательные устройства не всегда обеспечивает качественное просеивание картофельно-почвенной смеси в условиях тяжелых почв при уборки урожая в осенью. Поэтому усовершенствование просеивающего приспособления существующих картофелекопательных устройств за счет применения рабочих органов в направление ускорение просеивающего способности и позволяющих выполнить нескольких функций является целесообразном.

2. Результаты изучения физико-механических свойств грядков картофеля и фракционных состава картофеля, т.е. геометрических размеры грядков, влажности, почвы твердость, фракционный состав клубней картофеля расположенных на грядках, а также их массы служит основанием для разработки рациональной конструкции предлагаемого цилиндрического элеватора.

3. При диаметре предлагаемого цилиндрического элеватора 60 см или больше, интервале длины 80-110 см, продольное расстояние между ними и основными элеватором и не более 20 см и угол установки относительно горизонта  $\alpha_6 \geq 10^\circ$  обеспечивается полное выполнение заданного агротехнического требования.

4. Производительность цилиндрического элеватора зависит от угловой скорости барабана, степени заполнения барабана картофелем, почвой и сорных смесей, а также радиуса и угла наклона барабана и составляет  $Q=34,5 \text{ kg/s}$ .

5. Соответствии качества работы энергосберегающего картофелекопателя к агротехническим требованиям, а также снижение потери и повреждение урожая достигается при угле установки цилиндрического элеватора относительно горизонта  $20^\circ$ , длине 100 см и частоте вращения 30  $\text{r/min}$ .

6. При использование усовершенствованного цилиндрического элеваторного укладчика за счет снижение затраты труда на 11,69 % и эксплуатационного расхода на 24,79 % годовой экономический эффект составляет 11007918,21 UZS.

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

---

**SCIENTIFIC-RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURAL  
MECHANIZATION**

**EGAMOV JOSHKIN JUMANAZAR UGLI**

**DEVELOPMENT OF A CYLINDRICAL ELEVATOR FOR AN  
ENERGY-SAVING POTATO DIGGER AND JUSTIFICATION OF ITS  
PARAMETERS**

**05.07.01 – Agricultural and melioration machines. Mechanization of agricultural and  
melioration works**

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

The theme of the dissertation of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences is registered at the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under № B2024.3. PhD /T4946.

The dissertation was performed at the Scientific-research institute of agricultural mechanization.

The dissertation's abstract in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) can be found in the following webpages of the Scientific council at ([www.qxmiti.uz](http://www.qxmiti.uz)) and Information-educational portal "ZiyoNet" ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Scientific supervisor:**

**Norchaev Davron Rustamovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Official opponents:**

**Tolibayev Alpisbay Erjanbaevich**  
doctor of technical sciences, senior researcher

**Goyipov Umidjon Gulomjonovich**  
PhD of technical sciences, docent

**Leading organization:**

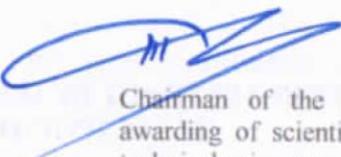
**Gulistan state university**

The defense of the dissertation will take place on "15" 01 2026 at 10<sup>00</sup> at the meeting of the Scientific council on awarding of scientific degree No. DSc.05/13.05.2020.T.112.01 at Scientific-research Institute of Agricultural Mechanization at the following address: (41, Samarkand street, town Gulbakhor, Yangiyul district, Tashkent region, 110800. Tel.: (+998) 55-903-14-18, e-mail: qabulxona@qxmiti.uz).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of Scientific-research institute of agricultural mechanization (registration number No. 510) Address: (41, Samarkand street, town Gulbakhor, Yangiyul district, Tashkent region, 110800. Tel.: (+998) 55-903-14-18, e-mail: qabulxona@qxmiti.uz).

The abstract of the dissertation was delivered on "26" 12 2025 y.  
(mailing report No 67 on "26" 12 2025 y.)



  
**A. Tukhtakuziev**

Chairman of the scientific council for awarding of scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

  
**B.P. Artikbaev**

Scientific secretary of scientific council, awarding scientific degrees, PhD of technical sciences, senior scientific researcher

  
**R.R. Khudaykuliev**

Chairman of scientific seminar under the scientific council awarding scientific degrees, candidate of technical science, senior scientific researcher



## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research** is to develop a cylindrical elevator for an energy-saving potato digger, ensuring high-quality sifting and stacking of potato tubers, as well as to substantiate its parameters.

**The object of the research** is the working body of the cylindrical elevator of the energy-saving digger for high-quality sieving of potato tubers, its technological processes, as well as the geometric dimensions of the potato.

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

a design of a cylindrical elevator for an energy-saving potato digger has been developed for efficient sieving of potato ridge soil at low energy costs;

the design parameters of the developed cylindrical elevator were determined based on analytical expressions derived from the condition of effective sieving due to low energy consumption and low potato damage;

the installation angle of the sieving cylindrical elevator of the energy-saving potato digger, equipped with a cylindrical elevator device, relative to the horizon is based on the damage to the potatoes and the flight distance to the ground;

the optimal values of the installation angle, length, and rotational speed of the cylindrical elevator relative to the horizon were determined by jointly solving regression equations expressing the regularities of soil sieving, potato losses and damage, as well as the dependence of the unit's speed and operating modes.

**Implementation of research results.** Based on the results obtained on the development and justification of the parameters of a cylindrical elevator for an energy-saving potato digger:

initial requirements and technical specifications for an energy-resource-saving potato harvester have been developed (certificate of the National Center for Knowledge and Innovation in Agriculture dated December 21, 2024 No. 05/01-05/02-05/04-03-430). As a result, it became possible to develop a design of a potato digger equipped with a cylindrical elevator;

an experimental model of an energy-saving potato digger was introduced in the field of the experimental farm of the Research Institute of Agricultural Mechanization and in farms of the Yangiyul district of the Tashkent region (certificate of the National Center for Knowledge and Innovation in Agriculture dated December 21, 2024 No. 05/01-05/02-05/04-03-430). As a result, the agrotechnical and technical-operational indicators of the potato digger, that is, the completeness of potato tubers harvesting, increased to 97,3 percent, and the degree of damage to potato tubers decreased to 1,5-2,0 percent;

design documentation (initial requirements, technical specifications and drawings) for the development of an energy-saving potato digger has been introduced into the design process at BMKB-Agromash JSC (certificate of the National Center for Knowledge and Innovation in Agriculture dated December 21, 2024 No. 05/01-05/02-05/04-03-430). As a result, it became possible to produce industrial prototypes of a potato digger equipped with a cylindrical elevator.

**The dissertation consists** of an introduction, five chapters, general conclusions, a list of references, and appendices. The total volume of the dissertation is 117 pages.

**E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**  
**I bo'lim (I часть; I part)**

1. Norchayev D.R., Norchayev J.R., Egamov J.J. Prospects for improving technical tools for growing and harvesting potatoes // German International Journal of Modern Science. – Germaniya. 2022. №47. – pp. 45-48. (ResearchBib №14).
2. Norchayev D.R., Egamov J.J. Mode of movement of potato tubers in the circular motion of a cylindrical elevator // Innovations in technology and science education scientific journal. -ISSN 2181-371X, Volume 2, issue 11. – pp. 344-349. (ResearchBib №14).
3. Norchayev D.R., Egamov J.J. Energy-saving potato picker stacking elevator with screw guide // Science and education scientific journal. -ISSN 2181-0842, 2023. Volume 4, issue 7. – pp. 66-69. (ResearchBib №14).
4. Norchayev D.R., Norchayev J.R., Egamov J.J. Determination of the parameters of an improved potato cutter // Scientific and technical journal Namangan institute of engineering and technology. ISSN 2181-8622. 2023. – pp. 28-34. (05.00.00; №33).
5. Egamov J.J. Takomillashtirilgan elaklash va uyumlahsh qurilmasi bilan jihozlangnan energiyatejamkor kartoshka kovlagichning vintsimon yo'naltirgichli elevatorining elaklash intensivligini aniqlash // O'zbekiston qishloq va suv xo'jaligi jurnali – Toshkent, 2024. – B. 57-60. (05.00.00; №8).

**II bo'lim (II часть; II part)**

6. Egamov J.J. Silindrishimon elevatorming gorizontal yo'nalishdagi og'ish burchagini hisobga olgan holda kartoshka tuproq aralashmasi segmenti ochiq yuzasining eng katta qiyalik chizig'ini aniqlash // International conference of Modern science, society and education: current issues, achievements and innovations. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17103888> – P. 34-39.
7. Norchayev D.R., Egamov J.J., Xusainov B.S. O'zbekistonda kartoshka yig'ishtirishning hozirgi holati va istiqbollari // Problems and prospects of innovative technique and technology in agri-food chain II International scientific and scientific-technical conference. – Toshkent, 2022. – B. 97-99.
8. Egamov J.J. Uyumlovchi silindrik elevatorming gorizontga nisbatan o'rnatilish burchagini kartoshka kovlagich ish ko'rsatkichlariga ta'siri// Yangi O'zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o'rni va rivojlanish omillari: Respublika miqyosida onlayn ilmiy-amaliy konferensiyasi. 10-to'plam 1-son, 2024. – B. 85-91.
9. Egamov J.J. Uyumlovchi silindrik elevator diametrini kartoshka kovlagich ish ko'rsatkichlariga ta'siri // Yangi O'zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o'rni va rivojlanish omillari: Respublika miqyosida onlayn ilmiy-amaliy konferensiyasi. 10-to'plam 1-son, 2024. – B. 92-98.



