

**БУХОРО МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМий ДАРАЖА БЕРУВЧИ
PhD.03/30.12.2019.Т.101.01 РАҚАМЛИ ИЛМий КЕНГАШ**

АНДИЖОН МАШИНАСОЗЛИК ИНСТИТУТИ

МИРЗАЕВ ОТАБЕК АБДИРАХИМОВИЧ

**ЁНГОҚ ЧАҚИШ МАШИНАСИ КОНСТРУКЦИЯСИНИ
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ ВА ПАРАМЕТРЛАРИНИ АСОСЛАШ**

**02.00.16 – Кимё технологияси ва озиқ-овқат ишлаб чиқариш
жараёнлари ва аппаратлари (техника фанлари)**

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

Бухоро – 2020

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

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

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

Мирзаев Отабек Абдирахимович Ёнғоқ чақиш машинаси конструкциясини такомиллаштириш ва параметрларини асослаш.....	5
Мирзаев Отабек Абдирахимович Совершенствование конструкции машины раскалывания грецкого орехов и обоснование ее параметров.....	21
Mirzaev Otabek Abdirahimovich Improving the design of the walnut cracking machine and justifying its parameters	39
Эълон қилинган ишлар рўйхати Список опубликованных работ List of published works.....	42

**БУХОРО МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ
PhD.03/30.12.2019.Т.101.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

АНДИЖОН МАШИНАСОЗЛИК ИНСТИТУТИ

МИРЗАЕВ ОТАБЕК АБДИРАХИМОВИЧ

**ЁНҒОҚ ЧАҚИШ МАШИНАСИ КОНСТРУКЦИЯСИНИ
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ ВА ПАРАМЕТРЛАРИНИ АСОСЛАШ**

**02.00.16 – Кимё технологияси ва озиқ-овқат ишлаб чиқариш
жараёнлари ва аппаратлари (техника фанлари)**

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

Бухоро – 2020

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертация мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий Аттестация комиссиясида В2020.3.PhD/Т878 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Андижон машинасозлик институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифаси (www.bmti_info@edu.uz) ва «Ziynet» Ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Баракаев Нусратилла Ражабович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Қурбонов Жамшед Мажидович
техника фанлари доктори, профессор

Абдуллаев Алишер Шоназарович
техника фанлари доктори

Етакчи ташкилот:

Тошкент давлат техника университети

Диссертация ҳимояси Бухоро муҳандислик-технология институти ҳузуридаги илмий даража берувчи PhD.03/30.12.2019.Т.101.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2020 йил «25» 09 соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 200117 Бухоро, Қ.Муртазоев кўчаси, 15-уй. Тел.: (+99895) 604-44-70, факс: (+99865) 223-78-84, e-mail: bmti_info@edu.uz).

Диссертация билан Бухоро муҳандислик-технология институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (59 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 200117 Бухоро, Қ.Муртазоев кўчаси, 15-уй. Тел.: (+99895) 604-44-70, факс: (+99865) 223-78-84, e-mail: bmti_info@edu.uz.

Диссертация автореферати 2020 йил «12» 09 куни тарқатилди.
(2020 йил «28» 08 даги № 1 рақамли реестр баённомаси).



С.Ф.Фозилов

Илмий даража берувчи илмий кенгаш
райси ўринбосари, т.ф.д., профессор

И.И.Мехмонов

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

Ш.М.Ходжиев

Илмий даража берувчи илмий кенгаш
қошидаги Илмий семинар райси, т.ф.н., доцент

КИРИШ (Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Бугунги кунда дунё миқёсида етиштирилаётган ёнғоқ маҳсулоти озиқ-овқат саноати учун хом ашё ҳисобланиб, ёнғоқни йиғиштириш ва қайта ишлашда асосан қўл меҳнатидан фойдаланилади. Шу сабабли ёнғоқни қайта ишлашда қўлланиладиган жиҳозларнинг иш унумдорлигини ошириш, энергия сарфини камайтириш, ишлаб чиқариладиган маҳсулотларнинг сифатини яхшилаш ва озиқ-овқат хавфсизлигини таъминлашга илмий тадқиқот ишлари қаратилмоқда.

Жаҳонда ёнғоқни қайта ишлашда кимёвий, физик ва механик хусусиятлари ва хоссаларини эътиборга олган ҳолда энергия-ресурс тежамкор, унумдорлиги юқори, оддий, ишлаб чиқариладиган маҳсулотларнинг сифатига таъсир қилмайдиган, автоматлаштирилган ихчам, универсал машина ва технологияларни яратиш йўналишида илмий тадқиқот ишларини амалга оширишни тақозо этмоқда.

Республикамизда қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини етиштиришда меҳнат ва энергия сарфини камайтириш, ресурсларни тежаш ва юқори самарадорликка эга бўлган ресурс тежамкор техника ва технологияларни ишлаб чиқишга қаратилган бир қатор ишлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида «...қишлоқ хўжалигини модернизация қилиш, қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини ишлаб чиқаришни изчил ривожлантириш, мамлакатимиз озиқ-овқат хавфсизлигини янада мустаҳкамлаш, унумдорлиги юқори бўлган қишлоқ хўжалиги техникасидан фойдаланиш»¹ вазифалари белгилаб берилган. Бу борада мамлакатимизда етиштирилаётган ёнғоқнинг кимёвий, физик ва механик хусусиятлари ва хоссаларини эътиборга олган ҳолда мағизини пўчоғидан ажратиш учун зарур бўлган юқори унумли, металл ва энергия тежамкор, ихчам, бир неча технологик жараёнларни бажарувчи такомиллашган машиналарни яратиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги, 2017 йил 18 февралдаги ПҚ-2789-сон «Фанлар академияси фаолияти, илмий-тадқиқот ишларини ташкил этиш, бошқариш ва молиялаштиришни янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2018 йил 29 мартдаги ПФ-5388-сон «Ўзбекистон Республикасида мева-сабзавот маҳсулотларини жадал ривожлантириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида» ги ва 2019 йил 29 июлдаги ПҚ-4406-сон «Қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини чуқур қайта ишлаш ва озиқ-овқат саноатини янада ривожлантириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги фармон ва қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги Фармони.

меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Ёнғоқ чақиш машинаси конструкциясини такомиллаштириш, уларнинг иш кўрсаткичларини ўрганиш ва параметрларини асослаш бўйича M.Güner, 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, Н.В.Бышов, Роберт Лемос, Ю.И.Сухоруких, Ф.Боомер, В.К.Петров, Б.Ҳасанов, А.Абдурасулов, Д.Тўлаев, Х.Туркменов, А.Хуррамов, Б.Юсупов, И.Аширбеков, Д.Алижанов ва бошқалар томонидан илмий изланишлар олиб борилган.

Улар томонидан қишлоқ хўжалик маҳсулотларини қайта ишлаш машина жихозларини илмий асослари, уларни ишлаб чиқариш технологиялари ва материаллари, уларнинг сифатини ўрганиш усуллари ва жихозлари, автоматик бошқарув усуллари ва системалари яратилган.

Шу билан бирга қишлоқ хўжалик маҳсулотларини қайта ишлаш технологиялари ва жихозларини такомиллаштириш, уларни моделлаштириш, хажмини ихчамлаштириш ва жаҳон стандартларига мослаш, кам энергия сарфлаган ҳолда юқори иш сифатини таъминловчи параметрларини асослаш борасида илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режаси билан боғлиқлиги.

Диссертация тадқиқотлари Андижон машинасозлик институти илмий тадқиқот ишлари режаларининг С201912183 рақамли «Энергия тежамкор ёнғоқ чақиш машинаси конструкциясини яратиш, тажриба намунасини тайёрлаш, синаш ва жорий этиш» (2020-2021) мавзусидаги амалий ва инновацион ҳамда Тошкент кимё-технология институти ва Гулистон давлат университети И-ОТ-2017-5-16 рақамли «Донни тозалаш технологик машиналарини фракциялаш ва аспирация тизимини такомиллаштириш, ишлаб чиқаришга қўллаш» (2017-2018), ФЗ-201812278 рақамли «Қишлоқ хўжалиги экинлари уруғини тозалайдиган универсал қурилманинг тажриба нусхаларини тайёрлаш» (2019-2020 йиллар) лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади ёнғоқ чақиш машинаси конструкциясини такомиллаштириш ва параметрларини аниқлашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

ёнғоқ чақиш машинасининг такомиллашган конструкциясини яратиш учун маҳаллий ёнғоқ навларининг физик-механик хусусиятларини ҳудудлар кесимида аниқлаш;

ёнғоқни чақиш учун ишчи қурулманинг сиқувчи куч ва сиқиш масофаси қийматларини аниқлаш ҳамда қисувчи воронка тебранма ҳаракатини таъминлаш учун ҳаракатланиш тенгламасини тузиш;

ёнғоқ чақиш машинаси қисимларининг ёнғоқ билан ўзаро таъсирини аниқлаш орқали қисимлар шакли, тузилиши ва ҳаракат тенгламаларини ишлаб чиқиш;

ёнғоқни чақиш машинасининг кинематик ва технологик параметрларини асослаш;

ёнғоқ чақиш машинаси конструкциясини такомиллаштириш ва параметрларини аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти. Республикада етиштириладиган ҳар хил ўлчам ва қаттиқлик даражасига эга ёнғоқ навлари, бутун мағиз олиш жараёнини таъминлаб берувчи ёнғоқни чақиш технологик машинаси ҳисобланади.

Тадқиқотнинг предмети ёнғоқни чақиш технологик машинасининг кинематик ва технологик кўрсаткичлари ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида математик таҳлил, назарий механика, математик статистиканинг қонун ва қоидалари, экспериментларни математик режалаштириш, физик-механик ҳамда мавжуд меъёрий хужжатларда (ГОСТ 32874-2014, ГОСТ 16833-2014) белгиланган усуллардан фойдаланилди.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

ёнғоқнинг қисувчи воронка билан ўзаро таъсирлашиш жараёнини ифодаловчи аналитик боғланишлар олинган ва улар асосида воронканинг мақбул параметрлари аниқланган;

сифатли мағиз олиш жараёнини таъминлашда ёнғоқнинг физик ва механик хоссаларига боғлиқ ҳолда зарурий куч қиймати аниқланган;

воронкаларнинг диск билан урилишларини инобатга олган ҳолда талаб этилувчи қувватнинг мақбул қийматини аниқлаш имконини берувчи ҳамда ишчи камеранинг лоток остидан ўтиш вақтига боғлиқ ҳолда ёнғоқни ишчи камерага тушиш даврини ифодаловчи математик тенгламалар ишлаб чиқилган;

барабаннинг айланишлар сони ҳамда воронканинг қисилмасофасини инобатга олган ҳолда кўп омилли тажрибалардан фойдаланиб регрессия тенгламалари олинган ва уларни ечиш орқали машина ишчи қисимларининг мақбул параметрлари аниқланган;

роторли принципда ишлайдиган, юқори унумдорликга эга, сифатли мағиз олиш жараёнини таъминлайдиган ёнғоқ чақиш машинасининг такомиллашган конструкцияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

ёнғоқ чақиш технологик машинаси ишлаб чиқилган ва ишчи қисимларининг параметрларини ҳисоблашнинг усуллари такомиллаштирилган;

ёнғоқ чақиш мосламаси математик модели ва ҳисоблаш алгоритми ишлаб чиқилган;

ёнғоқ чақиш технологик машинаси учун механик ҳаракат узатувчи механизмлар асосланган ва танланган;

ёнғоқ чақиш технологик машинасининг конструкторлик ва техник хужжатлари ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги изланишларнинг замонавий услуб ва воситалардан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, машинанинг параметрлари ва иш режимларини назарий жиҳатдан асослашда назарий механика ва олий математика қоидалари асосида амалга оширилганлиги, тажрибалар натижаларига математик статистика услублари билан ишлов берилганлиги, назарий ва амалий тадқиқотлар натижаларининг ўзаро адекватлиги, бажарилган тадқиқотлар асосида ишлаб чиқилган ёнғоқ чақиш технологик машинаси синовларининг ижобий натижалари ва амалиётда жорий этилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти ёнғоқни чақиш жараёнларининг янги технологияси ва машинаси яратилганлиги ва машина деталлари билан ўзаро боғлиқликда ҳаракатланишини ҳисоблаш усулларининг илмий асоси яратилганлиги билан белгиланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган машина билан ёнғоқ чақиш жараёни қўлланилганда мағиз шикастланишини камайтирган ҳолда қобиқни синдириш жараёни аниқ бўлишини таъминлаш, меҳнат сарфини камайтириш, ёнғоқни қўл билан чақишдаги салбий оқибатларнинг олдини олиш, материал сарфи ва электр қуввати истеъмолини камайтириш, бундан ташқари, нисбатан кичик ишлаб чиқариш майдонини эгаллаш, иш унумини оширишга эришилганлиги билан изоҳланади.

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

ёнғоқ чақиш қурилмасига Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг ихтирога патенти олинган (№IAP06093, 2020 й.). Натижада, ёнғоқ мағизини қобиғидан бутун ҳолатда ажратиб олишга имкон берадиган ёнғоқ чақиш машинасининг конструкциясини ишлаб чиқиш имконини берган;

ёнғоқ чақиш машинаси ишлаб чиқаришни ўзлаштириш учун лойиҳа-конструкторлик хужжатлари ва ҳисоблаш усуллари «Андижон тажриба-синов заводи» АЖда лойиҳалаш жараёнига жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2019 йил 6 ноябрдаги 02/023-3512-сон маълумотномаси). Натижада, конусли қисқич, ёнғоқ чақиш мосламасини ва ишчи барабан ишлаб чиқиш, машина тайёрлаш ҳамда ишлаб чиқилган ёнғоқ чақиш машинаси қўл меҳнати билан бажариб келинаётган ишни 40% га камайтириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 4 та республика ва 4 та халқаро миқёсдаги илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 18 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон

Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 9 та мақола, жумладан, 8 таси республика ва 1 таси хорижий журналларда нашр этилган ҳамда Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг 1 та ихтирога патенти олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, умумий хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предметлари тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Ёнғоқ чақиш технологик машиналарининг замонавий ҳолати ва ривожланиш тенденциялари**» деб номланган биринчи бобида мавжуд технологик машиналарнинг ҳолати ва ривожланиш тенденциялари, шунингдек, улардан ёнғоқни чақишда фойдаланиш шартлари таҳлил қилинган.

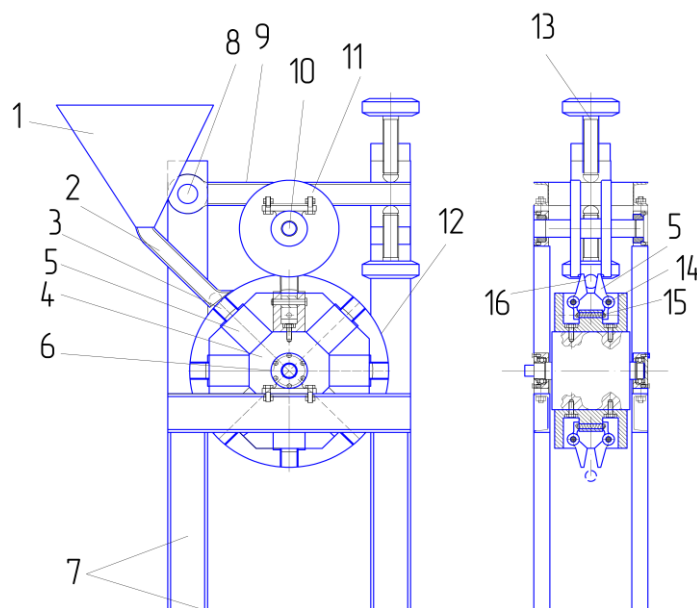
Ёнғоқ чақиш машинасининг янги туркумини яратиш учун маҳаллий ёнғоқ навлари худудлар кесимида ўрганилган. Ёнғоқ чақиш машинаси конструктив схемаларининг таҳлили амалга оширилган.

Илмий манбаларнинг танқидий таҳлили, технологик жараён ва машиналарнинг замонавий ҳолатини ўрганиш асосида бугунги кунда қандалатчилик цехларини ривожлантириш ва сифатли маҳсулот яратишда тобора истиқболли йўналиш ёнғоқ чақиш машинасининг универсал, содда ва кўп функцияли жиҳозларини излаш зарурати аниқланган.

Диссертациянинг «**Ёнғоқ чақиш машинасининг параметрлари ва режимларини назарий тадқиқ қилиш**» деб номланган иккинчи бобида ёнғоқ мағизини қобиғидан ажратишда ишлатиладиган ёнғоқ чақиш машиналарини такомиллаштириш, ишлаб чиқиладиган машина конструкцияси ва ишчи қисмларининг параметрларини назарий жиҳатдан асослашга доир тадқиқот натижалари келтирилган.

Тадқиқотлар асосида айланма ҳаракат қилиб, роторли принципда ишлашга асосланган, чақиш мосламаларидан ташкил топган ва конусли воронкаларга эга бўлган ҳамда конуслар ички сирти сферик шаклли таянчни ҳосил қилган машинанинг конструкцияси ишлаб чиқилган (1-расм) ва Ўзбекистон Республикасининг № IAP 06093 ихтиро патенти олинган. Ишлаб чиқилган ёнғоқ чақиш машинаси мавжуд ёнғоқ чақиш машиналаридан

барабан айланма ҳаракатида қисувчи воронкалар диск орасидан ўтадиган қилиб ўрнатилганлиги, диск қисилмасоғасини соғлаш учун винт билан таъминланганлиги билан фарқ қилади.



1-расм. Таклиф этилаётган ёнғоқ чақилма машинасининг умумий кўриниш схемаси

Курилма куйидаги тартибда ишлайди: чақилмаган ёнғоқ бункер (1) дан лоток (2) орқали чақилма мосламаси (5) нинг қисувчи воронкаси (3) га келиб тушади. Иккита қисувчи воронка (3) ўзаро симметрик қилиниб, шарнир (14) лар ёрдамида мослама рамасига кўзгалувчан қилиб бириктирилган. Воронкалар ораси пружина (15) лар ёрдамида очилган ҳолда бўлиб, тушаётган ёнғоққа ҳалақит қилмайди. Барабан айланиши натижасида қисқичлар диск (11) орасидан ўтади. Бунда диск орасига мос келадиган даражада қисувчи воронкалар қисилади, натижада ёнғоқ қоғиғи чатнайди ва бўлакларга ажралади. Диск орасидан чиққан қисқичлар секин аста пружина (15) лар ёрдамида очилиб, унинг ичидаги бўлакларга бўлинган ёнғоқ қоғиғи ва мағиз курилма остидаги яшикка тушади. Ёнғоқнинг диаметр ўлчовларига боғлиқ ҳолда эзиш кучининг катта ёки кичиклиги винт (13) ёрдамида соғланади.

Қисувчи воронка конуссимон бўлиб, ички юзаси эса сферик шаклда тайёрланган. Бунинг натижасида чақилмаган ёнғоқ диаметрининг катта ёки кичиклигидан қатъий назар, қисқичнинг ён сиртига таяниб тўхтайдди. Бунинг учун қисқичнинг ҳар бир мм. га силжиши ёнғоқни эзиш билан боғлиқ бўлади. Яъни, ёнғоқнинг чақилмай қолиши ёки эзилиб кетишига йўл қўйилмайди.

1-расмда чақилма ва қисувчи диск бир қатор ёнғоқ чақилмага мўлжалланган курилма учун келтирилган. Ёнғоқ чақилма унумдорлигини ошириш учун бундай мослама ва дисклар жуфтлигидан исталган қаторда жойлаштирилиши мумкин.

Маҳаллий ҳудудларда этиштирилаётган ёнғоқларнинг физик-механик хоссаларини ўрганиш учун ҳар хил навдаги ёнғоқлар танлаб олиниб

тахлиллар ўтказилган. Натижада ёнғоқ диаметрининг танланма ўртача қиймати 31-32 мм, оғирлиги 10-11 грам, қобик қалинлиги 2-3 мм ва намлик даражаси (ёнғоқ пишган вақтда) 15-20 % эканлиги аниқланган.

Ёнғоқ чақувчи машина механизм ва деталларининг ўлчамлари ёнғоқлар ўлчамларидан келиб чиқиб конструкцияланган. Чақиш мосламасининг геометрик ўлчамларини аниқлашда конструкция ўлчамлари ва воронкалар орасини ҳосил қилган ишчи камеранинг конуслик шаклидан фойдаланиб, белгилашлар киритиб (2-расм), математик ифодалар ёрдамида аниқланган.

$$|HS| = 63 \cdot \sin \alpha = 63 \cdot \sin 10^\circ = 63 \cdot 0,174 = 10,9 \text{ мм}$$

$$|JM| = 45 - 2|HS| = 45 - 2 \cdot 10,9 = 23,2 \text{ мм}$$

$$\frac{|OH|}{|OA|} = \operatorname{tg} \alpha, \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\sin 10^\circ}{\cos 10^\circ} = \frac{0,174}{0,985} = 0,177, \quad \frac{22,5}{|OA|} = 0,177$$

$$|OA| = \frac{22,5}{0,177} = 127,1 \text{ мм}; \quad |TG| = |OA| - 63 - 36 = 28,1 \text{ мм}$$

$$\begin{cases} |JH| \cos \alpha = 63 \\ |JA| \cos \alpha = 64,1 \end{cases} \Rightarrow \frac{JH}{JA} = \frac{63}{64,1}$$

$$|JH| = |JA| \frac{63}{64,1} = \frac{|AT|}{\cos \alpha} \cdot \frac{63}{64,1} = \frac{64,1}{\cos 10^\circ} \cdot \frac{63}{64,1} = 63,9 \text{ мм}$$

$$\frac{|SH|}{|JH|} = \frac{x}{|PH|} \quad \text{бунда } x = |JH| \sin \alpha - |PH| \sin \alpha$$

$$|PH| = \frac{|JH|}{|SH|} \cdot x = \frac{|JH|}{|SH|} \cdot (|JH| \sin \alpha - |PH| \sin \alpha) \quad (1)$$

$$|PH| = \frac{|JH|^2}{|SH|} \cdot \sin \alpha - \frac{|JH|}{|SH|} \cdot |PH| \sin \alpha$$

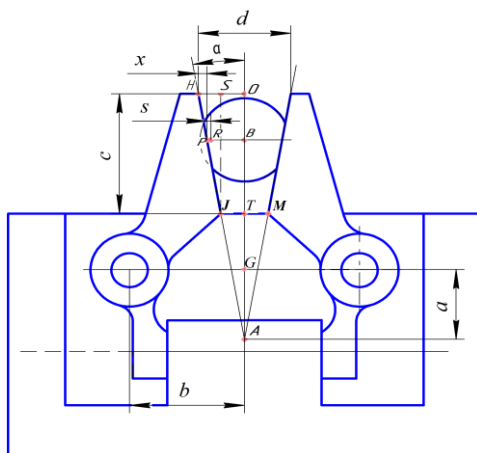
$$|PH| = \frac{\frac{|JH|^2}{|SH|} \cdot \sin \alpha}{\left(1 + \frac{|JH|}{|SH|} \cdot \sin \alpha\right)} = \frac{\frac{|JH|^2}{|SH|} \cdot \sin \alpha}{\left(\frac{|SH| + |JH| \sin \alpha}{|SH|}\right)} = \frac{|JH|^2 \cdot \sin \alpha}{(|SH| + |JH| \cdot \sin \alpha)}$$

Бунда $|SH| = 10,9$ мм, $|JH| = 63,9$ мм, $\alpha = 10^\circ$.

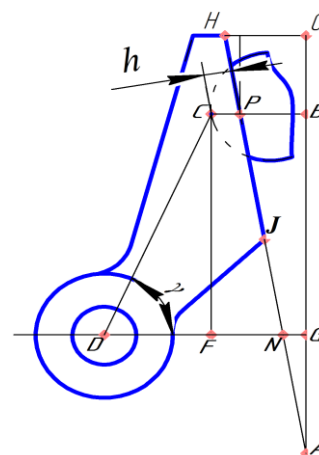
У ҳолда, $|PH| = 32$ мм

$$|JP| = |JH| - |PH| = 63,9 - 32 = 31,9 \text{ мм}$$

$$|AP| = |AJ| + |JP| = 65,1 + 31,9 = 97 \text{ мм}$$



2-расм. Воронка ўлчамларини аниқлаш схемаси



3-расм. D нуктага боғлаб воронка ўлчамларини аниқлаш схемаси

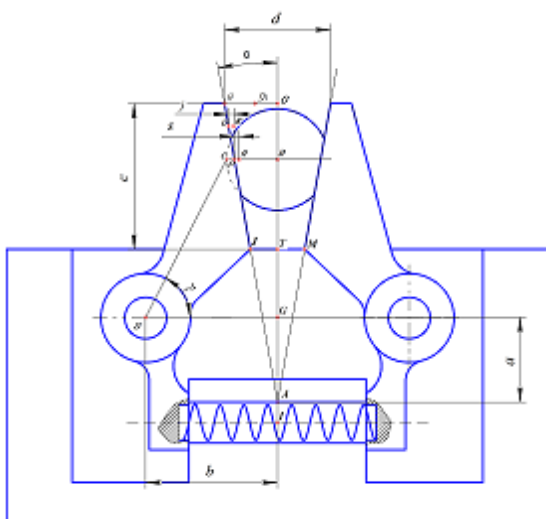
Демак,

$$|PR| = |AP| \cdot \beta \quad (2)$$

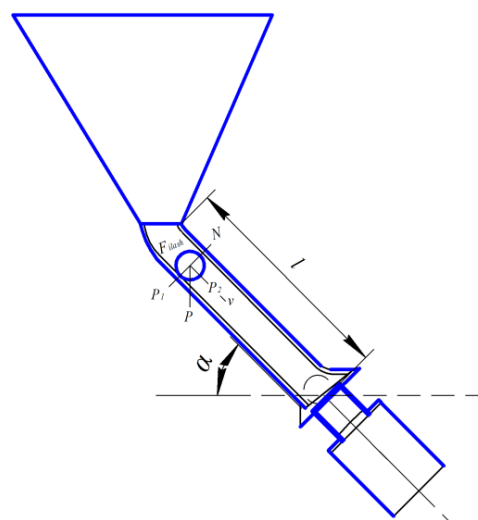
$$\beta = \frac{|PR|}{|AP|} = \frac{2}{97} = 0,0206 \text{ рад}$$

$$\beta^\circ = \frac{\beta \cdot 180^\circ}{\pi} = \frac{0,0206 \cdot 180^\circ}{3,14} = 1^\circ 11'$$

Демак $|AP|$ қисм 2 мм га қисилиш учун $\beta^\circ = 1^\circ 11'$ га бурилиши керак



4-расм. Воронка ҳаракатида ўзгарадиган ўлчамларни аниқлаш схемаси



5-расм. Ёнғоқнинг мосламага тушиш жараёни схемаси

4-расмда белгиланган нукталар бўйича тенгламалар тузиб, воронканинг ҳаракатдаги ўлчамларини аниқлаймиз.

$$|AU| = |AH| - |HU| \quad (3)$$

$$|AH| = \sqrt{|AO|^2 + |OH|^2} = \sqrt{127,1^2 + 22,5^2} = 129 \text{ мм}$$

$$|AU| = 129 - 10 = 119 \text{ мм}$$

$$\frac{|AP|}{|PR|} = \frac{|AU|}{|UK|} \Rightarrow |UK| = \frac{|AU|}{|AP|} |PR| = \frac{119}{97} \cdot 2 = 2,45 \text{ мм}$$

Демак, ёнғоқ бир томондан 2 мм. га қисилиши учун диск воронкани 2,45 мм. га қисади.

Воронка ёнғоқни 2 мм. га қисишида пружинани чўзилиш масофасини ҳисоблаймиз.

$$S = |DSh| \cdot \alpha \quad (4)$$

$$\alpha = \frac{S}{|DSh|} = \frac{S_1}{|DI|} \quad (5)$$

$$S_1 = \frac{|DSh|}{|DI|} \cdot S \quad (6)$$

бунда,

α -ёнғоқни S масофага қисишдаги бурчак;

$|DI|$ - D нуқтадан пружина марказигача бўлган масофа; $|GI| = 46$ мм,
 $|DG| = 56$ мм.

У ҳолда,

$$|DI| = \sqrt{|GI|^2 + |DG|^2} = 72,47 \text{ мм}$$

бўлади.

S_1 -воронка пружинани бир томондан чўзишидаги масофа.

$$|DSh| \cdot \sin \gamma = |GO| \Rightarrow |DSh| = \frac{|GO|}{\sin \gamma} = 102,5 \text{ мм}$$

$$|GO| = |AO| - a = 127,1 - 36 = 91,1 \text{ мм}$$

бунда,

γ - $|DSh|$ масофанинг вертикал ўққа нисбатан бурчаги; $\gamma = 62^\circ 42'$.

10 – тенгликка аниқланган қийматларни қўйиб ҳисоблаймиз:

$$S_1 = \frac{|DSh|}{|DI|} \cdot S = \frac{102,5}{72,47} \cdot 2 = 1,4 \text{ мм}$$

У ҳолда, пружинанинг умумий чўзилиши $x = 2,8$ мм. бўлади.

Машина самарали ишлаши учун ишчи камерага ёнғоқ вақтида кириб туриши зарур. Шундан келиб чиқиб ишчи камерани лоток остидан ўтиш вақтига боғлиқ ҳолда ишчи камерага ёнғоқни кириш вақти ҳисобланди.

$$\bar{F} \leq \bar{Q}$$

бунда

F – ёнғоқнинг марказдан қочма кучи;

Q – ёнғоқнинг оғирлиги.

Назарий механика формулаларидан фойдаланиб ёнғоқнинг марказдан қочма кучи ва ёнғоқ оғирлигини аниқлаш формуласини қуйидагича ифодалаймиз.

$$F = \frac{m \cdot v^2}{R} \quad (7)$$

$$Q = m \cdot g \quad (8)$$

бунда

m – ёнғоқ массаси;

R – барабан радиуси;

v – чизиқли тезлик;

g – эркин тушиш тезлиши.

(7) формула билан (8) формулани тенглаштириб, ёнғоқни қисқич воронкаси ичида турган ҳолатидаги чизиқли тезлигини топамиз:

$$\frac{m \cdot v^2}{R} = m \cdot g$$

$$v = \sqrt{R \cdot g} \quad (9)$$

бунда,

барабан радиуси 0,25 метрга тенг.

(9) га қийматлар қўйиб ҳисобланса, $v = 1,57$ м/сек ёнғоқнинг муаллақ ҳолатдаги тезлиги келтириб чиқарилади.

Бункердан чақиш мосламасига ёнғоқнинг тушиш тезлигини ҳисоблашда, тажриба ўтказиш йўли билан аниқланган конструктив параметрлардан фойдаланилади:

1. Ёнғоқ тушиш лотоги узунлиги $l=0,4$ м;

2. Лотокнинг қиялик бурчаги $\alpha=60^\circ$

3. Ишқаланиш коэффициенти: ёнғоқ пўлат устида думалаб тушганлиги сабабли тажриба йўли билан аниқландики, $f=0,02$ қабул қилиш тавсия этилади.

Думалашдаги ишқаланиш коэффициенти фақат материал туригагина боғлиқ бўлиб қолмай, балки намликка, босимга ва хароратга ҳам боғлиқдир. Бир қанча ёнғоқларни пўлат лотокда (60°) думалатиб, ишқаланиш коэффициенти аниқланди. Ҳисоблаш учун мақбул қиймати танлаб олинди.

Ёнғоққа $P=mg$ оғирлик кучи, N қия текисликнинг нормал реакция кучи ва $F_{ish}=fN$ ишқаланиш кучлари таъсир этади. P кучни қия текислик бўйича ва унга перпендикуляр йўналишда P_1 ва P_2 ташкил этувчиларга ажратилади. У ҳолда:

$$P_1=mg \sin\alpha, \quad P_2=mg \cos\beta \quad (10)$$

бўлади. Бинобарин нормал реакция кучи

$$N=P_2=mg \cos\alpha$$

ва ишқаланиш кучи

$$F_{ish}=f mg \cos\alpha \quad (11)$$

формуладан аниқланади.

Ёнғоқ s йўлни ўтишида кинетик энергиясининг ўзгариши ҳақидаги теоремадан фойдаланилганда:

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = P_1 \cdot s - F_{ish} \cdot s \quad (12)$$

ёки

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = mgs(\sin \alpha - f \cos \alpha) \quad (13)$$

бундан

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gs(\sin \alpha - f \cos \alpha)} \quad (14)$$

14-ифодага белгилашлар киритамиз.

$$A = 2g(\sin \alpha - \delta \cos \alpha), \quad B = v_0^2$$

$$v = \sqrt{As + B} \quad (15)$$

15-тенгликдан хосила оламиз:

У холда,

$$ds = \sqrt{As + B} dt \quad (16)$$

бўлади.

16-ифодани вақтга нисбатан интеграллаймиз

$$t = \int \sqrt{\frac{ds}{\sqrt{As + B}}} = \begin{cases} \sqrt{As + B} = x \\ x^2 = As + B \\ s = \frac{x^2 - B}{A} \\ ds = \frac{2x}{A} dx \end{cases} = \int \sqrt{\frac{2x}{x^2}} = \frac{2}{A} \int \frac{1}{x} dx = \frac{2}{A} \ln|x|$$

$$e^t = (\sqrt{As + B})^{\frac{2}{A}} \rightarrow e^{\frac{A}{2}t} = \sqrt{As + B}; \quad e^{At} = As + B$$

$$s = \frac{e^{At} - B}{A} \quad (17)$$

$A = 2g(\sin \alpha - \delta \cos \alpha)$, $B = v_0^2$ $v_0 = 0$ эканлигидан 17- тенгликни ҳисоблаймиз.

$$s = \frac{e^{At} - B}{A} = \frac{e^{2g(\sin \alpha - \delta \cos \alpha)t}}{2g(\sin \alpha - \delta \cos \alpha)}$$

Демак, ҳисоблашлар натижасида маълум бўладики, барабан тезлигидан келиб чиқиб, ҳар бир ишчи камеранинг лоток остига тўғри келадиган вақти $t = 0,125$ секундга тенг. Ёнғоқ бункердан ишчи камерага $t = 0,125$ секундда кириб туриши учун лоток узунлиги $l=400$ мм. бўлишлиги етарли бўлди.

Ушбу механизм учун талаб этилган қувватни ҳисоблашда 6-расмдаги кинематик схемадан фойдаланилди.

7 – расмдан фойдаланиб таъсир кучини аниқлаймиз.

$$F_y = F_{dv} \cdot \sin \alpha \quad (18)$$

Воронканинг диск билан уринишдаги бажарилган иш қуйидагига тенг бўлади:

$$\delta A_y^1 = F_{dv} \sin \alpha \delta \varphi \quad (19)$$

19 - ифода воронканинг бир томони учун.
У ҳолда, воронканинг икки томони учун

$$\delta A_y = 2F_{dv} \sin \alpha \delta \varphi \quad (20)$$

бўлади.

20 - ифодани интеграллаймиз

$$\int \delta A_y = \int_0^{9^\circ \frac{\pi}{180^\circ}} 2F_{dv} \sin \alpha \delta \varphi = 2F \sin \alpha \Delta \varphi \quad (21)$$

бунда:

α - воронканинг диск қисишдаги қиялик бурчаги,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2,45}{26} = 0,09$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} 0,09 = 5^\circ$$

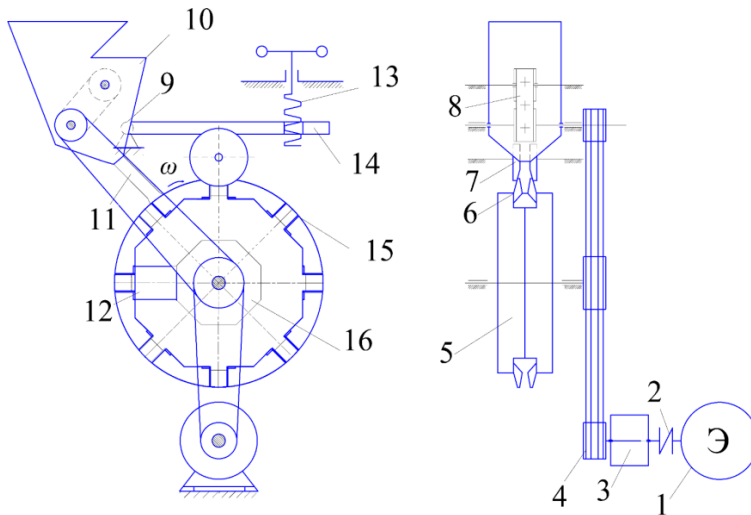
φ - битта воронканинг диск орасига кириб чиқиб кетишдаги бурилиши,

$$c = R \cdot \varphi \cdot \frac{\pi}{180} \Rightarrow \varphi = \frac{0,04 \cdot 180}{0,25 \cdot 3,14} = 9^\circ \quad (22)$$

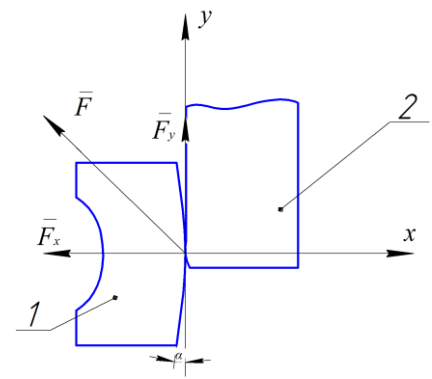
бўлади.

бунда, c – воронканинг диск билан уринишдаги йўли; (40 мм),

R – барабан радиуси; (250 мм).



6-расм. Ёнғоқ чақиш машинасининг кинематик схемаси



7-расм. Воронканинг диск билан уриниш схемаси

Битта воронка учун бажарилган иш,

$$A^{1vor} = 2F \sin \alpha \left(9^\circ \frac{\pi}{180^\circ}\right) = 2F \sin \alpha \cdot 0,157 = 0,314F \sin \alpha \quad (23)$$

Саккизта воронка учун бажарилган иш,

$$A = 8A^{1vor} = 2,5F \sin \alpha \quad (24)$$

Талаб этилган қувват қуйидагича топилади:

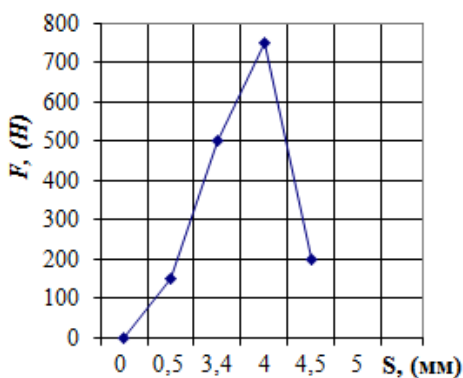
$$P = \frac{dA}{dt} = \frac{dA}{dt} \frac{d\varphi}{d\varphi} = \omega_{bar} \frac{dA}{d\varphi} = \omega_{bar} \cdot 2,5F \sin \alpha =$$

$$= 6,28 \cdot 2,5 \cdot 460 \cdot \sin 5^\circ = 628 \text{ Вт}$$

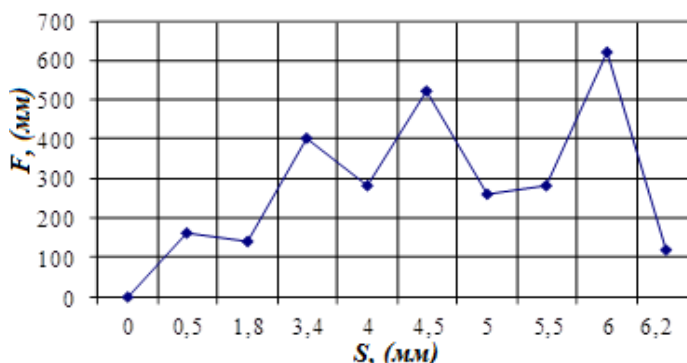
Демак, ҳисоблашлар натижасида машина учун қувват $P = 628$ Вт эканлиги келиб чиқди.

Диссертациянинг «**Экспериментал тадқиқот методикаси ва ёнғоқ чақиш машинасининг ишчи органлари конструктив параметрларини аниқлаш**» деб номланган учинчи бобида ёнғоқ чақиш технологик машинасининг ишчи органлари параметрларини экспериментал тадқиқ қилиш бўйича вазифалар доираси белгиланган. Маҳаллий ёнғоқ навларининг механик хоссаларини аниқлашга оид экспериментал тадқиқотлар методикаси келтирилган. Ёнғокни қисиб чақиш бўйича деформациялар таъсир кучини аниқлаш WP 300 илмий-техник универсал қурилмаси орқали статик юклама таъсирида ёнғокнинг турли даражадаги намликларида амалга оширилди. Ўтказилган бирлик ёнғокларни сиқиш масофасига оид тажриба-синовлар куч ва сиқиш масофаси натижалари бўйича сиқиш деформациялари диаграммаси чизилди.

8-расмдаги графикдан кўринадикки, қаттиқ қобикли ёнғоқ қобиғини сферик таянч орасида синдириб, майдалаш учун таъсир кучи 784 Н, сиқиш деформация эса 3,75 мм. ни ташкил қилади. Лекин қобик мағиздан тўлиқ ажралиши учун сиқиш масофаси 4 мм. бўлиши экспериментлардан аниқланди. Ушбу деформация машина қисқичида назарий белгиланган қисиб масофасига мос келади.



8-расм. Ёнғоқ чақиш жараёнида сферик таянчнинг куч (F) ва сиқиш деформацияси (S) га боғлиқлик графиги



9-расм. Ёнғоқ чақилиш жараёнида текис юзали таянчнинг куч (F) ва сиқиш деформацияси (S) га боғлиқлик графиги

9-расмдаги графикда текис юзали таянч орасида ёнғоқ чақилганда таъсир кучи 690 Н, сиқиш деформацияси 6,35 мм. бўлишини кўриш мумкин. Тажрибалар нам, қуритилган ва ўртача намликдаги ёнғоклар учун амалга оширилганда, деформация миқдори ўзгариши кузатилди. Сферик шаклли таянч орасида ёнғоқ чақилганда мағиз сифат кўрсаткичи текис таянчга нисбатан 1,2 баробарга юқори бўлиши аниқланди.

Оғирлик кучидан фойдаланиб ёнғоқ қобиғининг мустаҳкамлик даражаси аниқланди:

1-жадвал

Ёнғоқ қобиғи мустаҳкамлик чегараси

Ёнғоқ нави	Қобикнинг дарз кетиши		Қобикнинг чақилиши		Қобикнинг эзилиши	
	h, мм	Q, Н/мм ²	h, мм	Q, Н/мм ²	h, мм	Q, Н/мм ²
Қалин қобик, (2,5-3,5 мм)	160	0,119	173	0,129	180	0,134
Ўрта қалин қобик, (2-2,5 мм)	130	0,097	138	0,103	147,5	0,110
Юпқа қобик (1,5-2 мм)	99,25	0,074	108	0,080	114,6	0,085

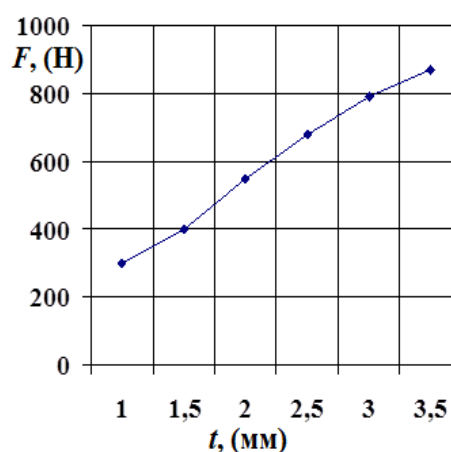
1-жадвалдан кўриш мумкинки, қалин қобикли ёнғоқ қобиғининг мустаҳкамлик чегараси 0,119 Н/мм² ни, ўртача қалинликдаги ёнғоқ қобиғининг мустаҳкамлик чегараси 0,097 Н/мм² ни, юпқа қобикли ёнғоқ қобиғининг мустаҳкамлик чегараси 0,074 Н/мм² ни ташкил қилди.

Ёнғоқ қобиғи қалинлигига боғлиқ ҳолда, сферик шаклли таянчлар орасида ёнғоқ чақилгандаги кучнинг ўзгаришини ифодаловчи эмпирик тенглама ишлаб чиқилди.

$$F = 66,75 + 249,14 \cdot t \quad R^2 = 0,97; \quad (H) \quad (25)$$

бунда, t – қобик қалинлиги, мм.

Қобик қалинлиги ортиб борган сари, чақувчи куч ҳам ортиб боради.



10-расм. Ёнғоқ қобиғининг қалинлиги (t) га боғлиқ ҳолда ёнғоқни чақувчи куч (F) қийматининг ўзгариши

10-расмдан кўришимиз мумкинки, ёнғоқ қобиғини бўлақларга ажратиш учун таъсир этувчи куч қиймати қобик қалинлигига боғлиқ бўлиб, юпқа қобикли ёнғоқлар учун 200-460 Н, ўрта қалин қобикли ёнғоқлар учун 460-800 Н, қалин қобикли ёнғоқлар учун 800-900 Н бўлади.

Кўп омилли тажриба натижаларига кўрсатилган тартибда ишлов берилиб, баҳолаш мезонларини адекват ифодаловчи қуйидаги регрессия

тенгламалари олинди:

- машина энергия сарфи бўйича (Вт)

$$Y_1 = 40,6 + 9,43X_1 + 5,3X_2 + 0,021X_3; \quad (26)$$

- машина иш унумдорлиги бўйича (кг/соат)

$$Y_2 = 136,65 + 2,6X_1 + 4,5X_2 - 1,51X_3; \quad (27)$$

- мағиз сифат кўрсаткичи бўйича (%)

$$Y_3 = 10,56 + 0,21X_1 + 0,51X_2 + 3,2X_3; \quad (28)$$

Регрессия тенгламаларини биргаликда ечишда Y_1 мезон, яъни барабан айланишлар сони 60 айл/мин. да машина звенolari бир-бири билан мос ҳолатда ишлаши ҳамда энергия сарфи 628 Вт. дан катта бўлмаслиги, Y_2 мезон, яъни иш унумдорлиги 280 кг/соат дан кам бўлмаслиги ҳамда Y_3 мезон, яъни мағиз сифат кўрсаткичи 75% дан кам бўлмаслиги шартлари қабул қилинди. Олинган натижалар 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал.

Ёнғоқ чақиш машинасининг мақбул қийматлари

$n(X_1)$		$s(X_2)$		$W(X_3)$	
Квадратик четланиш	Натурал, айл/мин	Квадратик четланиш	Натурал, мм	Квадратик четланиш	Натурал, (%)
-7,0	53	-1,41	2,605	-6,22	8,827
0,0	60	0,00	4,015	0,00	15,047
7,0	67	1,41	5,425	6,22	21,267

Регрессия тенгламалари ва ҳисобланган параметрларнинг сонли қийматларини таҳлилидан келиб чиқиб, қуйидагиларни таъкидлаш мумкин:

- ишчи барабан айланишлар сонини ортиши машина иш унумдорлиги ва энергия сарфини ортишига, мағиз сифат кўрсаткичларини камайишига олиб келган;

- воронка қисиш масофаси ортиши билан ёнғоқни чақилмай қолиш ҳолати камайган натижада унумдорлик ортган, лекин мағиз эзилиш даражаси ортиб борганлиги учун мағиз сифат кўрсаткичи пасайган. Бундан ташқари энергия сарфи ҳам ортган;

- ёнғоқ намлик даражасини ортиши билан мағизни уваланиш даражаси пасайган, натижада сифат кўрсаткичи яхшиланган, энергия сарфи ортган, унумдорлик олдин ортган, кейин камайган.

Диссертациянинг «Ишлаб чиқилган янги ёнғоқ чақиш машинасининг техник-иқтисодий асосланиши» деб номланган тўртинчи бобида ёнғоқ чақиш машинасининг қисқача техник тавсифи, синов натижалари ва унинг иқтисодий самарадорлиги келтирилган. Машинанинг тажриба нусхаси синовларда белгиланган технологик жараёни ишончли бажарди ва унинг иш кўрсаткичлари қўйилган талабларга тўлиқ мос келди. Ёнғоқ чақиш машинаси 280 кг/соат самарадорликда ишлаб, инсон қўл

меҳнатини бир-неча баробарга енгиллаштиради. Амалдаги ёнғоқ чақиш машинасига нисбатан 55 % га унумдорлиги юқори ва битта машинадан ойига 8 млн. сўм иқтисодий самара олиш имконини берди.

ХУЛОСА

1. Маҳаллий ҳудудларда етиштирилаётган ёнғоқларнинг ўртача диаметри 31-32 мм, оғирлиги 10-11 грамм, қобиқ қалинлиги 2-3 мм ва намлик даражаси (ёнғоқ пишган вақтда) 15-20 % эканлиги изоҳланди.

2. Ёнғоқни мустаҳкам ушлаб туришга асосланган, конструкцияси конуссимон ва ички сирти сферик шаклга эга бўлган воронка типдаги механизм ишлаб чиқилган ва воронканинг ички сферик сирти чуқурлиги 8 мм бўлиб, чақиш жараёнида танлаб олинган ёнғоқларнинг 45-57 % юзасини қамраб олиши кўрсатилди.

3. Конусли воронка ичида ёнғоқ ўлчамларига мос ҳолатда қисилиб чақилиши учун воронканинг юқори қисми ички деворлари ораси 45 мм, пастки қисми ички деворлари ораси 23 мм, воронка баландлиги 63 мм ва воронка ички конуслик бурчаги $\alpha=10^\circ$, ёнғоқ меъёрида чақилиши учун қисқичнинг конусли воронкаси бир томондан 2 мм масофага силжишида $1^\circ 11'$ га бурилиб қисилиши билан изоҳланади.

4. Воронка ичида жойлашган ёнғоқ бир томондан 2 мм масофага қисилиши учун диск воронкани 2,45 мм. га суриши ва пружина 1,4 мм. га чўзилишини аниқловчи математик ифодалар тавсия этилди.

5. Ишчи барабан айланишлар сони 60 айл/мин, барабан диаметри 50 см, ишчи камерани лоток остидан ўтиш вақти ва бункердан ишчи камерага ёнғоқнинг тушиш вақти 0,125 секунд бўлиши учун лоток қиялик бурчаги 60 градус ва узунлиги 40 см бўлишлигини аниқлашнинг математик ифодалари тавсия этилди.

6. Ёнғоқни чақувчи куч қиймати қобиқ қалинлиги ва куч қўйилган таянч шаклига боғлиқ бўлиб, сферик таянчлар орасида 32 ± 2 мм ўлчамдаги ёнғоқлар чақилганда, юпқа қобиқли ёнғоқлар учун 200-460 Н, қобиғи ўртача қалинликдаги ёнғоқлар учун 460-800 Н, қалин қобиқли ёнғоқлар учун 800-920 Н куч бўлиши тавсия этилди.

7. Эксперимент учун танлаб олинган ёнғоқларнинг қобиғи қалинлиги 2-3 мм ва диаметри 32 ± 2 мм бўлиб, мағизни қобиқдан сифатли ажратиб олиш ҳамда кам энергия сарфлаган ҳолда талаб даражасидаги иш сифатини таъминлаши учун машина ишчи барабани 60 айл/мин, воронка қисиш масофаси 4 мм ва ёнғоқ намлик даражаси 15-17 % оралиғида бўлиши тавсия этилди.

8. Ёнғоқни эзиб чақиш усули асосида ротацион принципда ишлайдиган, ёнғоқни маълум куч билан қисиб чақувчи технологик машинанинг такомиллаштирилган конструкцияси тавсия этилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/30.12.2019.Т.101.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ БУХАРСКОМ ИНЖЕНЕРНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

АНДИЖАНСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

МИРЗАЕВ ОТАБЕК АБДИРАХИМОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ МАШИНЫ
РАСКАЛЫВАНИЯ ГРЕЦКОГО ОРЕХА И ОБОСНОВАНИЕ ЕЕ
ПАРАМЕТРОВ**

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

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

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за В2020.3.PhD/T878.

Диссертация выполнена в Андижанском машиностроительном институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу (www.bmti_info@edu.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziynet» (www.ziynet.uz).

Научный руководитель:

Баракаев Нусратилла Ражабович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Курбонов Жамшед Мажидович
доктор технических наук, профессор

Абдуллаев Алишер Шоназарович
доктор технических наук

Ведущая организация:

**Ташкентский государственный
технический университет**

Защита диссертации состоится «25» 09 2020 г. в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета PhD.03/30.12.2019.T.101.01 при Бухарском инженерно-технологическом институте (Адрес: 200117, г. Бухара, ул. Каюма Муртазаева, 15. Тел.: (+99895) 604-44-70, факс: (+99865) 223-78-84, e-mail: bmti_info@edu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Бухарского инженерно-технологического института (регистрационный номер 59). Адрес: 200117, г. Бухара, ул. Каюма Муртазаева, 15. Тел.: (+99895) 604-44-70, факс: (+99865) 223-78-84, e-mail: bmti_info@edu.uz.

Автореферат диссертации разослан «12» 09 2020 года.
(Протокол рассылки №. 1 «28» 08 2020 года).



С.Ф.Фозилов
Заместитель председателя научного совета
по присуждению ученой степени, д.т.н., профессор

И.И.Мехмонов
Ученый секретарь научного совета по присуждению
ученой степени, к.т.н., доцент

Ш.М.Ходжиев
Председатель научного семинара при научном совете
по присуждению ученой степени, к.т.н., доцент

ВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации.

Сегодня орех, выращиваемый во всем мире, является сырьем для пищевой промышленности. Данное исследование выполнено с целью повышения эффективности оборудования, используемого при переработке орехов, снижение энергопотребления, улучшение качества продуктов и обеспечение безопасности пищевых продуктов.

С учетом химических, физико-механические свойств переработки грецкого ореха, в мире проводятся научные исследования по созданию энергоэффективных, высокопроизводительных, простых, автоматизированных компактных, универсальных машин и технологий, не влияющих на качество продукции.

В республике большое внимание отводится мерам по сокращению затрат труда и энергии при выращивании сельскохозяйственной продукции, экономии ресурсов и разработки высокоэффективных ресурсосберегающих методов и технологий. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 годах отмечаны задачи, среди которых «...модернизация сельского хозяйства, последовательное развитие сельскохозяйственного производства, дальнейшее укрепление продовольственной безопасности страны, использование высокопроизводительной сельскохозяйственной техники»¹

В связи с этим одной из важных задач отрасли является создание высокопроизводительных, металло- и энергосберегающих, компактных, современных машин, выполняющих несколько технологических процессов с учетом химических, физико-механических свойств грецких орехов, выращиваемых в нашей стране.

Исследования данной диссертации в определенной степени служат выполнению поставленных задач, предусмотренных Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПФ-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», № ПП-2789 от 18 февраля 2017 года «Дальнейшее совершенствование Академии наук. ПФ-5388 от 29 марта 2018 года «О дополнительных мерах по ускоренному развитию плодоовощного производства в Республике Узбекистан» и ПП-4406 от 29 июля 2019 года «О глубокой переработке сельскохозяйственной продукции и о дополнительных мерах по дальнейшему развитию пищевой промышленности», а также в других нормативных правовых актах, связанных с данной деятельностью.

Соответствие исследования основным приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан.

Это исследование является частью II, реализуемого приоритетного направления «Энергетика, энергосбережение и ресурсосбережение».

¹Указ Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 07 февраля 2017 года “О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан”.

Степень изученности проблемы. Исследованием совершенствования машин, изучением их характеристик и обоснования их параметров для раскалывания орехов занимались, как зарубежные, так и отечественные ученые: M.Güner, 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, Н.В. Бышов, Роберт Лемос, Ю.И. Суксорукиш, Ф. Бумер, В.К. Петров, Б.Хасанов, А.Абдурасулов, Д.Тўлаев, Х.Туркменов, А. Хуррамов, Б. Юсупов, И. Аширбеков, Д. Алиджанов и другие. Учеными созданы системы и способы автоматического управления, способы изучения качества материалов и устройств, технологии их производства, а также научные основы машин и устройств переработки сельскохозяйственных продуктов.

Ведутся научные исследования по совершенствованию и обоснованию параметров устройств по технологии переработки сельскохозяйственных продуктов, обеспечивающих высокое качество работы, с низкими энергозатратами, их моделирования, компактность объема и соответствие мировым стандартам.

Связь диссертационного исследования с планом научно-исследовательской работы вуза, в котором выполнена диссертация.

Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ прикладных и инновационных проектов Андижанского машиностроительного института С201912183 «Разработка, испытание и внедрение энергосберегающей конструкции машины дробления грецкого ореха», Ташкентского химико-технологического института и Гулистанского Государственного университета ИОТ-2017-5-16 «Внедрение в производство усовершенствованной системы аспирации и фракционирования технологической машины для очистки зерна» (2017-2018 гг.), ФЗ-201812278 «Создание экспериментальных экземпляров конструкции универсальных мобильных сепараторов для очистки семян сельскохозяйственных культур» (2019-2020 гг.).

Целью исследования является - совершенствование конструкции машины раскалывания грецкого ореха и определение ее параметров.

Задачи исследования:

изучение физико-механических свойств местных сортов грецкого ореха в разрезе по регионам для создания усовершенствованной конструкции машины раскалывания ореха;

определить значения сжимающей силы и сжимающей дистанции рабочего устройства для раскалывания орехов и составить уравнение обеспечивающее колебательное движение сжимающей воронки;

разработать уравнения движения конструкций и формы, конструкции и движения деталей, при изучении взаимодействия деталей машины раскалывания с орехом;

обоснование кинематических и технологических параметров машины для раскалывания орехов;

определение технологических параметров машины усовершенствованной конструкции для раскалывания орехов;

Объектами исследования являются различные сорта грецкого ореха разного размера и твердости, выращенные в республике, технологическая машина для раскалывания грецких орехов, обеспечивающая весь процесс извлечения ядра ореха.

Предметом исследования являются кинематические и технологические параметры технологической машины для раскалывания орехов.

Методы исследования. В процессе исследования использовались методы математического анализа, теоретической механики, математической статистики, математического планирования экспериментов, физики, механики и методики, указанные в действующих нормативных документах (ГОСТ 32874-2014, ГОСТ 16833-2014).

Научная новизна исследования заключается в следующем:

получены аналитические зависимости, отражающие процесс взаимодействия ореха с прижимной воронкой, на основании которых определены оптимальные параметры воронки;

установлено необходимое значение усилия в зависимости от физико-механических свойств ореха для обеспечения качественного процесса отделения ядра;

разработано математическое уравнение, позволяющее определить оптимальное значение необходимой мощности с учетом взаимодействия воронок с диском, а также разработано математическое уравнение, описывающее период, в течение которого орех попадает в рабочую камеру в зависимости от времени прохождения рабочей камеры под лотком;

получены уравнения регрессии с помощью многофакторных экспериментов с учетом количества оборотов барабана и расстояния прижима воронки, путем их решения определены оптимальные параметры деталей машины;

разработана усовершенствованная конструкция машины для раскалывания грецких орехов, работающая по принципу ротора, обеспечивающая высококачественное ядро ореха и высокую производительность.

Практические результаты исследований заключаются в следующем:

разработаны технологическая машина раскалывания скорлупы грецких орехов и усовершенствована методика расчета параметров рабочих органов;

разработаны математическая модель и алгоритм расчета устройства для раскалывания орехов;

обоснованы и выбраны передаточные механизмы для технологической машины отделения ядра грецкого ореха от скорлупы;

разработана конструкторская и техническая документация технологической машины раскалывания скорлупы грецких орехов.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследований основана на принципах теоретической механики и высшей

математики при теоретическом обосновании параметров и режимов работы машин, обработке результатов экспериментов математико-статистическими методами, адекватности результатов теоретических и практических исследований, а также положительными результатами испытаний технологической машины для раскалывания грецкого ореха и реализацией ее на практике.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований отмечается разработкой новой технологии и машины для процессов раскалывания орехов, а также методов расчета взаимодействия машины с деталями.

Практическая значимость результатов исследования заключается в точности процесса разрушения скорлупы при минимальном повреждении сердечника при использовании процесса нарезки орехов машинным способом, снижении затрат на рабочую силу, предотвращении негативных последствий ручного надкусывания орехов, снижении расхода материала и энергозатрат, а также относительно небольшого производства. Занятость производственной площади объясняется тем, что достигнуто увеличение производительности процесса.

Внедрение результатов исследований.

На основании полученных научных результатов по совершенствованию машины для раскалывания грецкого ореха и обоснованию ее параметров:

получен патент на изобретение в Агентстве интеллектуальной собственности Республики Узбекистан на устройство для раскалывания грецких орехов (№ IAP 06093, 2020 г.). В результате позволяет возможность разработать конструкцию машины раскалывания орехов, обеспечивающую отделение ядра грецкого ореха в целом виде от скорлупы;

на ОАО «Андижанский опытный завод» создана конструкторская документация и методика расчета на освоение производства внедренной в конструкторскую разработку установки для раскалывания орехов (справка Минсельхоза Республики Узбекистан № 02 / 023-3512 от 6 ноября г. 2019). В результате были разработаны конический зажим устройства для раскалывания орехов, рабочий барабан и машины, а также разработанная машина для раскалывания грецкого ореха обеспечила сокращение ручного труда на 40 %.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждались на 4 республиканских и 4 международных научных конференциях.

Опубликованность результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 18 научных работ, в том числе 9 статей в научных изданиях, рекомендованных для публикации основных научных результатов диссертации доктора философии (PhD) ВАК РУз, в том числе 8 в республиканских и 1 в зарубежных журналах. Получен патент на 1 изобретение Агентства интеллектуальной собственности Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Содержание диссертации состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации -120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В введении, исходя из актуальности и необходимости исследования описываются цели и задачи, объекты и предметы исследования, актуальность исследования приоритетам науки и техники республики, научная новизна и практические результаты исследования, научная и практическая значимость результатов, информация об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной **«Современное состояние и тенденции развития технологических машин для раскалывания орехов»**, анализируются состояние и тенденции развития существующих технологических машин, а также условия их использования для раскалывания орехов.

Местные сорта грецкого ореха были изучены методом поперечного сечения в создании новой партии машины для раскалывания орехов. Проведен анализ конструкторской схемы машины.

На основе критического анализа научных источников, технологического процесса и изучения современного состояния машин определено, что сегодня все более перспективным направлением развития кондитерских цехов и создания качественной продукции является поиск универсального, простого и многофункционального оборудования.

Во второй главе диссертации, озаглавленной **«Теоретическое исследование параметров и режимов работы машины для раскалывания орехов»**, представлены результаты исследований по совершенствованию машины для раскалывания орехов, используемых для отделения ядер грецких орехов от скорлупы, результаты исследований по теоретическим основам конструкции машины и рабочих частей.

На основании проведенных исследований конструкция машины по принципу вращения, состоящая из поворотных устройств, включает зажимные устройства и конические воронки, а внутренняя поверхность конусов образовала сферическое основание (рис. 1), на которое получен патент на изобретение № IAP 06093 Республики Узбекистан. Разработанная машина для раскалывания орехов отличается от существующих машин раскалывания орехов тем, что зажимная воронка проходит между дисками во вращательном движении барабана, а диск снабжен винтом для регулировки расстояния зажима.

Устройство работает следующим образом: раскалываемые орехи из бункера (1) через лоток (2) попадают в прижимную воронку (3) раскалывающего устройства (5). Две зажимные воронки (3) симметрично друг другу прикреплены к монтажной раме с помощью шарнира (14). Пространство между воронками открывается пружинами (15) и не мешает

падающим орехам. В результате вращения барабана зажимы проходят между дисками (11). В этом случае компрессионные воронки сжимаются до уровня, соответствующего пространству между дисками, и в результате скорлупа ореха трескается и раскалывается на куски. Хомуты, выходящие из диска, медленно открываются с помощью пружин (15) и скорлупы орехов, которая разделяется на части, а сердечник попадает в ящик под устройством. В зависимости от диаметра ореха величину усилия дробления можно отрегулировать с помощью винта (13).

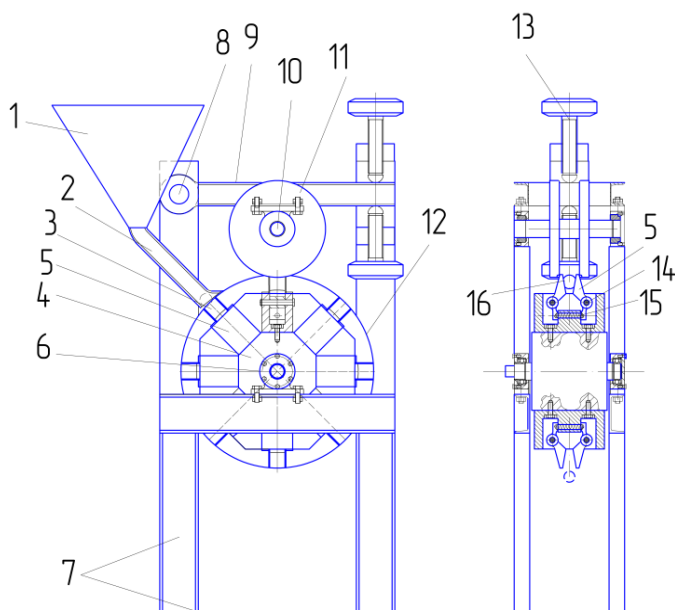


Рис.1. Схема общего вида предлагаемой машины для раскалывания орехов.

Зажимающая воронка имеет коническую форму, а внутренняя поверхность - сферическую. Раскалываемые орехи упираются в боковую поверхность хомута в зависимости от их диаметра. В итоге каждый орех будет зажат. Сдвиг происходит из-за раздавливания орехов. То есть орех не будет раздавлен.

На рис. 1 показаны раскалывающее устройство и зажимающий диск для раскалывания нескольких орехов. Орехи можно разместить в любом ряду от такого приспособления и пары дисков для увеличения продуктивности раскалывания.

Для изучения физико-механических свойств орехов, выращиваемых в определенных местах, были отобраны и проанализированы их различные виды. В результате было установлено, что среднее значение диаметра ореха составило 31-32 мм, веса 10-11 грамм, толщины скорлупы 2-3 мм и влажности (в спелом орехе) 15-20%.

Размеры механизма и деталей машины для раскалывания орехов рассчитаны исходя из их размеров. При определении геометрических размеров раскалывающего устройства они учитывались с помощью математических выражений путем определения (рис. 2) конической формы рабочей камеры, образованной между воронками:

$$|HS| = 63 \cdot \sin \alpha = 63 \cdot \sin 10^\circ = 63 \cdot 0,174 = 10,9 \text{ мм}$$

$$|JM| = 45 - 2|HS| = 45 - 2 \cdot 10,9 = 23,2 \text{ мм}$$

$$\frac{|OH|}{|OA|} = \operatorname{tg} \alpha, \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\sin 10^\circ}{\cos 10^\circ} = \frac{0,174}{0,985} = 0,177, \quad \frac{22,5}{|OA|} = 0,177$$

$$|OA| = \frac{22,5}{0,177} = 127,1 \text{ мм}; \quad |TG| = |OA| - 63 - 36 = 28,1 \text{ мм}$$

$$\begin{cases} |JH| \cos \alpha = 63 \\ |JA| \cos \alpha = 64,1 \end{cases} \Rightarrow \frac{JH}{JA} = \frac{63}{64,1}$$

$$|JH| = |JA| \frac{63}{64,1} = \frac{|AT|}{\cos \alpha} \cdot \frac{63}{64,1} = \frac{64,1}{\cos 10^\circ} \cdot \frac{63}{64,1} = 63,9 \text{ мм}$$

$$\frac{|SH|}{|JH|} = \frac{x}{|PH|} \quad x = |JH| \sin \alpha - |PH| \sin \alpha$$

$$|PH| = \frac{|JH|}{|SH|} \cdot x = \frac{|JH|}{|SH|} \cdot (|JH| \sin \alpha - |PH| \sin \alpha) \quad (1)$$

$$|PH| = \frac{|JH|^2}{|SH|} \cdot \sin \alpha - \frac{|JH|}{|SH|} \cdot |PH| \sin \alpha$$

$$|PH| = \frac{\frac{|JH|^2}{|SH|} \cdot \sin \alpha}{\left(1 + \frac{|JH|}{|SH|} \cdot \sin \alpha\right)} = \frac{\frac{|JH|^2}{|SH|} \cdot \sin \alpha}{\left(\frac{|SH| + |JH| \sin \alpha}{|SH|}\right)} = \frac{|JH|^2 \cdot \sin \alpha}{(|SH| + |JH| \cdot \sin \alpha)}$$

Здесь $|SH| = 10,9 \text{ мм}$, $|JH| = 63,9 \text{ мм}$, $\alpha = 10^\circ$.

Тогда $|PH| = 32 \text{ мм}$

$$|JP| = |JH| - |PH| = 63,9 - 32 = 31,9 \text{ мм}$$

$$|AP| = |AJ| + |JP| = 65,1 + 31,9 = 97 \text{ мм}$$

Значит:

$$|PR| = |AP| \cdot \beta \quad (2)$$

$$\beta = \frac{|PR|}{|AP|} = \frac{2}{97} = 0,0206 \text{ рад}$$

$$\beta^\circ = \frac{\beta \cdot 180^\circ}{\pi} = \frac{0,0206 \cdot 180^\circ}{3,14} = 1^\circ 11'$$

Значит, $|AP|$ деталь должна быть повернута на $\beta^\circ = 1^\circ 11'$ для сжатия 2 мм.

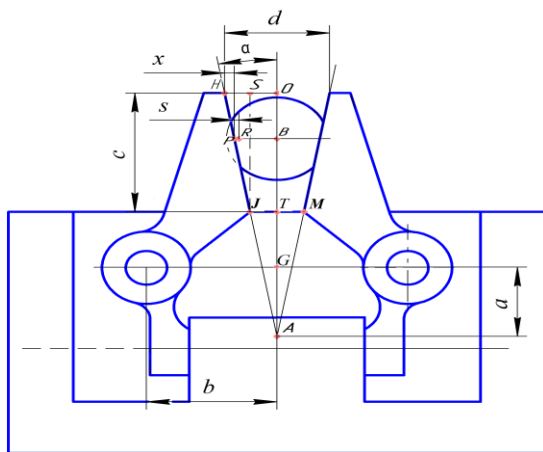


Рис.2. Схема определения размера воронки.

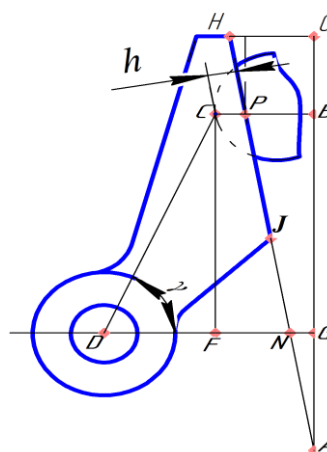


Рис.3. Схема определения размеров воронки путем подключения ее к точке D.

Мы определяем размеры движущейся воронки, составляя уравнения в точках, отмеченных на рис. 4.

$$|AU| = |AH| - |HU| \quad (3)$$

$$|AH| = \sqrt{|AO|^2 + |OH|^2} = \sqrt{127,1^2 + 22,5^2} = 129 \text{ мм}$$

$$|AU| = 129 - 10 = 119 \text{ мм}$$

$$\frac{|AP|}{|PR|} = \frac{|AU|}{|UK|} \Rightarrow |UK| = \frac{|AU|}{|AP|} |PR| = \frac{119}{97} \cdot 2 = 2,45 \text{ мм}$$

Таким образом, у гайки 2 мм с одной стороны. Дисковая воронка составляет 2,45 мм для сжатия:

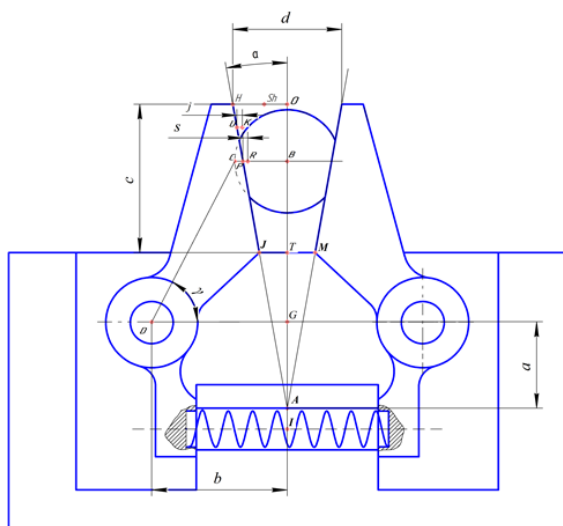


Рис. 4. Схема определения размеров, изменяющихся при движении воронки.

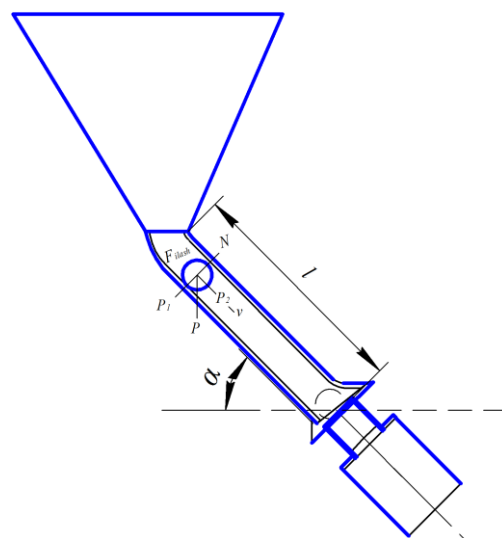


Рис. 5. Схема процесса падения ореха в устройство.

При сжатии воронки ореха на 2 мм рассчитываем расстояние удлинения пружины:

$$S = |DSh| \cdot \alpha \quad (4)$$

$$\alpha = \frac{S}{|DSh|} = \frac{S_1}{|DI|} \quad (5)$$

$$S_1 = \frac{|DSh|}{|DI|} \cdot S \quad (6)$$

при этом:

α - угол затяжки ореха на расстояние S

$|DI|$ - расстояние от точки D до центра пружины; $|GI|=46$ мм, $|DG|=56$ мм.

В таком случае:

$$|DI| = \sqrt{|GI|^2 + |DG|^2} = 72,47 \text{ мм}$$

S_1 - расстояние, на которое пружина воронки выступает с одной стороны,

$$|DSh| \cdot \sin \gamma = |GO| \Rightarrow |DSh| = \frac{|GO|}{\sin \gamma} = 102,5 \text{ мм}$$

$$|GO| = |AO| - a = 127,1 - 36 = 91,1 \text{ мм}$$

Далее:

γ - $|DSh|$ угол расстояния относительно вертикальной оси; $\gamma=62^\circ 42'$.

С помощью формулы (10) рассчитываем значения, определяемые уравнением:

$$S_1 = \frac{|DSh|}{|DI|} \cdot S = \frac{102,5}{72,47} \cdot 2 = 2,8 \text{ мм}$$

В этом случае общая длина пружины $x = 2,8$ мм.

Чтобы машина работала эффективно, орех должен вовремя войти в рабочую камеру. Следовательно, время входа ореха в рабочую камеру рассчитывалось в зависимости от времени прохождения рабочей камеры под лотком:

$$\bar{F} \leq \bar{Q}$$

где:

F - центробежная сила ореха;

Q - вес ореха.

Используя положения из теоретической механики, мы выводим формулу для определения центробежной силы ореха и веса ореха следующим образом.

$$F = \frac{m \cdot v^2}{R} \quad (7)$$

$$Q = m \cdot g \quad (8)$$

где:

m - масса ореха;

R - радиус барабана;

v - линейная скорость;

g - ускорение свободного падения.

Приравнивая формулу (7) к формуле (8), находим линейную скорость ореха в положении внутри зажимной воронки:

$$\frac{m \cdot v^2}{R} = m \cdot g$$

$$v = \sqrt{R \cdot g} \quad (9)$$

где:

радиус барабана - 0,25 метра.

Если заданы значения (9), то достигается скорость подвешивания ореха при $v = 1,57$ м / с.

При расчете скорости падения ореха из бункера на раскалывающее устройство используются экспериментально определенные конструктивные параметры:

1. Длина лотка падения ореха $l=0,4$ м;
2. Угол наклона лотка $\alpha=60^\circ$
3. Коэффициент трения: когда орех катится по стали, экспериментально было определено его значение $f = 0,02$.

Коэффициент трения при прокатке зависит не только от типа материала, но и от влажности, давления и температуры. Коэффициент трения определяли путем накатывания нескольких орехов в стальной лоток (60°). Для расчета выбирается оптимальное значение. На орех действует сила тяжести $P = mg$, сила нормальной реакции N наклонной плоскости и силы трения $F_{ish} = fN$. Сила P делится на составляющие P_1 и P_2 в наклонной плоскости и в направлении, перпендикулярном ей. В таком случае:

$$P_1 = mg \sin \alpha, \quad P_2 = mg \cos \beta \quad (10)$$

Следовательно, нормальная сила реакции:

$$N = P_2 = mg \cos \alpha$$

и сила трения определяется по формуле:

$$F_{ish} = f mg \cos \alpha \quad (11)$$

При использовании теоремы об изменении кинетической энергии пути s ореха:

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = P_1 \cdot s - F_{ish} \cdot s \quad (12)$$

или

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = mgs(\sin \alpha - f \cos \alpha) \quad (13)$$

Из этого

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gs(\sin \alpha - f \cos \alpha)} \quad (14)$$

Добавим определения к выражению 14.

$$A = 2g(\sin \alpha - \delta \cos \alpha), \quad B = v_0^2$$

$$v = \sqrt{As + B} \quad (15)$$

производим из уравнения (15).

В таком случае:

$$ds = \sqrt{As + B} dt \quad (16)$$

Проинтегрируем выражение (16) по времени

$$t = \int \sqrt{\frac{ds}{\sqrt{As + B}}} = \begin{cases} \sqrt{As + B} = x \\ x^2 = As + B \\ s = \frac{x^2 - B}{A} \\ ds = \frac{2x}{A} dx \end{cases} = \int \sqrt{\frac{\frac{2x}{A}}{x^2}} = \frac{2}{A} \int \frac{1}{x} dx = \frac{2}{A} \ln|x|$$

$$e^t = (\sqrt{As + B})^{\frac{2}{A}} \rightarrow e^{\frac{A}{2}t} = \sqrt{As + B}; \quad e^{At} = As + B$$

$$s = \frac{e^{At} - B}{A} \quad (17)$$

Таким образом: $A = 2g(\sin \alpha - \delta \cos \alpha)$, $B = v_0^2$ $v_0 = 0$ рассчитаем по уравнению (17).

$$s = \frac{e^{At} - B}{A} = \frac{e^{2g(\sin \alpha - \delta \cos \alpha)t}}{2g(\sin \alpha - \delta \cos \alpha)}$$

Следовательно, расчеты показывают, что в зависимости от скорости барабана время, в течение которого каждая рабочая камера попадает под лоток, составляет $t = 0,125$ секунды. Длина лотка $l = 400$ мм, так что гайка входит в рабочую камеру из бункера при $t = 0,125$ с. Этого было достаточно. Кинематическая схема на рис. 6 была использована для расчета мощности, необходимой для данного механизма.

Силу удара определяем по рис. 7:

$$F_y = F_{dv} \cdot \sin \alpha \quad (18)$$

Работа, выполняемая воронкой при задевания с диском, выглядит следующим образом:

$$\delta A_y^1 = F_{dv} \sin \alpha \delta \varphi \quad (19)$$

Используем формулу (19) – для выражения одной стороны воронки.

В этом случае для обеих сторон воронки:

$$\delta A_y = 2F_{dv} \sin \alpha \delta \varphi \quad (20)$$

По формуле (20) интегрируем выражение:

$$\int \delta A_y = \int_0^{9^\circ \frac{\pi}{180}} 2F_{dv} \sin \alpha \delta \varphi = 2F \sin \alpha \Delta \varphi \quad (21)$$

где:

α - угол наклона воронки при сжатии диска

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2,45}{26} = 0,09$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} 0,09 = 5^\circ$$

φ - вращение одной воронки на входе и выходе между дисками

$$c = R \cdot \varphi \cdot \frac{\pi}{180} \Rightarrow \varphi = \frac{0,04 \cdot 180}{0,25 \cdot 3,14} = 9^\circ \quad (22)$$

В этом случае c - это путь воронки, контактирующей с диском; (40 мм),
 R - радиус барабана; (250 мм).

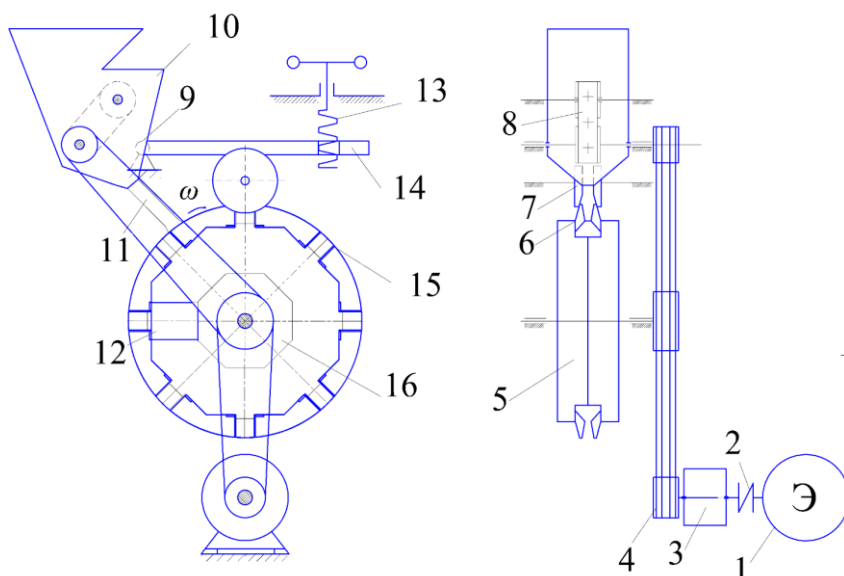


Рис.6. Кинематическая схема машины для раскалывания орехов.

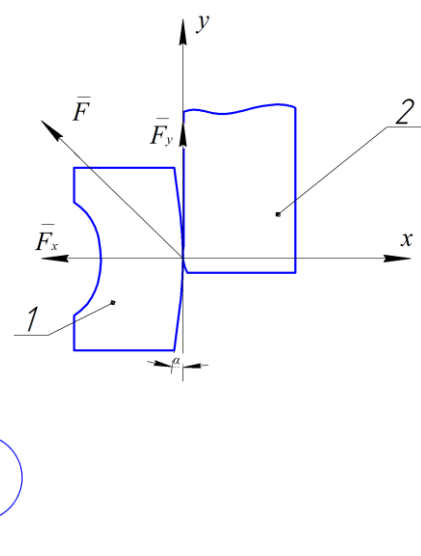


Рис.7. Схема диска воронки

Проделанная работа за одну воронку

$$A^{1vor} = 2F \sin \alpha \left(9^\circ \frac{\pi}{180} \right) = 2F \sin \alpha \cdot 0,157 = 0,314F \sin \alpha \quad (23)$$

Исследовано восемь воронок

$$A = 8A^{1vor} = 2,5F \sin \alpha \quad (24)$$

Требуемая мощность определяется следующим образом

$$\begin{aligned} P &= \frac{dA}{dt} = \frac{dA}{dt} \frac{d\varphi}{d\varphi} = \omega_{bar} \frac{dA}{d\varphi} = \omega_{bar} \cdot 2,5F \sin \alpha = \\ &= 6,28 \cdot 2,5 \cdot 460 \cdot \sin 5^\circ = 628 \text{ Вт} \end{aligned}$$

Таким образом, расчеты показали, что мощность машины $P= 628$ Вт.
 Третья глава диссертации «Методы экспериментального исследования и определение конструктивных параметров рабочих органов машины для

раскалывания орехов» определяет объем задач по экспериментальному исследованию параметров рабочих органов машины для раскалывания орехов. Представлена методика экспериментальных исследований по определению механических свойств местных сортов грецкого ореха. Исследовано определение ударной вязкости деформаций зажима раскалывания ореха. Испытания проводились при различных уровнях влажности под влиянием статической нагрузки на расстояние сжатия орехов на научно-техническом универсальном устройстве WP 300. Диаграмма деформации сжатия была построена на основе результатов экспериментальных испытаний расстояния сжатия единиц орехов и расстояния сжатия.

Как видно из графика на рис. 8, сила удара при раздавливании скорлупы грецкого ореха с твердой скорлупой между сферическим основанием составляет 784 Н, а деформация сжатия составляет 3,75 мм. формы. Расстояние сжатия составляет 4 мм для полного отделения оболочки от сердечника, как было определено из экспериментов. Эта деформация соответствует теоретически определенному расстоянию растяжения в зажиме машины.

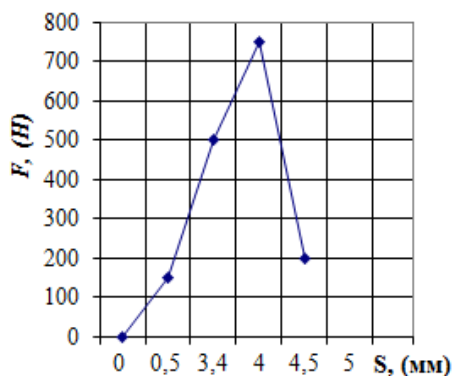


Рис. 8. График зависимости прочности (F) и деформации сжатия (S) сферической опоры в процессе раскалывания ореха.

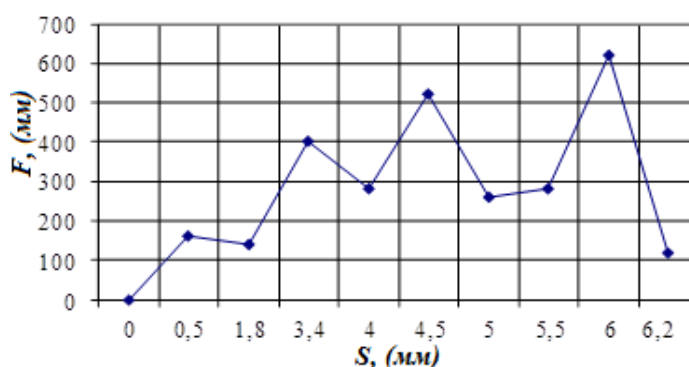


Рис. 9. График зависимости прочности (F) и деформации сжатия (S) плоской опоры при раскалывании ореха.

На графике на рис. 9 можно увидеть, что сила удара составляет 690 Н, когда орех раздавливается между опорами плоской поверхности, деформация сжатия составляет 6,35 мм. Когда эксперименты проводились для влажных, сухих и умеренно влажных орехов, наблюдалось изменение степени деформации. Было обнаружено, что качество сердечника в 1,2 раза выше, чем у плоского основания, когда орех раздавливался между основаниями сферической формы.

Степень прочности скорлупы ореха определяли с помощью силы тяжести:

Предел прочности скорлупы грецкого ореха

Сорт ореха	Растрескивание оболочки		Раскалывание оболочки		Раздавливание Оболочки	
	h, мм	Q, Н/мм ²	h, мм	Q, Н/мм ²	h, мм	Q, Н/мм ²
Толстая оболочка, (2,5-3,5 мм)	160	0,119	173	0,129	180	0,134
Оболочка средней толщины, (2-2,5 мм)	130	0,097	138	0,103	147,5	0,110
Тонкая оболочка (1,5-2 мм)	99,25	0,074	108	0,080	114,6	0,085

Как видно из табл.1, предел прочности скорлупы грецкого ореха с наибольшей толщиной скорлупы составляет 0,119 Н/мм², предел прочности скорлупы грецкого ореха средней толщины составляет 0,097 Н/мм², предел прочности скорлупы грецкого ореха с тонкой оболочкой составляет 0,074 Н/мм².

В зависимости от толщины скорлупы ореха было разработано эмпирическое уравнение, выражающее изменение силы раскалывания между опорами сферической формы:

$$F = 66,75 + 249,14 \cdot t \quad R^2 = 0,97; \text{ (Н)} \quad (25)$$

где t - толщина оболочки, мм.

По мере увеличения толщины оболочки увеличивается и сила раскалывания.

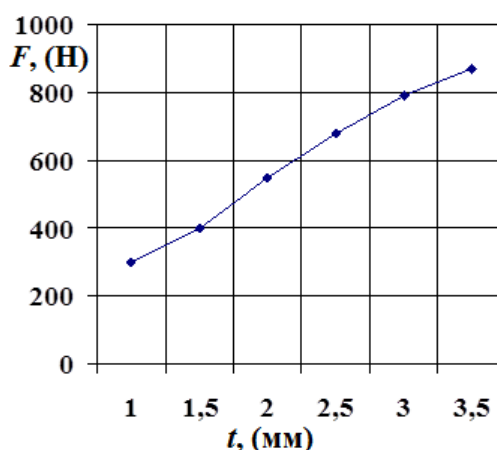


Рис. 10. Изменение значения силы раскалывания (F) в зависимости от толщины (t) скорлупы ореха.

Как видно из рис. 10, величина силы, действующей для разделения скорлупы грецкого ореха на куски, зависит от толщины скорлупы, которая составляет 200-460 Н для орехов с тонкой оболочкой, 460-800 Н для орехов средней толщины и 800-900 Н - для орехов с толстой оболочкой.

Результаты эксперимента обрабатывались в указанном порядке, и были получены следующие уравнения регрессии, адекватно представляющие

критерии оценки:

- по потребляемой машинной энергии (Вт.):

$$Y_1 = 40,6 + 9,43X_1 + 5,3X_2 + 0,021X_3; \quad (25)$$

- по производительности машины (кг/час):

$$Y_2 = 136,65 + 2,6X_1 + 4,5X_2 - 1,51X_3; \quad (26)$$

- по качеству ядра (%):

$$Y_3 = 10,56 + 0,21X_1 + 0,51X_2 + 3,2X_3; \quad (27)$$

Критерий Y_1 для совместного решения уравнений регрессии состоит в том, что число оборотов барабана составляет 60 об/мин. Тяги машины работают в совместимом положении, а потребляемая мощность составляет 628 Вт. не более, критерий Y_2 , т.е. производительность труда не менее 280 кг/час, и критерий Y_3 , т.е. показатель качества ядра не менее 75%. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Оптимальные значения машины для раскалывания орехов

$n(X_1)$		$s(X_2)$		$W(X_3)$	
Квадратичное отклонение	Натурал, айл/мин	Квадратичное отклонение	Натурал, мм	Квадратичное отклонение	Натурал, (%)
-7,0	53	-1,41	2,605	-6,22	8,827
0,0	60	0,00	4,015	0,00	15,047
7,0	67	1,41	5,425	6,22	21,267

На основании анализа уравнений регрессии и числовых значений рассчитываемых параметров можно отметить следующее:

- увеличение числа оборотов рабочего барабана привело к увеличению производительности машины и энергозатрат, снижению основных показателей качества;

- с увеличением расстояния прижима воронки производительность увеличивалась за счет уменьшения нераскалываемости орехов, но качество ядра снижалось из-за увеличения степени измельчения. Также увеличилось потребление энергии;

- с увеличением влажности орехов степень измельчения ядра снижалась, в результате чего улучшался показатель качества, увеличивалось потребление энергии, производительность сначала повышалась, а затем снижалась.

Четвертая глава диссертации, озаглавленная «**Технико-экономическое обоснование новой машины для раскалывания грецкого ореха**», содержит краткое техническое описание машины для раскалывания грецкого ореха, результаты испытаний и ее экономическую эффективность. Опытный вариант машины надежно выполнял заданный в испытаниях

технологический процесс, а его характеристики полностью соответствовали требованиям. Машина для раскалывания орехов работает с производительностью 280 кг/ч, что в несколько раз упрощает ручной труд. Её производительность на 55 % выше, чем у существующей машины для раскалывания орехов, и она сэкономит около 8 миллионов сумов в месяц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Было выявлено, что средний размер орехов, выращиваемых на местах, составляет 31-32 мм в диаметре, вес 10-11 грамм, толщина скорлупы 2-3 мм и влажность (когда орехи спелые) -15-20%.

2. На основе метода прочного удерживания орехов был разработан воронкообразный механизм конической формы со сферической внутренней поверхностью, глубина внутренней сферической поверхности воронки составила 8 мм, покрывая 45-57% поверхности орехов, выбранных при раскалывании.

3. Верхняя часть воронки находится на расстоянии 45 мм между внутренними стенками, нижняя часть - на 23 мм между внутренними стенками, высота воронки - 63 мм, а внутренний конический угол воронки составляет $\alpha = 10^\circ$, так что ее можно зажать внутри конической воронки в соответствии с размером ореха. Раскалывание ореха без повреждений ядра объясняется закручиванием зажима конической воронки на $1^\circ 11'$ при перемещении на 2 мм с одной стороны ореха.

4. Рекомендовано математическое выражение, определяющее относительное удлинение пружины на 1,4 мм и смещение дисковой воронки на 2,45 мм, когда орех внутри воронки сжимается с одной стороны на расстояние 2 мм.

5. Рекомендованы математические выражения, определяющие число оборотов рабочего барабана 60 об/мин, диаметр барабана 50 см, время прохождения рабочей камеры под лотком и время падения орехов из бункера в рабочую камеру - 0,125 секунды.

6. Определено, что величина раскалывающего усилия орехов зависит от толщины скорлупы и формы основания, на которое прикладывается сила при раскалывании орехов размером 32 ± 2 мм между сферическими опорами, для орехов с тонкой оболочкой составляет 200-460 Н, для орехов средней толщины - 460-800 Н, для орехов с толстой скорлупой - 800-920 Н.

7. Рекомендовано, что скорлупа орехов, выбранных для эксперимента, имела толщину 2-3 мм и диаметр 32 ± 2 мм. Чтобы обеспечить качественное отделение ядра от оболочки и обеспечить необходимый уровень качества работы с низким энергопотреблением, нужны: рабочий барабан машины с 60 об/мин, расстояние зажима воронки 4 мм и уровень влажности должен находиться в пределах 15-17%.

8. Предложена усовершенствованная конструкция роторной машины для раскалывания ореха под воздействием определенной указанной в исследовании силы.

**SCIENTIFIC COUNCIL TO AWARDING OF THE SCIENTIFIC
DEGREE PhD.03/30.12.2019.T.101.01 AT THE BUKHARA ENGINEERING
TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

ANDIJAN MACHINE-BUILDING INSTITUTE

MIRZAEV OTABEK ABDIRAXIMOVICH

**IMPROVING THE DESIGN OF THE WALNUT CRACKING MACHINE
AND JUSTIFYING ITS PARAMETRES**

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

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

Bukhara – 2020

The theme of the doctoral of philosophy (PhD) dissertation is registered in the Higher Attention Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under № B2020.3.PhD/T878.

The dissertation has been prepared Andijan machine-building institute.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific council (www.bmti_info@edu.uz) and at the Information and educational portal «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Scientific supervisor: **Barakaev Nusratilla Rajabovich**
doctor of technical science, professor

Official opponents: **Qurbonov Jamshed Majidovich**
doctor of technical science, professor

Abdullaev Alisher Shonazarovich
doctor of technical science

Leading organization: **Tashkent state technical university**

The defense of the dissertation will be held at 14⁰⁰ on 25.09.2020 year at the scientific council meeting No.PhD.03/30.12.2019.T.101.01 at the Bukhara engineering technological institute (Address: 20017, Bukhara, Q.Murtazaev street, 15. Tel.: (+99895) 604-44-70, fax: (+99865) 223-78-84, e-mail: bmti_info@edu.uz).

The dissertation is available at the Information – resource center of the Bukhara engineering technological institute (registration number 59). Address: 20017, Bukhara, Q.Murtazaev street, 15. Tel.: (+99895) 604-44-70, fax: (+99865) 223-78-84, e-mail: bmti_info@edu.uz.

The abstract from the thesis is distributed «12» 09 2020.
(Mailing protocol № 28 « » 08 2020).



S.F.Fozilov
Vice-chairman of the Scientific Council for awarding of scientific degree, Doctor of Technical Science, Professor

I.I.Mexmonov
Scientific secretary of the scientific council for awarding of scientific degree, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Sh.M.Khodjiev
Chairman of academic seminar under the scientific council for awarding of scientific degree, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is to improve the design and determine the parameters of the walnut cracking machine.

The object of research is believed to be the walnut cracking machine providing the process taking an intact kernel as well as walnut sorts that are different in size and toughness in the Republic.

The scientific novelty of the research is as follows:

analytic cohesions which express the process of mutual impact of walnut with clamping funnel have been taken and based on them, agreeable parameters have been identified;

in providing with the process of taking qualitative kernel of walnut, necessary power value is defined in experimental way connected to the physical and mechanical properties of walnut;

mathematical equation which gives an opportunity to define an agreeable value of the power demanded to consider the clash of funnels with a disk has been worked out and a mathematical equation that expresses the falling period of walnut into a working camera connected to the time that working camera passes under the tray, has been worked out and solved;

using several factors, regression equations are taken considering the number of revolver circulations and the distance of funnel compression and by solving them, agreeable parameters of inner parts of the machine have been identified;

the improved design of walnut cracking machine which works in rotary principle, provides with the process of taking a qualitative kernel of walnut in high productivity.

Implementation of the research result. Based on the scientific results obtained on the improvement of the walnut cracking machine and to justifying its parameters:

for the invention, to the walnut cracking machine patent of Intellectual ownership agency has been taken. (№ IAP 06093, 2020y.) As a result, the possibility to work out the construction of walnut cracking machine which gives an opportunity to release the kernel out of the husk has been created;

In order to possess an ownership of a production of a walnut cracking machine, project-constructing papers and measurement ways have been implemented on the project-making process at ‘Andijon tajriba-sinov zavodi’ (Andijan experimental plant) joint-stock company (Reference 02/023-3512 of the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan in November 6, 2019). In the end, it provides an opportunity to reduce the labor being applied in the process by 40%, to make a walnut cracking tool, a working drum as well as a conical clamp.

The structure and volume of the thesis. The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, list of references and appendices. The volume of the dissertation contains of 120 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (Ичасть; Ipart)

1. Мирзаев О. Ёнғоқ чақиш қурилмасининг конструктив схемасини ишлаб чиқиш // Фарғона политехника институти илмий-техника журнали, 2016, № 2, 151-154. (05.00.00; №20).

2. Мирзаев О., Хаджиева С. Ёнғоқ пўстини деформациялаб синдириш учун қисгичнинг бурилиш бурчагини аниқлаш // Фарғона политехника институти илмий-техника журнали, 2017, № 4, 161-162. (05.00.00; №20).

3. Мирзаев О., Хакимов Ж. Ёнғоқнинг нормал чақишиш кучини аниқлаш // Фарғона политехника институти илмий-техника журнали, 2018, № 1, 170-173. (05.00.00; №20).

4. Мирзаев О.А., Собиров Х.А., Баракаев Н.Р. Ёнғоқ чақиш машинасига хом – ашёнинг тушиш тезлигини илмий асослаш // Андижон давлат университети, Илмий хабарнома. Физика – математика тадқиқотлари, 2019, № 2, 58-65. (02.00.00; №13).

5. Mirzaev O.A. Mathematic analysis of dimensions of walnut // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 6, Issue 1, January 2019. pp 7801-7805, India. (05.00.00; №8).

6. Баракаев Н.Р. Мирзаев О.А. Қобикли мевалар ва донларнинг намлилик даражасини аниқлаш усуллари. // Бухоро муҳандислик-технология институти «Фан ва технологиялар тараққиёти» илмий-техникавий журнал, 2019. № 3 46-52 бетлар. (02.00.00; №14).

7. Мирзаев О., Баракаев Н. Ёнғоқ чақиш жараёни параметрларини асослаш. // Бухоро муҳандислик-технология институти «Фан ва технологиялар тараққиёти» илмий-техникавий журнал, 2019 г. № 5. 33-37. (05.00.00; №24).

8. Баракаев Н., Мирзаев О. Маҳаллий ёнғоқларнинг механик хоссаларини илмий асослаш. // Бухоро муҳандислик-технология институти «Фан ва технологиялар тараққиёти» илмий-техникавий журнал, 2019 г. № 5. 37-42. (05.00.00; №24).

9. Мирзаев О.А., Собиров Х.А., Баракаев Н.Р. Ёнғоқ чақиш машинасининг кинематик параметрларини асослаш. // Фарғона политехника институти илмий-техника журнали, 2020, № 2, 147-150. (05.00.00; №20).

10. Мирзаев О., Мўминов Н., Собиров Х., Беккулов Б. «Yong`oq chaqish qurilmasi» / Ўзбекистон Республикаси Адлия Вазирлиги ҳузуридаги интеллектуал мулк агентлигининг ихтиро патенти гувоҳномаси №IAP 06093. 30.12.2019 й. Расмий ахборотнома. 2020. №1.

II бўлим (Ичасть; Part)

11. Мирзаев О., Раджибоев П. Ёнғоқ мағизини пўстлоғидан ажратиш қурилмаси // Сборник материалов международной научно-технической конференции на тему: «Современные материалы, техника и технологии в машиностроении». Андижон-2014. С. 93-94.

12. Мирзаев О. Озиқ-овқат маҳсулотларини қайта ишлашда сифатли мағиз олиш жараёни таҳлили // «Озиқ-овқат маҳсулотлари бозори ва унинг амал қилиш механизмини такомиллаштириш» мавзусидаги Илмий-амалий конференция материаллар тўплами. Наманган-2015. 193-199 б.

13. Мирзаев О. Сифатли мағиз олиш жараёнини таъминлаш мақсадида, оптимал чақиш усулини аниқлаш // «Машинасозликда замонавий материаллар, техника ва технологиялар» Халқаро илмий-техникавий анжуман тўплами. Андижан-2016, 726-728 б.

14. Маъмиров Ё., Мирзаев О., Хақимов Ж. Ёнғоқ чақувчи қурилма учун ишчи барабаннинг айланиш тезлигини аниқлаш // «Иновацион ривожланиш муаммолари: ишлаб чиқариш, таълим, илм – фан» вазирлик миқёсидаги илмий-техникавий анжуман материаллари тўплами. Андижан-2017, 488-489 б.

15. Маъмиров Ё., Мирзаев О., Алиев И. Ёнғоқ пўстини пўчоғидан ажратиш қурилмасини лойиҳалаш // «Ислом Каримов-Ўзбекистон Республикасининг биринчи Президенти ва буюк давлат арбоби» мавзусидаги вазирлик миқёсидаги илмий-амалий анжуман материаллари тўплами. Андижон-2018, 149-152 б.

16. Мирзаев О.А. Ёнғоқни чақиш технологик жараёнини ўрганиш ва таҳлил қилиш // «Замонавий илм-фаннинг инновацион ривожланиши» Республика миқёсидаги илмий-амалий анжуман материаллари тўплами. Андижон-2019, 286-288 б.

17. Мирзаев О.А. Ёнғоқ меваси таркиби ва унинг фойдали хусусиятлари тадқиқи // «Озиқ-овқат хавфсизлиги: Миллий ва глобал омиллар (Food security: National and global challenges)» мавзусидаги Халқаро илмий-амалий анжуман. Самарқанд -2019, 278-280 б.

18. Мирзаев О.А., Баракаев Н.Р. Ёнғоқ меваси хусусиятларини асослаш // «Замонавий ишлаб чиқаришнинг муҳандислик ва технологик муаммоларининг инновацион ечимлари» мавзусидаги Халқаро илмий-амалий анжуман. Бухоро-2019, 68-71 б.

Автореферат «Фан ва технологиялар таракқиёти» журнали тахририятида тахрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Бичими 60x84¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитура босма усулида босилди.
Шартли босма табағи: 3. Адади 120. Буюртма № 32.

«Бухоро муҳандислик-технология институти» босмахонасида чоп этилди.
200117, Бухоро, Қ.Муртазоев кўчаси, 15-уй.