

**BUXORO MUHANDISLIK – TEXNOLOGIYA INSTITUTI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/28.02.2022.T.101.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI QUROLLI KUCHLAR AKADEMIYASI

YUNUSOV BAXTIYOR ABDULLAYEVICH

**GREK YONG‘OG‘I VA BODOMNING QOBIG‘INI CHAQISH UCHUN
ENERGIYATEJAMKOR KOMBINATSILASHGAN QURILMANI ISHLAB
CHIQISH**

**02.00.16 – Kimyo texnologiyasi va oziq-ovqat ishlab chiqarish jarayonlari va
apparatlari**

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

Toshkent – 2024

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

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

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

Yunusov Baxtiyor Abdullayevich

Grek yong‘og‘i va bodomning qobig‘ini chaqish uchun
energiyatejamkor kombinatsiyalashgan qurilmani ishlab chiqish.....3

Юнусов Бахтиёр Абдуллаевич

Разработка энергосберегающего комбинированного
устройства для разламывания скорлупы греческого
ореха и миндаля21

Yunusov Bakhtiyor Abdullayevich

Development of energy-saving combined installation for peeling greek
walnut and almond shells.....41

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список о опубликованных работ
List of published works.....45

**BUXORO MUHANDISLIK – TEXNOLOGIYA INSTITUTI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/28.02.2022.T.101.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI QUROLLI KUCHLAR AKADEMIYASI

YUNUSOV BAXTIYOR ABDULLAYEVICH

**GREK YONG‘OG‘I VA BODOMNING QOBIG‘INI CHAQISH UCHUN
ENERGIYATEJAMKOR KOMBINATSILASHGAN QURILMANI ISHLAB
CHIQISH**

**02.00.16 – Kimyo texnologiyasi va oziq-ovqat ishlab chiqarish jarayonlari va
apparatlari**

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

Toshkent – 2024

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2023.1.PhD/T 3451 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Doktorlik dissertatsiya O'zbekiston Respublikasi Qurolli Kuchlar akademiyasida bajarilgan. Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)). Ilmiy kengashning veb-sahifasida (www.bmti.uz) va "ZiyoNet" Axborot-ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Matmurodov Farxod Matqurbonovich
texnika fanlari nomzodi, dotsent

Rasmiy opponentlar:

Barakayev Nusratillo Rajabovich
texnika fanlari doktori, professor

G'ofurov Karim Hakimovich
texnika fanlari nomzodi, dotsent

Yetakchi tashkilot:

Toshkent kimyo-texnologiya instituti

Dissertatsiya himoyasi Buxoro muxandislik-texnologiya instituti huzuridagi DSc.03/28.02.2022.T.101.01 raqamli Ilmiy kengashning 2024 yil «25»iyun soat 10⁰⁰dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 2001117, Buxoro shahar Q.Murtazoyev ko'chasi, 15-uy. Tel.: (99865)223-78-84, faks: (99865)223-78-84; e-mail: bmti_info@edu.uz).

Dissertatsiya bilan Buxoro muxandislik-texnologiya institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (467 raqami bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 2001117, Buxoro shahar Q.Murtazoyev ko'chasi, 15-uy. Tel.: (99865)223-78-84).

Dissertatsiya avtoreferati 2024 yil «08» iyun kuni tarqatildi.

(2024yil «12» martdagi №6- raqamli reestr bayonnomasi).



S.F. Fozilov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash raisi o'rinbosari, t.f.d., professor

R.R. Hayitov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash ilmiy kotibi, t.f.d., kat.il.xod.

I.B. Isabayev

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi, t.f.d., professor

KIRISH (doktorlik (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Dunyoda bugungi kunda inson qo‘l mehnatini kamaytirish, mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish, yuqori sifatli mahsulotlar ishlab chiqarish va qayta ishlashga qaratilgan yangi texnika va texnologiyalarni yaratish jadal rivojlanib bormoqda. Bu borada intensiv yong‘oq, bodom, o‘rik, shaftoli va boshqa turdagi danagli mevalar bog‘larini barpo etish, ushbu mevalar danaklarini qayta ishalash uchun resurstejamkor texnika va texnologiyalarni yaratish muhim ahamiyatga ega.

Jahonda yuqori sifatli mahsulotlar ishlab chiqarish va qayta ishlash, yong‘oq, bodom va o‘rik danagi qobig‘ini chaqish, mag‘zini ajratish bo‘yicha texnologik uskunalarning samaradorligini oshirish va chaqish uskunalarini konstruksiyasini takomillashtirish maqsadida ilmiy-tadqiqotlar olib borilmoqda. Shunga mos ravishda yuqori samarali kombinatsiyalashgan chaqish uskunalarini konstruksiyasini takomillashtirish, amalga oshirilayotgan jarayonning jadalligini oshirish va energiya sarfini kamaytirish, yangi texnologiyalarni amaliyotga tatbiq etishga alohida e‘tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar hajmi va sifatini oshirish hamda uskunalarining energiya sarfini kamaytirish uchun kombinatsiyalashgan chaqish qurilmalarini modernizatsiya qilish, zamonaviy, samaradorligi yuqori, energiya tejamkor va kam xarajatli uskunalarini, shu jumladan, energiyatejamkor kombinatsiyalashgan chaqish uskunalarini joriy qilish bo‘yicha ilmiy natijalariga erishilmoqda. Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasida “...iqtisodiyotga innovatsiyalarni keng joriy qilish, sanoat korxonalarini va ilm-fan muassasalarining kooperatsiya aloqalarini rivojlantirish”¹ kabi muhim vazifalar belgilab berilgan. Shunga ko‘ra yuqori samarali energiya tejamkor kombinatsiyalashgan chaqish uskunalarini yaratish, uskunalarining barqaror ishlash maydonini kengaytirishga yo‘naltirilgan ilmiy va amaliy izlanishlar dolzarb ahamiyatga ega.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF- 60-son “2022-2026-yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi, 2020-yil 29-oktyabrdagi PF-6097-son “Ilm-fanni 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi Farmonlari va O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 06-iyuldagi PQ-307-son “2022-2026-yillarda O‘zbekiston Respublikasining innovatsion rivojlanish strategiyasini amalga oshirish bo‘yicha tashkiliy chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi Qarori hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqotlari muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining asosiy ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot ishi respublika ilm-fan va

¹O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son “2022-2026-yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni

texnologiyalar taraqqiyotining V. “Qishloq xo‘jaligi, biotexnologiya, ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish” ustuvor yo‘nalishiga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Respublikamiz va xorijiy davlatlar tadqiqotchilari tomonidan yong‘oq, bodom, o‘rik danagi, shaftoli danagi, funduk yong‘og‘ini chaqib, mag‘izini ajratib olish qurilmalari hamda ularning nazariy va amaliy asoslarini ishlab chiqish bo‘yicha S.V.Nevzorov, M.F.Yamaletdinova, Robert Lemos, M.A.Koyuncu, T.Liang, M.Ndukwu, S.Gharibzahedi, S.Z.Hussain, S.G.Zhao, A. Mokhtari Nahal, A.Ghafari, S.Ojolo, Cao Chengmao, Faroogh Sharifian, N.V.Bishov, Yu.I.Suxorukix, F.Boomer, V.K.Petrov, B.Hasanov, A.Abdurasulov, D.To‘layev, X.Turkmenov, A.Xurramov, I.Ashirbekov, D. Alijanov, O. Mirzayev va boshqa olimlar izlanishlar olib borganlar.

Ushbu olimlar tomonidan meva danaklarini chaqishning jarayonini energiya va resurstejamkor usullari taklif qilingan. Bundan tashqari meva danaklarini chaqish jarayoning optimal rejimlari nazariy va amaliy tomonlari o‘rganilgan, hamda sanoat korxonalarini uchun samarali ishlovchi texnika va texnologiyalar yaratilib amaliyotga joriy etilgan.

Biroq, olib borilgan ilmiy-texnik tahlillar shuni ko‘rsatdiki, grek yong‘og‘i va bodomning qobig‘ini chaqish qurilmasi ish jarayoni sifat ko‘rsatkishlarining parametrlari va ish rejimlariga bog‘liq holda o‘zgarish tavsiflari o‘rganish bo‘yicha etarlicha tadqiqotlar olib borilmagan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta‘lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasini bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti O‘zbekiston Respublikasi Qurolli Kuchlar akademiyasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga mos ravishda “Harbiy oziq-ovqat sanoati uchun mahsulotlarni qayta ishlash mashinalarini takomillashtirish” ustuvor yo‘nalishi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi oziq-ovqat sanoati uchun quruq mevalarni qobig‘ini chaqish, mag‘izning butunligini saqlash va ish unumdorligini oshirish imkonini beruvchi hamda energiya tejamkor kombinatsiyalashgan qurilma konstruksiyasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

xorijda va respublikamizda ishlab chiqarilayotgan yong‘oq, danak va bodomni chaqish qurilmalarini hamda ish organlarining konstruksiyasi va ish jarayonining tahlili;

yong‘oq, bodom, o‘rik danagi va boshqa qobiqli mahsulotlarni chaqish qurilmasining kombinatsiyalashgan konstruksiyasini ishlab chiqish uchun mahalliy yong‘oq, bodom, o‘rik danaklarining fizik-mexanik xususiyatlarini o‘rganish;

yong‘oq, bodom va danakni chaqish qurilmasini takomillashtirish va ishchi qismlarining parametrlari va ish rejimlarini nazariy tadqiq etish;

takomillashtirilgan konstruksiyali qobiqni chaqish qurilmasini mexanizmlarini ish jarayonini matematik modellashtirish;

takomillashtirilgan chaqish qurilmasi parametrlari va ish rejimlarining maqbul qiymatlarini asoslash uchun tajriba sinovlarini o'tkazish va iqtisodiy samaradorligini aniqlash.

Tadqiqotning obyekti sifatida Respublikada yetishtiriladigan har xil fizik va mexanik xususiyatlarga ega yong'oq, bodom, o'rik danaklaridan butun mag'iz olish jarayonini ta'minlab beruvchi kombinatsiyalashgan chaqish texnologik qurilmasi olingan.

Tadqiqotning predmetini energiyatejamkor kombinatsiyalashgan chaqish qurilmasining kinematik va texnologik ko'rsatkichlari tashkil etgan.

Tadqiqot usullari. Tadqiqot jarayonida matematik modellashtirish tahlil, nazariy mexanika, matematik statistikaning qonun va qoidalari, fizik-mexanik hamda mavjud me'yoriy hujjatlarda (GOST 32874-2014, GOST 16833-2014) belgilangan usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

yong'oq, bodom va danaklarni qobig'ini chaqishga mo'ljallangan qurilmaning ratsional konstruksiyasi ishlab chiqilib, horijda analogi mavjud bo'lmagan yangi ko'p operatsiyali kombinatsion chaqish qurilmasi yaratilgan;

yong'oq, bodom va danaklarni o'lchamiga bog'liq holda rostlovchi mexanizmlardan qisuvchi konusning va juft qovurg'ali vallar oralig'i me'yoriy parametrlari aniqlangan;

kombinatsiyalashgan qurilmani energiya manbaidan yong'oq qobig'ini chaquvchi kulachokgacha harakat uzatish jarayonidagi energiya kuch parametrlari matematik modellashtirilgan va shu model sonli yechimi asosida mexanizmlarni kinematik parametrlari orasidagi bog'liqlik asoslangan;

mayda quruq mevalarni qovurg'ali barabanlar juftligini chaqishi analitik modellashtirildi, bu model keng qamrovli va to'laqonli holda turli geometrik, kinematik, dinamik parametrlarni hisobga olib yozilgan, bunda burchak tezlik ω , barabanlar orasidagi tirqish h_0 , barabanlar ishchi qismining kengligi h , quruq mevaning zichligi ρ va kuch parametrlarining o'zaro bog'liqlik ifodalari olingan, xususan barabanning burovchi momenti M va barabanlar juftligi orasidagi tirqish h_0 bog'lovchi ifoda aniqlangan;

yong'oq qobig'ini chaqishda ilgari tanima-qayma zarba berishdagi zo'riqishni tenzometrlash usulida qobiqning deformatsiyalanish chegarasi va chaqish uchun zarur bo'lgan kuchlar aniqlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari:

kombinatsiyalashgan chaqish texnologik qurilmasi ishlab chiqilgan va ishchi qismlarining parametrlarini hisoblashning usullari takomillashtirilgan;

mahalliy yong'oq, danak va bodomlarning fizik-mexanik xususiyatlarini inobatga olgan holda chaqish qurilmasining kinematik va texnologik parametrlari ishlab chiqilgan;

kombinatsiyalashgan chaqish texnologik qurilmasi uchun mexanik harakatni

uzatuvchi mexanizmlar tanlangan;

kombinatsiyalashgan chaqish texnologik qurilmasining konstruktorlik va texnik hujjatlari ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi izlanishlarning zamonaviy uslub va vositalardan foydalangan holda o'tkazilganligi, qurilmaning parametrlari va ish rejimlarini nazariy jihatdan asoslashda nazariy mexanika va oliy matematika qoidalari asosida amalga oshirilganligi, tajribalar natijalariga matematik statistika uslublari bilan ishlov berilganligi, olib borilgan tadqiqotlar asosida ishlab chiqilgan yong'oq, bodom va danaklarni chaqish texnologik qurilmasi sinovlarining ijobiy natijalari va amaliyotda joriy etilganligi bilan tasdiqlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati energiya tejankor yangi ko'p operatsiyali kombinatsion chaqish qurilmasi yaratilganligi, rostlovchi mexanizmlardan qisuvchi konusning va juft qovurg'ali vallar oralig'i me'yoriy parametrlari aniqlanib, mexanizmlarni kinematik parametrlari orasidagi bog'liqlik asoslanishi hamda yong'oq qobig'ini chaqishda qobiqning deformatsiyalanish chegarasi, chaqish uchun zarur bo'lgan kuchlar aniqlanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati kombinatsiyalashgan chaqish texnologik qurilmasi ishlab chiqilganligi va ishchi qismlarining parametrlarini hisoblashning usullari takomillashtirilganligi, mahalliy yong'oq, danak va bodomlarning fizik-mexanik xususiyatlarini inobatga olgan holda chaqish qurilmasining kinematik va texnologik parametrlari ishlab chiqilganligi, kombinatsiyalashgan chaqish texnologik qurilmasi uchun mexanik harakatni uzatuvchi mexanizmlar tanlanganligi, kombinatsiyalashgan chaqish texnologik qurilmasining konstruktorlik va texnik hujjatlari ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Kombinatsiyalashgan chaqish qurilmasini takomillashtirish va parametrlarini asoslash bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

kombinatsiyalashgan chaqish qurilmasi "RUHSHONA MED FARM" MCHJda amaliyotga joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligi vazirligining 2023-yil 06-fevraldagi 07/22-05/457-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, yong'oq, o'rik va bodom danaklari uchun chaqish sifatini 90% ga etkazish imkonini bergan;

meva danaklarini chaqish uchun ishlab chiqilgan optimal rejimlar "CHANDIR SAVDO" MCHJ amaliyotga joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligi vazirligining 2023-yil 06-fevraldagi 07/22-05/457-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, 0,55 kVt elektr energiyasi sarflab, yong'oq mag'zini shikashlanmaslik darajasini 85%, o'rik va bodom mag'zini shikashlanmaslik darajasini 95% gacha etkazish imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Tadqiqot natijalari 4 ta respublika va 5 ta halqaro miqyosdagi ilmiy-amaliy anjumanlarda muhokamadan o‘tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e‘lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 20 dan ortiq ilmiy maqola va tezislar chop etilgan, shulardan, O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 9 ta maqola, jumladan 4 tasi xorijiy jurnallarda nashr etilgan hamda O‘zbekiston Respublikasi Intellektual mulk agentligining 2 ta foydali modelga patent olingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, beshta bob, umumiy xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 120 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida o‘tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari, ob‘ekti va predmetlari tavsiflangan, respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan. Tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilish, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo‘yicha ma‘lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning «**Oziq-ovqat sanoatida yong‘oq, bodom, o‘rik danaklarini qobig‘ini chaqish texnik vositalari va texnologiyasini holati**» deb nomlangan birinchi bobida mavjud texnologik uskunalarning holati va rivojlanish tendensiyalari, shuningdek, ulardan grek yong‘og‘i, bodom va o‘rik danagini chaqishda foydalanish shartlari tahlil qilingan.

Grek yong‘og‘i va bodomning qobig‘ini chaqish uchun energyatejamkor kombinatsiyalashgan qurilmaning yangi turkumini yaratish uchun mahalliy yong‘oq, bodom va o‘rik navlari hududlar kesimida o‘rganilgan. Yong‘oq, bodom va o‘rik danagini chaqish qurilmalari konstruktiv sxemalarining tahlili amalga oshirilgan. Ilmiy manbalarning tanqidiy tahlili, texnologik jarayon va mashinalarning zamonaviy holatini o‘rganish asosida bugungi kunda oziq-ovqat, parfyumeriya va farmatsevtika sanoatlarini rivojlantirish va sifatli mahsulot yaratishda tobora istiqbolli yo‘nalish yong‘oq, bodom va o‘rik danagini chaqish qurilmalari universal, energyatejamkor, sodda va ko‘p funksiyali jihozlarni izlash zarurati aniqlangan.

Dissertatsiyaning «**Kombinatsiyalashgan chaqish qurilmasi parametrlari va ish rejimlarini nazariy tadqiq etish**» deb nomlangan ikkinchi bobida yong‘oq, bodom va o‘rik danagi mag‘izini qobig‘idan ajratishda ishlatiladigan chaqish qurilmalarini takomillashtirish, ishlab chiqiladigan qurilma konstruksiyasi va ishchi qismlarining parametrlarini nazariy jihatdan asoslashga doir tadqiqot natijalari keltirilgan.

Tadqiqotning ob‘yekti sifatida yong‘oq, bodom va o‘rik danaklarining ayrim

navlaridan foydalanilgan. Tadqiqot ob'jektining asosiy tavsiflari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Tadqiqot ob'ektlarining asosiy fizik-texnologik tavsiflari

Manba nomi	Navlari	Geometrik ko'rinishi	Texnologik ko'rsatkichlari		Geometrik o'lchamlari, mm
			namligi, %	qobig'ining qalinligi, mm	
Yong'oq	Xumson – 3	Sharsimon	15-20 %	2-2.5	30-34
	Xumson – 5			2-25	30-34
	Parkent – 2			2.5-3.5	28-32
	Ohangaron – 1			1.5-2	28-30
Bodom	Tyan-shan	Ellips	10-15 %	1.5-2	29x25x40
	Yupqa po'choq			0.8-1	30x27x45
	Malika			1-2	35x30x45
	Konsoy			1.5-2.5	28x26x35
O'rik danagi	Subhoniyy	Ellips	10-15 %	1-1.5	19x15x50
	Sinchalak			0.8-1	19x18x40
	Isfarak			1-1.5	21x14x40

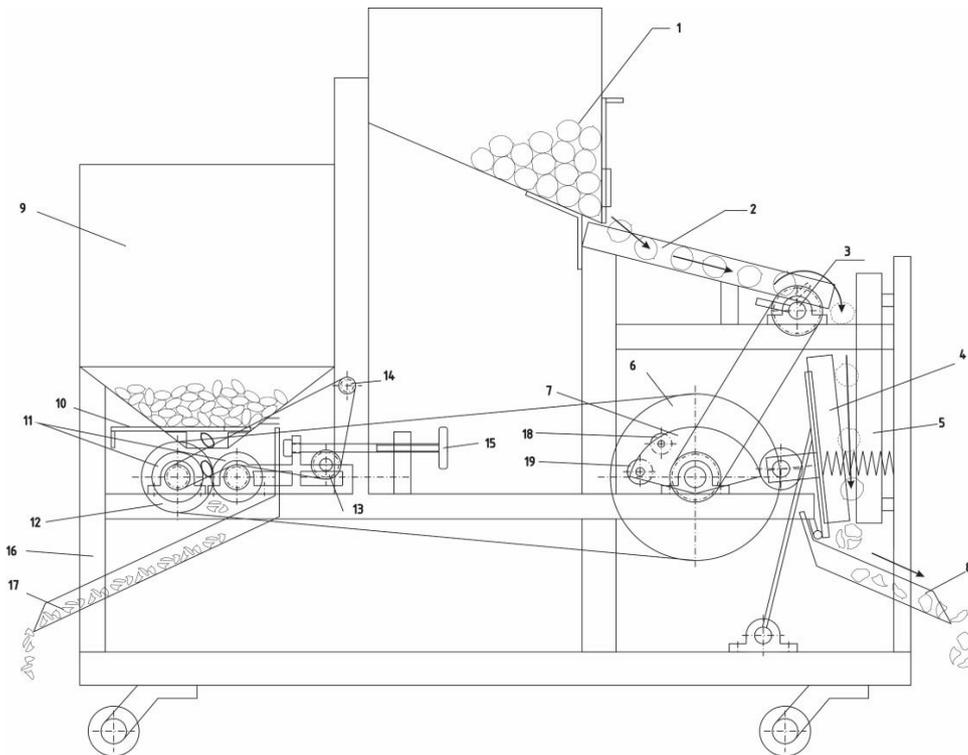
1-jadvaldagi ma'lumotlar o'rganilgan tadqiqot ob'ektlarining tavsiflari sezilarli darajada farq qilmasligini ko'rstadi.

2-jadval

Yong'oq, bodom va o'rik danagini chaqishda qo'llaniladigan qurilmalarning umumiy tasnifi

Markasi	Gabarit o'lchamlari $L \times H \times B$ (mm)	Ishlash uslubiyoti	Texnologik tasnifi		Samaradorligi (kg/soat)	Narxi (mln. so'm)
			Mag'iz ezilish darajasi, %	Chaqish to'liqligi, %		
MKO (Rossiya)	800x800x1800	Ezish	5-15	90	120	40
Yong'oq chaqish qurilmasi (Germaniya)	1200x1000x800	Sindirish	8-15	93	200	50
FW (Xitoy)	1200x800x600	Sindirish	5-15	95	180	30
Taklif etilayotgan kombinatsiyalashgan chaqish qurilmasi	1200x1005x400	zarba berish, sindirish	5-10	95	200 kg yong'oq 180 kg mayda quruq mevalar	15

Olib borilgan tadqiqotlar asosida bir biriga qarama qarshi aylanma harakat qiluvchi qovurg'ali barabanning siqish prinsipida ishlashga asoslangan ikkinchi tomoni qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas yacheykalardan iborat chaqish moslamalaridan tashkil topgan qurilmaning texnologik sxemasi ishlab chiqilgan (1-rasm) va Intellektual mulk agentligining № FAP 02221, № FAP 00559-2009 y foydali modellariga patentlar olingan.



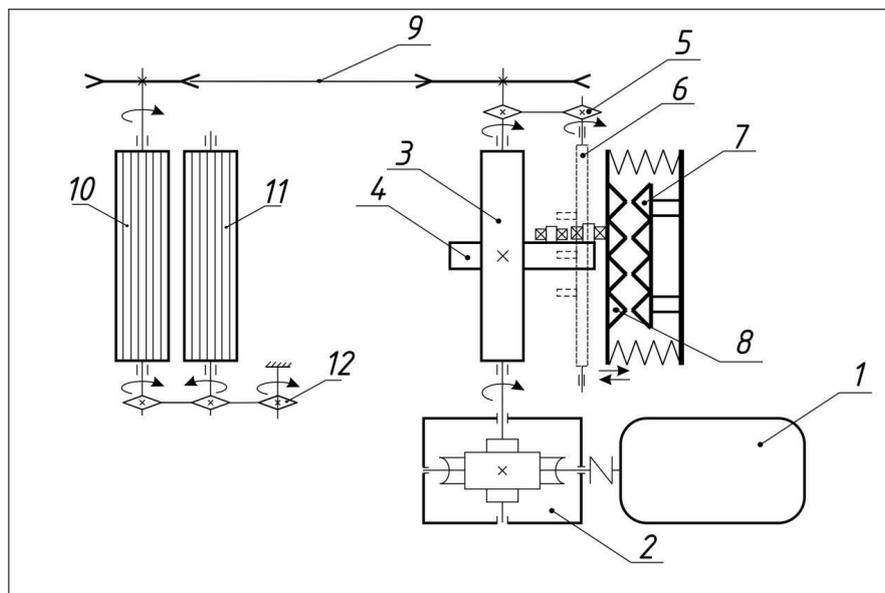
1-bunker, 2- uzatish kanali, 3- torsion val, 4 va 5 ishchi chaquvchi uzellar, 6-tasmali uzatma shkivi, 7-kulachok, 8-chaqilgan yong`oq, 9-bodom va o`rik danagi uchun bunker, 10-me`yorlagich, 11-ishchi barabanlar, 12-shkiv, 13-tishli yulduzcha, 14-zanjirni rostlovchi yulduzcha, 15-tirqishni rostlovchi vint, 16-korpus, 17- chaqilgan mahsulot. 18-19-rostlovchi podshipniklar.

1-rasm. Kombinatsiyalashgan chaqish qurilmasining texnologik sxemasi

Kombinatsiyalashgan chaqish qurilmasi quyidagi tartibda ishlaydi: 1-rasm ko`rinib turibdiki grek yong`og`ini chaqish quyidagi tarzda sodir bo`ladi. Yong`oq 1 bunker orqali 2 kanalga tushadi, bu yerda uch kanaldan yong`oq oldinga harakatlanadi. 3 torsion vali taqsimlagich bittadan yong`og`ini uch kanal bo`yicha 4 va 5 ishchi uzellar orasidagi chaqish zonasiga uzatib beradi. 7 kulachokning zarb kuchi bir vaqtning o`zida uchta yong`oqqa uriladi va chaqilgan yong`oqlar o`z og`irligi bilan yig`uvchi idishga tushadi. Ikkinchi tomonida (o`rik danagi, bodom va b.) chaqish quyidagi tarzda sodir bo`ladi. Bodom yoki o`rik danagi 9 bunkerdan 10 me`yorlagich orqali o`tib 11 ishchi barabanlar orasiga tushadi. Bodom yoki o`rik donalari esa bu barabanlarning tishlari bilan ilashadi va bir vaqtning o`zida siqiladi. 11 ishchi barabanning zarbali va siquvchi kuchlari bodom yoki o`rik danalarini sindiradi. Chaqilgan bodom yoki o`rik donalari o`z og`irligi bilan yig`uvchi idishga tushadi.

Mahalliy yong`oq va bodomlarni fizik-mexanik xossalarini o`rganish maqsadida har xil navlardagi yong`oq va bodomlar tanlab olinib tahlillar o`tkazilgan. Natijada yong`oq va bodomlarning o`rtacha qiymati yong`oqda 33-39 mm, og`irligi 11-12 g, qobiq qalinligi 1-3mm, bodomda 17-21 mm oralig`ida, og`irligi 3-4 g, qalinligi 1-3 mm va namlik darajasi 15-20 % bo`lishi aniqlandi.

Kombinatsiyalashgan chaqish qurilmasi kinematik sxemasi ishlab chiqildi (2-rasm).



2-rasm. Kombinatsiyalashgan chaqish qurilmasi kinematik sxemasi

Chaʻqish qurilmasi ish unumi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$Q = 1,25\pi D L \alpha n \rho k_{chiq} n_{yach} \quad (1)$$

bu yerda D -baraban diametri, m; l -baraban uzunligi, m; baraban chiqish teshigi kengligi, m; n -baraban aylanishlar chastotasi, s^{-1} , ρ -qayta ishlanadigan yongʻoqning zichligi, kg/m^3 ; k_{chiq} – yongʻoq magʻizining butun, shikastlanmagan miqdorining chiqish koeffitsiyenti, $k_{chiq} = 0,8+0,9$; n_{yach} – baraban yacheykalari soni, dona.

Yongʻoqlarni chaqish uchun sarflanadigan oʻrtacha kuch:

$$(2)$$

bu yerda σ – yongʻoqning siqilishdagi mustahkamlik chegarasi, Πa ; L - barabanning uzunligi, m; l -yongʻoqni chaqish uchastkasidagi yoyning uzunligi, m; μ - qobiqʻni maydalanishda hisobga olinadigan koeffitsiyent, $\mu = 0,3 \div 0,5$; $\lambda = 0,1 - 0,2$ – bir vaqtda maydalanishni hisobga olish koeffitsiyenti.

Chaʻqish qurilmasida yongʻoq qobiqlarini chaqish uchun sarflanadigan quvvat:

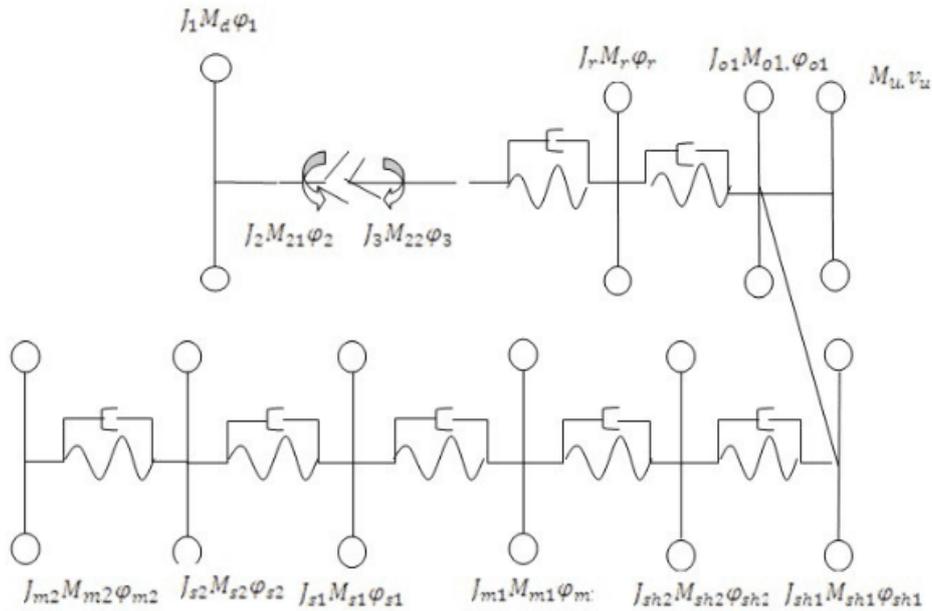
$$N_{dv} = 1400 \sigma_s j n L R^2 \quad (3)$$

bu yerda R – baraban radiusi, m.

Olingan ifodaning tahlilidan shunday natija kelib chiqadiki, yuritmaning belgilangan quvvati quyidagi parametrlarga: barabanning radiusi va uzunligiga; barabanning aylanish chastotasiga; maydalanadigan yongʻoqning mustahkamlik xususiyatlariga bogʻliq boʻladi.

Dissertatsiyaning “Takomillashtirilgan qobiq chaqish qurilma konstruksiyasi va ishchi qismlarining parametrlarini asoslash uchun matemanik modellashtirish” deb nomlangan bobida takomillashtirilgan konstruksiyali qobiqni chaqish qurilmasi ishchi organlarini modellashtirish, qurilma ishchi qismlari parametrlari va ish rejimlarini asoslash, quruq mevalarni zarba kuchi bilan chaqish dinamikasini matematik modelini takomillashtirishni nazariy tadqiqotlar natijalari keltirilgan.

Tortuvchi – yuritmalni agregatning hisoblangan dinamik modeli qurilmalari unga ko‘p massali tizimga ekvivalent bo‘ladi (3- rasm).



3– rasm. Kombinatsiyalashgan chaqish qurilmaning uzatuvchi yuritmalari va ishchi organlarining ekvivalent hisoblash sxemasi

Ekvivalent tizim massalarining harakat tenglamasi, potensial va kinetik energiyalarni ifodalash va har bir umumlashgan koordinalar uchun ikkinchi turdagi Lagranj tenglamasi asosida yoziladi.

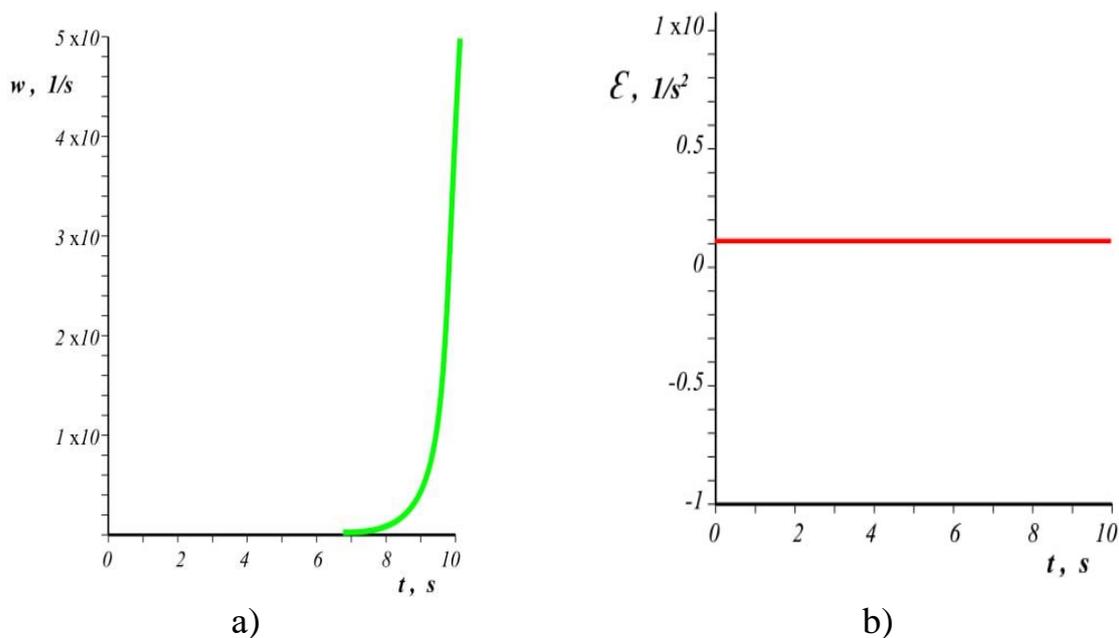
$$\left\{ \begin{array}{l} J_1 \ddot{\varphi}_1 + k_1(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) + c_1(\varphi_1 - \varphi_2) = M_d \\ J_2 \ddot{\varphi}_2 + c_2(\varphi_1 - \varphi_2) = M_{m21} \\ J_3 \ddot{\varphi}_3 + c_3(\varphi_3 - \varphi_4) = M_{m22} \\ J_r \ddot{\varphi}_r + k_r(\dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_r) + c_r(\varphi_3 - \varphi_r) = M_r \\ J_{o1} \ddot{\varphi}_{o1} + k_{o1}(\dot{\varphi}_r - \dot{\varphi}_{o1}) + c_{o1}(\varphi_r - \varphi_{o1}) = M_{o1} \\ m_u \frac{dv_u}{dt} = M_u - R_{pr} - R_0 \\ J_{sh1} \ddot{\varphi}_{sh1} + k_{sh1}(\dot{\varphi}_r - \dot{\varphi}_{sh1}) + c_{sh1}(\varphi_r - \varphi_{sh1}) = M_{sh1} \\ J_{sh2} \ddot{\varphi}_{sh2} + k_{sh2}(\dot{\varphi}_{sh1} - \dot{\varphi}_{sh2}) + c_{sh2}(\varphi_{sh1} - \varphi_{sh2}) = M_{sh2} \\ J_{m1} \ddot{\varphi}_{m1} + k_{m1}(\dot{\varphi}_{sh2} - \dot{\varphi}_{m1}) + c_{m1}(\varphi_{sh2} - \varphi_{m1}) = M_{m1} \\ J_{s1} \ddot{\varphi}_{s1} + k_{s1}(\dot{\varphi}_{m1} - \dot{\varphi}_{s1}) + c_{s1}(\varphi_{m1} - \varphi_{s1}) = M_{s1} \\ J_{s2} \ddot{\varphi}_{s2} + k_{s2}(\dot{\varphi}_{m2} - \dot{\varphi}_{s2}) + c_{s2}(\varphi_{m2} - \varphi_{s2}) = M_{s2} \\ J_{m2} \ddot{\varphi}_{m2} + k_{m1}(\dot{\varphi}_{s1} - \dot{\varphi}_{m2}) + c_{m1}(\varphi_{s1} - \varphi_{m2}) = M_{m2} \end{array} \right. \quad 3.1 \quad (4)$$

bu yerda, $J_1, J_2, J_3, J_r, J_{o1}, J_{sh1}, J_{sh2}, J_{m1}, J_{s1}, J_{s2}, J_{m2}$ – aylanuvchi detallarning valga nisbatan keltirilgan inersiya momenti: dvigatelniki, ilashish muftasining birinchi va ikkinchi qismlari, reduktorniki, yong‘oq valiniki, 1-chi va 2- chi shkivniki, bodomning 1- chi valiniki, 1–chi va 2-chi zanjirli shesternyalar, bodomning 2-chi vali $c_1, c_2, c_3, c_r, c_{o1}, c_{sh1}, c_{sh2}, c_{m1}, c_{s1}, c_{s2}, c_{m1}$ - tegishli bo‘g‘inning ekvivalent qattiqligi;- tegishli bo‘g‘inining ekvivalent qattiqligi; $k_1, k_r, k_{o1}, k_{sh1}$,

$k_{sh2}, k_{m1}, k_{s1}, k_{s2}, k_{m1}$ - tegishli bo'g'inning dempirlash koeffitsiyenti; $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_r, \varphi_{sh1}, \varphi_{sh2}, \varphi_{m1}, \varphi_{m2}, \varphi_{s1}$ - tegishli bo'g'inning burilish burchagi; $M_d, M_2, M_3, M_r, M_{01}, M_{sh1}, M_{sh2}, M_{m1}, M_{s1}, M_{m2}$ - tegishli bo'g'inning burovchi momentlari; M_{m21} - ilashish muftasi yetakchi diskining momenti; m_u, v_u, M_u - zarb beruvchining massasi, tezligi va momenti; R_{pr}, R_0 - prujina va yong'ochning qarshilik kuchlari.

Shunday qilib, quruq mevalarni chaquvchi (sindiruvchi) kombinirlangan qurilmaning yuklangan kuch mexanizmlaridagi kinetik va kuch parametrlarini aniqlashni matematik modellashtirildi. Bu matematik model turli xil ijrochi mexanizmlarning zaruriy kinematik parametrlarini aniqlashga yordam beradi.

Matematik modelning ish qobilyatini isbotlash uchun dastlabki ma'lumotlar qabul qilindi va tengamalar tizimi Runge Kutta uslubi qabul qilindi va Merrning algoritmik dasturlaridan foydalanib yechildi. Natijada kombinatsiyalashgan mashinaning turli xil mexanizmlardagi tezlik va tezlanishlari grafiklari ishlab chiqildi.



a - tezliklarniki, b – tezlanishlarniki.

4 – rasm. Chiziqli va burchakli tezlik va tezlanishlari grafigi

Rasmlarda kombinatsiyalashgan qurilmadagi har xil mexanizmlarning tezliklari va tezlanishlari, chiziqli va burchakli ko'chishlarning grafigi keltirilgan. Sindiruvchi ilgari lanma – qaytar zarb beruvchining ishlash ta'sirda chiziqli ko'chish bo'yicha harakatlanadi va chiziqli tezlik va tezlanishga ega bo'ladi. Qolgan barcha mexanizmlar aylanma harakatga va shunga mos bo'lgan burchak ko'chishlariga, tezlik va tezlanishlariga ega bo'ladilar.

Quruq mevalarni zarba kuchi bilan chaqish dinamik matematik modelini takomillashtirish qismida qurilmaning kuch mexanizmlarini matematik modellashtirildi. Bu qurilmaning kuch mexanizmlarini matematik modellashtiramiz [31].

$$\left\{ \begin{array}{l} J_{o1}\ddot{\varphi}_{o1} + k_{o1}(\dot{\varphi}_r - \dot{\varphi}_{o1}) + c_{o1}(\varphi_r - \varphi_{o1}) = M_{o1} \\ m_u \frac{dv_u}{dt} = M_u - R_{pr} - R_o \\ (\sigma_{ij})\lambda_{ij} \leq T(\tau) \\ \dot{T}(\tau, \lambda_{ij}) = m\dot{e}_p(\lambda_{ij}) \\ (\dot{e}_{ij}^p) = \int_{\Omega} \dot{e}_p(\lambda^1_{ij})\lambda^1_{ij}d\Omega^1 \end{array} \right. \quad (5)$$

bu yerda, σ_{ij} –noelastik materialning normal kuchlanishi $T(\tau, \lambda_{ij})$ - materialning yemirilish koefitsienti; \dot{e}_{ij}^p -boshlang‘ich mikro kuchlanishlarning tasodifiy tenzori, τ – mahalliy oquvchanlik chegarasi, λ_{ij} – deviator bo‘shlig‘ida yo‘nalishni muqimlovchi, yagona yo‘naltiruvchi deviator, Ω – faol mikroplastik deformatsiyalanishning ko‘paytmasi, $d\Omega$ – differensial shakl (besh o‘lchovli deviator bo‘shlig‘idagi “moddiy burchak”), $\Phi(\tau)$ – mahalliy oquvchanlik chegaralari taqsimlanishining integral funksiyasi.

Ishlab chiqilgan uslubiyot, namunani yemirish uchun talab etilgan zarbalarning soni va energiyasini aniqlash imkonini beradi.

Ko‘p pog‘onali markazga intilma va zarb berish agregatlariga mos holda, yemirilish jarayoni, zarrachalarning otboyka dekasiga erkin urilishiga asoslanadi, zarb sonlaridan tashqari, tegirmonning ishchi kurakchalaridan zarrachalarning uchib chiqishdagi ekvivalent tezligini ham hisoblab chiqish zarurdir:

$$E_{ud} = Mgh = \frac{mV_{ekv}^2}{2} \quad (6)$$

bu yerda, M – zarb beruvchining massasi; m – tadqiq qilinayotgan namunaning massasi; h – zarb beruvchining tushish balandligi; V_{ekv} – markazga intilma tegirmonning kurakchalaridan zarrachalarning uchib chiqish ekvivalent tezligi; E_{ud} – bitta zarbning energiyasi.

Ekvivalent tezlikni aniqlash uchun formulani yozamiz:

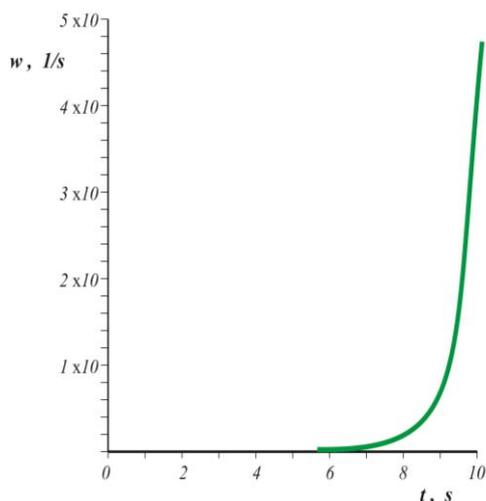
$$V_{ekv} = \sqrt{\frac{2Mgh}{m}} \quad (7)$$

Ekvivalent sxema bo‘yicha, yong‘oq qobig‘lariga urilish kuchlarining tenglamalar tizimini tuzamiz (3 - rasm):

$$\left\{ \begin{array}{l} J_{o1}\ddot{\varphi}_{o1} + k_{o1}(\dot{\varphi}_r - \dot{\varphi}_{o1}) + c_{o1}(\varphi_r - \varphi_{o1}) = M_{o1} \\ J_r\ddot{\varphi}_r + c_r\varphi_r = M_r \\ m_u \frac{dv_u}{dt} = M_u - R_{pr} - R_o \\ \frac{dA}{dt} = a \frac{dP_u}{dt} l \\ \frac{dP_u}{dt} = k \frac{dF_o}{dt} \\ \frac{dF_o}{dt} = 6(ad^2 - D^2) \end{array} \right. \quad (8)$$

Stedler bo‘yicha jismning maydalanish (yemirilish) ishi, maydalanish darajasini P_i - yemirish kuchiga va bu kuchning l ta’sir etish yo‘liga ko‘paytmasiga tengdir:

bu yerda, P –yemiruvchi kuch, shartli jismning kesim yuzasiga proporsional bo‘lib, $k=F_0$ ga teng bo‘ladi, k - proporsionallik koeffitsiyenti; F_0 - shartli jismning kesim yuzasi.

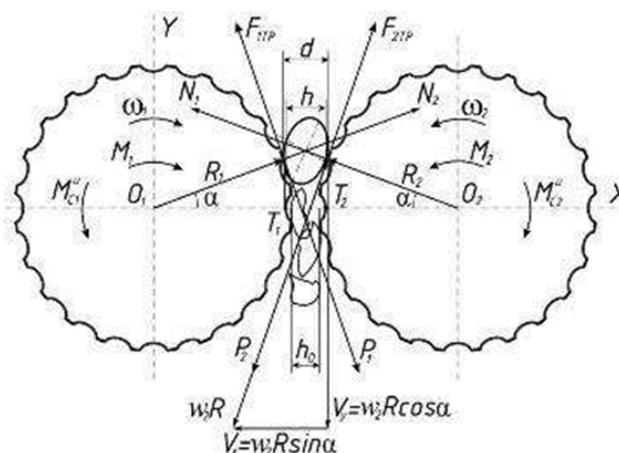


5–rasm. Yong‘oqni chaqishda zarb beruvchining harakati



6 –rasm. Kombinatsiyalashgan ko‘p funksiyali qurilmaning umumiy tasviri

Mayda quruq mevalarni qovurg‘ali barabanlar juftligi orasida chaqishni analitik modeli



$$h_{ns} = h_k \left[\frac{1 + \sqrt{1 + \left(\frac{h_n}{h_k}\right)^\delta (\delta^2 - 1)}}{\delta + 1} \right]^{\frac{1}{\delta}} \quad (9)$$

Neytral kesimning qalinligi barabanlar orasidagi elastik deformatsiya vaziyatida vertikal kuchning gorizontaal bosim kuchini aniqlash.

$$P = \frac{ED^2 b \sin \alpha}{H} (-\cos \alpha), \quad \cos \alpha = 1 - \frac{H - h_0}{D}, \quad (10)$$

siqilish deformasiyasi

$$\tau_b = \frac{dP}{dx} h = \frac{h_0}{\sqrt{2Rh_0}} (1 + X^2) \frac{dP}{dX}. \quad (11)$$

Barabanning aylantiruvchi momenti quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\frac{dM}{dx} = \tau_b LR = \frac{h_0}{\sqrt{2Rh_0}} (1 + X^2) LR \frac{dP}{dX} = \tau_b LR = \frac{h_0}{\sqrt{2Rh_0}} (1 + X^2) LR \sqrt{2Rh_0} \frac{dP}{dX} \quad (12)$$

Barabanning quvvati quyidagi ifoda bilan aniqlanadi: $N_n = 2M\omega$

$$\text{ishqalanish kuchini aniqlash } F_{1tr} = N_1 f_1 = N_1 tg \rho_1, F_{2tr} = N_2 f_2 = N_2 tg \rho_2. \quad (13)$$

Ikki barabanning inersiya momenti

$$M_{c1}^{in} = I_{c1} \varepsilon_1 = \frac{p_1}{2g} r_1^2 \frac{\omega_1}{r_1} \quad M_{c2}^{in} = I_{c2} \varepsilon_2 = \frac{p_2}{2g} r_2^2 \frac{\omega_2}{r_2}$$

$$(N_1 - P_{1d})r \delta_{\varphi_1} + (P_1 - F_{tr1})r \delta_{\varphi_1} - M_{c1}^{in} \delta_{\varphi_1} + M_{dv1} \delta_{\varphi_1} = 0$$

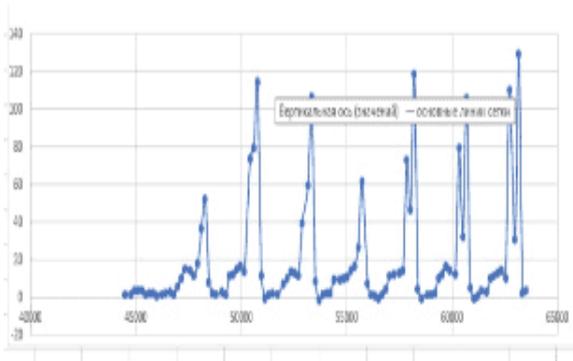
$$(N_2 - P_{2d})r \delta_{\varphi_2} + (P_2 - F_{tr2})r \delta_{\varphi_2} - M_{c2}^{in} \delta_{\varphi_2} + M_{dv2} \delta_{\varphi_2} = 0 \quad (14)$$

Barabanlar juftligini ishining muvozanat tenglamasi. Bu ifodalardan barabanlarning M_{dv} aylantirish momentlarini topish mumkin bo'ladi.

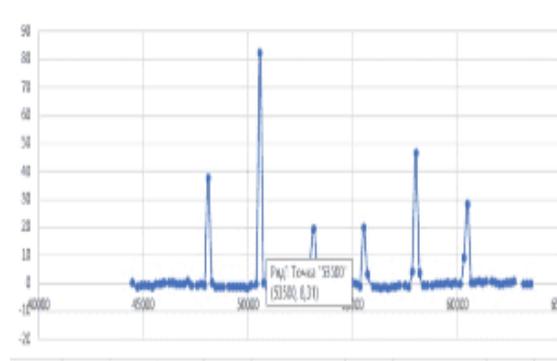
Dissertatsiyaning **“Takomillashtirilgan chaqish qurilmasi parametrlari va ish rejimlarining maqbul qiymatlarini asoslash uchun tajriba sinovlarini o'tkazish va texnik iqtisodiy ko'rsatkichlarini aniqlash”** deb nomlangan bobida takomillashtirilgan yong'oq chaqish qurilmasi parametrlari maqbul qiymatlarini asoslash bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotlarning natijalari keltirilgan.

Takomillashtirilgan chaqish qurilma parametrlari va ish rejimlarining maqbul qiymatlarini asoslash uchun qurilma ishlab chiqildi (6-rasm).

Tajriba sinov dasturi va uslubiyati ishlab chiqildi. Yong'oq, bodom va o'rik qobiqlarini chaqishda sarflanadigan kuch qiymatini o'rganish uchun yong'oq, bodom va o'rik danaklari bo'yicha tenzometrlash usulidan foydalanildi. 7 va 8 rasmlarda yong'oq danaklarini chaqishda tenzometrlash ma'lumotlari keltirilgan.



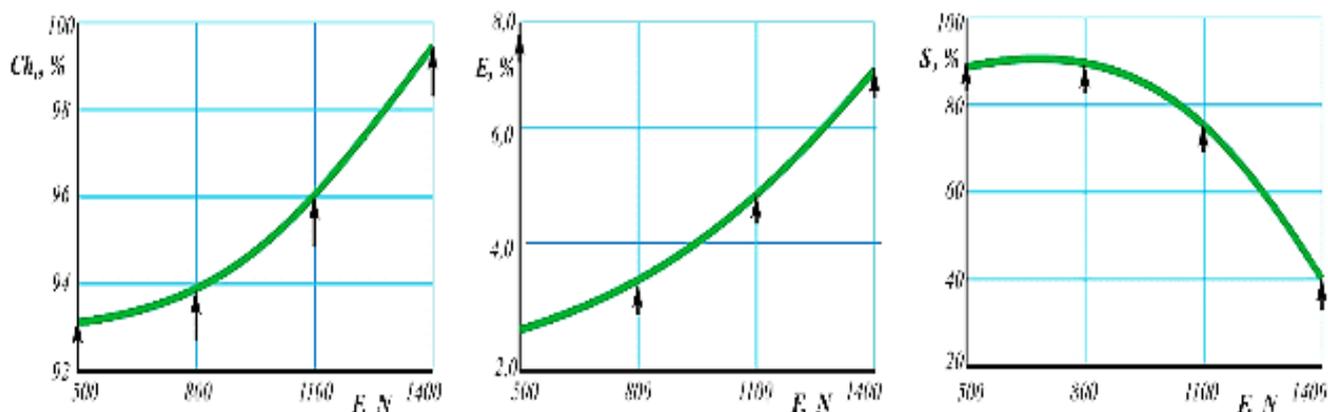
7-rasm. Yong'oqni sindirishda kulochokning zarb beruvchiga urilish zo'riqishini tenzometrlash



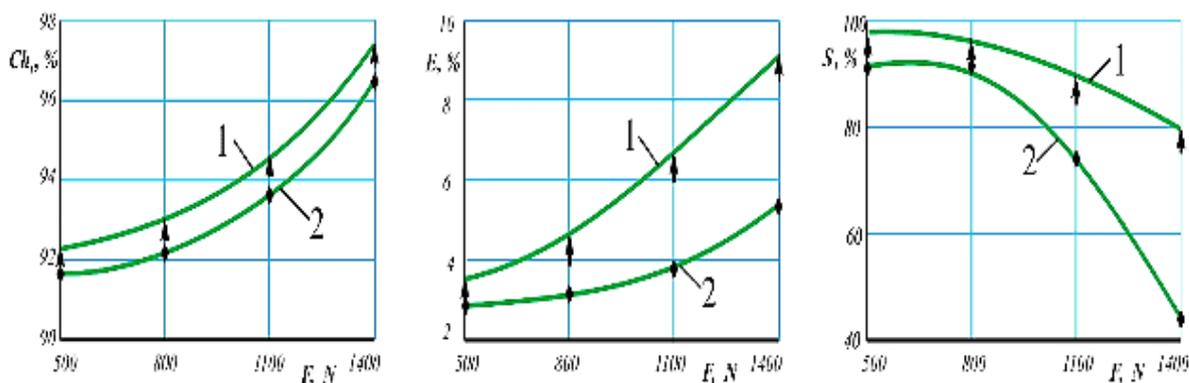
8-rasm. Yong'oqni sindirishda ilgari lanma-qaytar zarb beruvchidagi zo'riqishini tenzometrlash

Yong'oqni chaquvchi kuch qiymati qobiq qalinligi va kuch qo'yilgan tayanch shakliga bog'liq bo'lib, yarim konus xajmiga joylashuvchi diametri 28-39 mm o'lcham orasidagi yong'oqlar chaqiladi, yupqa qobiqli yong'oqlar uchun 200-300 N, qobig'i o'rtacha qalinlikdagi yong'oqlar uchun 400-500 N, qalin qobiqli yong'oqlar uchun 800-900 N kuch bo'lishi tenzometrik aniqlandi.

Qurilma ishchi barabanlar diametri, burchakli tezligini, qurilma qisish masofasini yong'oq, o'rik danagi va bodomning chaqilish to'liqligi, ezilish darajasi va mag'izni sifat ko'rsatkichlariga ta'siri, ishchi baraban aylanishlar sonini qurilma ish ko'rsatkichlariga ta'sirini va qurilmaning chaquvchi kuchini uning ish ko'rsatkichlariga ta'sirini o'rganish natijalari grafiklar korinishida ishlab chiqildi (9 va 10-rasmlar).



9-rasm. Yong'oqning chaqilish to'liqligi (Ch) ni, ezilish darajasi (E) ni va mag'izni sifat ko'rsatkichi (S) ni chaquvchi kuch (F) ga bog'liq ravishda o'zgarish grafiklari



10-rasm. O'rik danagi va bodomning chaqilish to'liqligi (Ch) ni, ezilish darajasi (E) ni va mag'izni sifat ko'rsatkichi (S) ni chaquvchi kuch (F) ga bog'liq ravishda o'zgarish grafiklari

Ekspirimentlar shuni ko'rsatdiki, uzunligi 23 mm, eni 13 mm, qobig' devorchasining qalinligi 0,8 - 1mm, qobig' tutashuvi eni 3,5-5 mm, massasi 1-1,5g bo'lgan o'rik danagini chaqishda uning sinishi 45 - 130 kN kuch ta'sirida sodir bo'ldi, yuklanishning o'rtachasi 90 Nm, zo'riqish 900 Nm ko'rinishida bo'ldi.

O'tkazilgan eksperimentlarning o'rtacha ma'lumotlari ko'rsatkichlari bo'yicha shuni tasdiqlash mumkinki, danakning ichi bo'sh tomonidan chaqishda,

uning tutashuv tomonidan chaqishga nisbatan 1,5-2-marta ortiqcha yuklama talab etiladi.

Bodom danagini chaqishda (uzunligi 20-35mm, eni 8-15 mm, qobig' devorchasining qalinligi 1-2,5 mm, qobig' tutashuvi eni 3,5–5 mm, massasi 0,5-1,5 g), danakka bo'lgan siquvchi va zarb beruvchi kuch tajribaning har 2,5 sekundida 17–45Nm da sodir bo'ldi, yuklanishning o'rtachasi 30 Nm, zo'riqish 300 Nm ko'rinishida bo'ldi.

Kombinatsiyalashgan chaqish qurimasining texnik-iqtisodiy ko'rsatkishlarini aniqlashda chaqish qurilmasi tajriba nusxasining qisqacha texnik tavsifi, xo'jalik sinovlari natijalari va uning iqtisodiy samaradorligi keltirilgan. Kombinatsiyalashgan chaqish qurilmasi 200 kg/soat yong'oq va 180 kg mayda quruq mevalarni chaqish samaradorlikda ishlab, inson qo'l mehnatini bir-necha barobarga yengillashtirish va amaldagi chaqish qurilmalariga nisbatan 20 % ga unumdorligi yuqori va bitta qurilmadan oyiga 9 mln so'm iqtisodiy samara olish imkonini berdi.

XULOSA

“Grek yong'ogi va bodomning qobig'ini chaqish uchun energiyatejamkor kombinatsiyalshgan qurilmani ishlab chiqish” mavzusidagi falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar natijalari asosida quyidagi xulosalar taqdim etildi:

1. Yong'og va bodom qobig'ini chaqish qurilmalari ishchi organlarini tahlil qilish natijasida grek yong'ogi va bodomning qobig'ini chaqish uchun energiyatejamkor kombinatsiyalshgan qurilma konstruksiyasini ishlab chiqilgan va kombinatsiyalshgan chaquvchi qurilma konstruksiyasini yaratish imkonini berdi.

2. Maxalliy yong'oq va bodomlarni geometrik o'lchamlari o'rganildi va uning natijasida ilgarilama-qaytma harakat qiluvchi yarim konus vertikal o'qqa nisbatan $8-11^{\circ}$ bo'lishligi aniqlandi xamda qurilmaga bir nechta qator chaqish moslamasini joylashtirish unumdorlikni bir necha karra oshirish imkoni berdi.

3. Kombinatsiyalashgan chaqish qurilmasining chaqish jarayonini matematik modellashtirish qurilma geometrik, kinematik va dinamik parametrlarini aniqlash imkonini berdi.

4. Yong'oqni chaquvchi kuch qiymati qobiq qalinligi va kuch qo'yilgan tayanch shakliga bog'liq bo'lib, yarim konus xajmiga joylashuvchi diametri 25-35 mm o'lcham orasidagi yong'oqlar chaqilishi va yupqa qobiqli yong'oqlar uchun 200-300 N, qobig'i o'rtacha qalinlikdagi yong'oqlar uchun 400-500 N, qalin qobiqli yong'oqlar uchun 700-800 N kuch bo'lishi tenzometrik aniqlash imkonini berdi.

5. Eksperimentlar natijalari uzunligi 23 mm, eni 13 mm, qobig' devorchasining qalinligi 0,8 - 1mm, qobig' tutashuvi eni 3,5–5 mm, massasi 1-1,5g bo'lgan o'rik danagini chaqishda uning sinishi 45 – 130 kN kuch ta'sirida sodir bo'ldi, yuklanishning o'rtachasi 90 Nm, zo'riqish 900 Nm ko'rinishida bo'ldi xamda danakning ichi bo'sh tomonidan chaqishda, uning tutashuv tomonidan chaqishga nisbatan 1,5-2-marta ortiqcha yuklama talab etilishini ko'rsatdi.

6. O'tkazilgan tadqiqotlar asosida ishlab chiqilgan kombinatsiyalashgan chaqish qurilmasi belgilangan texnologik ish jarayonni ishonchli bajardi va uning ish ko'rsatkichlari texnik topshiriqqa to'liq mos keladi.

7. Kombinatsiyalashgan chaqish qurilmasi 200 kg/soat yong'oq va 180 kg mayda quruq mevalarni chaqish samaradorlikda ishlab, inson qo'l mehnatini bir-necha barobarga yengillashtirish va amaldagi chaqish qurilmalariga nisbatan 20 % ga unumdorligi yuqori va bitta qurilmadan oyiga 9 mln so'm iqtisodiy samara olish imkonini berdi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/28.02.2022.Т.101.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ БУХАРСКОМ ИНЖЕНЕРНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

АКАДЕМИЯ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ЮНУСОВ БАХТИЁР АБДУЛЛАЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ КОМБИНИРОВАННОЙ
УСТАНОВКИ ДЛЯ РАЗЛАМЫВАНИЯ ОБОЛОЧКИ ГРЕЧЕСКОГО
ОРЕХА И МИНДАЛЯ**

**02.00.16 – Процессы и аппараты химической технологии
и пищевых производств**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент - 2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером B2023.1.PhD/T 3451

Докторская диссертация выполнена в Академии Вооруженных сил Республики Узбекистан. Автореферат диссертации размещен на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)), на веб-странице института научного совета (www.bmti.uz) и информационно-образовательном портале «Ziynet» www.ziynet.uz.

Научный руководитель:

Матмуродов Фарход Маткурбоневич
кандидат технических наук, доцент

Официальные оппоненты:

Баракаев Нусратилло Ражабович
доктор технических наук, профессор

Гафуров Карим Хакимович
кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация:

Ташкентский химико-технологический институт

Защита диссертации состоится «25» июня 2024 г. в 10⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.03/28.02.2022.T.101.01 при Бухарском инженерно-технологическом институте по адресу: 200117, г. Бухара, ул. К.Муртазаева, дом 15. Тел.: (+99865)223-74-84, факс: (+99865)223-78-84, e-mail: bmti_info@edu.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Бухарского инженерно-технологического института (зарегистрированного за №467). (Адрес: 200117, г.Бухара, ул. К. Муртазаева 15. Тел.: (+99865)223-78-84).

Автореферат диссертации разослан «08» июня 2024 года.
(реестр протокола рассылки №6 от «12» марта 2024 г.).



С.Ф. Фозилов

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

Р.Р. Хайитов

Ученый секретарь научного совета по присуждению учёных степеней, д.т.н., старший научный сотрудник

И.Б. Исабаев

Председатель научного семинара при научном совете по присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации (PhD) доктора философии)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире ускоренно развиваются процессы механизации и автоматизации. Многие ученые проводят исследования по созданию новой техники и технологий, направленных на сокращение ручного труда человека, производство и переработку высококачественной продукции. Сельское хозяйство является одним из перспективных источников укрепления экспортного потенциала страны, наряду с удовлетворением потребности населения нашей страны в продуктах питания, потребности перерабатывающей промышленности в качественном сырье. Ежегодно в нашей республике производят грецкие орехи (157,2 тыс. тонн), миндаль (79329,25 тонн) и косточки фруктов. Орехи, миндаль и косточки абрикоса содержат до 60% масла и широко используются в пищевой, парфюмерной и фармацевтической промышленности. В пищевой промышленности важное значение имеет производство высокопроизводительных и энергоресурсосберегающих устройств и оборудования для переработки урожая созданных интенсивных ореховых, миндальных, абрикосовых и персиковых садов в масштабах республики.

В мире проводятся научно-исследовательские работы с целью повышения эффективности технологического оборудования для производства и переработки высококачественной продукции, разламывания скорлупы орехов, миндаля и абрикосовых косточек, разделения косточек и улучшения конструкции оборудования для разламывания. В соответствии с этим, совершенствование конструкции высокоэффективного комбинированного разламывающего устройства, ускорение практически выполняемого процесса и уменьшение затраты энергии, внедрение в практику новой технологии считается важной задачей.

В республике достигаются научные результаты по модернизации комбинированных разламывающих устройств, внедрению современного, высокоэффективного, энергоэффективного и малозатратного оборудования, в том числе энергосберегающего комбинированного разламывающего устройства, с целью увеличения объема и качества выпускаемой продукции и снижения энергопотребления оборудования. В стратегии развития Нового Узбекистана отмечены важные задачи "... широкого внедрения инновации в экономике, развития связи кооперации промышленного предприятия и научных учреждений"¹. Соответственно, важное значение приобретают научные и практические исследования, направленные на создание

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы».

высокоэффективного энергоэффективного комбинированного оборудования для разламывания и расширение области устойчивой работы оборудования.

На основе ПП-3025 Президента Республики Узбекистан от 1-го июня 2017 года «О создании ассоциации экспорта, производства ореха и организации их деятельности» в республике в 2017 году организована ассоциация экспорта и производства ореха.

Международная промышленность по выращиванию и переработке орехов характеризуется самой высокой картиной роста по сравнению с другими видами промышленности за последние десятилетия. За последние десять лет мировое производство грецких орехов выросло на 40%, а объем продаж увеличился на 116%. Резко возрос спрос на грецкие орехи как на наиболее важный альтернативный источник ключевых физиологически активных соединений.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных указами Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития Нового Узбекистана, предназначенного на 2022-2026 годы», УП-6097 от 29 октября 2020 года «Об утверждении концепции развития науки до 2030 года» и Постановления Президента Республики Узбекистан ПП-307 от 6 июля 2022 года «О мерах практической организации стратегии инновационного развития Республики Узбекистан на 2022-2026 годы», а также другие нормативно-правовые документы служат основой для выполнения задач рассмотренной деятельности данной диссертационной исследовательской научной работы.

Соответствие исследований основным приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики В «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

Степень изученности проблемы. В Республике и за рубежом с разработкой методов и устройств по разламыванию сердцевин грецких орехов, миндаля, абрикосовых косточек, персиковых косточек, фундука и их теоретических и практических основ занимались С.И.Невзоров, М.Ф.Ямалетдинова, Роберт Лемос, М.А.Койунси, Т.Лианг, М. Ндукву, С. Гарибзахеди, С. З. Хусейн, С. Г. Чжао, А. Мохтари Нахал, А. Гафари, С. Оджоло, Цао Ченгмао, Фарог Шарифян, Н. В. Бышов, Ю. И. Сухоруких, Ф. Бумер, В. К. Петров, Б. Гасанов, А. Абдурасулов, Д. Толаев, Х. Туркменов, А. Хуррамов, И. Аширбеков, Д. Алижанов, О. Мирзаев и другие ученые.

Машины и устройства, созданные на основе результатов данных исследований, используются в сельскохозяйственном производстве с определенными положительными результатами. Однако в этих

исследованиях не изучены особенности изменения параметров и режимов работы, показателей качества работы разламывания грецких орехов и миндаля.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ на 2021 и 2023 годы в Академии Вооруженных сил Республики Узбекистан.

Цель исследования. Разработка конструкции, позволяющей разламывать скорлупы сухофруктов, сохранять целостность сердцевины и повышать производительность энергосберегающего комбинированного устройства.

Задачи исследования:

анализ конструкции и процесса работы устройств для разламывания ореха и миндаля, выпускаемых за рубежом и в нашей стране;

исследование физико-механических свойств местного грецкого ореха, миндаля, косточек абрикоса с целью разработки комбинированной конструкции устройства для разламывания грецких орехов, миндаля, абрикосовых косточек и других продуктов в скорлупе;

совершенствование и теоретические исследования рабочих режимов и параметров рабочих органов устройства для разламывания орехов, миндаля и косточек;

математическое моделирование рабочего процесса механизмов разламывающего устройства усовершенствованной конструкции;

проведение опытных испытаний для обоснования оптимальных значений параметров и режимов работы усовершенствованного разламывающего устройства и определение экономической эффективности.

Объектом исследования является комбинированное раскалывающее технологическое устройство, обеспечивающее процесс цельного извлечения ядер грецких орехов, миндаля, абрикоса с различными физико-механическими свойствами, выращиваемых в республике.

Предметом исследования являются кинематические и технологические параметры энергоэффективного комбинированного разламывающего устройства.

Методы исследований. В процессе исследований использованы методы математического моделирования, анализа, теоретической механики, законов и правил математической статистики, математическое планирование экспериментов, физико-механических а также методов, предусмотренных в действующих нормативных документах (ГОСТ 32874-2014, ГОСТ 16833-2014).

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана рациональная конструкция устройства для разламывания скорлупы орехов, миндаля и зерен, создан новый многооперационный комбинированный прибор для разламывания, аналогов которому нет за рубежом;

определены нормативные параметры зазора механизмов регулировки сжимающего конуса и зазора между двумя ребристыми вальцами в зависимости от размерности ореха, миндаля и косточек;

энергетические силовые параметры в процессе передачи движения комбинированного устройства от источника питания к кулачку, разламывающему скорлупу грецкого ореха, были смоделированы математически, и на основе численного решения этой модели была получена зависимость между кинематическими параметрами механизмов;

разламывание мелких сухофруктов парой ребристых барабанов было смоделировано аналитически, эта модель является всеобъемлющей и полной, записанной с учетом различных геометрических, кинематических, динамических параметров, из которых получены связующие выражения взаимосвязи угловой скорости ω , зазора между барабанами, ширины рабочей части барабанов h , плотности сухофруктов ρ и параметров силы, в частности крутящего момента барабана M и зазор между парами барабанов h_0 ;

методом тензометрирования нагрузки, дающей возвратно-поступательный удар, определены границы деформации и усилия, необходимые, для разламывания орехов, косточек и миндаля.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработано комбинированное разламывающее технологическое оборудование и усовершенствованы методы расчета параметров рабочих органов;

обоснованы кинематические и технологические параметры разламывающего устройства с учетом физико-механических свойств местных орехов, миндаля и косточек;

выбраны механизмы, передающие механическое движение для комбинированного разламывающего технологического устройства;

разработаны конструкторская и техническая документация комбинированного технологического устройства.

Достоверность полученных результатов исследования обосновывается тем, что исследования проводились с использованием современных методов и средств, параметры и режимы работы устройства были теоретически обоснованы на основе правил теоретической механики и высшей математики, результаты экспериментов были обработаны с использованием методов математической статистики, на основе проведенных исследований с положительными результатами испытаний технологического устройства для разламывания грецких орехов и миндаля и его внедрением на практику.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования объясняется созданием нового энергосберегающего многооперационного комбинированного разламывающего устройства, определением нормативных параметров пролета зажимного конуса и парных ребристых валов от регулирующих механизмов, обоснованием соотношения между кинематическими параметрами механизмов и пределом деформации оболочки при разламывании скорлупы грецкого ореха, необходимой силы для разламывания.

Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что разработано технологическое комбинированное разламывающее устройство и усовершенствованы методы расчета параметров рабочих частей, разработаны кинематические и технологические параметры разламывающего устройства с учетом физико-механических свойств местных орехов, косточек и миндаля, выбраны механизмы, передающие механическое движение для технологического комбинированного разламывающего устройства, это объясняется тем, что разработана конструкторско-техническая документация на технологическое комбинированное разламывающее устройство.

Внедрение результатов исследования. На основании полученных научных результатов по усовершенствованию и обоснованию параметров комбинированного разламывающего устройства:

комбинированное разламывающее устройство внедрено в практику в ООО “RUHSHONA MED FARM” (справка Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан № 07/22-05/457 от 06 февраля 2023 года). В результате качество разламывания грецких орехов, абрикосов и миндальных косточек достигло 90%;

оптимальные режимы, разработанные для разламывания плодовых косточек внедрено в практику в ООО “CHANDIR SAVDO” (справка Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан № 07/22-05/457 от 06 февраля 2023 года). В результате, потребляя 0,55 кВт электроэнергии, уровень невредимости орехового миндаля доведено до 85%, а уровень невредимости абрикосовых и миндальных косточек до 95%.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований обсуждались на 4 национальных и 5 международных научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы более 20 научных статей и тезисов, из них 5 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных результатов диссертаций доктора философских наук (PhD) в том числе 2 статьи в зарубежных журналах,

получено 2 патента на полезную модель агентства Интеллектуальной собственности Республики Узбекистан.

Объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, общего заключения, списка использованной литературы и приложений. Основной объем диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и необходимость проводимых исследований, описываются цели и задачи, объект и предметы исследований, указывается соответствие приоритетным направлениям развития науки и техники Республики. Изложены научная новизна и практические результаты исследования, раскрыта научно-практическая значимость полученных результатов, представлена информация о внедрении результатов исследования в практику, приведены опубликованные работы и структура диссертации.

В первой главе диссертации под названием **«Состояние технических средств и технологии разламывания орехов, миндаля, абрикосов в пищевой промышленности»** описано состояние и развитие существующего технологического оборудования, а также условия их использования при разламывании грецких орехов, миндаля и абрикосов.

В разрезе регионов изучались сорта грецкого ореха, миндаля и абрикоса для создания нового поколения энергосберегающего комбинированного устройства для разламывания оболочек грецкого ореха и миндаля. Был проведен анализ конструктивных схем раскалывающих устройств для косточек орехов, миндаля и абрикосов. Критический анализ научных источников, на основе изучения технологических процессов и состояния машин на сегодняшний день, для все более перспективного направления развития пищевой, парфюмерной и фармацевтической промышленности и создания качественной продукции, определена необходимость поиска универсального, энергосберегающего, простого и много функционального оборудования для разламывания косточек грецкого ореха, миндаля и абрикоса.

Во второй главе диссертационной работы под названием **«Теоретические исследования параметров и режимов работы комбинированного разламывавшего устройства»** представлены результаты исследований по совершенствованию устройства разламывания, применяемого при отделении ореха, миндаля и косточек абрикоса от скорлупы, теоретические обоснования конструкции и параметров рабочих частей разрабатываемого устройства.

В качестве объектов исследования были использованы отдельные сорта ореха, миндаля и абрикосовых косточек. Основные характеристики объектов исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Основные физико-технологические характеристики объектов
исследование**

Наименование источников	Сорта	Геометрический вид	Технологические показатели		Геометрические размеры, мм
			влажность, %	Толщина скорлупы, мм	
Орехи	Хумсан – 3	Шарообразный	15-20 %	2-2.5	30-34
	Хумсан -5			2-2.5	30-34
	паркет – 2			2.5-3.5	28-32
	Ахангаран - 1			1.5-2	28-30
Миндаль	Тянь-Шань	Эллипсообразный	10-15 %	1.5-2	29x25x40
	Тонкая кожа			0.8-1	30x27x45
	Малика			1-2	35x30x45
	Кансай			1.5-2.5	28x26x35
Косточки урюка	Субхоний	Эллипсообразный	10-15 %	1-1.5	19x15x50
	Синчалак			0.8-1	19x18x40
	Исфарак			1-1.5	21x14x40
	Кандак			0.9-1	22x13x30

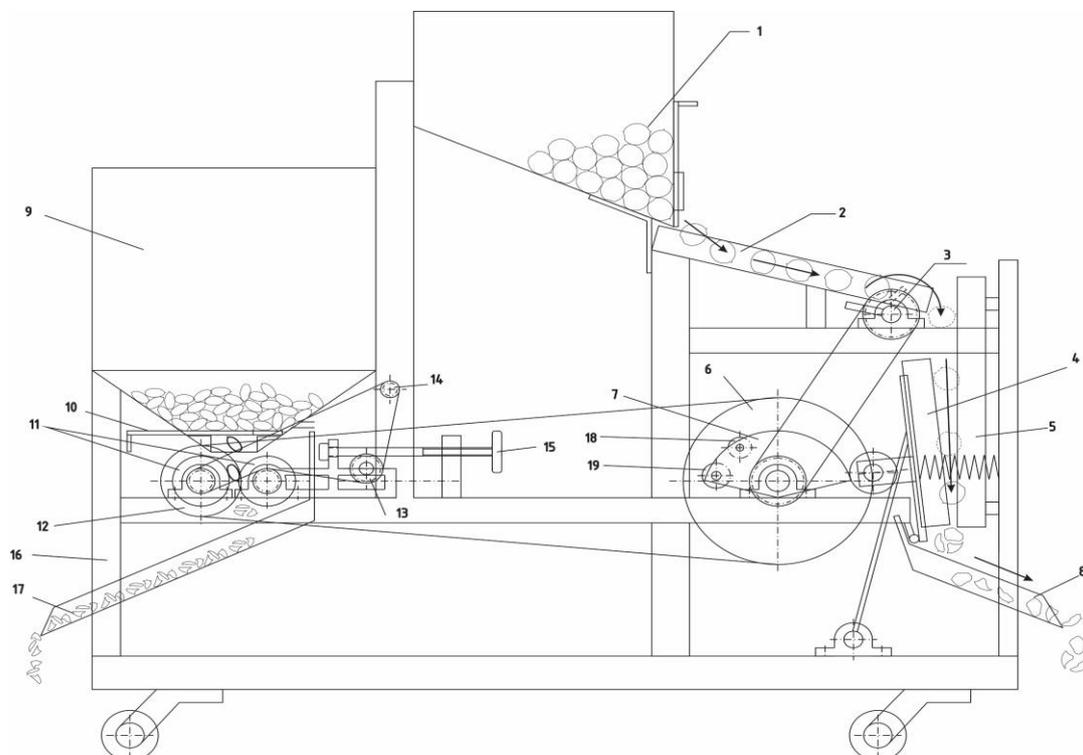
Данные таблицы 1, свидетельствуют о том что, объекты исследования значительно не отличаются по изученным характеристикам.

Таблица 2

Общая классификация устройства, используемого для разламывания орехов, косточек миндаля и абрикоса

Марка	Габаритные размеры LxHxB (мм)	Методика работы	Технологическая классификация		Эффективность (кг/час)	Цена (млн. сумов)
			Степень раздавливания косточки, %	Степень полноты разламывания, %		
МКО (Россия)	800x800x1800	давить	5-15	90	120	40
Устройство для разламывания орехов (Германия)	1200x1000x800	разламывать	8-15	93	200	50
FW (Китай)	1200x800x600	разламывать	5-15	95	180	30
Предлагаемое разламывающее устройство	1200x1005x400	ударять, разламывать	5-10	95	200 кг орехов 180 кг мелких сухофруктов	15

На основе проведенных исследований разработана технологическая схема устройства, состоящего из кусающих устройств, вторая сторона которых состоит из подвижных и неподвижных ячеек, основанная на работе по принципу сжатия ребристого барабана, вращающегося навстречу другу другу (рис.1), и получены патенты на полезные модели Агентства интеллектуальной собственности № FAP 02221, № FAP 00559-2009.



1- бункер; 2- желоб подачи; 3- торсионный вал; 4 и 5 рабочие разламывающие узлы; 6- шкив ременной передачи; 7- кулачок; 8- разломанный орех; 9- бункер для семян миндаля и абрикоса; 10-дозатор; 11- рабочие барабаны; 12- шкив; 13- зубчатая звездочка; 14- регулировочная звездочка цепи, 15- регулировочный винт паза, 16- корпус, 17- разломанный продукт; 18-19-регулирующие подшипники.

Рис. 1. Технологическая схема комбинированного разламывающего устройства

Устройство комбинированного разламывания работает в следующем порядке: как видно на рисунке 1, кус грецкого ореха происходит следующим образом. Гайка 1 спускается через бункер в канал 2, где гайка из трех каналов движется вперед. 3 распределитель торсионных валов передает по одному ореху по трем каналам в зону прикуса между рабочими узлами 4 и 5. Сила удара 7 кулачков ударяет по трем гайкам одновременно, и накаленные гайки падают под собственным весом в сборный контейнер. С другой стороны (абрикосовые косточки, миндаль и т. д.) кус происходит следующим образом. Миндальные или абрикосовые зерна проходят через 9 бункер через 10 дозатор и попадают между 11 рабочим барабаном. Косточки миндаля или абрикоса зацепляются зубцами за барабан и одновременно сжимаются. 11 ударные и сжимающие силы рабочего барабана ломают миндальные или абрикосовые косточки. Молотые миндальные или

абрикосовые косточки падают под собственным весом в контейнер для сбора.

С целью изучения физико-механических свойств местных грецких орехов и миндаля были отобраны и проанализированы грецкие орехи и миндаль различных сортов. В результате определены, что средняя величина грецких орехов составляет 33-39 мм, масса 11-12 г, толщина оболочек 1-3 мм, у миндаля в пределах 17-21 мм, масса 3-4 г, толщина 1 - 3 мм и уровень влажности составил 15-20%.

Разработана кинематическая схема комбинированного разламывающего устройства (рис. 2).

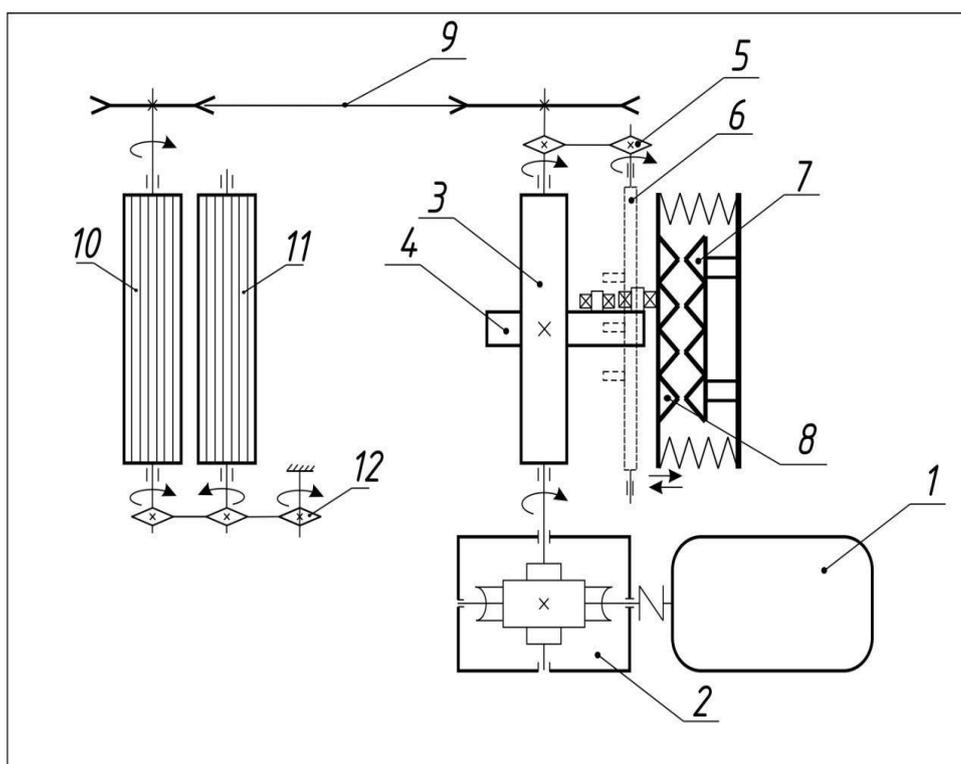


Рис. 2. Кинематическая схема комбинированного разламывающего устройства

Производительность разламывающего устройства определяется следующим выражением:

$$Q = 1,25\pi DLa n\rho k_{\text{вых}} n_{\text{яч}} \quad (1)$$

где D -диаметр барабана, м; L -длина барабана, м; a -ширина выпускного отверстия барабана, м; n -частота оборотов барабана, с^{-1} , ρ -плотность обрабатываемых орехов, $\text{кг}/\text{м}^3$; $k_{\text{вых}}$ - коэффициент выхода целого, неповрежденного количества ядра грецкого ореха, $k_{\text{вых}} = 0,8-0,9$; $n_{\text{яч}}$ - количество ячеек барабана, шт.

Средняя сила, используемая для разламывания орехов:

$$(2)$$

где σ_{sj} – предел прочности ореха при разламывании, Па; L - длина барабана, м; l - длина дуги на участке раскалывания ореха, м; μ - коэффициент, учитываемый при разламывании скорлупы, $\mu = 0,3 \div 0,5$; $\lambda = 0,1 - 0,2$ - коэффициент учета одновременного измельчения.

Расход электроэнергии на измельчение скорлупы орехов в измельчительном устройстве:

$$N_{dv} = 1400 \sigma_{sj} n L R^2 \quad (3)$$

где R – радиус барабана, м.

Из анализа полученного выражения получается, что определяемая мощность привода зависит от следующих параметров: радиуса и длины барабана; частоты вращения барабана; свойства измельчаемого ореха.

В главе диссертации «**Математическое моделирование и обоснование параметров конструкции и рабочих частей усовершенствованного разламывающего устройства**» приведены результаты теоретических исследований по моделированию рабочих органов усовершенствованного устройства для разламывания оболочки, обоснование параметров и режимов работы рабочих органов устройства, усовершенствование математической модели динамики разламывания с учетом силы удара орехов.

Рассчитанная динамическая модель оттягивающего приводного агрегата устройства эквивалентно много массовой системе (рис. 3).

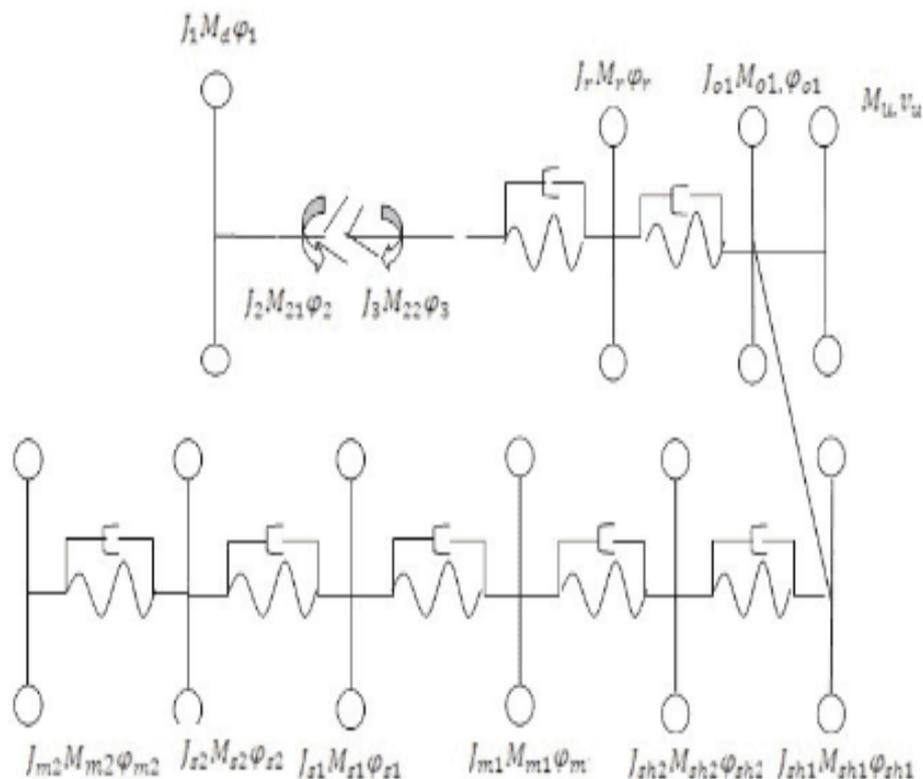


Рис. 3. Эквивалентная расчетная схема приводов передачи и рабочих органов комбинированного разламывающего аппарата

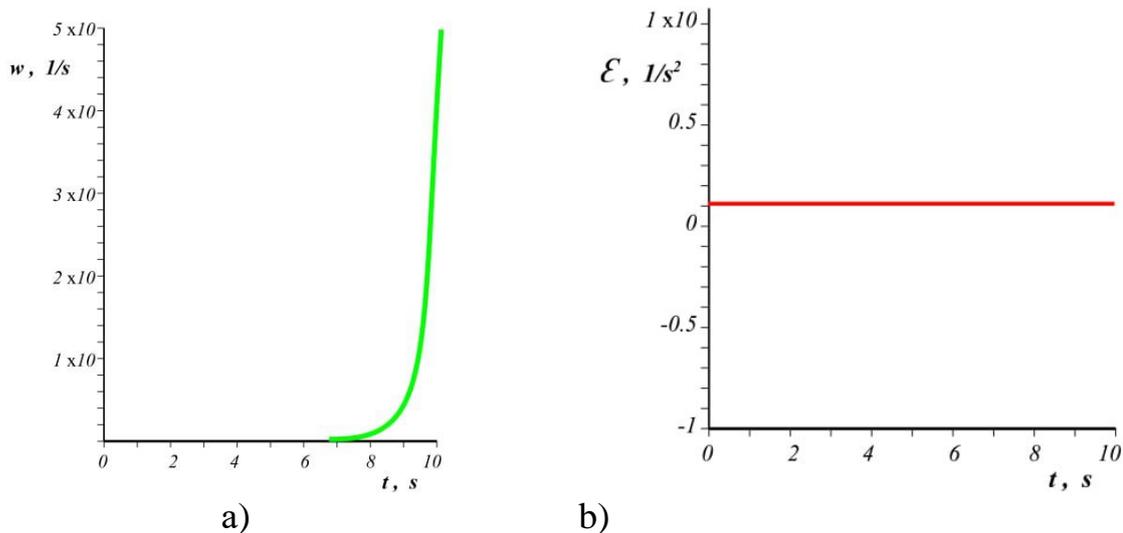
Уравнение движения масс эквивалентной системы записано на основе уравнения Лагранжа второго порядка для выражения потенциальной и кинетической энергии и для каждой обобщенной координаты.

$$\left\{ \begin{array}{l} J_1 \ddot{\varphi}_1 + k_1(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) + c_1(\varphi_1 - \varphi_2) = M_d \\ J_2 \ddot{\varphi}_2 + c_2(\varphi_1 - \varphi_2) = M_{m21} \\ J_3 \ddot{\varphi}_3 + c_3(\varphi_3 - \varphi_4) = M_{m22} \\ J_r \ddot{\varphi}_r + k_r(\dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_r) + c_r(\varphi_3 - \varphi_r) = M_r \\ J_{01} \ddot{\varphi}_{01} + k_{01}(\dot{\varphi}_r - \dot{\varphi}_{01}) + c_{01}(\varphi_r - \varphi_{01}) = M_{01} \\ m_u \frac{dv_u}{dt} = M_u - R_{pr} - R_0 \\ J_{sh1} \ddot{\varphi}_{sh1} + k_{sh1}(\dot{\varphi}_r - \dot{\varphi}_{sh1}) + c_{sh1}(\varphi_r - \varphi_{sh1}) = M_{sh1} \\ J_{sh2} \ddot{\varphi}_{sh2} + k_{sh2}(\dot{\varphi}_{sh1} - \dot{\varphi}_{sh2}) + c_{sh2}(\varphi_{sh1} - \varphi_{sh2}) = M_{sh2} \\ J_{m1} \ddot{\varphi}_{m1} + k_{m1}(\dot{\varphi}_{sh2} - \dot{\varphi}_{m1}) + c_{m1}(\varphi_{sh2} - \varphi_{m1}) = M_{m1} \\ J_{s1} \ddot{\varphi}_{s1} + k_{s1}(\dot{\varphi}_{m1} - \dot{\varphi}_{s1}) + c_{s1}(\varphi_{m1} - \varphi_{s1}) = M_{s1} \\ J_{s2} \ddot{\varphi}_{s2} + k_{s2}(\dot{\varphi}_{m2} - \dot{\varphi}_{s2}) + c_{s2}(\varphi_{m2} - \varphi_{s2}) = M_{s2} \\ J_{m2} \ddot{\varphi}_{m2} + k_{m1}(\dot{\varphi}_{s1} - \dot{\varphi}_{m2}) + c_{m1}(\varphi_{s1} - \varphi_{m2}) = M_{m2} \end{array} \right. \quad 3.1 \quad (4)$$

где $J_1, J_2, J_3, J_r, J_{01}, J_{sh1}, J_{sh2}, J_{m1}, J_{s1}, J_{s2}, J_{m2}$ - моменты инерции вращающихся частей относительно вала: двигателя, первой и второй частей сцепления, редуктора, вала ореха, 1-го и 2-го шкивов, 1-го вала миндаля, 1-го и 2-го цепных передач, 2-го вала миндаля; $c_1, c_2, c_3, c_r, c_{01}, c_{sh1}, c_{sh2}, c_{m1}, c_{s1}, c_{s2}, c_{m1}$ - эквивалентная жесткость соответствующего соединения; $k_1, k_r, k_{01}, k_{sh1}, k_{sh2}, k_{m1}, k_{s1}, k_{s2}, k_{m1}$ - коэффициент демпфирования соответствующего звена; $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_r, \varphi_{sh1}, \varphi_{sh2}, \varphi_{m1}, \varphi_{m2}, \varphi_{s1}$ - угол поворота соответствующего узла; $M_d, M_2, M_3, M_r, M_{01}, M_{sh1}, M_{sh2}, M_{m1}, M_{s1}, M_{m2}$ - крутящие моменты соответствующего узла; M_{m21} - момент ведущего диска сцепления; m_u, v_u, M_u - масса, скорость и момент дающего удар; R_{pr}, R_0 - силы сопротивления пружины и гайки.

Таким образом, проведено математическое моделирование определения кинетических и силовых параметров в нагруженных силовых механизмах комбинированного устройства для разламывания (раскалывания) сухофруктов. Эта математическая модель помогает определить необходимые кинематические параметры различных исполнительных механизмов.

Чтобы доказать работоспособность математической модели, были приняты исходные данные, а для системы уравнений был принят метод Рунге Кутты и решено с использованием алгоритмических программ Меппла. В результате были разработаны графики скоростей и ускорений комбинированной машины на различных механизмах.



а – скорости, б – ускорения.
Рис. 4. Графики линейной и угловой скоростей

На рисунках показаны скорости и ускорения, линейные и угловые перемещения различных механизмов комбинированного устройства. При работе поступательно-возвратного ударного действия кулачка происходит в линейном перемещении и имеет линейную скорость и ускорение. Все остальные механизмы имеют вращательное движение и соответствующие ему угловые перемещения, скорости и ускорения.

В части совершенствования динамической математической модели разламывания орехов с силой удара выполнено математическое моделирование силовых механизмов устройства.

$$\left\{ \begin{array}{l} J_{o1}\ddot{\varphi}_{o1} + k_{o1}(\dot{\varphi}_r - \dot{\varphi}_{o1}) + c_{o1}(\varphi_r - \varphi_{o1}) = M_{o1} \\ m_u \frac{dv_u}{dt} = M_u - R_{pr} - R_o \\ (\sigma_{ij})\lambda_{ij} \leq T(\tau) \\ \dot{T}(\tau, \lambda_{ij}) = m\dot{e}_p(\lambda_{ij}) \\ (\dot{e}_{ij}^p) = \int_{\Omega} \dot{e}_p(\lambda^1_{ij})\lambda^1_{ij}d\Omega^1 \end{array} \right. \quad (5)$$

здесь σ_{ij} — нормальное напряжение неэластичного материала, $T(\tau, \lambda_{ij})$ — коэффициент распада материала; \dot{e}_{ij}^p — случайный тензор начальных микронапряжений, τ — локальный предел текучести, λ_{ij} — однонаправленный девиатор в девиаторном пространстве, Ω — продукт активной микропластической деформации, $d\Omega^1$ — дифференциальная форма (в пятимерном девиаторном пространстве «материальный угол»), $\Phi(\tau)$ — интегральная функция распределения локальных пределов текучести.

Разработанная методика позволяет определить количество и энергию ударов, необходимых для разрушения образца.

В соответствии с многоступенчатой центробежной форсункой и ударными агрегатами процесс разрушения основан на свободном попадании частиц в деку косилки, в дополнение к числу ударов необходимо также

рассчитать эквивалентную скорость, с которой частицы вылетают из рабочих лопат мельницы:

$$E_{\text{уд}} = Mgh = \frac{mV_{\text{ekv}}^2}{2} \quad (6)$$

здесь M — масса дающая удар; m — масса исследуемого образца; h - высота спуска ударника; $V_{\text{эвк}}$ — эквивалентная скорость частиц, вылетающих из лопастей центробежной мельницы; $E_{\text{уд}}$ — энергия одного удара.

Запишем формулу для определения эквивалентной скорости:

$$V_{\text{ekv}} = \sqrt{\frac{2Mgh}{m}} \quad (7)$$

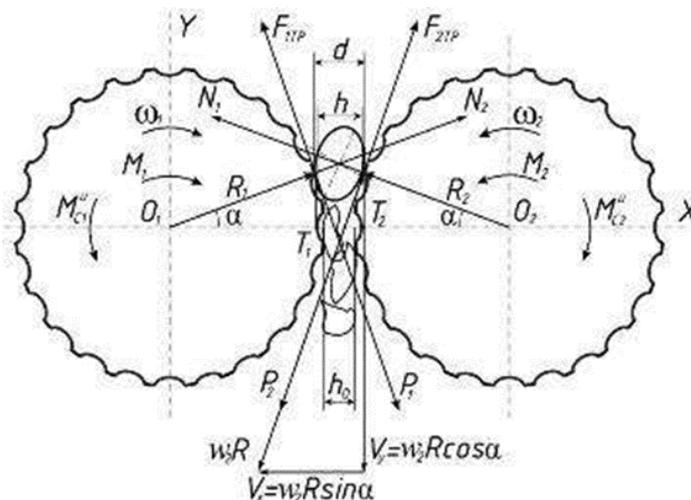
По эквивалентной схеме составим систему уравнений сил воздействия на скорлупу орехов (рис. 3):

$$\begin{aligned} J_{o1}\ddot{\varphi}_{o1} + k_{o1}(\dot{\varphi}_r - \dot{\varphi}_{o1}) + c_{o1}(\varphi_r - \varphi_{o1}) &= M_{o1} \\ J_r\ddot{\varphi}_r + c_r\dot{\varphi}_r &= M_r \\ m_u \frac{dv_u}{dt} &= M_u - R_{pr} - R_o \\ \frac{dA}{dt} &= a \frac{dP_u}{dt} l \\ \frac{dP_u}{dt} &= k \frac{dF_o}{dt} \\ \frac{dF_o}{dt} &= 6(ad^2 - D^2) \end{aligned} \quad (8)$$

Работа дробления (распада) тела по стедлеру равна произведению степени дробления на силу P_i — распада и пути действия этой силы на l :

здесь P - сила разрушения, пропорциональная поверхности сечения условного тела, равна $k=F_0$, k — коэффициент пропорциональности; F_0 — поверхность сечения условного тела.

Аналитическая модель разламывания мелких орехов между парой ребристых барабанов



$$h_{ns} = h_k \left[\frac{1 + \sqrt{1 + \left(\frac{h_n}{h_k}\right)^\delta (\delta^2 - 1)}}{\delta + 1} \right]^{\frac{1}{\delta}} \quad (9)$$

Определение горизонтального давления вертикальной силы при условии эластичной деформации толщины нейтрального сечения между барабанами.

$$P = \frac{ED^2 b \sin \alpha}{H} (-\cos \alpha), \cos \alpha = 1 - \frac{H - h_0}{D}, \quad (10)$$

деформация при сжатии

$$\tau_b = \frac{dP}{dx} h = \frac{h_0}{\sqrt{2Rh_0}} (1 + X^2) \frac{dP}{dX}. \quad (11)$$

Момент кручения барабана определяется следующим выражением:

$$\frac{dM}{dx} = \tau_b LR = \frac{h_0}{\sqrt{2Rh_0}} (1 + X^2) LR \frac{dP}{dX} = \tau_b LR = \frac{h_0}{\sqrt{2Rh_0}} (1 + X^2) LR \sqrt{2Rh_0} \frac{dP}{dX}. \quad (12)$$

Мощность барабана определяется следующим выражением: $N_n = 2M\omega$
определение силы трения, $F_{1tr} = N_1 f_1 = N_1 tg \rho_1$, $F_{2tr} = N_2 f_2 = N_2 tg \rho_2$.

Инерционный момент двух барабанов

$$M_{c1}^{in} = I_{c1} \varepsilon_1 = \frac{p_1}{2g} r_1^2 \frac{\omega_1}{r_1} \quad M_{c2}^{in} = I_{c2} \varepsilon_2 = \frac{p_2}{2g} r_2^2 \frac{\omega_2}{r_2}$$

$$(N_1 - P_{1d})r \delta_{\varphi 1} + (P_1 - F_{tr1})r \delta_{\varphi 1} - M_{c1}^{in} \delta_{\varphi 1} + M_{dv1} \delta_{\varphi 1} = 0$$

$$(N_2 - P_{2d})r \delta_{\varphi 2} + (P_2 - F_{tr2})r \delta_{\varphi 2} - M_{c2}^{in} \delta_{\varphi 2} + M_{dv2} \delta_{\varphi 2} = 0 \quad (14)$$

Уравнение баланса при работе барабанной пары. Из этого уравнения определяется момент кручения M_{dv} барабанов.

В главе диссертации под названием «**Проведение экспериментальных испытаний для обоснования оптимальных значений параметров и режимов работы усовершенствованного разламывающего устройства и определение технико-экономических показателей**» приведены результаты проведенных исследований по обоснованию оптимальных значений параметров усовершенствованного устройства для разламывания грецкого ореха.

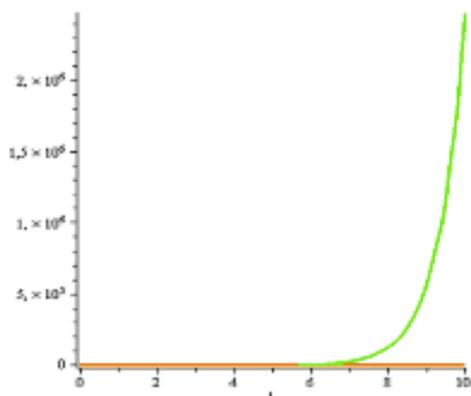


Рис. 5. Действие, дающее удар при разламывании ореха



Рис. 6. Общий вид комбинированного многофункционального устройства

Разработан прибор для обоснования оптимальных значений параметров и режимов работы усовершенствованного устройства разламывания (рис. 6).

Разработана программа и методика экспериментальных исследований. Для изучения величины силы, прилагаемой при разламывании грецких орехов, миндаля и абрикосов был использован метод тензиометрирования для грецких орехов, миндаля и косточек абрикоса. На рис. 7 и 8 представлены данные разламывания ядер грецких орехов.

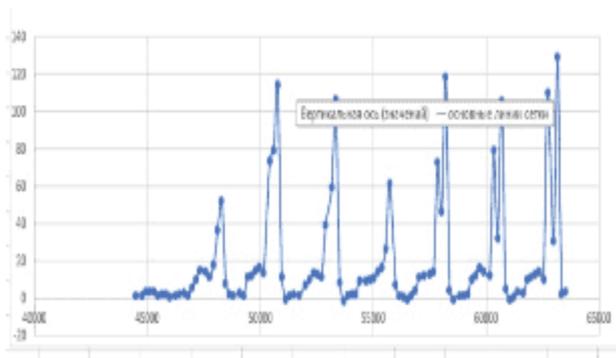


Рис. 7. Тензометрирования ударных напряжений удара кулочка при разламывании орехов

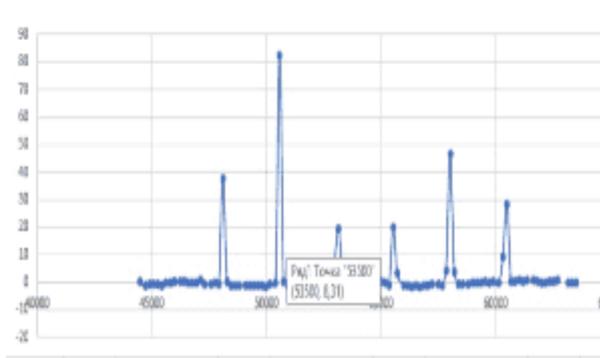


Рисунок 8. Тензометрирования напряжения в возвратно-поступательном ударнике при разламывании орехов

Величина силы разламывания ореха зависит от толщины скорлупы и формы орехов, объем расположения орехов в полуконечнике диаметром 28-39 мм, 200-300 Н для тонкоскорлупных, 400-500 Н для средних, силу 800-900 Н орехи с толстой скорлупой определяли тензометрированием.

Результаты исследования влияния диаметра рабочих барабанов устройства, угловой скорости, прижимного расстояния устройства на полноту измельчения грецких орехов, косточек абрикоса и миндаля, степень разламывания и качество разламывания ядра, влияние числа оборотов рабочего барабана на производительность устройства, а также влияние

разламывающей силы устройства на его производительность были разработаны в виде графиков (рис. 9 и 10).

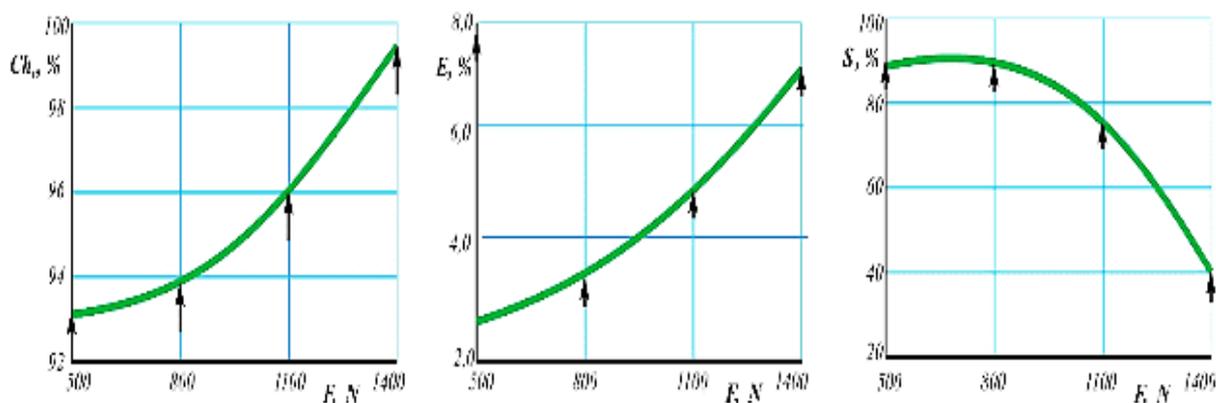


Рис. 9. Графики изменения полноты разламывания ореха (Ch), степени измельчения (E) и показателя качества ядра (S) в зависимости от силы разламывания (F)

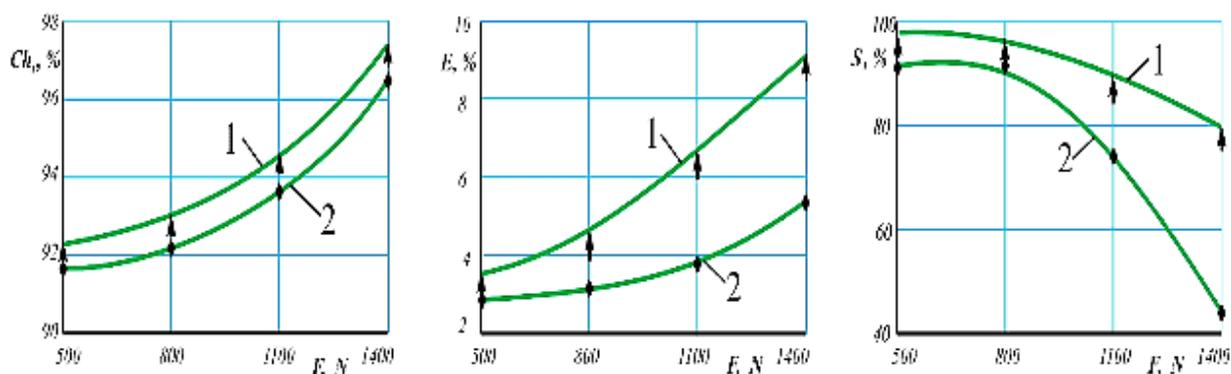


Рис. 10. Графики изменения полноты ядра абрикоса и миндаля (Ch), степени измельчения (E) и показателя качества ядра (S) в зависимости от силы измельчения (F)

Опыты показали, что при разламывании косточки абрикоса длиной 23 мм, шириной 13 мм, толщиной стенки скорлупы 0,8-1 мм, шириной шва скорлупы 3,5-5 мм и массой 1-1,5 г, его разрыв происходит под действием силы 45-130 кН, средняя нагрузка 90 Нм, натяжение 900 Нм. По средним данным проведенных экспериментов можно подтвердить, что при разламывании с полой стороны косточек требуется в 1,5-2 раза больше нагрузки по сравнению с разламыванием со стороны его соединения. При разламывании ядра миндаля (длина 20-35 мм, ширина 8-15 мм, толщина стенки скорлупы 1-2,5 мм, ширина соединения скорлупы 3,5-5 мм, масса 0,5-1,5 г) сдавливание и при эксперименте каждые 2,5 секунды сила удара происходили 17-45 Нм, средняя нагрузка 30 Нм, натяжение 300 Нм.

В результате исследования технико-экономических показателей комбинированного разламывающего устройства предоставлены краткое техническое описание экспериментального варианта разламывающего устройства, результаты хозяйственных испытаний и его экономическая эффективность. Комбинированное разламывающее устройство позволяет

эффективно измельчать 200 кг/час орехов и 180 кг мелких сухофруктов, сокращает человеческий труд в несколько раз, на 20% производительнее по сравнению с существующими разламывающими устройствами и позволяет получить экономическую выгоду в размере 9 миллионов сумов с одного устройства.

ВЫВОДЫ:

По результатам исследований, выполненных по теме «Разработка энергоэффективного комбинированного устройства для разламывания скорлупы грецких орехов и миндаля» диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD), представляются следующие выводы:

1. В результате анализа рабочих органов разламывающих устройств грецких орехов и миндаля была разработана энергосберегающая комбинированная конструкция устройства для разламывания грецких орехов и миндаля, позволившая создать конструкцию комбинированного устройства.

2. Изучены геометрические размеры местных грецких орехов и миндаля, в результате установлено, что возвратно-поступательный полу конус должен быть $8-11^{\circ}$ по отношению к вертикальной оси, а также в устройстве установления нескольких рядов разламывающих приспособлений сделало возможным увеличить производительность в несколько раз.

3. Математическое моделирование процесса разламывания комбинированного разламывающего устройства позволило определить геометрические, кинематические и динамические параметры устройства.

4. Величина силы разламывания ореха зависит от толщины скорлупы и формы основания, на которое была приложена сила, что позволяло тензометрически определять силу разламывания грецких орехов в пределах 25-35 мм в диаметре, укладываемую в объем полу конуса, и 200-300 Н для грецких орехов с тонкой оболочкой, 400-500 Н для грецких орехов со средней толщиной скорлупы, 700-800 Н для грецких орехов с толстой оболочкой.

5. Результаты экспериментов показали, что при разламывании абрикосовых косточек длиной 23 мм, шириной 13 мм, толщиной стенки косточки 0,8 - 1 мм, шириной сцепления косточки 3,5-5 мм, массой 1-1,5 г, ее преломление происходило под действием силы 45 - 130 кН, средняя величина нагрузки составляла 90 Нм, напряжение-900 Нм, а с полой стороны косточки при разламывании показала, что она требует в 1,5-2 раза большей перегрузки, чем при разламывании со стороны рукояти.

6. Разработанное на основе исследований комбинированное разламывающее устройство надежно выполняет заданный технологический процесс работы и его характеристики полностью соответствуют техническому заданию.

7. Комбинированное разламывающее устройство позволяет эффективно разламывать 200 кг орехов и 180 кг мелких сухофруктов за час, позволяет в несколько раз сократить ручной труд человека и на 20% производительнее по сравнению с существующими разламывающими устройствами, что дало возможность получить экономическую эффективность в размере 9 миллионов сумов с одного устройства.

**SCIENTIFIC COUNCIL P h D .03/28.02.2022. T.101.01 ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES AT BUKHARA ENGINEERING -
TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

**ACADEMY OF THE ARMED FORCES OF THE REPUBLIC OF
UZBEKISTAN**

YUNUSOV BAKHTIYOR ABDULLAYEVICH

**DEVELOPMENT OF AN ENERGY-SAVING COMBINED
INSTALLATION FOR PEELING GREEK WALNUT AND ALMOND
SHELLS**

**02.00.16 – Processes and apparatus of chemical technology and food
production**

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
IN TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2024

The theme of the doctoral dissertation (PhD) has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of higher education, science and innovations of the Republic of Uzbekistan with registration numbers of B2023.1.PHD/T 3451

The doctoral dissertation was completed at the Academy of the Armed Forces of the Republic of Uzbekistan.

The dissertation author's abstract in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) is posted on the website of the Institute (www.bmti.uz) and the information and educational portal «ZiyoNet» (www.ziyo.net)

Scientific supervisor: **Matmurodov Farkhod Matkurbanovich**
Candidate of technical sciences, associat professor

Official opponents: **Barakaev Nusratillo Radjabovich**
Doctor of technical sciences, professor

Gafurov Karim Khakimovich
Candidate technical sciences , associate professor

Leading organization: **Tashkent Institute of Chemical Technology**

The defense of the dissertation will take place "25" june 2023 at 10⁰⁰ o'clock at a meeting of the scientific council D S c .03/ 28. 0 2.20 22.T.101.01 _ at the Bukhara Engineering and Technology Institute at the address: 2001 17 , Bukhara, st. TO. Murtazaeva House 15. Tel.: (99865) 223-78-84 , fax : (99865) 223 -78-84 , e _ mail : bmti_info@edu.uz.

The dissertation can be found at the Informational Resource Centre of Bukhara Engineering-Technological Institute (the dissertation has been registered with the number 467). Address: 15, K.Mjurtazaev street, 200117, Bukhara city. Phone:(+99865)223-74-84, fax: (+99865)223-78-84, e-mail: bmti_info@edu.uz

The abstract of the dissertation was distributed on "08" june 2024.

(mailing report register №6 on "12" march 2024)



S.F. Fazilov
Academic Council that grants academic degrees deputy chairman, doctor of technical sciences, professor

R.R. Khaitov
Scientific secretary of the academic council on conferment of scientific degrees, doctor of technical sciences, senior researcher

I.B. Isabaev
Chairman of the scientific seminar under scientific council on conferment of scientific degree, doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of the dissertation (PhD) of Doctor of Philosophy)

The aim of the research. To develop a design to break dried fruit shells, preserve the integrity of the core and increase the productivity of an energy-saving combination device.

The objectives of the research:

analysis of the design and operation process of nut and almond cracking devices produced abroad and in our country;

study of physical and mechanical properties of local walnuts, almonds, apricot seeds in order to develop a combined design of a device for breaking walnuts, almonds, apricot seeds and other products in the shell;

improvement and theoretical research of working modes and parameters of working organs of the device for breaking nuts, almonds and pips;

mathematical modeling of working process of mechanisms of breaking device of improved design;

carrying out pilot tests to substantiate the optimal values of parameters and modes of operation of the improved breaking device and determination of economic efficiency.

The scientific novelty of the research consists in the following:

a rational design of the device for breaking the shells of nuts, almonds and grains has been developed, a new multi-operating combined device for breaking has been created, which has no analogues abroad;

normative parameters of the gap of mechanisms of adjustment of the squeezing cone and the gap between two ribbed rollers depending on the size of nuts, almonds and pits were determined;

energy force parameters in the process of transferring the motion of the combined device from the power source to the cam breaking the walnut shell were modeled mathematically, and on the basis of the numerical solution of this model the dependence between the kinematic parameters of the mechanisms was obtained;

breaking of small dried fruits by a pair of ribbed drums was modeled analytically, this model is comprehensive and complete, written taking into account various geometric, kinematic, dynamic parameters, from which the coupling expressions of the relationship between angular velocity ω , drum gap, width of the working part of the drums h , density of dried fruits and ρ force parameters, in particular the torque of the drum M and the gap between the pair of drums h_0 ;

by strain gauging the load of reciprocating impact, the strain limits and forces required to break nuts, pits and almonds were determined.

Implementation of research results. Based on the scientific results obtained to improve and substantiate the parameters of the combined breaking device:

a combined breaking device has been put into practice at RUHSHONA MED FARM LLC (certificate of the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan No. 07/22-05/457 dated February 6, 2023). As a result, the quality of breaking walnuts, apricots and almond seeds reached 90%;

optimal modes developed for breaking fruit seeds have been put into practice at CHANDIR SAVDO LLC (certificate of the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan No. 07/22-05/457 dated February 6, 2023). As a result, consuming 0.55 kW of electricity, the level of safety of nut almonds was increased to 85%, and the level of safety of apricot and almond kernels was increased to 95%.

Dissertation volume. The thesis consists of an introduction, four chapters, a general conclusion, a list of used literature and appendices. The main volume of the dissertation is 120 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I част; part I)

1. Yunusov B.A. Danaklar va yong'oqlarni chaqish uchun kombinatsiyalashgan uskuna / Yunusov B.A., Matmurodov F. M, Ro'ziyev Sh.Sh. // O'zbekiston Respublikasi Adliya Vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligining foydali model patenti. –Toshkent:- 2023.-T № FAP 02221

2. Yunusov B.A.“Yong'oq chaqish qurilmasi” /Юнусов Б.А.// “O'zbekiston Qishloq xo'jaligi” jurnali.Toshkent:-2012.-№9.-38б.(05.00.00; №8).

3. Юнусов Б.А. “Аналитическое моделирование разламывания мелких сухих фруктов между вальцовой парой” /Юнусов Б.А.// Научный журнал «UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ».-Москва:-2023.-№10. – С.55-59. (02.00.00; №1)

4. Юнусов Б.А. “Анализ массово-геометрической характеристики косточки абрикоса и численного определения кинетических параметров разламывающего ударника комбинированной машины” /Юнусов Б.А.// Научный журнал «UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ».-Москва:-2023.-№10. – С.59-65. (02.00.00; №1).

5. Yunusov B.A. “Aksial g'altakli qurilma yordamida mevali daraxt danaklarini chaqish jarayoni parametrlarini aniqlash” /Yunusov B.A.// “O'zbekiston agrar fani xabarnomasi jurnali”.-Toshkent:-2017.- №1(67).-116-119 b. (05.00.00; №18).

6. Baxtiyor Yunusov “Sifatli mag'iz olish jarayonini ta'minlashda energiyatejamkor kombinatsiyalashgan chaqish qurilmasi” /Yunusov B.A.// “AGRO ILM” jurnal.-Toshkent:-2022.-№6(85).- 93-95 b. (05.00.00; №3).

7.Yunusov B.A. “Mathematical Modeling of the Process of Machine Splitting of Nut Shells” /Yunusov B.A.,Matmurodov F.M.// IJARSET.- January 2023. - Volume 10, Issue 1.Pp.20294-20300. (05.00.00; №8).

8.Yunusov B.A.“Analytical Modeling of the Breaking of Small Dry Fruits Between a Pair of Rollers” /Yunusov B.A.,Matmurodov F.M.// IJARSET.- July 2023.- Volume 10, Issue 7. Pp.-20837-20840. (05.00.00; №8).

9.Yunusov B.A. “Takomillashtirilgan chaqish qurilmasi parameterlari va ish rejimlarining maqbul qiymatlarini asoslash” /Yunusov B.A.// jurnal “AGRO ILM ”.-Toshkent:-2023.-№5(94).- 71-73 b. (05.00.00; №3).

II bo'lim (II част; part II)

10. Yunusov B.A. Kombinatsiyalashgan chaqish mashinasini loyihalash /YunusovB.A.// “Harbiy kadrlarni tayyorlashda umumtexnika fanlarining dolzarbligi, muammolar va yechimlar” Respublika ilmiy-uslubiy anjumani.Toshkent,- 2021.-18-22 b.

11. Yunusov B.A. “Grek yong‘og‘ini chaqish uskunalarining tahlili ” “Sirtqi ta’limda o‘qitishning innovatsion texnologiyalari: muammo va yechimlar” mavzusidagi/YunusovB.A.//Respublika ilmiy-uslubiy anjuman to‘plami. “TIQXMMI” milliy tadqiqotlar instituti, Agrotexnologiyalar instituti. Qarshi,-2022.-405-407 b.

12. Юнусов Б.А. “Технология и устройство для извлечения ядер из косточек плодов и орехов” /Юнусов Б.А.// Сборник трудов инновационные технологии товаров народного потребления, качество и безопасность Международная научно-практическая конференция.Алматы,-2010.- 00- 00 с.

13. Юнусов Б.А. “Синтез механизма шлицевого для раскалывания косточек” /Юнусов Б.А.//Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования II Международная научно-практическая конференция. Солёное Займище,-2017.-2091-2092 с.

14. Юнусов Б.А. “Устройство для раскалывания скорлупы косточек плодов для извлечения из них ядер” /Юнусов Б.А.// Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства Международная научно-практическая конференция посвящённая году экологии в России. Солёное Займище, 2017.-1202-1206 с.

15. Yunusov B.A. “Yong‘oqdan mag‘zini ajratish uchun qobig‘ini chaqish qurilmasining ish jarayoni va parametri” /YunusovB.A.// “Qishloq va suv xo‘jaligining zamonaviy muammolari” mavzusidagi an‘naviy XIX-yosh olimlar,magistrantlar va iqtidorli talabarning ilmiy-amaliy anjumani. Toshkent,-2020.-415-418 b.

16. Юнусов Б.А. “Ёнғокдан мағзини ажратиш учун қобиғини чақиш қурилмасининг иш ва параметрлари”/Юнусов Б.А.//Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве”. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. Бухара.-2020.-00-00 б.

17. Юнусов Б.А., “Компьютерное моделирование определения линейного и кругового перемещения силовых элементов аппаратуры” /Юнусов Б., Собиров Б., Матмуродов Ф. // Сборник докладов Международной научно-практической конференции “Информационные технологии, сети и телекоммуникации”. Ургенч,- 2021.-170-172 б.

18. Юнусов Б.А. “Математическое моделирование определение кинетических и силовых параметров нагруженных силовых механизмах комбинированной разламывающей машины сухих фруктов” /Юнусов Б.А.// “Mashinasozlikda innovatsiyalar, energiya tejankor texnologiyalar va resurslardan foydalanish samaradorligini oshirish” mavzusida Xalqaro miqyosdagi ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to‘plami. Namangan,- 2021.-412-416 b.

19. Yunusov B.A. “Mathematical modeling and numerical determination of kinetik and power parameters of loaded power mechanisms of a combined machine.” /YunusovB.A., Matmurodov F.M., Khakimov J.O.// 1st International

Conference on Problems and Perspectives of Modern Science. ICPPMS-2021. Pp.040013-1-040013-5. Scopus.

20. Yunusov B.A. Quruq mevalar qobig'ini chaqish uchun kombinatsiyalashgan chaqish mashinasi. *TEXNIKA YULDUZLARI* jurnali №1/2023

21. Xaydarov E.A., Malikov R., Yunusov B.A. Mevalar danagidan mag'zini ajratib olish uchun qobig'ini chaqish qurilmasi. № FAP 00559 Intellektual mulk agentligi.- 2009.

22. Юнусов Б.А. Разработка и изготовление комбинированной раскалывающей машины сухофруктов для перерабатывающие и продуктовой промышленности республики. /Юнусов Б.А.// “AGRO HIDRO NEWS” илмий-амалий журнал. Тошкент,-№01(29).- 2021.-00-00 б.

23. Yunusov B.A. Danak va yong'oqlarni qobig'ini chaqish qurilmasining asosiy konstruktiv parametrlari va ish rejimini asoslash /YunusovB.A.// “O‘zbekiston Respublikasi avtomobil transporti va yo‘l xo‘jaligi korxonalarini rivojlanishida yosh mutaxassislarning o‘rni” Respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami. Toshkent,- 2015.-

24. Yunusov B.A. Yong'oqdan mag'zini ajratish uchun qobig'ini chaqish qurilmasi. /YunusovB.A.// “Qishloq va suv xo‘jaligining zamonaviy muammolari” mavzusidagi an'anaviy XV-yosh olimlar, magistrantlar va iqtidorli talabalarning ilmiy-amaliy anjumani. Toshkent,-2016.-.

25. Yunusov B.A. Oziq-ovqat sanoati uchun yong'oq va bodomdan mag'izini ajratish uchun qobig'ini chaqish qurilmasi. /YunusovB.A.// Agrar fan nazariyasi va amaliyotidagi dolzarb muammolar va ularning yechimlari “Toshkent davlat agrar universiteti tashkil etilganligining 90 yilligiga” bag'ishlangan xalqaro konferensiyaning materiallar to‘plami. - 2020.-

26. Юнусов Б.А. Разработка и изготовление комбинированной разламывающей машины сухих фруктов./Юнусов Б.А.//АГРОТЕХНИКА ДУНЁСИ илмий-амалий журнал.Тошкент,-2021.-28-34 б.

Avtoreferat “Durdoni” nashriyotida taxrirdan o‘tkazildi
hamda o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlarini mosligi tekshirildi.

Bosishga ruxsat etildi: 31.05.2024 Bichimi: 60x84 1/16.
“Times New Roman” garniturada raqamli bosma usulda bosildi.
Shartli bosma tabog‘i: 3. Adadi 100. Buyurtma № 172.
Guvohnoma AI №178.08.12.2010

“Sadriiddin Salim Buxoriy” MCHJ bosmaxonasida chop etilgan.
Buxoro shahri, M. Iqbol ko‘chasi, 11-uy. Tel.: 65 221-26-45

